

D3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS VOKASI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

TUGAS AKHIR

ANALISA SEDIMENTASI PADA DASAR WADUK
 BENDO, PONOROGO

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ir. Suharjoko, MT.
 NIP. 19560119 198403 1 001

Dwi Indriyani, ST., MT.
 NIP. 19810210 201404 2 001

NAMA MAHASISWA

AGITA PUSPITASARI
 NRP. 10111500000032

INGRID REKATA ASTARI
 NRP. 10111500000044

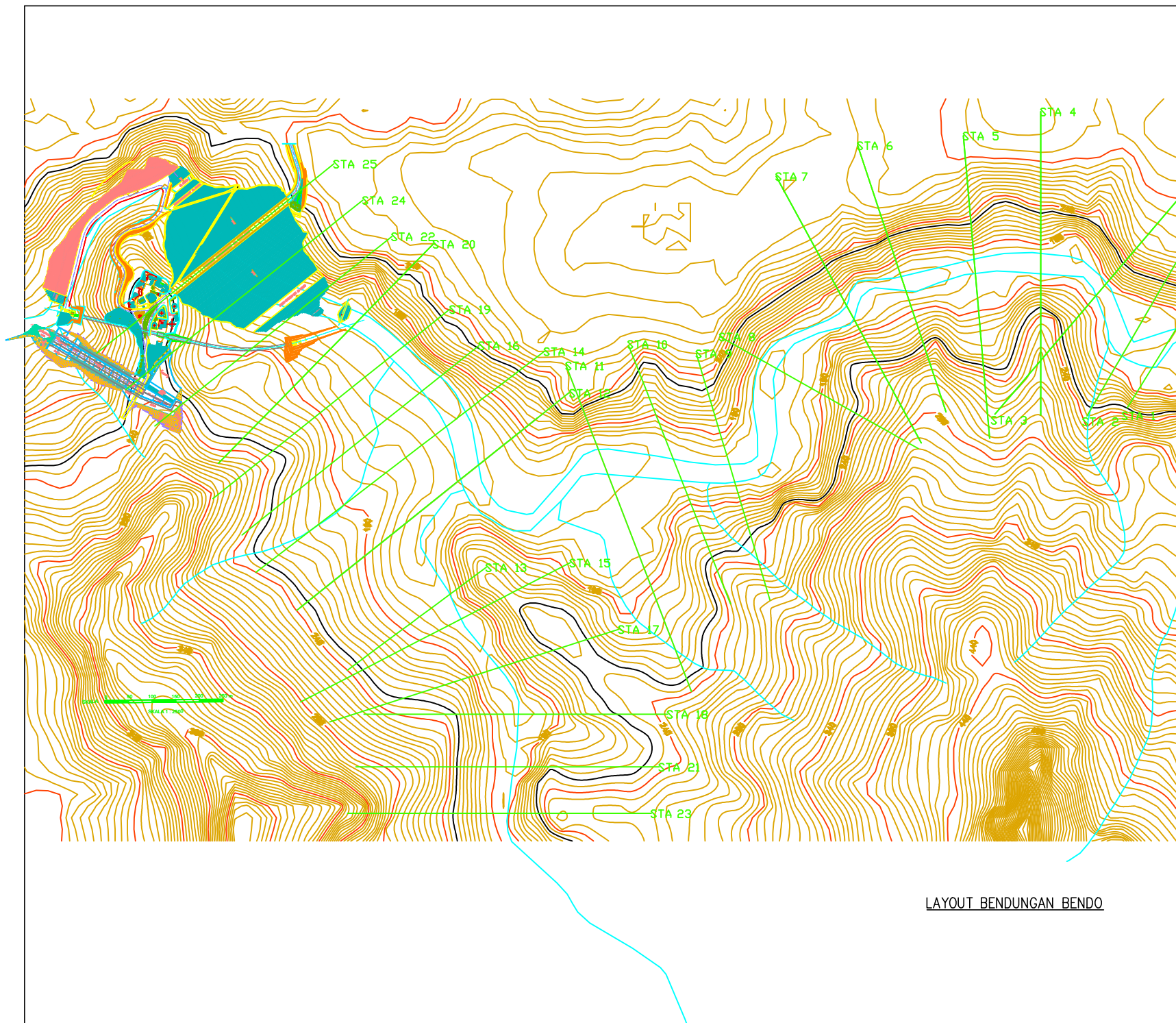
NAMA GAMBAR

LAYOUT WADUK BENDO

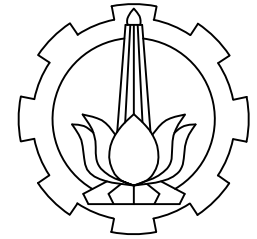
KETERANGAN

- = CROSS WADUK BENDO
- = GARIS MAYOR KONTUR
- = GARIS KONTUR
- = SUNGAI KEYANG
- = MUKA AIR WADUK

KODE GAMBAR	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
LYT-01	1	27



LAYOUT BENDUNGAN BENDO



D3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

TUGAS AKHIR

ANALISA SEDIMENTASI PADA DASAR WADUK
BENDO, PONOROGO

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ir. Suharjoko, MT.
NIP. 19560119 198403 1 001

Dwi Indriyani, ST., MT.
NIP. 19810210 201404 2 001

NAMA MAHASISWA

AGITA PUSPITASARI
NRP. 10111500000032

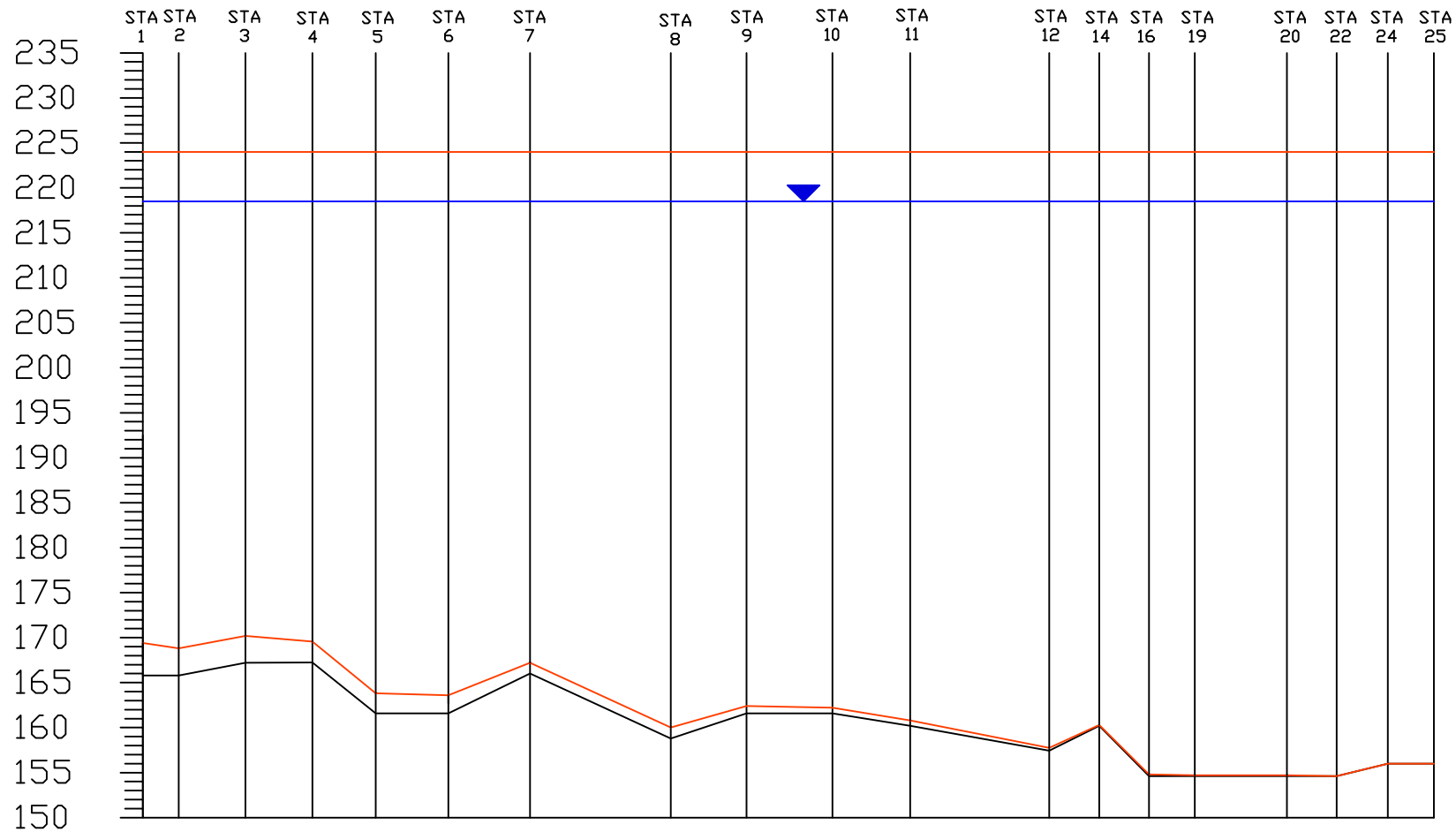
INGRID REKATA ASTARI
NRP. 10111500000044

NAMA GAMBAR

LONG SECTION WADUK
BENDO

KETERANGAN

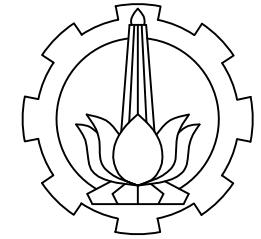
- = MUKA AIR WADUK BENDO
- = AZ SEDIMEN
- = DASAR WADUK BENDO
- II = TITIK-TITIK CROSS



LONG SECTION WADUK BENDO

Skala Vertikal 1 : 7.5
Skala Horizontal 1 : 0.375

KODE GAMBAR	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
LNG-01	2	27



D3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

TUGAS AKHIR

ANALISA SEDIMENTASI PADA DASAR WADUK BENDO, PONOROGO

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ir. Suharjo, MT.
NIP. 19560119 198403 1 001

Dwi Indriyani, ST., MT.
NIP. 19810210 201404 2 001

NAMA MAHASISWA

AGITA PUSPITASARI
NRP. 10111500000032

INGRID REKATA ASTARI
NRP. 10111500000044

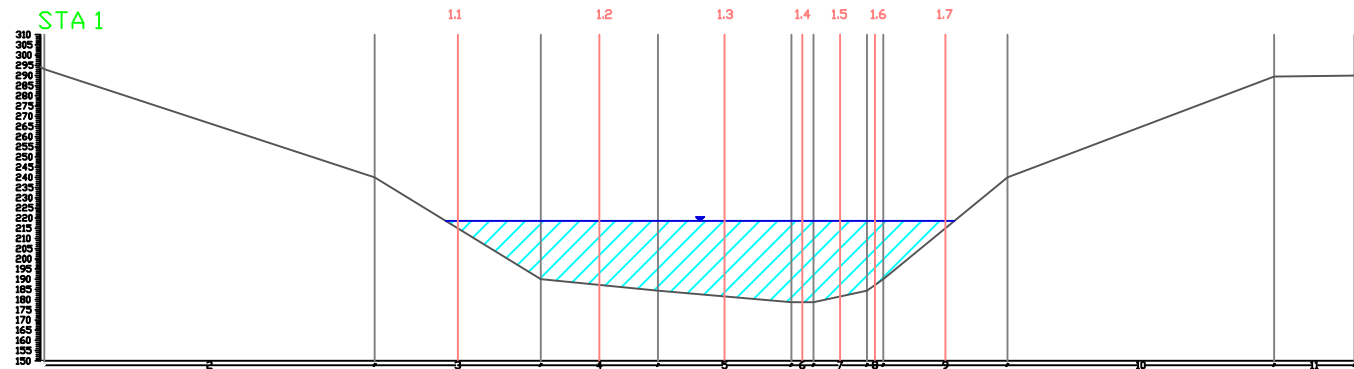
NAMA GAMBAR

CROSS PADA STA 1

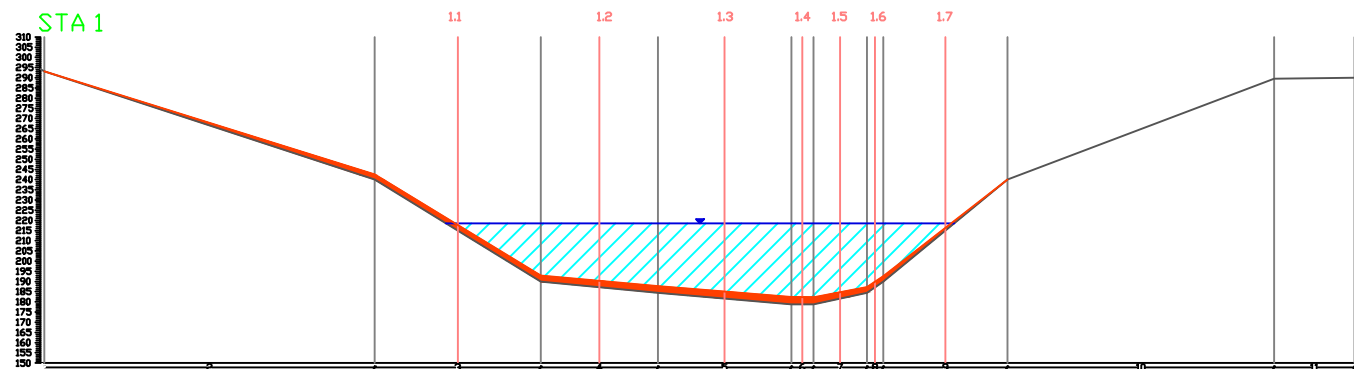
KETERANGAN :

- = MUKA AIR WADUK BENDO
- = PUNCAK BENDUNGAN BENDO
- = ΔZ SEDIMEN
- = DASAR WADUK BENDO
- = BATAS PIAS
- = PIAS

KODE GAMBAR	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
STA-01	3	27



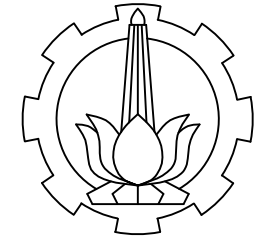
CROSS STA 1 PADA KEADAAN AWAL
Skala 1 : 1.5



CROSS STA 1 SETELAH 1 TAHUN
Skala 1 : 1.5

KETERANGAN :

STA 1				
Titik	Jarak	Elevasi	ΔZ	Elevasi Baru
1	1.90	294.3		294.28
2	162.25	293.1		293.10
3	81.41	240	2.65	242.65
4	57.55	190	2.95	192.95
5	65.47	184.4	3.41	187.81
6	10.89	178.8	3.61	182.41
7	26.21	178.8	3.41	182.21
8	8.03	184.4	2.95	187.35
9	60.89	190	2.65	192.65
10	130.98	240		240.00
11	39.39	289.5		289.50
12	7.54	290		290.00
		291.1		291.12



D3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

TUGAS AKHIR

ANALISA SEDIMENTASI PADA DASAR WADUK BENDO, PONOROGO

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ir. Suharjo, MT.
NIP. 19560119 198403 1 001

Dwi Indriyani, ST., MT.
NIP. 19810210 201404 2 001

NAMA MAHASISWA

AGITA PUSPITASARI
NRP. 10111500000032

INGRID REKATA ASTARI
NRP. 10111500000044

NAMA GAMBAR

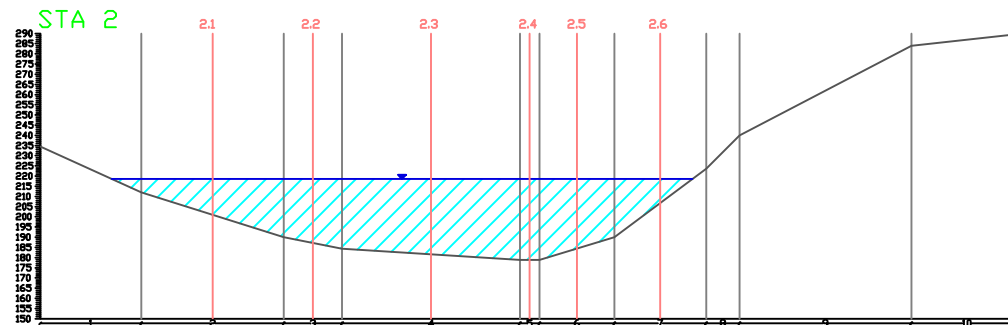
CROSS PADA STA 2

KETERANGAN

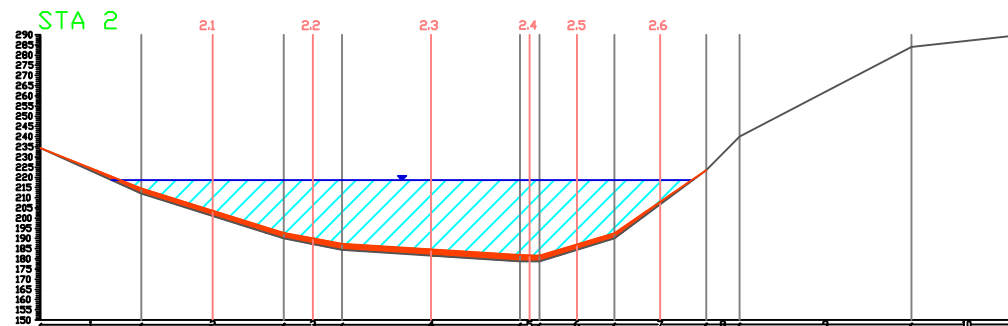
- = MUKA AIR WADUK BENDO
- = PUNCAK BENDUNGAN BENDO
- = ΔZ SEDIMEN
- = DASAR WADUK BENDO
- = BATAS PIAS
- = PIAS

KODE GAMBAR	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
-------------	--------------	---------------

STA-02	4	27
--------	---	----



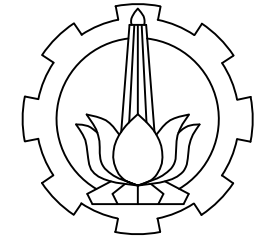
CROSS STA 2 PADA KEADAAN AWAL
Skala 1 : 1.5



CROSS STA 2 SETELAH 1 TAHUN
Skala 1 : 1.5

KETERANGAN :

STA 2				
Titik	Jarak	Elevasi	ΔZ	Elevasi Baru
1	49.60	234.4		234.40
2	69.90	212	2.57	214.57
3	28.63	190	2.82	192.82
4	87.21	184.4	3.06	187.46
5	9.65	178.8	3.06	181.86
6	36.81	178.8	2.83	181.63
7	44.97	190	2.56	192.56
8	16.37	223.6		223.60
9	84.33	240		240.00
10	54.51	284		284.00
		289.5		289.50



D3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

TUGAS AKHIR

ANALISA SEDIMENTASI PADA DASAR WADUK
BENDO, PONOROGO

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ir. Suharjoko, MT.
NIP. 19560119 198403 1 001

Dwi Indriyani, ST., MT.
NIP. 19810210 201404 2 001

NAMA MAHASISWA

AGITA PUSPITASARI
NRP. 10111500000032

INGRID REKATA ASTARI
NRP. 10111500000044

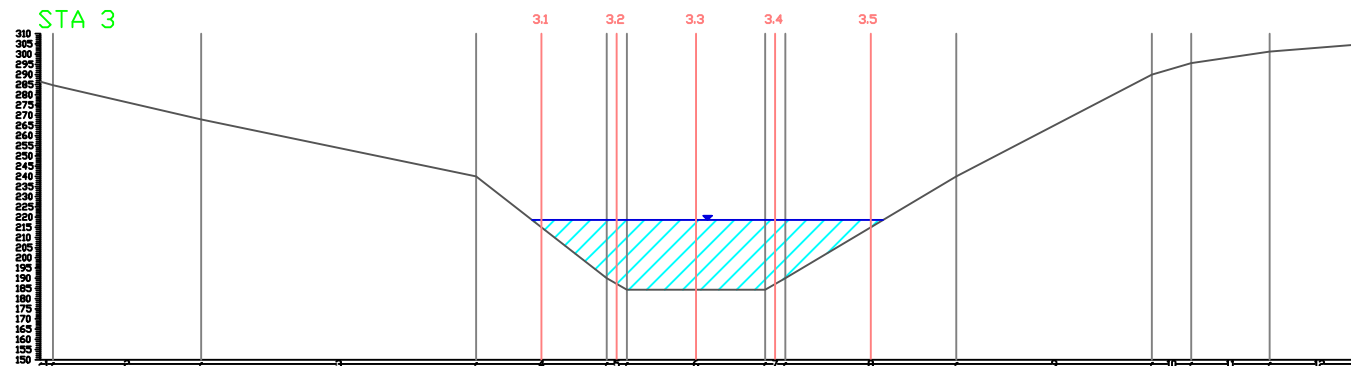
NAMA GAMBAR

CROSS PADA STA 3

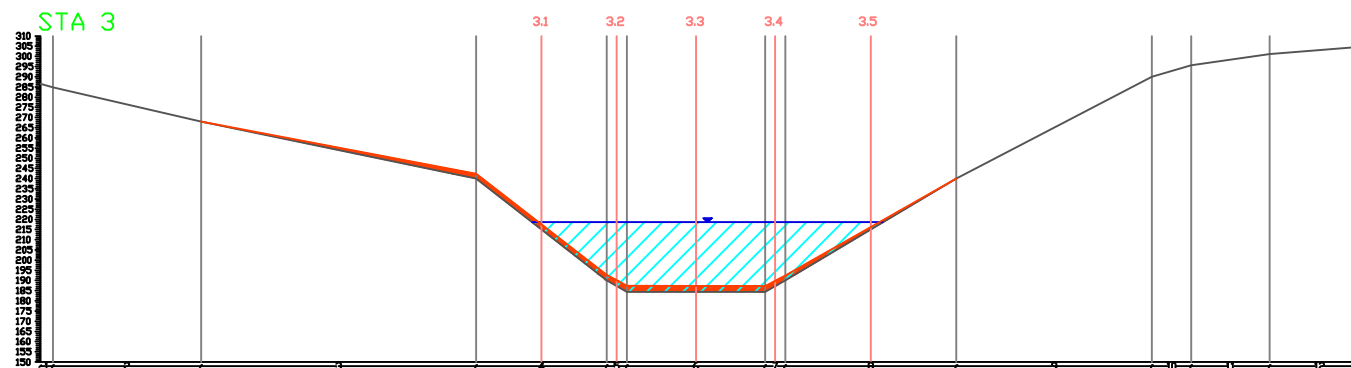
KETERANGAN

- = MUKA AIR WADUK BENDO
- = PUNCAK BENDUNGAN BENDO
- = ΔZ SEDIMEN
- = DASAR WADUK BENDO
- = BATAS PIAS
- = PIAS

KODE GAMBAR	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
STA-03	5	27



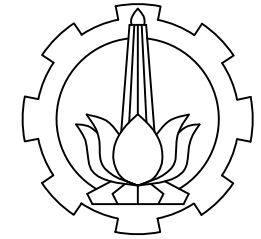
CROSS STA 3 PADA KEADAAN AWAL
Skala 1 : 1.5



CROSS STA 3 SETELAH 1 TAHUN
Skala 1 : 1.5

KETERANGAN :

STA 3				
Titik	Jarak	Elevasi	ΔZ	Elevasi Baru
1	6.16	286.5		286.48
2	72.72	284.8		284.80
3	135.05	268		268.00
4	64.05	240	2.44	242.44
5	9.87	190	2.81	192.81
6	67.88	184.4	3.03	187.43
7	9.84	184.4	2.81	187.21
8	84.03	190	2.44	192.44
9	95.90	240		240.00
10	19.39	290		290.00
11	38.42	295.6		295.60
12	49.14	301.2		301.20
		305.1		305.12



D3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

TUGAS AKHIR

ANALISA SEDIMENTASI PADA DASAR WADUK
BENDO, PONOROGO

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ir. Suharjoko, MT.
NIP. 19560119 198403 1 001

Dwi Indriyani, ST., MT.
NIP. 19810210 201404 2 001

NAMA MAHASISWA

AGITA PUSPITASARI
NRP. 10111500000032

INGRID REKATA ASTARI
NRP. 10111500000044

NAMA GAMBAR

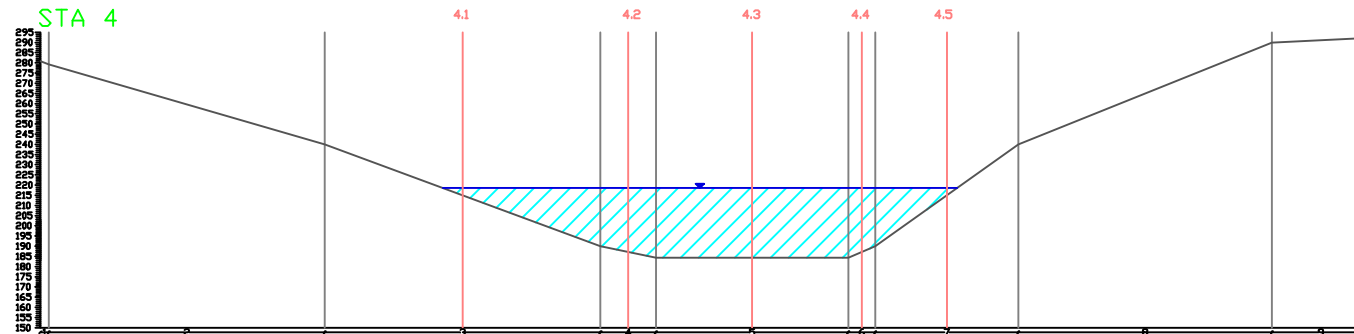
CROSS PADA STA 4

KETERANGAN

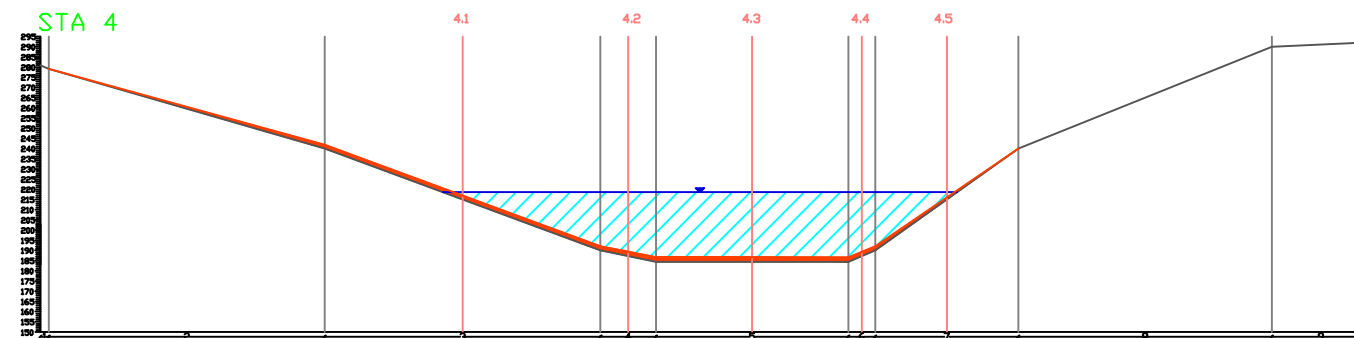
- = MUKA AIR WADUK BENDO
- = PUNCAK BENDUNGAN BENDO
- = ΔZ SEDIMEN
- = DASAR WADUK BENDO
- = BATAS PIAS
- = PIAS

KODE GAMBAR	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
-------------	--------------	---------------

STA-04	6	27
--------	---	----



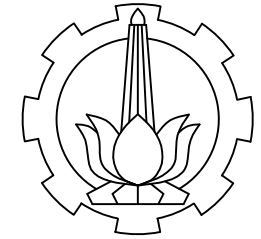
CROSS STA 4 PADA KEADAAN AWAL
Skala 1 : 1.5



CROSS STA 4 SETELAH 1 TAHUN
Skala 1 : 1.5

KETERANGAN :

STA 4				
Titik	Jarak	Elevasi	ΔZ	Elevasi Baru
1	4.20	280.9		280.88
2	135.35	279.2		279.20
3	135.35	240	1.94	241.94
4	27.20	190	2.17	192.17
5	94.44	184.4	2.33	186.73
6	13.30	184.4	2.17	186.57
7	70.14	190	1.94	191.94
8	124.49	240		240.00
9	48.05	290		290.00
		292.2		292.24



D3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

TUGAS AKHIR

ANALISA SEDIMENTASI PADA DASAR WADUK
BENDO, PONOROGO

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ir. Suharjoko, MT.
NIP. 19560119 198403 1 001

Dwi Indriyani, ST., MT.
NIP. 19810210 201404 2 001

NAMA MAHASISWA

AGITA PUSPITASARI
NRP. 10111500000032

INGRID REKATA ASTARI
NRP. 10111500000044

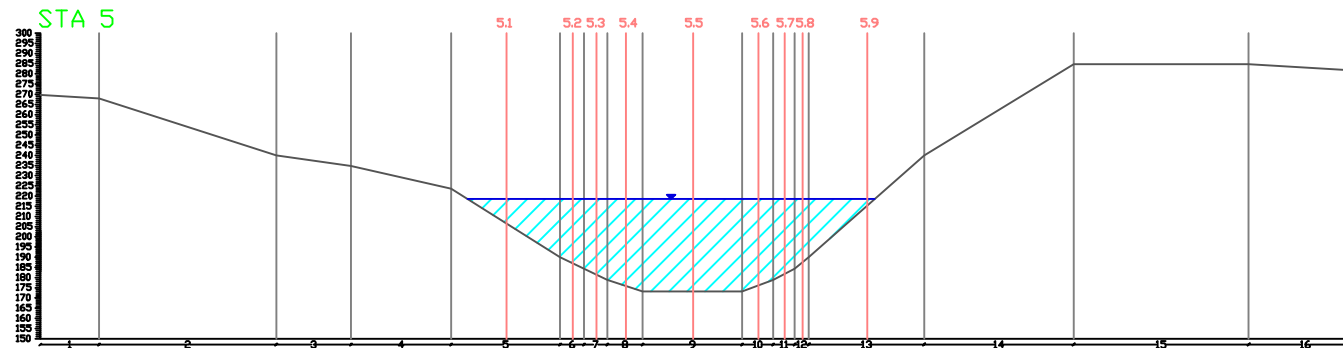
NAMA GAMBAR

CROSS PADA STA 5

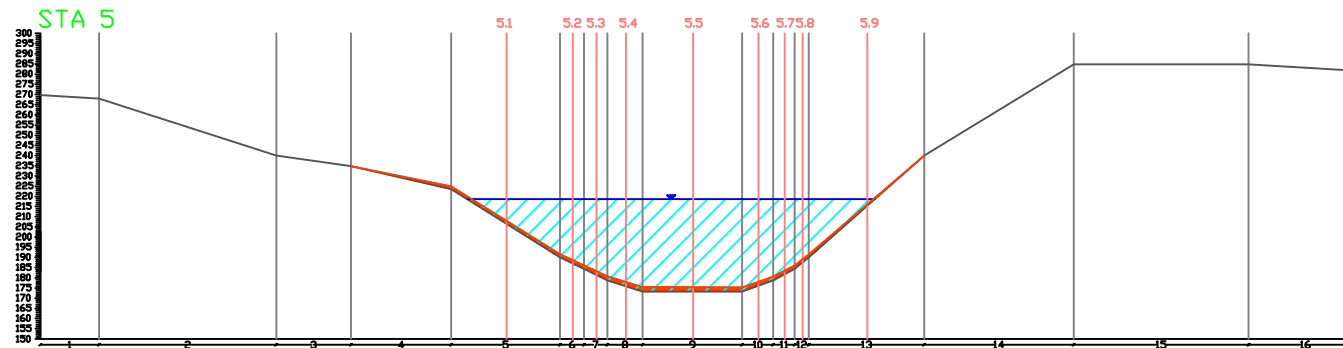
KETERANGAN

- = MUKA AIR WADUK BENDO
- = PUNCAK BENDUNGAN BENDO
- = ΔZ SEDIMEN
- = DASAR WADUK BENDO
- = BATAS PIAS
- = PIAS

KODE GAMBAR	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
STA-05	7	27



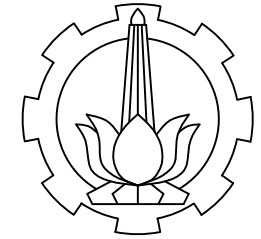
CROSS STA 5 PADA KEADAAN AWAL
Skala 1 : 1.5



CROSS STA 5 SETELAH 1 TAHUN
Skala 1 : 1.5

KETERANGAN :

STA 5				
Titik	Jarak	Elevasi	ΔZ	Elevasi Baru
1	29.25	281.4		269.68
2	86.95	284.8		268.00
3	36.66	284.8		240.00
4	49.18	240		234.80
5	53.48	190	1.42	225.02
6	11.67	184.4	1.61	191.61
7	11.52	178.8	1.78	186.18
8	17.27	173.2	2.07	180.87
9	48.88	173.2	2.20	175.40
10	15.24	178.8	2.07	175.27
11	10.53	184.4	1.78	180.58
12	6.94	190	1.61	186.01
13	56.61	223.6	1.41	191.41
14	73.34	234.8		240.00
15	85.91	240		284.80
16	55.42	268		284.80
		269.7		281.44



D3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

TUGAS AKHIR

ANALISA SEDIMENTASI PADA DASAR WADUK
BENDO, PONOROGO

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ir. Suharjo, MT.
NIP. 19560119 198403 1 001

Dwi Indriyani, ST., MT.
NIP. 19810210 201404 2 001

NAMA MAHASISWA

AGITA PUSPITASARI
NRP. 10111500000032

INGRID REKATA ASTARI
NRP. 10111500000044

NAMA GAMBAR

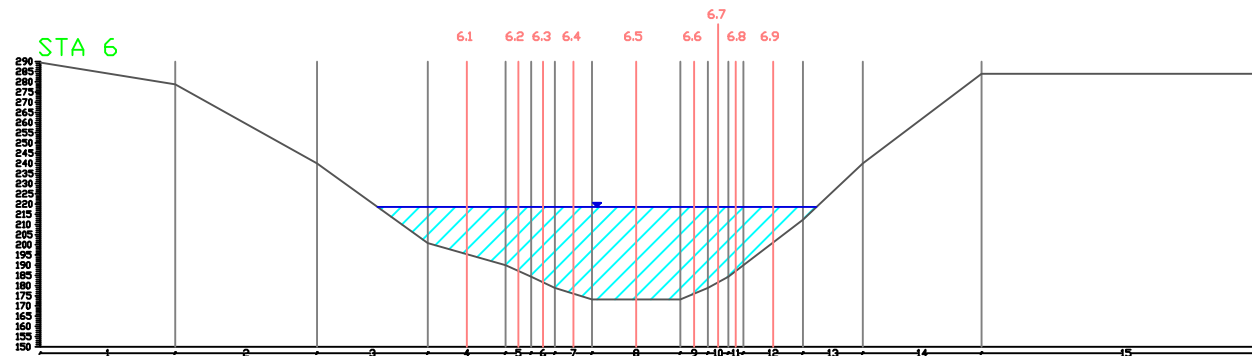
CROSS PADA STA 6

KETERANGAN

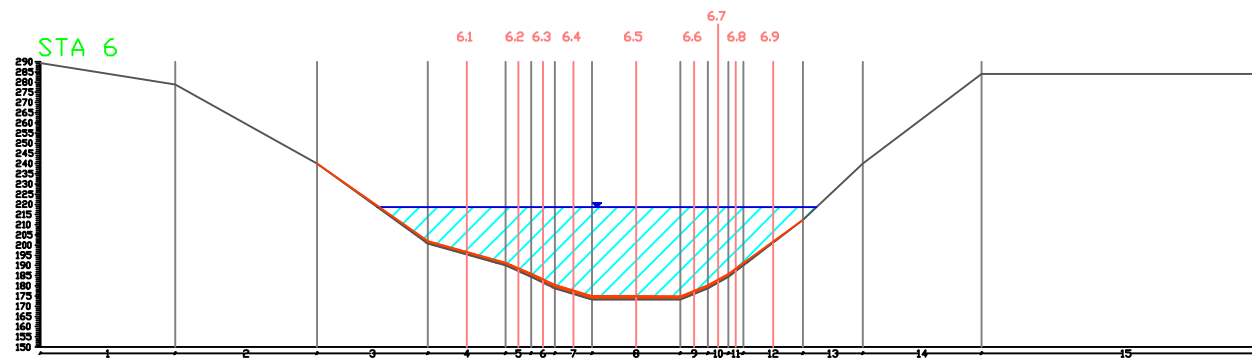
- = MUKA AIR WADUK BENDO
- = PUNCAK BENDUNGAN BENDO
- = ΔZ SEDIMEN
- = DASAR WADUK BENDO
- = BATAS PIAS
- = PIAS

KODE GAMBAR	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
-------------	--------------	---------------

STA-06	8	27
--------	---	----



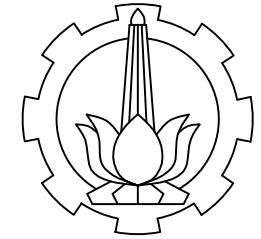
CROSS STA 6 PADA KEADAAN AWAL
Skala 1 : 1.5



CROSS STA 6 SETELAH 1 TAHUN
Skala 1 : 1.5

KETERANGAN :

STA 6				
Titik	Jarak	Elevasi	ΔZ	Elevasi Baru
1	66.25	289.4		289.40
2	69.51	278.8		278.80
3	54.46	240		240.00
4	38.11	200.8	1.24	202.04
5	12.59	190	1.40	191.40
6	11.58	184.4	1.54	185.94
7	18.32	178.8	1.68	180.48
8	43.28	173.2	1.80	175.00
9	13.51	173.2	1.68	174.88
10	10.08	178.8	1.54	180.34
11	7.32	184.4	1.40	185.80
12	29.27	190	1.24	191.24
13	29.42	212.4		212.40
14	58.25	240		240.00
15	141.86	284		284.00
		284		284.00



D3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

TUGAS AKHIR

ANALISA SEDIMENTASI PADA DASAR WADUK
BENDO, PONOROGO

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ir. Suharjo, MT.
NIP. 19560119 198403 1 001

Dwi Indriyani, ST., MT.
NIP. 19810210 201404 2 001

NAMA MAHASISWA

AGITA PUSPITASARI
NRP. 10111500000032

INGRID REKATA ASTARI
NRP. 10111500000044

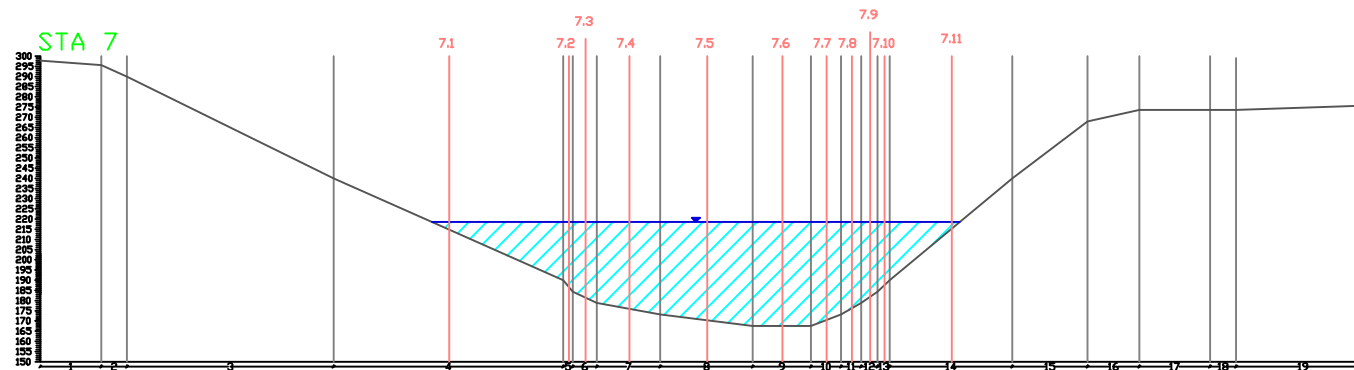
NAMA GAMBAR

CROSS PADA STA 7

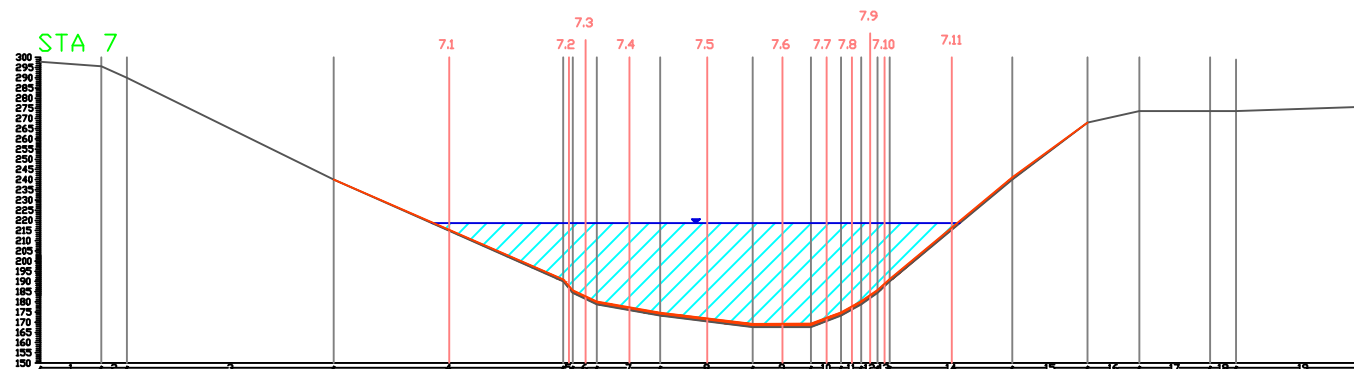
KETERANGAN

- = MUKA AIR WADUK BENDO
- = PUNCAK BENDUNGAN BENDO
- = ΔZ SEDIMEN
- = DASAR WADUK BENDO
- = BATAS PIAS
- = PIAS

KODE GAMBAR	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
STA-07	9	27



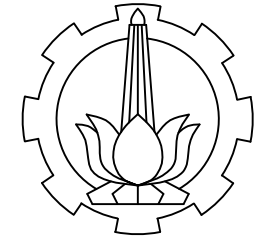
CROSS STA 7 PADA KEADAAN AWAL
Skala 1 : 1.5



CROSS STA 7 SETELAH 1 TAHUN
Skala 1 : 1.5

KETERANGAN :

STA 7				
Titik	Jarak	Elevasi	ΔZ	Elevasi Baru
1	30.27	297.8		297.84
2	12.67	295.6		295.60
3	101.38	290		290.00
4	112.69	240		240.00
5	4.72	190	1.07	191.07
6	11.78	184.4	1.22	185.62
7	31.18	178.8	1.36	180.16
8	45.34	173.2	1.49	174.69
9	28.56	167.6	1.63	169.23
10	14.76	162	1.75	163.75
11	9.87	156.4	1.63	158.03
12	8.15	150.8	1.49	152.29
13	5.94	145.2	1.36	146.56
14	60.09	190	1.22	191.22
15	36.97	240	1.07	241.07
16	25.44	268		268.00
17	34.64	273.6		273.60
18	12.87	273.6		273.60
19	65.20	273.6		273.60
		275.8		275.84



D3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

TUGAS AKHIR

ANALISA SEDIMENTASI PADA DASAR WADUK
BENDO, PONOROGO

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ir. Suharjoko, MT.
NIP. 19560119 198403 1 001

Dwi Indriyani, ST., MT.
NIP. 19810210 201404 2 001

NAMA MAHASISWA

AGITA PUSPITASARI
NRP. 10111500000032

INGRID REKATA ASTARI
NRP. 10111500000044

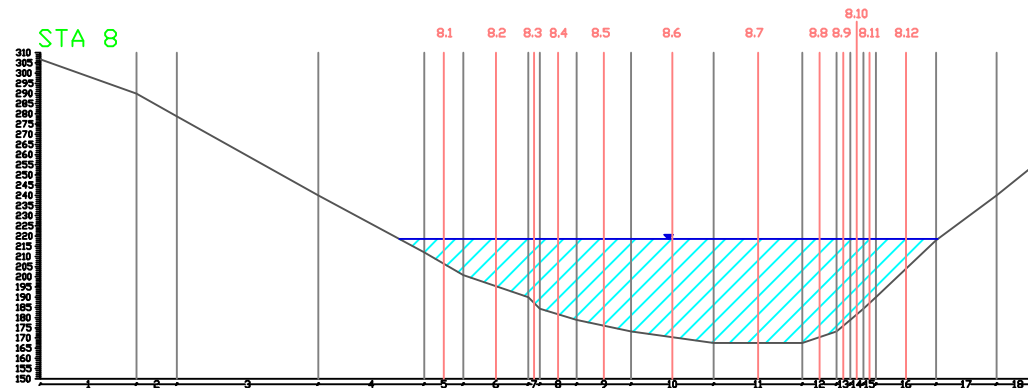
NAMA GAMBAR

CROSS PADA STA 8

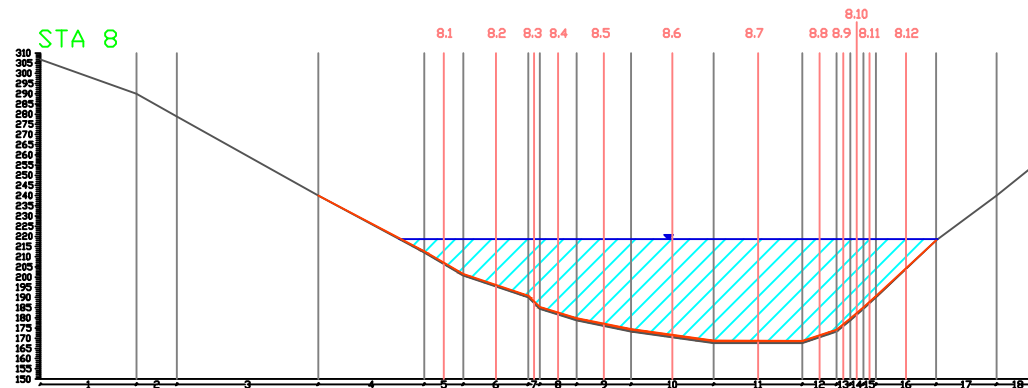
KETERANGAN

- = MUKA AIR WADUK BENDO
- = PUNCAK BENDUNGAN BENDO
- = ΔZ SEDIMEN
- = DASAR WADUK BENDO
- = BATAS PIAS
- = PIAS

KODE GAMBAR	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
STA-08	10	27



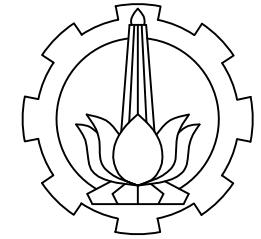
CROSS STA 8 PADA KEADAAN AWAL
Skala 1 : 1.5



CROSS STA 8 SETELAH 1 TAHUN
Skala 1 : 1.5

KETERANGAN :

STA 8				
Titik	Jarak	Elevasi	ΔZ	Elevasi Baru
1	47.24	306.8		306.80
2	19.74	290		290.00
3	69.40	278.8		278.80
4	52.00	240		240.00
5	19.16	212	0.66	212.66
6	32.02	200.8	0.77	201.57
7	5.58	190	0.87	190.87
8	18.05	184.4	0.97	185.37
9	26.77	178.8	1.07	179.87
10	40.47	173.2	1.26	174.46
11	43.59	167.6	1.26	168.86
12	16.73	167.6	1.07	168.67
13	6.77	173.2	0.97	174.17
14	6.40	178.8	0.87	179.67
15	6.20	184.4	0.77	185.17
16	29.57	190	0.66	190.66
17	29.58	218		218.00
18	21.03	240		240.00
		256.8		256.80



D3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS VOKASI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

TUGAS AKHIR

ANALISA SEDIMENTASI PADA DASAR WADUK BENDO, PONOROGO

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ir. Suharjo, MT.
 NIP. 19560119 198403 1 001

Dwi Indriyani, ST., MT.
 NIP. 19810210 201404 2 001

NAMA MAHASISWA

AGITA PUSPITASARI
 NRP. 10111500000032

INGRID REKATA ASTARI
 NRP. 10111500000044

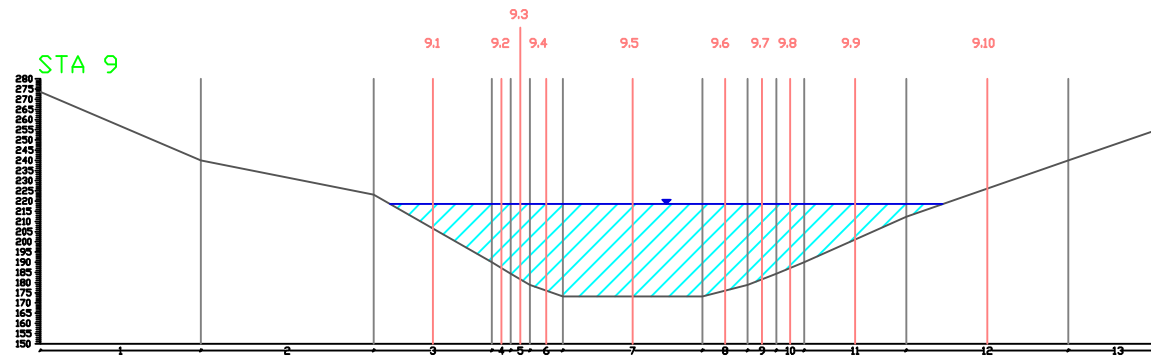
NAMA GAMBAR

CROSS PADA STA 9

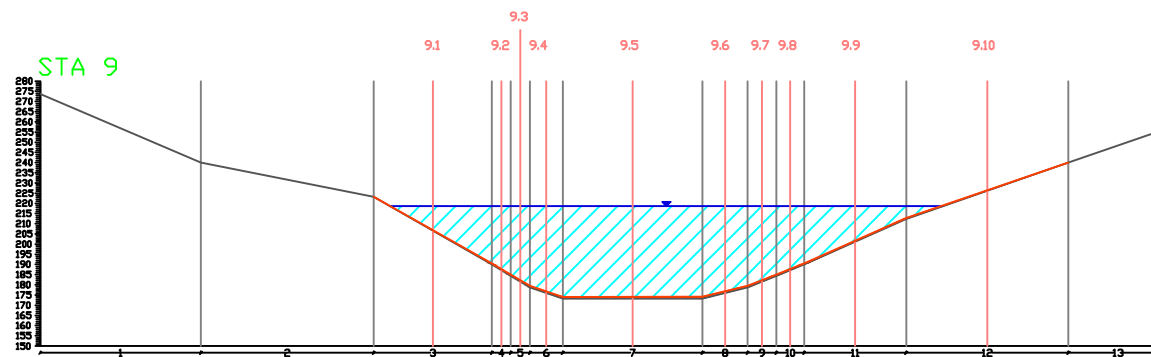
KETERANGAN

- = MUKA AIR WADUK BENDO
- = PUNCAK BENDUNGAN BENDO
- = ΔZ SEDIMEN
- = DASAR WADUK BENDO
- = BATAS PIAS
- = PIAS

KODE GAMBAR	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
STA-09	11	27



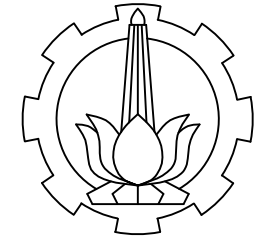
CROSS STA 9 PADA KEADAAN AWAL
 Skala 1 : 1.5



CROSS STA 9 SETELAH 1 TAHUN
 Skala 1 : 1.5

KETERANGAN :

STA 9				
Titik	Jarak	Elevasi	ΔZ	Elevasi Baru
1	78.83	273.6		273.60
2	84.75	240		240.00
3	58.06	223.2		223.20
4	9.18	190	0.53	190.53
5	9.51	184.4	0.62	185.02
6	16.07	178.8	0.70	179.50
7	68.63	173.2	0.82	174.02
8	22.03	173.2	0.93	174.13
9	14.16	178.8	0.82	179.62
10	13.72	184.4	0.70	185.10
11	50.02	190	0.62	190.62
12	79.64	212.4	0.53	212.93
13	48.71	240		240.00
		256.8		256.80



D3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

TUGAS AKHIR

ANALISA SEDIMENTASI PADA DASAR WADUK BENDO, PONOROGO

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ir. Suharjoko, MT.
NIP. 19560119 198403 1 001

Dwi Indriyani, ST., MT.
NIP. 19810210 201404 2 001

NAMA MAHASISWA

AGITA PUSPITASARI
NRP. 10111500000032

INGRID REKATA ASTARI
NRP. 10111500000044

NAMA GAMBAR

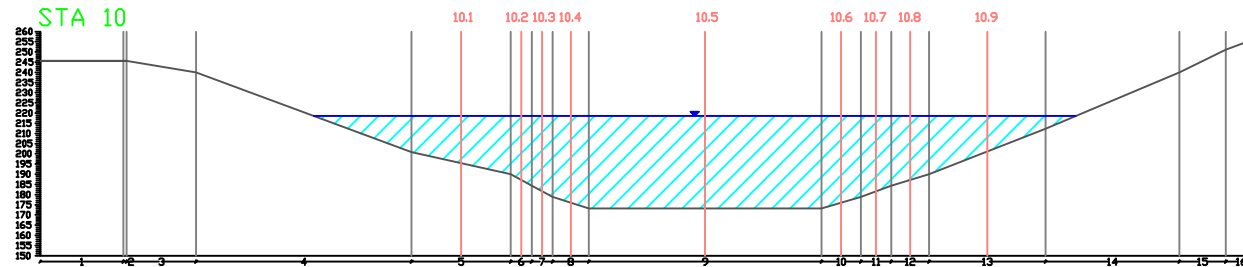
CROSS PADA STA 10

KETERANGAN :

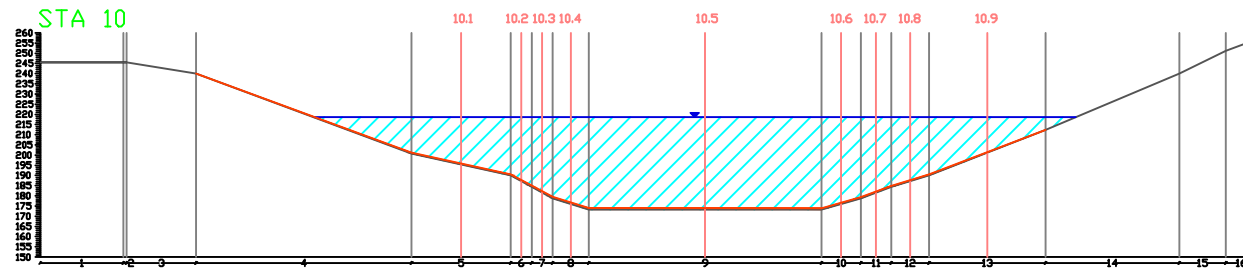
- = MUKA AIR WADUK BENDO
- = PUNCAK BENDUNGAN BENDO
- = ΔZ SEDIMEN
- = DASAR WADUK BENDO
- = BATAS PIAS
- = PIAS

KODE GAMBAR	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
-------------	--------------	---------------

STA-10 12 27



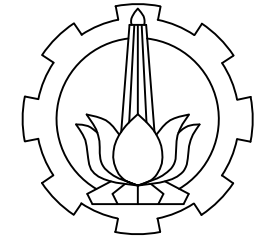
CROSS STA 10 PADA KEADAAN AWAL
Skala 1 : 1.5



CROSS STA 10 SETELAH 1 TAHUN
Skala 1 : 1.5

KETERANGAN :

STA 10				
Titik	Jarak	Elevasi	ΔZ	Elevasi Baru
1	40.74	245.6		245.60
2	1.58	245.6		245.60
3	34.16	245.6		245.60
4	105.74	240		240.00
5	48.64	200.8	0.48	201.28
6	10.30	190	0.55	190.55
7	10.30	184.4	0.61	185.01
8	17.72	178.8	0.68	179.48
9	114.21	173.2	0.80	174.00
10	19.34	173.2	0.68	173.88
11	14.89	178.8	0.61	179.41
12	18.63	184.4	0.55	184.95
13	57.11	190	0.48	190.48
14	65.66	212.4		212.40
15	22.86	240		240.00
16	15.14	251.2		251.20
		256.8		256.80



D3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

TUGAS AKHIR

ANALISA SEDIMENTASI PADA DASAR WADUK BENDO, PONOROGO

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ir. Suharjoko, MT.
NIP. 19560119 198403 1 001

Dwi Indriyani, ST., MT.
NIP. 19810210 201404 2 001

NAMA MAHASISWA

AGITA PUSPITASARI
NRP. 10111500000032

INGRID REKATA ASTARI
NRP. 10111500000044

NAMA GAMBAR

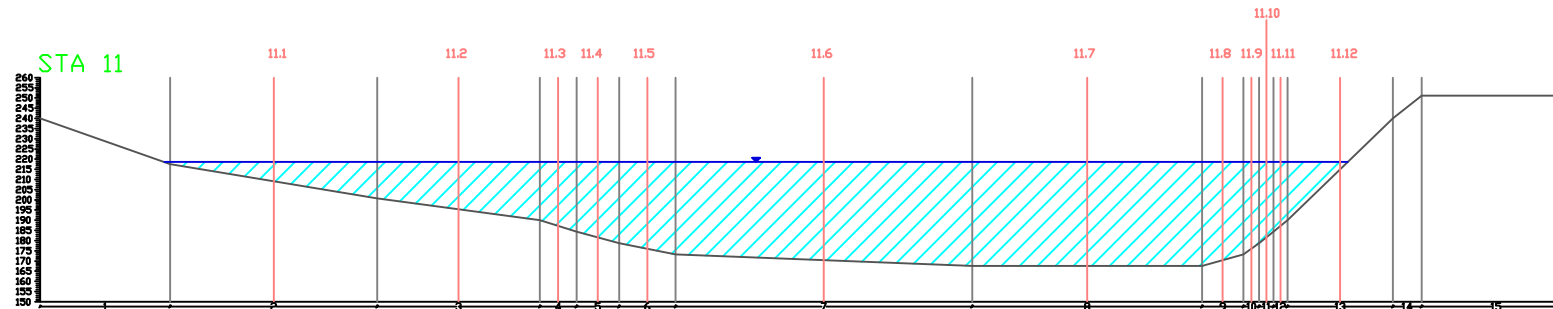
CROSS PADA STA 11

KETERANGAN

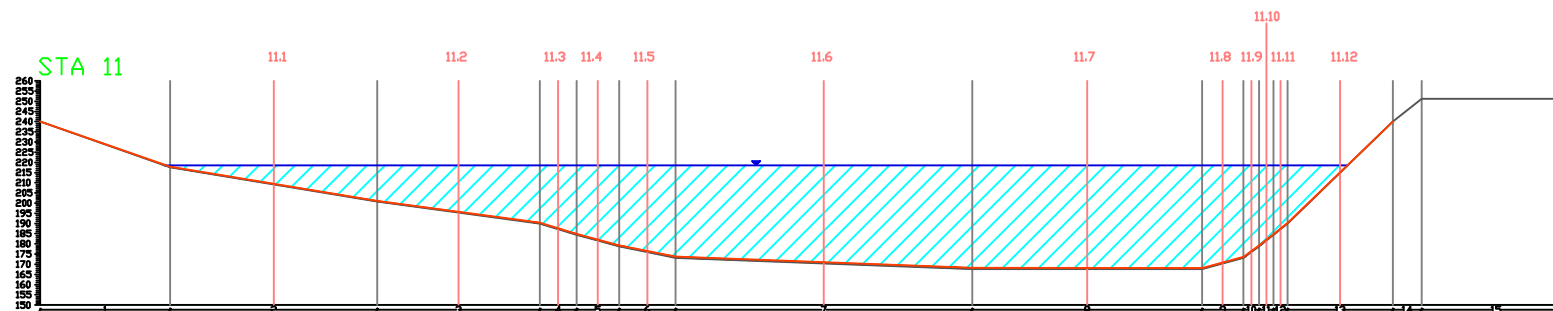
- = MUKA AIR WADUK BENDO
- = PUNCAK BENDUNGAN BENDO
- = ΔZ SEDIMEN
- = DASAR WADUK BENDO
- = BATAS PIAS
- = PIAS

KODE GAMBAR	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
-------------	--------------	---------------

STA-11	13	27
--------	----	----



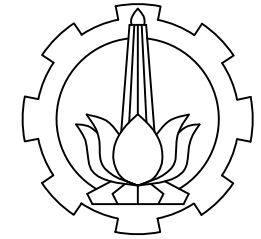
CROSS STA 11 PADA KEADAAN AWAL
Skala 1 : 1.5



CROSS STA 11 SETELAH 1 TAHUN
Skala 1 : 1.5

KETERANGAN :

STA 11				
Titik	Jarak	Elevasi	ΔZ	Elevasi Baru
1	63.73	240		240.00
2	101.67	217.6	0.32	217.92
3	79.76	200.8	0.37	201.17
4	18.03	190	0.42	190.42
5	20.91	184.4	0.47	184.87
6	27.67	178.8	0.53	179.33
7	145.61	173.2	0.60	173.80
8	112.78	167.6	0.60	168.20
9	20.41	167.6	0.53	168.13
10	7.67	173.2	0.47	173.67
11	7.09	178.8	0.42	179.22
12	6.78	184.4	0.37	184.77
13	51.71	190	0.32	190.32
14	14.11	240		240.00
15	73.11	251.2		251.20
		251.2		251.20



D3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

TUGAS AKHIR

ANALISA SEDIMENTASI PADA DASAR WADUK
BENDO, PONOROGO

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ir. Suharjoko, MT.
NIP. 19560119 198403 1 001

Dwi Indriyani, ST., MT.
NIP. 19810210 201404 2 001

NAMA MAHASISWA

AGITA PUSPITASARI
NRP. 10111500000032

INGRID REKATA ASTARI
NRP. 10111500000044

NAMA GAMBAR

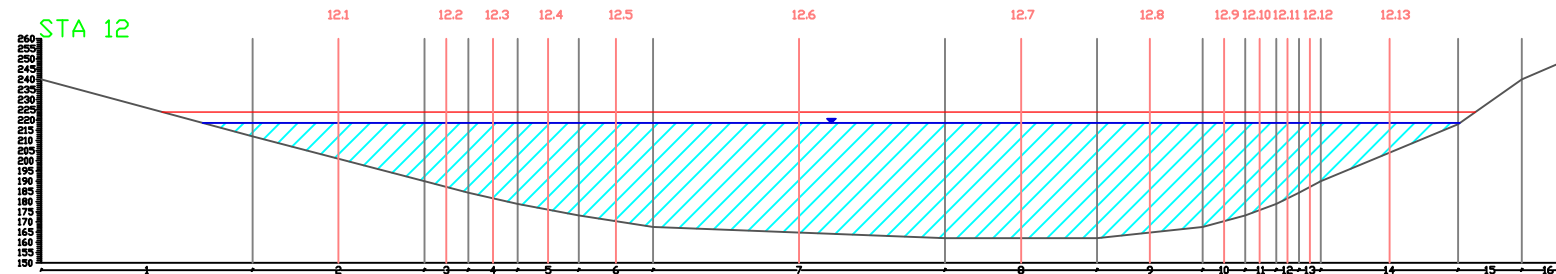
CROSS PADA STA 12

KETERANGAN

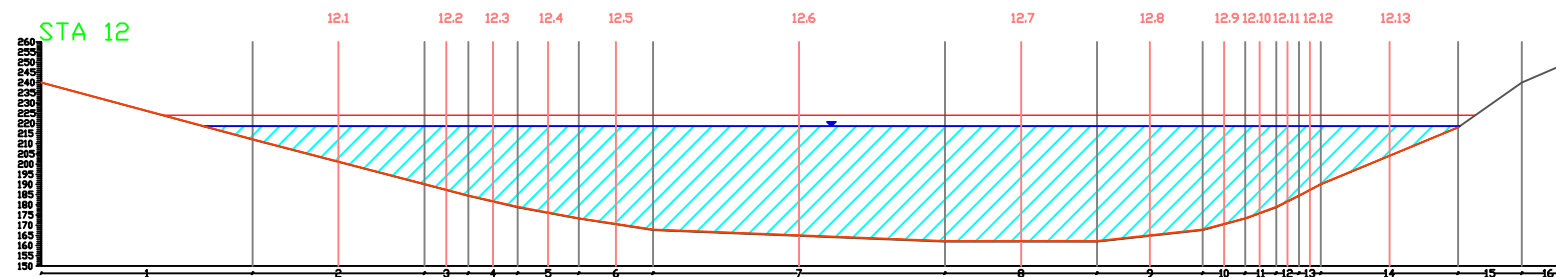
- = MUKA AIR WADUK BENDO
- = PUNCAK BENDUNGAN BENDO
- = ΔZ SEDIMEN
- = DASAR WADUK BENDO
- = BATAS PIAS
- = PIAS

KODE GAMBAR	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
-------------	--------------	---------------

STA-12	14	27
--------	----	----



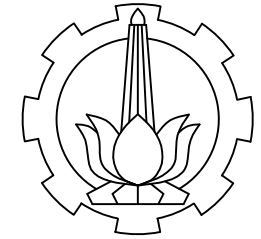
CROSS STA 12 PADA KEADAAN AWAL
Skala 1 : 1.5



CROSS STA 12 SETELAH 1 TAHUN
Skala 1 : 1.5

KETERANGAN :

STA 12				
Titik	Jarak	Elevasi	ΔZ	Elevasi Baru
1	103.64	240		240.00
2	84.39	212	0.17	212.17
3	21.50	190	0.20	190.20
4	24.25	184.4	0.23	184.63
5	29.98	178.8	0.26	179.06
6	36.53	173.2	0.28	173.48
7	143.22	167.6	0.31	167.91
8	74.63	162	0.34	162.34
9	51.87	162	0.31	162.31
10	20.82	167.6	0.28	167.88
11	14.20	173.2	0.26	173.46
12	11.15	178.8	0.23	179.03
13	10.81	184.4	0.20	184.60
14	67.33	190	0.17	190.17
15	31.32	218		218.00
16	25.82	240		240.00
		251.2		251.20



D3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS VOKASI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

TUGAS AKHIR

ANALISA SEDIMENTASI PADA DASAR WADUK
 BENDO, PONOROGO

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ir. Suharjo, MT.
 NIP. 19560119 198403 1 001

Dwi Indriyani, ST., MT.
 NIP. 19810210 201404 2 001

NAMA MAHASISWA

AGITA PUSPITASARI
 NRP. 10111500000032

INGRID REKATA ASTARI
 NRP. 10111500000044

NAMA GAMBAR

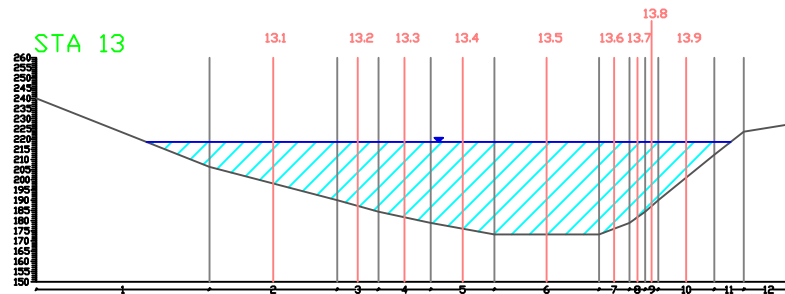
CROSS PADA STA 13

KETERANGAN :

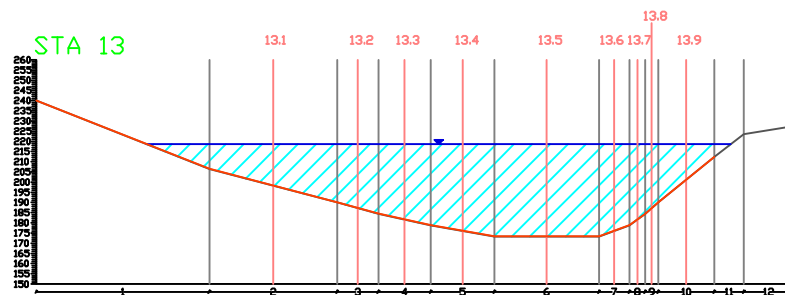
- = MUKA AIR WADUK BENDO
- = PUNCAK BENDUNGAN BENDO
- = ΔZ SEDIMEN
- = DASAR WADUK BENDO
- = BATAS PIAS
- = PIAS

KODE GAMBAR	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
-------------	--------------	---------------

STA-13 15 27



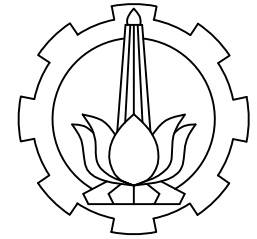
CROSS STA 13 PADA KEADAAN AWAL
 Skala 1 : 1.5



CROSS STA 13 SETELAH 1 TAHUN
 Skala 1 : 1.5

KETERANGAN :

STA 13				
Titik	Jarak	Elevasi	ΔZ	Elevasi Baru
1	84.93	240		240.00
2	62.74	206.4	0.09	206.49
3	20.22	190	0.10	190.10
4	25.68	184.4	0.12	184.52
5	31.24	178.8	0.13	178.93
6	51.34	173.2	0.14	173.34
7	14.95	173.2	0.13	173.33
8	7.73	178.8	0.12	178.92
9	6.38	184.4	0.10	184.50
10	27.54	190	0.09	190.09
11	14.52	212.4		212.40
12	24.34	223.6		223.60
		227.52		227.52



D3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

TUGAS AKHIR

ANALISA SEDIMENTASI PADA DASAR WADUK
BENDO, PONOROGO

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ir. Suharjoko, MT.
NIP. 19560119 198403 1 001

Dwi Indriyani, ST., MT.
NIP. 19810210 201404 2 001

NAMA MAHASISWA

AGITA PUSPITASARI
NRP. 10111500000032

INGRID REKATA ASTARI
NRP. 10111500000044

NAMA GAMBAR

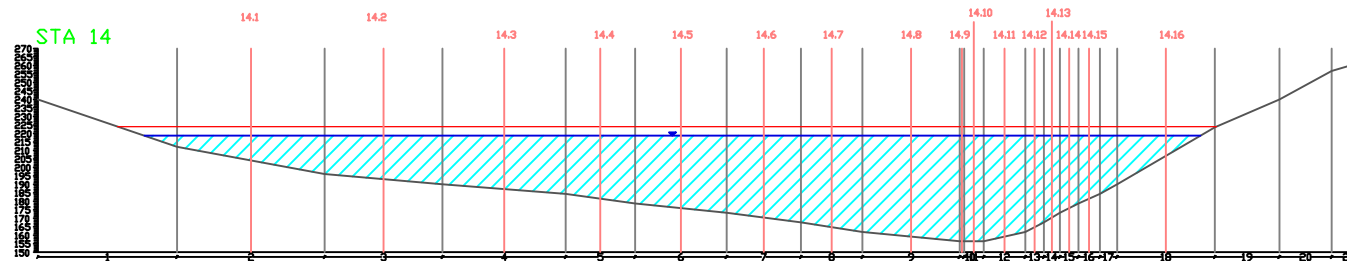
CROSS PADA STA 14

KETERANGAN

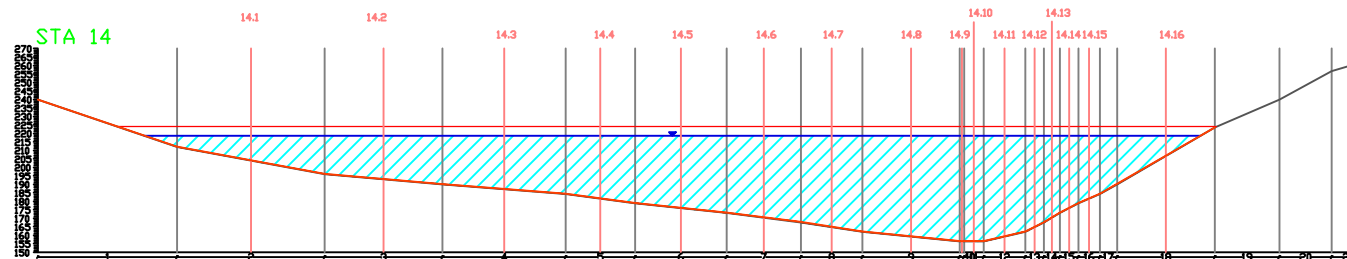
- = MUKA AIR WADUK BENDO
- = PUNCAK BENDUNGAN BENDO
- = ΔZ SEDIMEN
- = DASAR WADUK BENDO
- = BATAS PIAS
- = PIAS

KODE GAMBAR	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
-------------	--------------	---------------

STA-14	16	27
--------	----	----



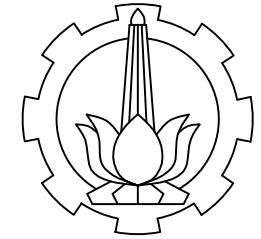
CROSS STA 14 PADA KEADAAN AWAL
Skala 1 : 1.25



CROSS STA 14 SETELAH 1 TAHUN
Skala 1 : 1.25

KETERANGAN :

STA 14				
Titik	Jarak	Elevasi	ΔZ	Elevasi Baru
1	82.06	240		240.00
2	86.90	212	0.13	212.13
3	69.43	196	0.13	196.15
4	72.49	190	0.17	190.17
5	40.91	184.4	0.19	184.59
6	53.84	178.8	0.21	179.01
7	43.80	173.2	0.25	173.44
8	36.18	167.6	0.28	167.86
9	57.26	162	0.28	162.28
10	2.64	156.4	0.28	156.68
11	11.60	156.4	0.26	156.66
12	24.47	156.4	0.24	156.64
13	10.98	162		162.21
14	9.38	167.6	0.19	167.79
15	10.88	173.2	0.17	173.37
16	12.73	178.8	0.15	178.95
17	10.10	184.4	0.13	184.53
18	57.56	190		190.00
19	38.01	223.6		223.60
20	30.81	240		240.00
21	19.13	256.8		256.80
		262.4		262.40



D3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

TUGAS AKHIR

ANALISA SEDIMENTASI PADA DASAR WADUK
BENDO, PONOROGO

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ir. Suharjoko, MT.
NIP. 19560119 198403 1 001

Dwi Indriyani, ST., MT.
NIP. 19810210 201404 2 001

NAMA MAHASISWA

AGITA PUSPITASARI
NRP. 10111500000032

INGRID REKATA ASTARI
NRP. 10111500000044

NAMA GAMBAR

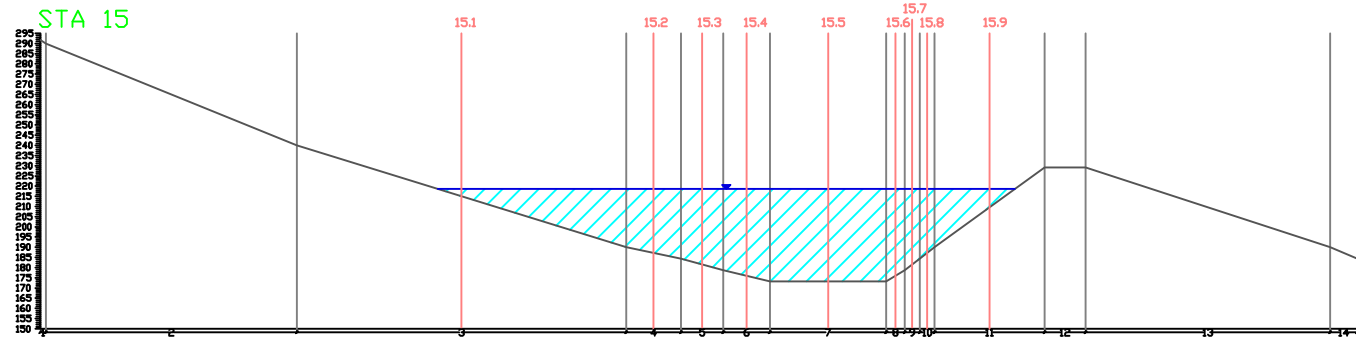
CROSS PADA STA 15

KETERANGAN

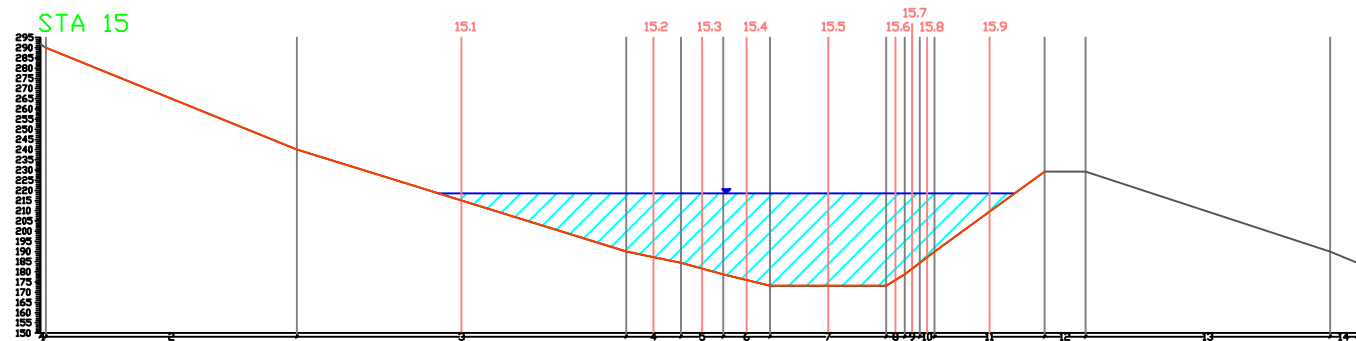
- = MUKA AIR WADUK BENDO
- = PUNCAK BENDUNGAN BENDO
- = ΔZ SEDIMEN
- = DASAR WADUK BENDO
- = BATAS PIAS
- = PIAS

KODE GAMBAR	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
-------------	--------------	---------------

STA-15	17	27
--------	----	----



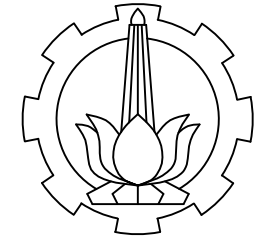
CROSS STA 15 PADA KEADAAN AWAL
Skala 1 : 1.5



CROSS STA 15 SETELAH 1 TAHUN
Skala 1 : 1.5

KETERANGAN :

STA 15				
Titik	Jarak	Elevasi	ΔZ	Elevasi Baru
1	2.77	291.68		291.68
2	123.12	290		290.00
3	161.68	240	0.05	240.05
4	26.84	190	0.05	190.05
5	20.82	184.4	0.06	184.46
6	22.81	178.8	0.06	178.86
7	57.16	173.2	0.07	173.27
8	9.01	173.2	0.06	173.26
9	7.41	178.8	0.06	178.86
10	7.29	184.4	0.05	184.45
11	53.94	190	0.05	190.05
12	20.17	229.2		229.20
13	120.04	229.2		229.20
14	13.27	190		190.00
15	6.20	184.4		184.40
		182.16		182.16



D3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

TUGAS AKHIR

ANALISA SEDIMENTASI PADA DASAR WADUK
BENDO, PONOROGO

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ir. Suharjo, MT.
NIP. 19560119 198403 1 001

Dwi Indriyani, ST., MT.
NIP. 19810210 201404 2 001

NAMA MAHASISWA

AGITA PUSPITASARI
NRP. 10111500000032

INGRID REKATA ASTARI
NRP. 10111500000044

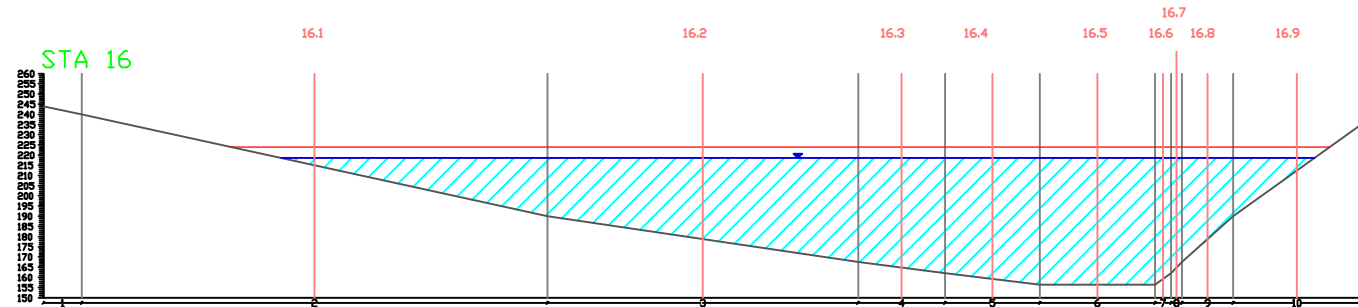
NAMA GAMBAR

CROSS PADA STA 16

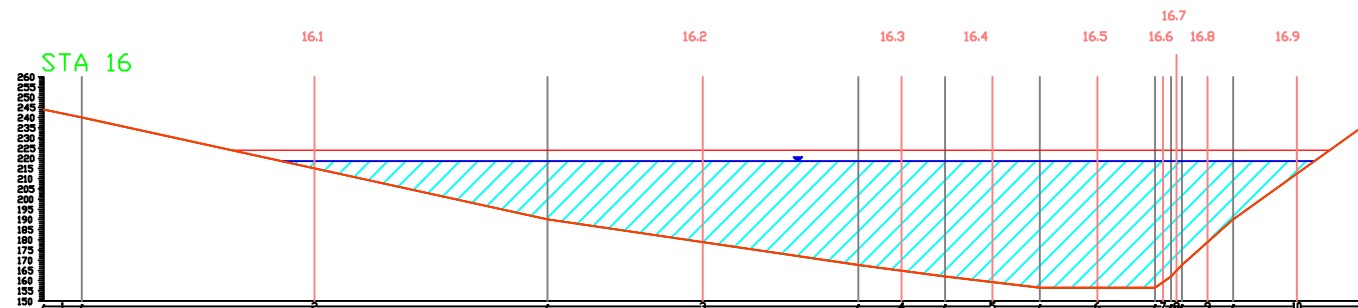
KETERANGAN

- = MUKA AIR WADUK BENDO
- = PUNCAK BENDUNGAN BENDO
- = ΔZ SEDIMEN
- = DASAR WADUK BENDO
- = BATAS PIAS
- = PIAS

KODE GAMBAR	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
STA-16	18	27



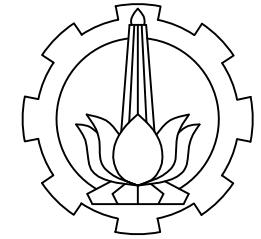
CROSS STA 16 PADA KEADAAN AWAL
Skala 1 : 1.5



CROSS STA 16 SETELAH 1 TAHUN
Skala 1 : 1.5

KETERANGAN :

Titik	Jarak	Elevasi	ΔZ	Elevasi Baru
1	18.73	243.92		243.92
2	228.59	240	0.12	240.12
3	152.50	190	0.14	190.14
4	42.59	167.6	0.16	167.76
5	46.51	162	0.17	162.17
6	56.63	156.4	0.19	156.59
7	7.88	156.4	0.17	156.57
8	5.26	162	0.16	162.16
9	25.22	167.6	0.14	167.74
10	62.41	190	0.12	190.12
11	6.20	234.8		234.80
		239.28		239.28



D3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

TUGAS AKHIR

ANALISA SEDIMENTASI PADA DASAR WADUK
BENDO, PONOROGO

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ir. Suharjo, MT.
NIP. 19560119 198403 1 001

Dwi Indriyani, ST., MT.
NIP. 19810210 201404 2 001

NAMA MAHASISWA

AGITA PUSPITASARI
NRP. 10111500000032

INGRID REKATA ASTARI
NRP. 10111500000044

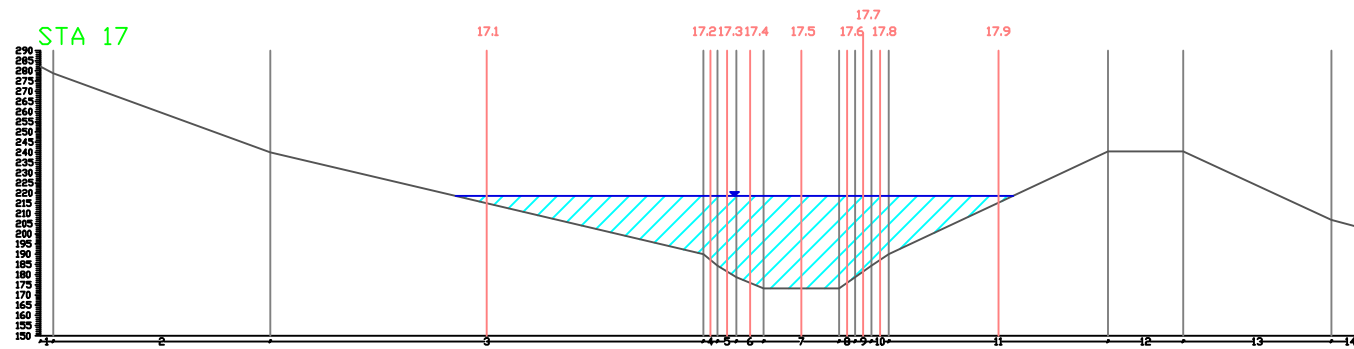
NAMA GAMBAR

CROSS PADA STA 17

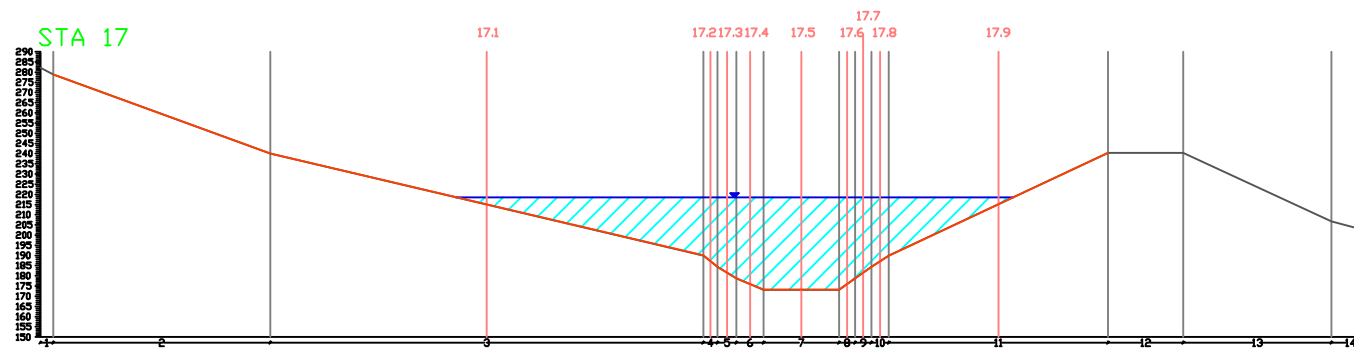
KETERANGAN :

- = MUKA AIR WADUK BENDO
- = PUNCAK BENDUNGAN BENDO
- = ΔZ SEDIMEN
- = DASAR WADUK BENDO
- = BATAS PIAS
- = PIAS

KODE GAMBAR	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
STA-17	19	27



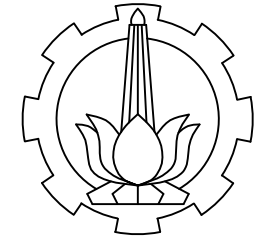
CROSS STA 17 PADA KEADAAN AWAL
Skala 1 : 1.5



CROSS STA 17 SETELAH 1 TAHUN
Skala 1 : 1.5

KETERANGAN :

STA 17				
Titik	Jarak	Elevasi	ΔZ	Elevasi Baru
1	6.33	282.16		282.16
2	106.50	278.8		278.80
3	212.53	240	0.02	240.02
4	7.03	190	0.03	190.03
5	9.22	184.4	0.03	184.43
6	13.43	178.8	0.03	178.83
7	36.94	173.2	0.03	173.23
8	7.95	173.2	0.03	173.23
9	7.92	178.8	0.03	178.83
10	8.61	184.4	0.03	184.43
11	107.57	190	0.02	190.02
12	36.96	240.4		240.40
13	72.66	240.4		240.40
14	18.88	206.8		206.80
		201.76		201.76



D3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

TUGAS AKHIR

ANALISA SEDIMENTASI PADA DASAR WADUK
BENDO, PONOROGO

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ir. Suharjoko, MT.
NIP. 19560119 198403 1 001

Dwi Indriyani, ST., MT.
NIP. 19810210 201404 2 001

NAMA MAHASISWA

AGITA PUSPITASARI
NRP. 10111500000032

INGRID REKATA ASTARI
NRP. 10111500000044

NAMA GAMBAR

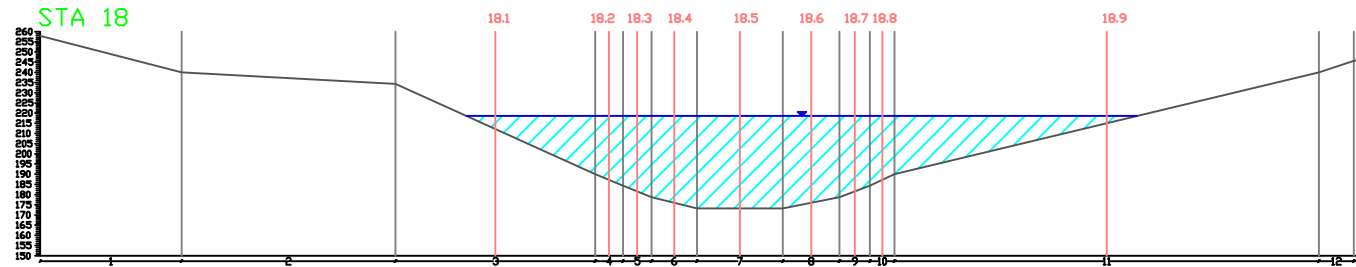
CROSS PADA STA 18

KETERANGAN

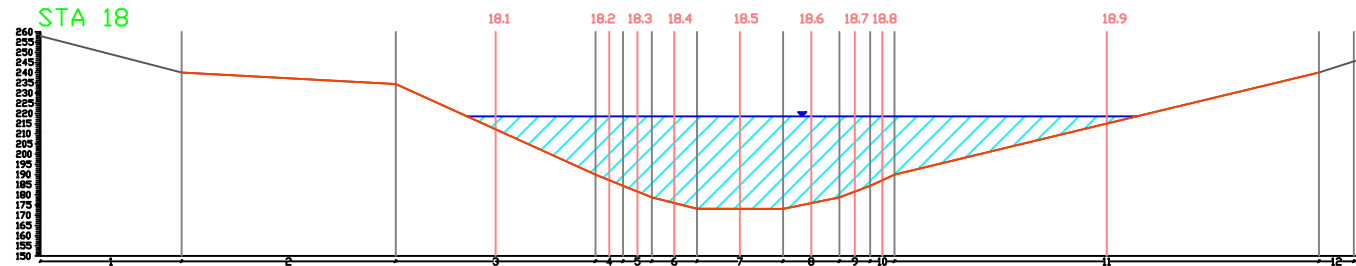
- = MUKA AIR WADUK BENDO
- = PUNCAK BENDUNGAN BENDO
- = ΔZ SEDIMEN
- = DASAR WADUK BENDO
- = BATAS PIAS
- = PIAS

KODE GAMBAR	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
-------------	--------------	---------------

STA-18	20	27
--------	----	----



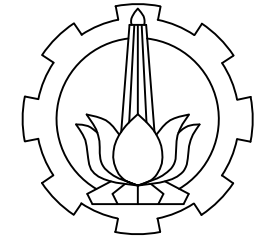
CROSS STA 18 PADA KEADAAN AWAL
Skala 1 : 1.5



CROSS STA 18 SETELAH 1 TAHUN
Skala 1 : 1.5

KETERANGAN :

STA 18				
Titik	Jarak	Elevasi	ΔZ	Elevasi Baru
1	69.34	257.92		257.92
2	105.03	240		240.00
3	98.03	234.4	0.01	234.41
4	13.56	190	0.01	190.01
5	14.09	184.4	0.01	184.41
6	22.22	178.8	0.01	178.81
7	42.21	173.2	0.02	173.22
8	27.75	173.2	0.01	173.21
9	15.00	178.8	0.01	178.81
10	12.02	184.4	0.01	184.41
11	208.33	190	0.01	190.01
12	17.07	240		240.00
13	7.87	245.6		245.60
		246.72		246.72



D3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

TUGAS AKHIR

ANALISA SEDIMENTASI PADA DASAR WADUK BENDO, PONOROGO

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ir. Suharjo, MT.
NIP. 19560119 198403 1 001

Dwi Indriyani, ST., MT.
NIP. 19810210 201404 2 001

NAMA MAHASISWA

AGITA PUSPITASARI
NRP. 10111500000032

INGRID REKATA ASTARI
NRP. 10111500000044

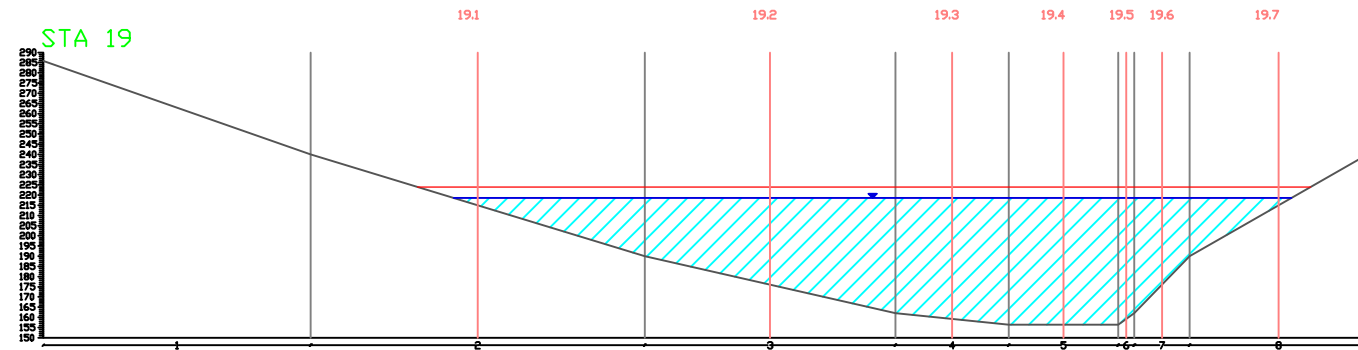
NAMA GAMBAR

CROSS PADA STA 19

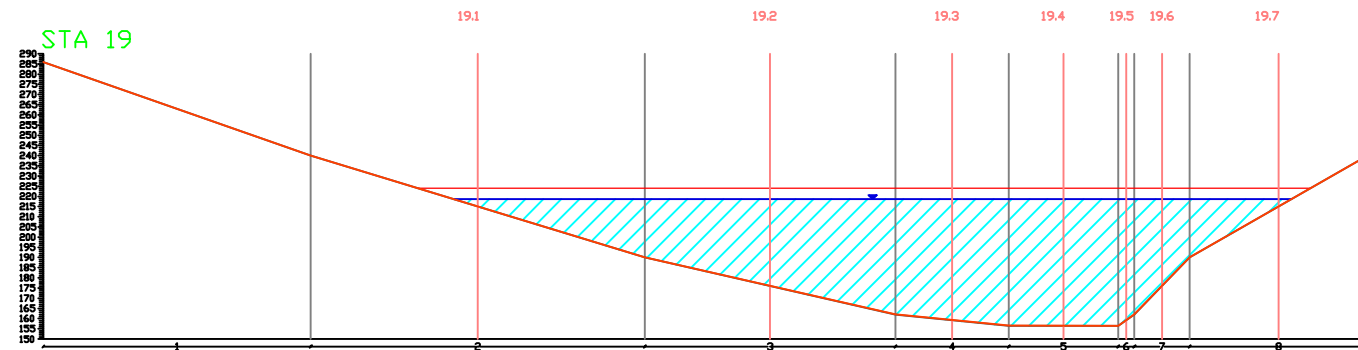
KETERANGAN

- = MUKA AIR WADUK BENDO
- = PUNCAK BENDUNGAN BENDO
- = ΔZ SEDIMEN
- = DASAR WADUK BENDO
- = BATAS PIAS
- = PIAS

KODE GAMBAR	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
STA-19	21	27



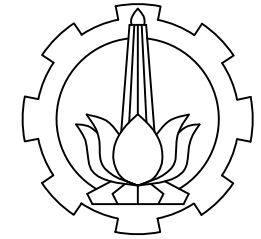
CROSS STA 19 PADA KEADAAN AWAL
Skala 1 : 1.5



CROSS STA 19 SETELAH 1 TAHUN
Skala 1 : 1.5

KETERANGAN :

STA 19				
Titik	Jarak	Elevasi	ΔZ	Elevasi Baru
1	131.20	285.92		285.92
2	163.99	240	0.09	240.09
3	122.93	190	0.10	190.10
4	55.63	162	0.11	162.11
5	53.76	156.4	0.13	156.53
6	7.91	156.4	0.11	156.51
7	27.17	162	0.10	162.10
8	87.33	190	0.09	190.09
9	2.60	240		240.00
		241.12		241.12



D3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

TUGAS AKHIR

ANALISA SEDIMENTASI PADA DASAR WADUK BENDO, PONOROGO

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ir. Suharjoko, MT.
NIP. 19560119 198403 1 001

Dwi Indriyani, ST., MT.
NIP. 19810210 201404 2 001

NAMA MAHASISWA

AGITA PUSPITASARI
NRP. 10111500000032

INGRID REKATA ASTARI
NRP. 10111500000044

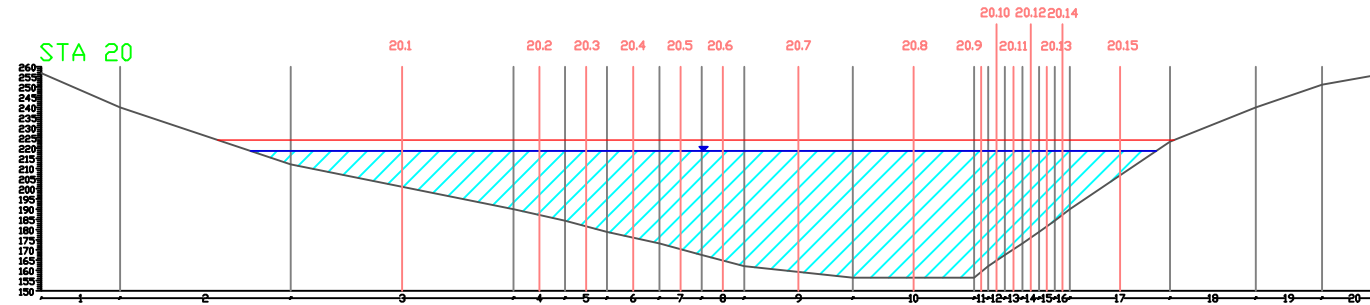
NAMA GAMBAR

CROSS PADA STA 20

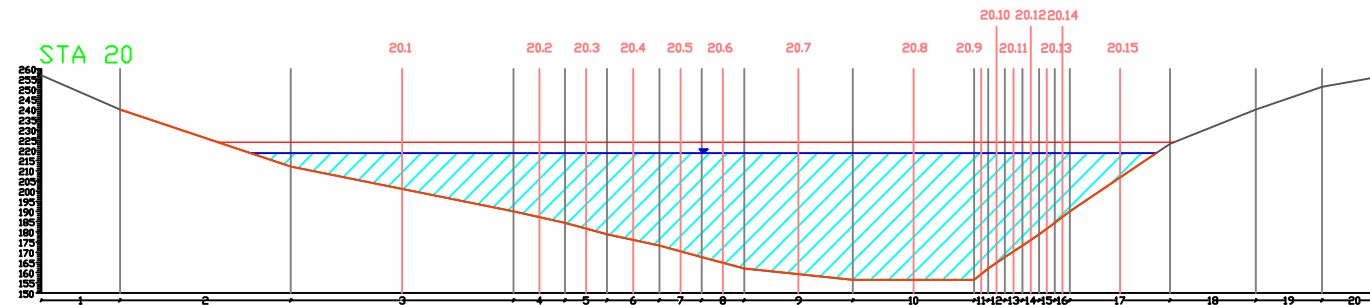
KETERANGAN

- = MUKA AIR WADUK BENDO
- = PUNCAK BENDUNGAN BENDO
- = ΔZ SEDIMEN
- = DASAR WADUK BENDO
- = BATAS PIAS
- = PIAS

KODE GAMBAR	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
STA-20	22	27



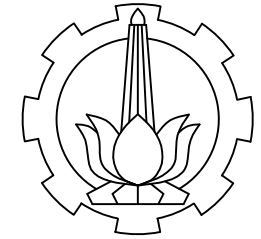
CROSS STA 20 PADA KEADAAN AWAL
Skala 1 : 1.5



CROSS STA 20 SETELAH 1 TAHUN
Skala 1 : 1.5

KETERANGAN :

STA 20				
Titik	Jarak	Elevasi	ΔZ	Elevasi Baru
1	38.53	256.8		256.80
2	83.89	240		240.00
3	109.33	212	0.02	212.02
4	25.28	190	0.02	190.02
5	20.80	184.4	0.03	184.43
6	25.72	178.8	0.04	178.84
7	20.75	173.2	0.04	173.24
8	20.89	167.6	0.05	167.65
9	53.38	162	0.05	162.05
10	59.48	156.4	0.05	156.45
11	6.87	156.4	0.05	156.45
12	8.24	162	0.05	162.05
13	8.56	167.6	0.04	167.64
14	8.21	173.2	0.04	173.24
15	7.69	178.8	0.03	178.83
16	7.47	184.4	0.03	184.43
17	49.16	190	0.02	190.02
18	42.07	223.2		223.20
19	32.43	240		240.00
20	31.95	251.2		251.20
		256.8		256.80



D3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS VOKASI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

TUGAS AKHIR

ANALISA SEDIMENTASI PADA DASAR WADUK
 BENDO, PONOROGO

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ir. Suharjo, MT.
 NIP. 19560119 198403 1 001

Dwi Indriyani, ST., MT.
 NIP. 19810210 201404 2 001

NAMA MAHASISWA

AGITA PUSPITASARI
 NRP. 10111500000032

INGRID REKATA ASTARI
 NRP. 10111500000044

NAMA GAMBAR

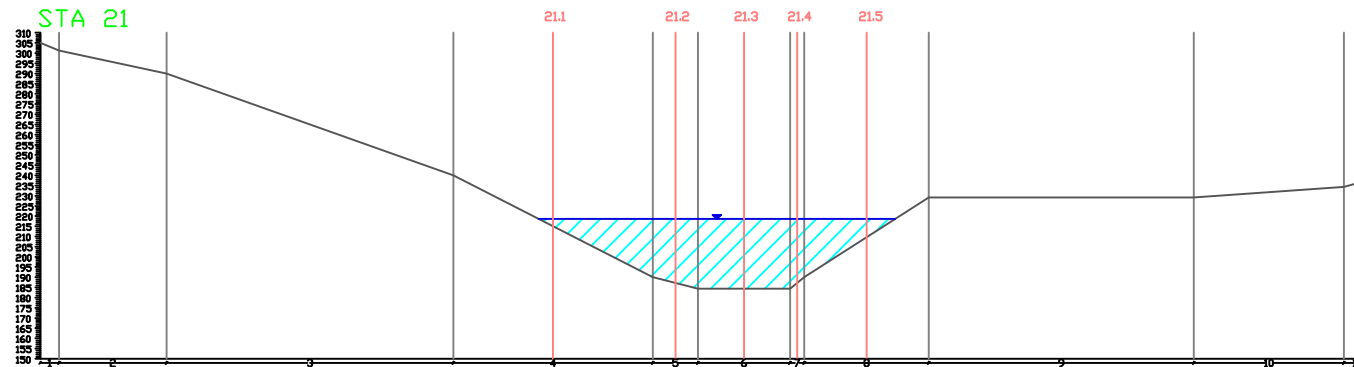
CROSS PADA STA 21

KETERANGAN

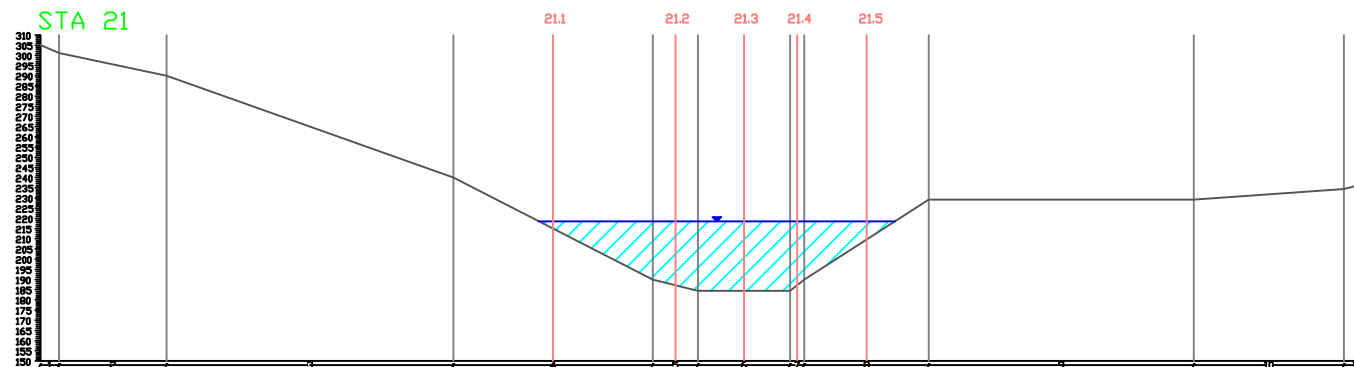
- = MUKA AIR WADUK BENDO
- = PUNCAK BENDUNGAN BENDO
- = ΔZ SEDIMEN
- = DASAR WADUK BENDO
- = BATAS PIAS
- = PIAS

KODE GAMBAR	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
-------------	--------------	---------------

STA-21 23 27



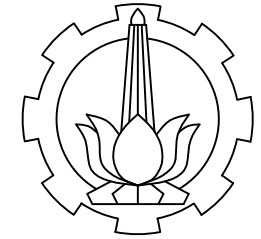
CROSS STA 21 PADA KEADAAN AWAL
 Skala 1 : 1.5



CROSS STA 21 SETELAH 1 TAHUN
 Skala 1 : 1.5

KETERANGAN :

STA 21				
Titik	Jarak	Elevasi	ΔZ	Elevasi Baru
1	9.24	305.12		305.12
2	52.72	301.2		301.20
3	140.75	290		290.00
4	97.86	240	0.00	240.00
5	22.23	190	0.00	190.00
6	45.13	184.4	0.00	184.40
7	7.06	184.4	0.00	184.40
8	61.04	190	0.00	190.00
9	130.06	229.2		229.20
10	73.69	229.2		229.20
11	12.74	234.4		234.40
		237.76		237.76



D3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

TUGAS AKHIR

ANALISA SEDIMENTASI PADA DASAR WADUK
BENDO, PONOROGO

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ir. Suharjo, MT.
NIP. 19560119 198403 1 001

Dwi Indriyani, ST., MT.
NIP. 19810210 201404 2 001

NAMA MAHASISWA

AGITA PUSPITASARI
NRP. 10111500000032

INGRID REKATA ASTARI
NRP. 10111500000044

NAMA GAMBAR

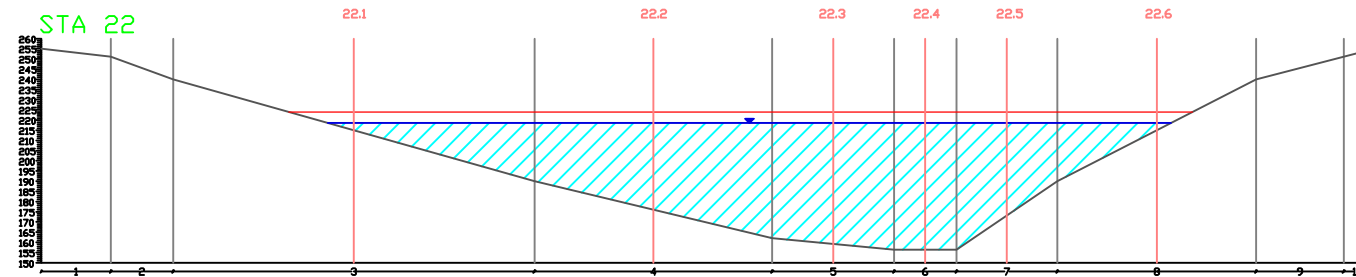
CROSS PADA STA 22

KETERANGAN

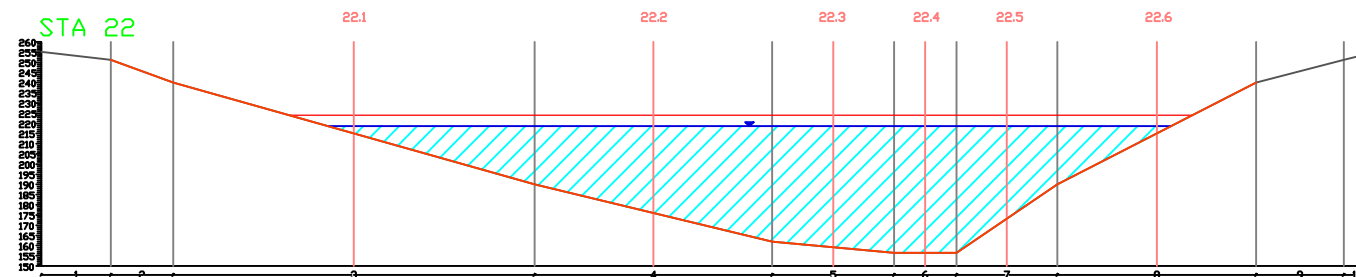
- = MUKA AIR WADUK BENDO
- = PUNCAK BENDUNGAN BENDO
- = ΔZ SEDIMEN
- = DASAR WADUK BENDO
- = BATAS PIAS
- = PIAS

KODE GAMBAR	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
-------------	--------------	---------------

STA-22	24	27
--------	----	----



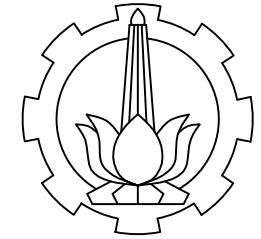
CROSS STA 22 PADA KEADAAN AWAL
Skala 1 : 1.5



CROSS STA 22 SETELAH 1 TAHUN
Skala 1 : 1.5

KETERANGAN :

STA 22				
Titik	Jarak	Elevasi	ΔZ	Elevasi Baru
1	34.03	255.12		255.12
2	30.63	251.2		251.20
3	177.32	240	0.02	240.02
4	116.72	190	0.02	190.02
5	59.75	162	0.02	162.02
6	30.62	156.4	0.02	156.42
7	49.56	156.4	0.02	156.42
8	97.57	190	0.02	190.02
9	42.95	240		240.00
10	13.34	251.2		251.20
		254.56		254.56



D3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

TUGAS AKHIR

ANALISA SEDIMENTASI PADA DASAR WADUK
BENDO, PONOROGO

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ir. Suharjo, MT.
NIP. 19560119 198403 1 001

Dwi Indriyani, ST., MT.
NIP. 19810210 201404 2 001

NAMA MAHASISWA

AGITA PUSPITASARI
NRP. 10111500000032

INGRID REKATA ASTARI
NRP. 10111500000044

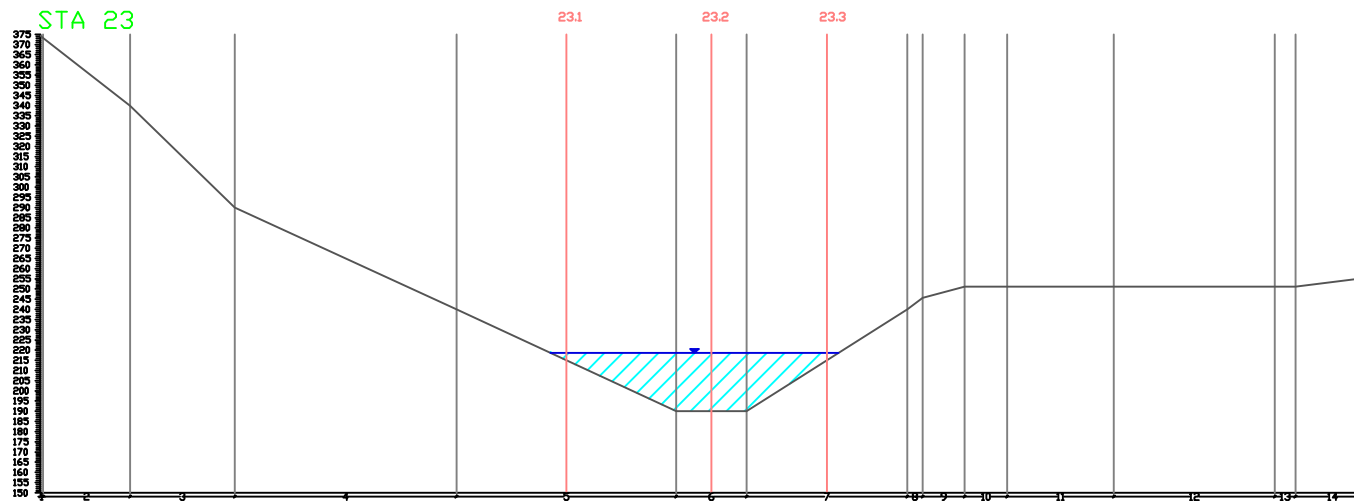
NAMA GAMBAR

CROSS PADA STA 23

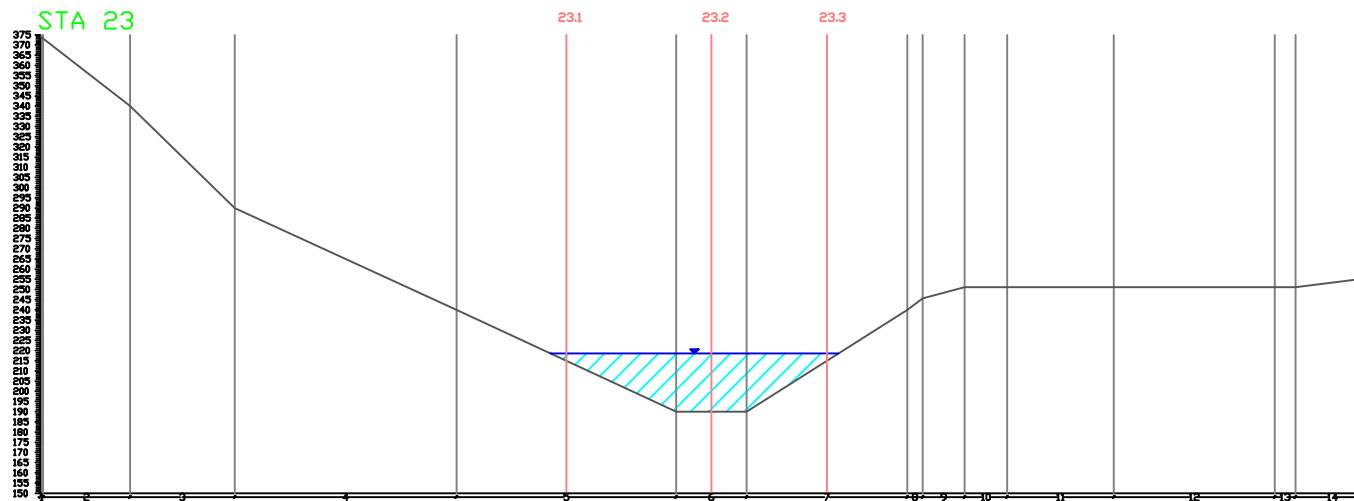
KETERANGAN

- = MUKA AIR WADUK BENDO
- = PUNCAK BENDUNGAN BENDO
- = ΔZ SEDIMEN
- = DASAR WADUK BENDO
- = BATAS PIAS
- = PIAS

KODE GAMBAR	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
STA-23	25	27



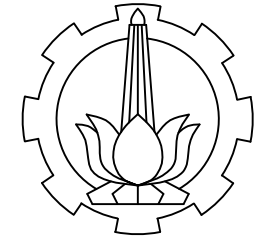
CROSS STA 23 PADA KEADAAN AWAL
Skala 1 : 1.5



CROSS STA 23 SETELAH 1 TAHUN
Skala 1 : 1.5

KETERANGAN :

STA 23				
Titik	Jarak	Elevasi	ΔZ	Elevasi Baru
1	1.35	374.32		374.32
2	42.67	373.2		373.20
3	51.38	340		340.00
4	108.83	290		290.00
5	107.85	240	0.00	240.00
6	34.56	190	0.00	190.00
7	78.84	190	0.00	190.00
8	7.52	240		240.00
9	20.67	245.6		245.60
10	20.85	251.2		251.20
Titik	52.37	251.2		251.20
11	78.99	251.2		251.20
12	10.12	251.2		251.20
13	36.51	251.2		251.20
		255.68		255.68



D3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

TUGAS AKHIR

ANALISA SEDIMENTASI PADA DASAR WADUK BENDO, PONOROGO

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ir. Suharjo, MT.
NIP. 19560119 198403 1 001

Dwi Indriyani, ST., MT.
NIP. 19810210 201404 2 001

NAMA MAHASISWA

AGITA PUSPITASARI
NRP. 10111500000032

INGRID REKATA ASTARI
NRP. 10111500000044

NAMA GAMBAR

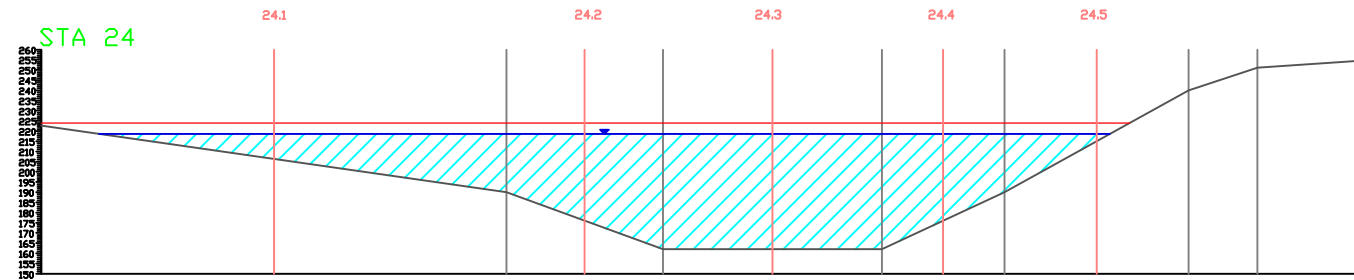
CROSS PADA STA 24

KETERANGAN

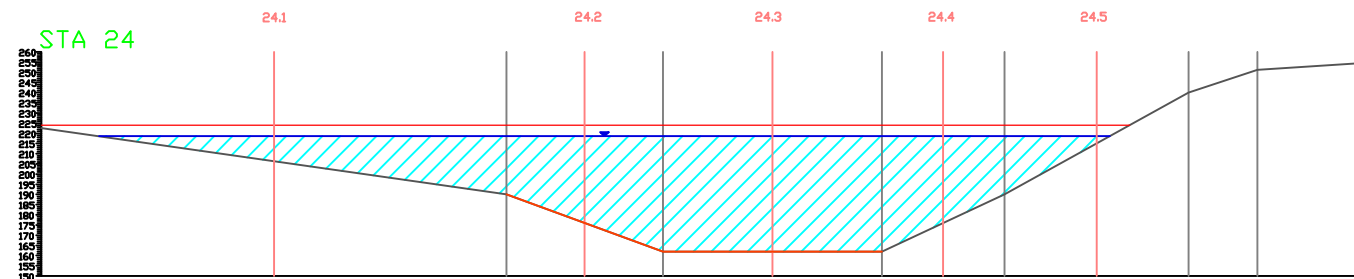
- = MUKA AIR WADUK BENDO
- = PUNCAK BENDUNGAN BENDO
- = ΔZ SEDIMEN
- = DASAR WADUK BENDO
- = BATAS PIAS
- = PIAS

KODE GAMBAR	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
-------------	--------------	---------------

STA-24	26	27
--------	----	----



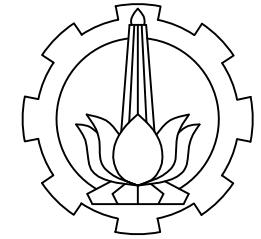
CROSS STA 24 PADA KEADAAN AWAL
Skala 1 : 1.5



CROSS STA 24 SETELAH 1 TAHUN
Skala 1 : 1.5

KETERANGAN :

STA 24				
Titik	Jarak	Elevasi	ΔZ	Elevasi Baru
1	228.20	222.64	0.00	222.64
2	76.82	190	0.00	190.00
3	107.51	162	0.01	162.01
4	60.12	162	0.00	162.00
5	90.43	190	0.00	190.00
6	33.75	240		240.00
7	55.68	251.2		251.20
		254.84		254.84



D3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

TUGAS AKHIR

ANALISA SEDIMENTASI PADA DASAR WADUK
BENDO, PONOROGO

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ir. Suharjo, MT.
NIP. 19560119 198403 1 001

Dwi Indriyani, ST., MT.
NIP. 19810210 201404 2 001

NAMA MAHASISWA

AGITA PUSPITASARI
NRP. 10111500000032

INGRID REKATA ASTARI
NRP. 10111500000044

NAMA GAMBAR

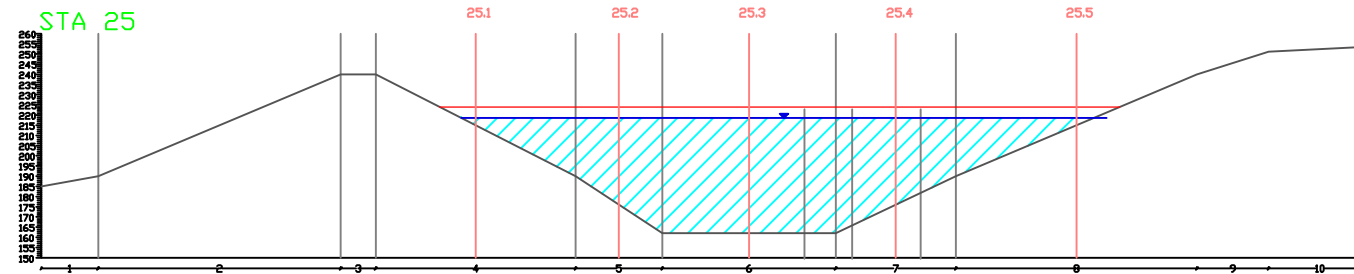
CROSS PADA STA 25

KETERANGAN :

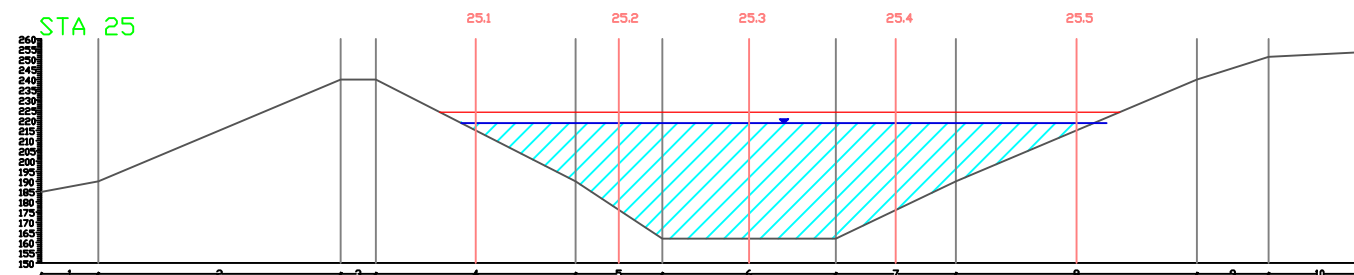
- = MUKA AIR WADUK BENDO
- = PUNCAK BENDUNGAN BENDO
- = ΔZ SEDIMEN
- = DASAR WADUK BENDO
- = BATAS PIAS
- = PIAS

KODE GAMBAR	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
-------------	--------------	---------------

STA-25	27	27
--------	----	----



CROSS STA 25 PADA KEADAAN AWAL
Skala 1 : 1.5



CROSS STA 25 SETELAH 1 TAHUN
Skala 1 : 1.5

KETERANGAN :

STA 25				
Titik	Jarak	Elevasi	ΔZ	Elevasi Baru
1	27.87	184.96		184.96
2	119.04	190		190.00
3	17.16	240		240.00
4	98.06	240	0.00	240.00
5	42.62	190	0.00	190.00
6	85.07	162	0.00	162.00
7	59.03	162	0.00	162.00
8	118.31	190	0.00	190.00
9	35.13	240		240.00
10	50.24	251.2		251.20
		253.72		253.72

BIODATA PENULIS

Agita Puspitasari



Penulis dilahirkan di Surabaya, Jawa Timur, pada 27 Desember 1996, merupakan anak kedua dari dua bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SD Al-Falah As-Salam Tropodo, Sidoarjo, SMP Al-Falah Deltasari, Kecamatan Waru, Sidorajo Dan SMA

Muhammadiyah 2, Kecamatan Pucang, Surabaya, Jawa Timur. Penulis melanjutkan pendidikan formal Diploma III Departemen Teknik Infrastruktur Sipil Fakultas Vokasi di Institut Teknologi Sepuluh Nopember pada tahun 2015 dan terdaftar dengan NRP 3115030032. Dalam menempuh kuliah di Departemen Teknik Infrastruktur penulis mengambil Tugas Akhir berjudul Analisa Sedimentasi Pada Dasar Waduk Bendo, Ponorogo. Penulis pernah aktif mengikuti organisasi Himpunan Mahasiswa Diploma Sipil dan sering aktif di bidang kepanitiaan baik dalam Departemen maupun Institut selama berkuliah di Departemen Teknik Infrastruktur Sipil Fakultas Vokasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

BIODATA PENULIS



Ingrid Rekata Astari.

Penulis dilahirkan di Ponorogo, Jawa Timur, pada 3 September 1996, merupakan anak ketiga dari tiga bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SD Muhammadiyah Kecamatan Ponorogo, Ponorogo, SMPN 1 Kecamatan Ponorogo, Ponorogo, Dan SMAN 2 Kecamatan Ponorogo, Ponorogo. Penulis melanjutkan pendidikan formal

Diploma III Departemen Teknik Infrastruktur Sipil Fakultas Vokasi di Institut Teknologi Sepuluh Nopember pada tahun 2015 dan terdaftar dengan NRP 3115030044. Dalam menempuh kuliah di Departemen Teknik Infrastruktur Sipil penulis mengambil Tugas Akhir berjudul Analisa Sedimentasi Pada Dasar Waduk Bendo, Ponorogo. Penulis pernah aktif di bidang kepanitiaan dan kegiatan jurusan selama berkuliah di Departemen Teknik Infrastruktur Sipil Fakultas Vokasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember.



TUGAS AKHIR TERAPAN – RC 145501

**“ANALISA SEDIMENTASI PADA DASAR WADUK BENDO,
PONOROGO”**

**“BED SEDIMENT ANALYSIS IN BENDO RESERVOIR,
PONOROGO”**

**AGITA PUSPITASARI
NRP.10 1 1 15 00000 032**

**INGRID REKATA ASTARI
NRP.10 1 1 15 00000 044**

**Dosen Pembimbing 1:
Dr. Ir. Suharjoko, MT
NIP.19560119 198403 1 001**

**Dosen Pembimbing 2:
Dwi Indriyani, ST., MT
NIP.19810210 201404 2 001**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018**



TUGAS AKHIR TERAPAN – RC 145501

**“ANALISA SEDIMENTASI PADA DASAR WADUK
BENDO, PONOROGO”**

**AGITA PUSPITASARI
NRP.10 1 1 15 00000 032**

**INGRID REKATA ASTARI
NRP.10 1 1 15 00000 044**

**Dosen Pembimbing 1:
Dr. Ir. Suharjoko, MT
NIP.19560119 198403 1 001**

**Dosen Pembimbing 2:
Dwi Indriyani, ST., MT
NIP.19810210 201404 2 001**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018**



TUGAS AKHIR TERAPAN – RC 145501

**“BED SEDIMENT ANALYSIS IN BENDO
RESERVOIR, PONOROGO”**

**AGITA PUSPITASARI
NRP.10 1 1 15 00000 032**

**INGRID REKATA ASTARI
NRP.10 1 1 15 00000 044**

**Dosen Pembimbing 1:
Dr. Ir. Suharjoko, MT
NIP.19560119 198403 1 001**

**Dosen Pembimbing 2:
Dwi Indriyani, ST., MT
NIP.19810210 201404 2 001**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018**

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR TERAPAN**

**ANALISA SEDIMENTASI PADA DASAR WADUK
BENDO, PONOROGO**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Gelar Ahli Madya
Program Studi Diploma III Teknik Sipil
Departemen Teknik Infrastruktur Sipil
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

**Surabaya 2018
Disusun Oleh:**

Mahasiswa I



Agita Puspitasari
NRP. 10111500000032

Mahasiswa II




Ingrid Rekata Astari
NRP. 10111500000044

Disetujui Oleh,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



Dr. Ir. Suharijoko, MT. DEPARTEMEN
INFRASTRUKTUR SIPIL

Dwi Indriyani, ST., MT.
NIP. 19810210 201404 2 001

01 AUG 2018



BERITA ACARA
TUGAS AKHIR TERAPAN
PROGRAM STUDI DIPLOMA TIGA TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI ITS

No. Agenda :
041523/IT2.VI.8.1/PP.05.02/2018

Tanggal : 17 Juli 2018

Judul Tugas Akhir Terapan	Analisa Sedimentasi pada Dasar Waduk Bendo, Ponorogo		
Nama Mahasiswa	Agita Puspitasari	NRP	10111500000032
Nama Mahasiswa	Ingrid Rekata Astarti	NRP	10111500000044
Dosen Pembimbing 1	Dr. Ir. Suharjo, MT NIP 195601191984031001	Tanda tangan	
Dosen Pembimbing 2	Dwi Indriyani, ST, MT NIP 198102102014042001	Tanda tangan	

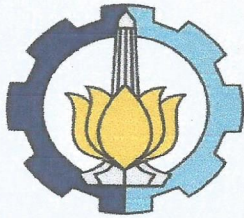
URAIAN REVISI	Dosen Penguji
<i>Susunan tabak pd. Campuran</i>	
	Dr. Ir. Kuntjoro, MT NIP 195806291987031002
	Dr. Ir. Suharjo, MT NIP 195601191984031001
	Dwi Indriyani, ST, MT NIP 198102102014042001
<i>1. perhitungan debit (Q₁, Q₂, Q₃ dll) dari mana ? Yang ? 2. Threshold of sediment Yang ? 3. skala pada dimensi dasar mangkuk mistery pada waduk.</i>	
	Ir. Ismail Sa'ud, MMT NIP 196005171989031002

PERSETUJUAN HASIL REVISI

Dosen Penguji 1	Dosen Penguji 2	Dosen Penguji 3	Dosen Penguji 4
Dr. Ir. Kuntjoro, MT NIP 195806291987031002	Dr. Ir. Suharjo, MT NIP 195601191984031001	Dwi Indriyani, ST, MT NIP 198102102014042001	Ir. Ismail Sa'ud, MMT NIP 196005171989031002

Persetujuan Dosen Pembimbing Untuk Penjilidan Buku Laporan Tugas Akhir Terapan

Dosen Pembimbing 1	Dosen Pembimbing 2
Dr. Ir. Suharjo, MT NIP 195601191984031001	Dwi Indriyani, ST, MT NIP 198102102014042001



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

FAKULTAS VOKASI

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL

Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116

Telp. 031-5947637 Fax. 031-5938025

<http://www.diplomasipil-its.ac.id>

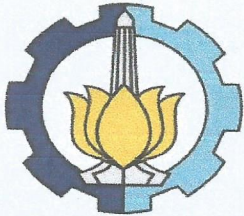
ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1 AETIA PUSPITASARI 2 INGRID REKATA ASTARI
NRP : 1 10111500000032 2 10111500000044
Judul Tugas Akhir : ANALISA SEDIMENTASI PADA DASAR WADUK BENDO, PONOROGO

Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Suharjoko, MT.

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
1.	20 / 2018 /02	- digambar perilaku contoh hujan - dibuat kelas untuk debit. - kadar sedimen → perkiraan - minta data sedimen ke BGWS		B <input type="checkbox"/>	C <input type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>
2.	2 / 2018 /04	- Mengambil sample tanah di sungai dan menguji untuk mengetahui kadar sedimen - Peta topografi waduk → dasarnya bisa digambar - Cari kadar sedimen		B <input type="checkbox"/>	C <input type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>
3.	4 / 2018 /04	- Penggambaran cross sungai				
4.	9 / 2018 /04	- Pengambilan sampling dimasukkan ke laporan - Menghitung kadar inflow dari debit dan sedimen - Kadar sedimen didapat dari data inflow debit waduk		B <input type="checkbox"/>	C <input type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>

Ket. :
 B = Lebih cepat dari jadwal
 C = Sesuai dengan jadwal
 K = Terlambat dari jadwal



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 FAKULTAS VOKASI

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116
 Telp. 031-5947637 Fax. 031-5938025
<http://www.diplomasipil-its.ac.id>

ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1 AGITA PUSPITASARI 2 INGRID REKATA ASTARI
 NRP : 1 10111500000032 2 10111500000044
 Judul Tugas Akhir : ANALISA SEDIMENTASI PADA DASAR WADUK BENDO, PONOROGO

Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Suharjo, MT.

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
5.	7 / 2018 /05	- Membuat kontur software ARCGIS				
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.	5 / 2018 /06	- Membuat cross sungai sekitar 10-15 cross - Mencari kecepatan/distribusi sedimen				
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.	8 / 2018 /06	- Cross dari aplikasi ArcGIS dibuat di AutoCAD - Untuk piasnya hanya digunakan garis vertikal pada cross sungai - Menggunakan titik koordinat pada data topografi, di aplikasi SURVER				
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	21 / 2018 /06	- Membuat rata-rata per kelas dan dibuat hidrograf - Membuat perhitungan penyebaran konsentrasi sedimen				
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ket. :
 B = Lebih cepat dari jadwal
 C = Sesuai dengan jadwal
 K = Terlambat dari jadwal



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS VOKASI

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116
Telp. 031-5947637 Fax. 031-5938025
<http://www.diplomasipil-its.ac.id>

ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1 AGITA PUSPITASARI 2 MERLIY REKATA ASTARI
NRP : 1 10111500000032 2 10111500000044
Judul Tugas Akhir : ANALISA SEDIMENTASI PADA DASAR WADUK BENDO, PONOROGO.

Dosen Pembimbing : Dwi Indriyani

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
1.	20/ 2018 3	- Mencari Jurnal tentang sedi- mentasi				
		- Mencicit bab selanjutnya		B	C	K
		- membreak-down rumus untuk Mencari debit dan data hidro- logi.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.	4/ 2018 05	- Membuat kontur dari google earth.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
3.	7/ 2018 06	- Membuat kerangka dari laporan TA		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- Mengecek penulisan rumus pada excel		B	C	K
		- Pembahasan mencari distribusi sedimen pada cross sungai		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ket. :
B = Lebih cepat dari jadwal
C = Sesuai dengan jadwal
K = Terlambat dari jadwal

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga Tugas Akhir Terapan ini dapat terselesaikan dengan baik dan tepat waktu.

Penyusunan Tugas Akhir Terapan ini merupakan salah satu syarat akademik penyusunan Tugas Akhir Terapan bagi mahasiswa jurusan DIII Departemen Teknik Infrastruktur Sipil. Selain itu, mahasiswa diharapkan dapat mengaplikasikannya kedalam materi-materi yang didapat dari kuliah ke dunia proyek atau dunia kerja, penyusun berharap laporan ini bermanfaat bagi pembaca. Tidak lupa penyusun mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu selama pengerjaan proposal Tugas Akhir Terapan hingga selesai, antara lain kepada :

1. Allah SWT. yang telah memberikan kesehatan, kesempatan dan mental yang kuat kepada kami sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir Terapan ini.
2. Bapak Dr. Ir. Suharjoko, MT. dan Ibu Dwi Indriyani, ST., MT. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir Terapan Diploma III Departemen Teknik Infrastruktur Sipil ITS yang telah mengarahkan dan membimbing dalam penyusunan proposal Tugas Akhir Terapan.
3. Bapak Dr. Machsus, ST., MT., selaku Kepala Departemen Teknik Infrastruktur Sipil Fakultas Vokasi ITS.
4. Keluarga kami yang telah memberikan bantuan doa, moril dan semangat kepada kami dalam penyusunan proposal Tugas Akhir Terapan.

Semoga Proposal Tugas Akhir Terapan ini bermanfaat bagi kita semua dan menambah ilmu/wawasan untuk diaplikasikan ke dunia kerja.

Surabaya, 16 Juli 2018

“Halaman ini sengaja dikosongkan.”

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR NOTASI.....	xv
ABSTRAK.....	xvii
vii	
ABSTRACT.....	xix
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan.....	2
1.5. Manfaat.....	2
1.6. Lokasi Proyek.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Kondisi Waduk Bendo.....	5
2.2. Perencanaan dan Pelaksanaan pada Waduk Bendo yang sudah Dilaksanakan.....	6
2.2.1. Terowongan Pengelak.....	6

2.2.2. Pelimpah (<i>Spillway</i>).....	7
2.2.3. Waduk (<i>Reservoir Area</i>).....	7
2.3. Studi Terdahulu.....	9
BAB 3 METODOLOGI DAN DASAR TEORI.....	11
3.1. Metodologi.....	11
3.2. Dasar Teori.....	11
3.2.1. Pengertian Sedimen.....	11
3.2.2. Metode Analisa Hidrologi.....	13
3.2.3. Metode Perhitungan Debit Banjir Rencana.....	14
3.2.4. Metode Perhitungan Curah Hujan Rencana.....	16
3.2.5. Persamaan Angkutan Sedimen.....	22
3.2.6. <i>Settling Velocity</i>	27
3.2.7. Perubahan Elevasi.....	28
3.2.8. <i>Google Earth</i>	29
3.2.9. arcGIS.....	29
3.2.10. Surfer.....	30
BAB 4.....	31
ANALISA DAN PERHITUNGAN.....	31
4.1. Perhitungan Debit Inflow dan Konsentrasi Sedimen..	31
4.1.1. Perhitungan Debit Inflow.....	31
4.1.2. Konsentrasi Sedimen Inflow.....	31
4.2. Perhitungan Distribusi Kecepatan Aliran Sungai.....	34

4.3. Perhitungan Pengendapan Sedimen.....	55
4.3.1. Perhitungan <i>Settling Velocity</i>	55
4.3.2. Perhitungan Threshold Sediment.....	78
4.3.3. Perhitungan <i>Bed Load Transport</i>	89
4.4. Perhitungan Suspended Load.....	99
4.5. Perubahan Elevasi.....	109
4.6. Penggambaran Distribusi Sedimen.....	126
BAB 5 KESIMPULAN.....	131
5.1. Kesimpulan.....	131
5.2. Saran.....	131
DAFTAR PUSTAKA.....	133

“Halaman ini sengaja dikosongkan.”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Lokasi Proyek Bendungan Bendo, Ponorogo.....	4
Gambar 2. Detail Lokasi Proyek Bendungan Bendo, Ponorogo.....	4
Gambar 3. Terowongan Pengelak Pada Tahun 2017.....	6
Gambar 4. Pengecoran Side <i>Wall Spillway</i>	7
Gambar 5. Pengecoran Mercu <i>Spillway</i>	8
Gambar 6. Pengecoran Pada Jembatan.....	8
Gambar 7. Hantaran Kanan dan Kiri Main Dam.....	10
Gambar 8. <i>Force acting</i> terhadap partikel sedimen di dasar (Liu, 2001).....	27
Gambar 9. Grafik <i>Shields</i> , hubungan antara <i>Sediment Fluid</i> Parameter S_* dengan <i>Critical Shields</i> Parameter θ_c	27
Gambar 10. Potongan Melintang STA	45
Gambar 11. Potongan Melintang STA 10.....	89
Gambar 12. Hasil Penggambaran ' <i>Contour Map</i> ' di Surfer Tanpa Sedimentasi.....	126
Gambar 13. Hasil Penggambaran ' <i>Contour Map</i> ' di Surfer Dengan Sedimentasi Selama 1 Tahun.....	126
Gambar 14. Hasil Penggambaran ' <i>Image Map</i> ' di Surfer Tanpa Sedimentasi 15.....	127

Gambar 15. Hasil Penggambaran ' <i>Image Map</i> ' di Surfer Tanpa Sedimentasi 16.....	127
Gambar 16. Hasil penggambaran ' <i>Wire Frame</i> ' di Surfer Tanpa Sedimentasi.....	128
Gambar 17. Hasil penggambaran ' <i>Wire Frame</i> ' di Surfer Setelah Sedimentasi 1 Tahun.....	128
Gambar 18. Hasil Penggambaran ' <i>3D Surface</i> ' di Surfer Tanpa Sedimentasi.....	129
Gambar 19. Hasil Penggambaran ' <i>3D Surface</i> ' di Surfer Setelah Sedimentasi 1 Tahun.....	129

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Hasil Perhitungan studi Terdahulu.....	9
Tabel 2. Klasifikasi Tipe Operasi Reservoir.....	13
Tabel 3. Koefisien Penyebaran Hujan.....	15
Tabel 4. Koefisien Pengaliran.....	15
Tabel 5. <i>Reduced Variate</i> Y_t Sebagai Fungsi Waktu Balik.....	18
Tabel 6. Hubungan <i>Reduced Standard Deviation</i> S_n dengan Besarnya Sampel n	18
Tabel 7. Hubungan <i>Reduced Standard Deviation</i> S_n dengan Besarnya Sampel n (Lanjutan).....	19
Tabel 8. Hubungan <i>Reduced Mean</i> Y_n dengan Besarnya Sampel n	19
Tabel 9. Hubungan <i>Reduced Mean</i> Y_n dengan Besarnya Sampel n (Lanjutan).....	20
Tabel 10. Nilai ks untuk menentukan nilai τb	26
Tabel 11. Hujan Ponorogo Tahun 2017.....	32
Tabel 12. Hujan Ponorogo Tahun 2017 (Lanjutan).....	33
Tabel 13. Intensitas Curah Hujan tahun 2017.....	33
Tabel 14. Detail Luas Tiap Pias.....	34
Tabel 15. Data Perhitungan Pada STA 1.....	44

Tabel 16. Hasil Unit Kecepatan Pias Sungai.....	46
Tabel 16. Hasil Unit Kecepatan Pias Sungai (Lanjutan)...	47
Tabel 16. Hasil Unit Kecepatan Pias Sungai (Lanjutan)...	48
Tabel 16. Hasil Unit Kecepatan Pias Sungai (Lanjutan)...	49
Tabel 16. Hasil Unit Kecepatan Pias Sungai (Lanjutan)...	50
Tabel 16. Hasil Unit Kecepatan Pias Sungai (Lanjutan)...	51
Tabel 16. Hasil Unit Kecepatan Pias Sungai (Lanjutan)...	52
Tabel 16. Hasil Unit Kecepatan Pias Sungai (Lanjutan)...	53
Tabel 16. Hasil Unit Kecepatan Pias Sungai (Lanjutan)...	54
Tabel 17. Data yang Digunakan untuk Menghitung Pengendapan Sedimen.....	57
Tabel 17. Data yang Digunakan untuk Menghitung Pengendapan Sedimen (Lanjutan).....	57
Tabel 17. Data yang Digunakan untuk Menghitung Pengendapan Sedimen (Lanjutan).....	57
Tabel 17. Data yang Digunakan untuk Menghitung Pengendapan Sedimen (Lanjutan).....	57
Tabel 17. Data yang Digunakan untuk Menghitung Pengendapan Sedimen (Lanjutan).....	60
Tabel 17. Data yang Digunakan untuk Menghitung Pengendapan Sedimen (Lanjutan).....	61

Tabel 17. Data yang Digunakan untuk Menghitung Pengendapan Sedimen (Lanjutan).....	62
Tabel 17. Data yang Digunakan untuk Menghitung Pengendapan Sedimen (Lanjutan).....	63
Tabel 17. Data yang Digunakan untuk Menghitung Pengendapan Sedimen (Lanjutan).....	64
Tabel 17. Data yang Digunakan untuk Menghitung Pengendapan Sedimen (Lanjutan).....	65
Tabel 17. Data yang Digunakan untuk Menghitung Pengendapan Sedimen (Lanjutan).....	66
Tabel 17. Data yang Digunakan untuk Menghitung Pengendapan Sedimen (Lanjutan).....	67
Tabel 17. Data yang Digunakan untuk Menghitung Pengendapan Sedimen (Lanjutan).....	68
Tabel 17. Data yang Digunakan untuk Menghitung Pengendapan Sedimen (Lanjutan).....	69
Tabel 17. Data yang Digunakan untuk Menghitung Pengendapan Sedimen (Lanjutan).....	70
Tabel 18. Hasil Perhitungan <i>Settling Velocity</i>	71
Tabel 18. Hasil Perhitungan <i>Settling Velocity</i> (Lanjutan).....	71

Tabel 18. Hasil Perhitungan <i>Settling Velocity</i> (Lanjutan).....	71
Tabel 18. Hasil Perhitungan <i>Settling Velocity</i> (Lanjutan).....	71
Tabel 18. Hasil Perhitungan <i>Settling Velocity</i> (Lanjutan).....	71
Tabel 18. Hasil Perhitungan <i>Settling Velocity</i> (Lanjutan).....	71
Tabel 18. Hasil Perhitungan <i>Settling Velocity</i> (Lanjutan).....	71
Tabel 18. Hasil Perhitungan <i>Settling Velocity</i> (Lanjutan).....	71
Tabel 19. Hasil Perhitungan <i>Threshold Sediment</i>	81
Tabel 19. Hasil Perhitungan <i>Threshold Sediment</i> (Lanjutan).....	81
Tabel 19. Hasil Perhitungan <i>Threshold Sediment</i> (Lanjutan).....	81
Tabel 19. Hasil Perhitungan <i>Threshold Sediment</i> (Lanjutan).....	81
Tabel 19. Hasil Perhitungan <i>Threshold Sediment</i> (Lanjutan).....	81

Tabel 19. Hasil Perhitungan <i>Threshold Sediment</i>	
(Lanjutan).....	81
Tabel 19. Hasil Perhitungan <i>Threshold Sediment</i>	
(Lanjutan).....	81
Tabel 19. Hasil Perhitungan <i>Threshold Sediment</i>	
(Lanjutan).....	81
Tabel 20. Hasil Perhitungan <i>Bed Load Transport</i>	91
Tabel 20. Hasil Perhitungan <i>Bed Load Transport</i>	
(Lanjutan).....	91
Tabel 20. Hasil Perhitungan <i>Bed Load Transport</i>	
(Lanjutan).....	91
Tabel 20. Hasil Perhitungan <i>Bed Load Transport</i>	
(Lanjutan).....	91
Tabel 20. Hasil Perhitungan <i>Bed Load Transport</i>	
(Lanjutan).....	91
Tabel 20. Hasil Perhitungan <i>Bed Load Transport</i>	
(Lanjutan).....	91
Tabel 20. Hasil Perhitungan <i>Bed Load Transport</i>	
(Lanjutan).....	91
Tabel 21. Hasil Perhitungan <i>Rouse Number</i>	101

Tabel 21. Hasil Perhitungan <i>Rouse Number</i> (Lanjutan)...	101
Tabel 21. Hasil Perhitungan <i>Rouse Number</i> (Lanjutan)...	101
Tabel 21. Hasil Perhitungan <i>Rouse Number</i> (Lanjutan)...	101
Tabel 21. Hasil Perhitungan <i>Rouse Number</i> (Lanjutan)...	101
Tabel 21. Hasil Perhitungan <i>Rouse Number</i> (Lanjutan)...	101
Tabel 21. Hasil Perhitungan <i>Rouse Number</i> (Lanjutan)...	101
Tabel 21. Hasil Perhitungan <i>Rouse Number</i> (Lanjutan)...	101
Tabel 22. Hasil Perubahan Elevasi.....	111
Tabel 22. Hasil Perubahan Elevasi (Lanjutan).....	111
Tabel 22. Hasil Perubahan Elevasi (Lanjutan).....	111
Tabel 22. Hasil Perubahan Elevasi (Lanjutan).....	111
Tabel 22. Hasil Perubahan Elevasi (Lanjutan).....	111
Tabel 22. Hasil Perubahan Elevasi (Lanjutan).....	111
Tabel 22. Hasil Perubahan Elevasi (Lanjutan).....	111
Tabel 22. Hasil Perubahan Elevasi (Lanjutan).....	111
Tabel 22. Hasil Perubahan Elevasi (Lanjutan).....	111
Tabel 22. Hasil Perubahan Elevasi (Lanjutan).....	111
Tabel 22. Hasil Perubahan Elevasi (Lanjutan).....	111
Tabel 22. Hasil Perubahan Elevasi (Lanjutan).....	111
Tabel 22. Hasil Perubahan Elevasi (Lanjutan).....	111
Tabel 22. Hasil Perubahan Elevasi (Lanjutan).....	111
Tabel 22. Hasil Perubahan Elevasi (Lanjutan).....	111
Tabel 22. Hasil Perubahan Elevasi (Lanjutan).....	111
Tabel 22. Hasil Perubahan Elevasi (Lanjutan).....	111
Tabel 22. Hasil Perubahan Elevasi (Lanjutan).....	111
Tabel 22. Hasil Perubahan Elevasi (Lanjutan).....	111
Tabel 22. Hasil Perubahan Elevasi (Lanjutan).....	111
Tabel 22. Hasil Perubahan Elevasi (Lanjutan).....	111

DAFTAR NOTASI

Simbol	Konsep	Satuan
Q	Debit curah hujan	m ³ /detik
A	Luas penampang	m ²
n	Jumlah pias	
V	Kecepatan pada Penampang	m/s
V _p	Kecepatan pada pias	m/s
ρ _w	Massa jenis cairan	Kg/m ³
ρ _s	Massa jenis pasir basah	Kg/m ³
s	Perbandingan massa jenis	Kg/m ³
g	Gravitasi	m/s ²
D ₅₀	Diameter butir uk. 50	mm
v	Viskositas	m ² /s
h	Ketinggian dasar penampang hingga muka air	m
τ' _b	Efektif sheer stress parameter	
τ _b	Efektif shield parameter	
q _b	Total <i>bed load</i>	
θ _c	Nilai parameter shield	
U _*	Kecepatan aliran	
U _{*c}	Kecepatan aliran kritis	
Ca	Konsentrasi sedimen	
Rn	Rouse Number	
S _*	<i>Sediment Fluid Parameter</i>	
ws		

“Halaman ini sengaja dikosongkan.”

ANALISA SEDIMENTASI PADA DASAR WADUK BENDO, PONOROGO

Nama : Agita Puspitasari
NRP : 10111500000032
Nama : Ingrid Rekata Astari
NRP : 10111500000044
Departemen : Teknik Infrastruktur Sipil
Jurusan : Diploma III Teknik Infrastruktur Sipil
Fakultas : Vokasi-ITS
Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Suharjoko, MT
NIP : 19560119 198403 1 001
Dosen Pembimbing : Dwi Indriyani, ST., MT
NIP : 19810210 201404 2 001

ABSTRAK

Waduk Bendo yang berada di Dusun Bendo, Desa Ngindeng, Kecamatan Sawoo, Kabupaten Ponorogo, Jawa Timur dibangun pemerintah dengan fungsi pengembangan jaringan irigasi di daerah setempat, kebutuhan air baku dan pengendali banjir. Waduk ini dibangun dengan periode ulang 1000 tahun, oleh karena itu perlu dilakukan analisa sedimen. Tanpa memperhitungkan kecepatan aliran dan penyebaran sedimen yang terjadi pada waduk, mengakibatkan perubahan dasar waduk dan pendangkalan dasar waduk. Berdasarkan analisa terdahulu dilakukan dapat diketahui bahwa Waduk Bendo akan mengalami pengurangan kapasitas sekitar 22.4% setelah waduk dioperasikan selama 29 tahun serta berkurang sekitar 40% setelah waduk dioperasikan selama 55 tahun. Untuk menganalisa sedimen tersebut digunakan metode *bed load transport, suspended sediment transport, threshold of sediment, critical shields parameter* dan *settling velocity*. Hasil dari perhitungan analisa ini adalah distribusi dan kecepatan sedimen serta penggambaran perubahan dasar waduk.

Kata Kunci: *Sedimentasi, Bed Load Transport, Suspended Sediment Transport, Threshold of Sediment, Settling Velocity*

ANALISA SEDIMENTASI PADA DASAR WADUK BENDO, PONOROGO

Nama : Agita Puspitasari
NRP : 10111500000032
Nama : Ingrid Rekata Astari
NRP : 10111500000044
Departemen : Teknik Infrastruktur Sipil
Jurusan : Diploma III Teknik Infrastruktur Sipil
Fakultas : Vokasi-ITS
Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Suharjoko, MT
NIP : 19560119 198403 1 001
Dosen Pembimbing : Dwi Indriyani, ST., MT
NIP : 19810210 201404 2 001

ABSTRACT

Bendo reservoir is located in Dusun Bendo, Desa Ngindeng Kecamatan Sawoo, Kabupaten Ponorogo, Jawa Timur has built by government to develop irrigation network, water need and flood control. This reservoir has built with 1000-years frequent period. Therefore need to analyze the sediment. Without knowing flow velocity and sediment spreading in reservoir can cause changing and silting of base reservoir. Based on analyze which has been done, known that Bendo Reservoir capacity will reduce about 22.4% after reservoir 29 years operate and 40% after reservoir 55 years operate. To analyze sediment, used *bed load transport, suspended sediment transport, threshold of sediment critical shields parameter and settling velocity* methods. The result of analyze is distribution, sedimentation velocity and bed reservoir modification.

Key Word: Sedimentasi, *Bed Load Transport, Suspended Sediment Transport, Threshold of Sediment, Settling Velocity*

“Halaman ini sengaja dikosongkan.”

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pada daerah Bendo, Kecamatan Sawoo, Kabupaten Ponorogo yang mengalami banjir besar pada 4-5 tahun yang lalu. Hal ini tentu saja mengganggu dan merugikan penduduk setempat. Untuk mengatasi permasalahan tersebut pemerintah melalui instansi Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Bengawan Solo merencanakan dengan Pembangunan Waduk Bendo di daerah Ponorogo tersebut. Bendungan tidak dapat dipisahkan dengan jaringan irigasi. Untuk memenuhi kebutuhan air irigasi untuk luas lahan total 7,800 ha yang terdiri dari luas lahan 3,300 ha di wilayah Ponorogo dan 4,500 ha di Wilayah Madiun dan Magetan. Penambahan air untuk suplesi Dam Jati, kebutuhan air baku untuk air minum dan industri Wilayah Kabupaten Ponorogo dengan proyeksi kebutuhan air sampai dengan tahun 2025 adalah 372 liter/detik dan 790 liter/detik untuk wilayah Kabupaten Ponorogo dan Madiun.

Bendungan atau waduk tidak dapat dipisahkan dengan yang namanya sedimentasi (*suspended*). Sedimentasi perlu dilakukan analisa agar dapat mengetahui pengendapan yang terjadi dalam waduk. Semakin besar hasil analisa sedimentasi membuat semakin berkurangnya umur waduk yang telah direncanakan dan terjadinya pendangkalan sehingga kapasitas air yang ditampung berkurang. Dari data yang telah didapatkan, dapat diketahui bahwa Waduk Bendo akan mengalami pengurangan kapasitas sebesar $9.661 \times 10^6 \text{ m}^3$ dari kapasitas awal sebesar $43.114 \times 10^6 \text{ m}^3$ menjadi $33.453 \times 10^6 \text{ m}^3$ (berkurang sekitar 22.4%) setelah waduk dioperasikan selama 29 tahun serta sebesar $17.60 \times 10^6 \text{ m}^3$ dari kapasitas awal menjadi $25.515 \times 10^6 \text{ m}^3$ (berkurang sekitar 40%) setelah waduk dioperasikan selama 55 tahun. (*Design Engineering Detail, Bendungan Bendo Ponorogo, 2005*).

1.2. Rumusan Masalah

Dari latar belakang tersebut untuk menganalisa sedimentasi (*suspended*) belum dijelaskan secara rinci, sehingga masalah yang timbul antara lain:

- a. Bagaimana jumlah debit dan konsentrasi sedimen yang masuk dalam waduk?
- b. Bagaimana distribusi kecepatan dalam Waduk Bendo?
- c. Bagaimana pengendapan sedimen di Waduk sehingga dapat diketahui perubahan dasar waduk?

1.3. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada pembuatan Tugas Akhir ini adalah:

- a. Analisa penyebaran sedimen yang dilakukan selama 2 tahun.
- b. Debit inflow yang digunakan hahnya didapat dari sungai.

1.4. Tujuan

Tujuan penulisan Tugas Akhir Terapan ini mengenai sedimentasi pada Waduk Bendo, ialah sebagai berikut:

- a. Menganalisis aliran sedimen yang masuk pada Waduk Bendo. Untuk mengetahui berapa kecepatan aliran yang terjadi di dalam waduk.
- b. Menghitung distribusi kecepatan dan penyebaran sedimen yang terjadi pada Waduk Bendo.
- c. Menghitung pengendapan sedimen yang terjadi pada Waduk Bendo dan menggambarkan perubahan dasar waduk, sehingga dapat diketahui pendangkalan yang terjadi.

1.5. Manfaat

Manfaat yang bisa diambil dari penulisan Tugas Akhir Terapan ini adalah dapat mengetahui lokasi sedimentasi di waduk yang terjadi pendangkalan, serta mengetahui distribusi kecepatan dalam waduk dan distribusi sedimennya. Sehingga dapat dilakukan pemeliharaan secara berkala dalam waduk.

1.6. Lokasi Proyek

Secara Administratif lokasi Proyek Waduk Bendo berada di Dusun Bendo, Desa Ngindeng, Kecamatan Sawoo, Kabupaten Ponorogo, Jawa Timur. Secara Geografis Bendungan Bendo terletak pada koordinat antara $7^{\circ}49'33''$ LS – $7^{\circ}59'36''$ LS dan $111^{\circ}34'57''$ BT – $111^{\circ}44'40''$ BT.

Bendungan Bendo terletak di Kali Keyang atau dikenal dengan nama Kali Ngindeng di Dusun Bendo, Desa Ngindeng, Kecamatan Sawoo, Kabupaten Ponorogo, Propinsi Jawa Timur. Kali Keyang atau Kali Ngindeng merupakan anak sungai Kali Madiun. Studi untuk Bendungan Bendo ini sudah dimulai sejak tahun 1974, yaitu dimulainya studi *Master Plan* dari Proyek Pengembangan Wilayah Sungai Bengawan Solo (*Design Engineering Detail*, Bendungan Bendo Ponorogo, 2005).

Bendungan Bendo berada di wilayah perbukitan, dengan dasar Kali Ngindeng dengan ketinggian antara +150 sampai +750 m di atas muka laut ke arah kompleks Gunung Wilis dan Dorowati. Serta beberapa struktur geologi sesar terutama di daerah hulu Kali Ngindeng. Puncak-puncak bukit tinggi pada satuan morfologi ini antara lain Gunung Bayangkaki +721 m, Gunung Toklak-taklik +356m, Gunung Butuh +457m, Gunung Kelir +470m, Gunung Tumpak Bengle + 450m. Untuk lokasi lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 1. dan Gambar 2.

Secara regional maka daerah rencana bendungan Bendo dan sekitarnya termasuk pada satuan morfologi perbukitan bergelombang curam, tetapi secara khusus dibedakan menjadi dua daerah yaitu daerah dataran sungai Kali Ngindeng dan daerah perbukitan curam di sebelah kanan dan kiri Kali Ngindeng.



Gambar 1. Lokasi Proyek Bendungan Bendo, Ponorogo

Sumber : *Design Engineering Detail*, Bendungan Bendo Ponorogo, 2005



Gambar 2. Detail Lokasi Proyek Bendungan Bendo, Ponorogo

Sumber : *Design Engineering Detail*, Bendungan Bendo Ponorogo, 2005

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kondisi Waduk Bendo

Bendungan Bendo terletak pada daerah aliran Kali Kenyang, yaitu Dusun Bendo, Desa Ngindeng, Kecamatan Sawoo, Kabupaten Ponorogo, Jawa Timur. Secara geografis terletak pada posisi $7^{\circ}49'33'' - 7^{\circ}59'36''$ LS dan $111^{\circ}34'57'' - 111^{\circ}44'40''$ BT. Bendungan Bendo menggunakan tipe zonal inti tegak dan material timbunan batu. Dengan elevasi puncak +224.00 m dan elevasi dasar +153.00 m, dengan rincian tinggi bendung 71.00 m (dari dasar sungai), lebar puncak 15.00 m, panjang puncak 311.90 m sehingga menghasilkan volume timbunan 2.886 juta m³.

Tujuan dibangunnya Bendungan Bendo adalah untuk pengembangan irigasi sehingga diharapkan intensitas tanam yang ada pada daerah tersebut meningkat untuk mengairi lahan seluas 3.300 ha di wilayah Ponorogo dan lahan seluas 4.500 ha di wilayah Madiun dan Magetan (Bendungan Jati), selain itu juga digunakan untuk penambahan penyediaan air baku bagi masyarakat di Kabupaten Ponorogo dan Madiun sebanyak 790 liter/detik dan pengendalian banjir pada wilayah Bendo.

Perhitungan laju sedimentasi yang telah dilakukan adalah metode *Engelund* dan *Hansen*, metode ini mendapatkan data laju sedimentasi sebesar 1,64 mm/tahun/km² berdasarkan potensi lahan dari Studi Perencanaan Rehabilitasi Lahan. Metode lain yang digunakan adalah *Kirky* dan *Morgan* yang mendapatkan hasil laju sedimentasi sebesar 1,772 mm/tahun/km² dari Konservasi Tanah DAS Kali Madiun. Persamaan yang digunakan adalah Persamaan Empiris (*Mayor-Peter-Mutler*) yang mendapatkan hasil laju sedimentasi 2,71 mm/tahun/km². Hasil estimasi simulasi sedimen dengan periode 10 – 100 tahun., dapat diketahui waduk akan mengalami pengurangan kapasitas sekitar 22,4% dari kapasitas awal setelah beroperasi selama 29 tahun. Dan akan berkurang lagi kapasitasnya menjadi sekitar 40% dari kapasitas awal setelah beroperasi selama 55 tahun.

2.2. Perencanaan dan Pelaksanaan pada Waduk Bendo yang sudah Dilaksanakan

2.2.1. Terowongan Pengelak

Terowongan pengelak terletak pada sandaran kiri, bagian hulunya berdekatan dengan Kali Ngindeng, terdiri dari batuan koluvial campuran lempung dan *gravel bolder* dengan panjang 120 m. Saat ini pekerjaan pengecoran dan *grouting* pada terowongan pengelak telah selesai. Saluran ini digunakan nanti setelah *coffer dam* selesai dibangun untuk mengalirkan air dari Sungai Ngindeng, sehingga pembangunan dari *Main Dam* dapat dilaksanakan sepenuhnya. Untuk pekerjaan pemasangan *Steel Support* dapat dilihat pada Gambar 3. Dan penyelesaian pekerjaan terowongan pengelak dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 3. Terowongan Pengelak Pada Tahun 2017

Sumber: Kerja Praktek 2017



Gambar 4. Pengecoran Side Wall Spillway

Sumber: Kerja Praktek 2017

2.2.2. Pelimpah (Spillway)

Saluran pelimpah (*spillway*) terletak pada tebing sebelah kiri atau barat rencana Bendungan Bendo. Saat ini pembangunan saluran pelimpah yang sudah dilakukan yaitu pengecoran *side wall spillway*, pengecoran mercu *spillway* sepanjang 25 m, pengecoran jembatan dan pemasangan angkur pada bangunan peluncur air. Untuk pengecoran *side wall* dan mercu digunakan beton dengan kekuatan K-175, detail pengecoran *side wall* dapat dilihat pada Gambar 5. dan detail pengecoran mercu dapat dilihat pada Gambar 5. Sedangkan untuk jembatan digunakan beton dengan kekuatan K-300, detailnya dapat dilihat pada Gambar 6.

2.2.3. Waduk (Reservoir Area)

Untuk pekerjaan Main Dam sendiri masih dilakukan pengupasan dan pembersihan pada bagian sisi hantar kanan dan hantar kiri. Nantinya untuk main dam dilakukan secara bersamaan pada sisi hantar kanan dan hantar kiri yang nantinya akan bertemu di tengah-tengah bendungan. Untuk lokasi Hantar Kanan dan Hantar Kiri Main Dam dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 5. Pengecoran Mercu *Spillway*

Sumber: Kerja Praktek 2017



Gambar 6. Pengecoran Pada Jembatan

Sumber: Kerja Praktek 2017

2.3. Studi Terdahulu

Pada studi sebelumnya telah dilakukan perhitungan seperti pada Tabel 1. dan hasil dari perhitungan ini akan dibandingkan Kemudian diputuskan hasil perhitungan yang akan dipakai sebagai perkiraan laju sedimentasi di waduk. Karena usia waduk bergantung dari pengendapan yang terjadi pada Waduk Bendo.

Tabel 1. Hasil Perhitungan studi Terdahulu

Judul	Hasil
Studi CDMP (2000)	Perkiraan besarnya laju sedimentasi di waduk dikaitkan dengan erosi lahan adalah ± 1.8 mm/tahun atau $217,800.00 \text{ m}^3$ per tahun, Luas DTA 121 km^2 .
Studi Hidrologi dan Pengukuran Hidrometri Rencana Waduk Bendo, 1983	Perkiraan besarnya laju sedimentasi di waduk dikaitkan sebesar 245.84325 ton per tahun atau setara dengan 91.94 m^3 per tahun, Luas DTA 131.43 km^2 .
Studi ANDAL Pembangunan Waduk Serbaguna Bendo Ponorogo Jawa Timur, 2002	Perkiraan besarnya laju sedimentasi di waduk $8,990.72 \text{ m}^3$ per tahun, Luas DTA 121 km^2 .
Madiun Irrigation Project Four Dams, 1977	Perkiraan besarnya laju sedimentasi di waduk $310,000.00 \text{ m}^3$ per tahun, Luas DTA 138 km^2 .
Supporting Report on Bendo and Badegan Multipurpose Dam Project, 1984	Perkiraan besarnya sedimentasi di waduk setelah usia guna waduk mencapai 100 tahun adalah $17,000,000.00 \text{ m}^3$ diperkirakan laju sedimentasinya $170,000.00 \text{ m}^3$ per tahun, Luas DTA 121 km^2 .
Studi FS Bendo, 2003	Perkiraan besarnya laju sedimentasi di waduk $165,072.019 \text{ m}^3$ per tahun, Luas DTA 120.64 km^2 .
Studi DD Bendo, 2004 (saat ini)	Perkiraan besarnya laju sedimentasi di waduk $327,501.7 \text{ m}^3$ per tahun, Luas DTA 120.64 km^2 .

Sumber : *Design Engineering Detail*, Bendungan Bendo Ponorogo, 2005



Gambar 7. Hantaran Kanan dan Kiri Main Dam

Sumber: Kerja Praktek 2017

BAB 3

METODOLOGI DAN DASAR TEORI

3.1. Metodologi

Perancangan ini bertujuan untuk mendapatkan gambaran sedimentasi yang menumpuk pada wilayah tertentu di Waduk Bendo. Untuk maksud diatas, maka dilakukan serangkaian kegiatan secara bertahap, yakni sebagai berikut:

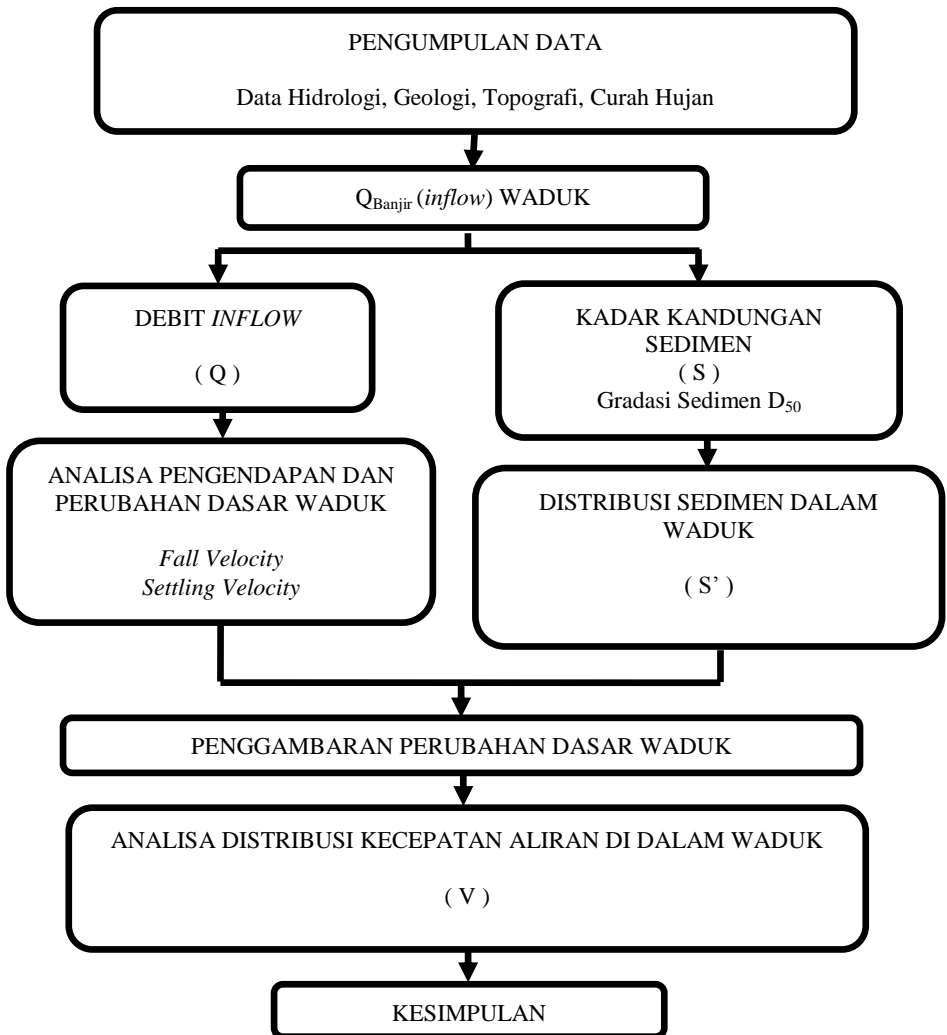
1. Tahap ke 1, adalah pengumpulan data-data yang dibutuhkan untuk perhitungan dan analisis. Data-data yang dibutuhkan yakni data hidrologi, curah hujan, geologi dan topografi
2. Tahap ke 2, pada tahap berikutnya adalah analisis aliran yang masuk pada Waduk Bendo. Tahap ini bertujuan untuk mengetahui berapa kecepatan aliran sedimen yang terjadi di dalam waduk.
3. Tahap ke 3, adalah perhitungan distribusi kecepatan dan penyebaran sedimen yang terjadi pada Waduk Bendo.
4. Tahap ke 4, yaitu perhitungan pengendapan sedimen yang terjadi pada Waduk Bendo dan penggambaran perubahan dasar waduk, sehingga dapat diketahui lokasi pendangkalan yang terjadi pada waduk.

Uraian di atas dapat dilihat lebih jelas pada Gambar 8. yang menguraikan tahapan pekerjaan Tugas Akhir Terapan.

3.2. Dasar Teori

3.2.1. Pengertian Sedimen

Sedimen merupakan suatu kepingan atau potongan material yang terbentuk oleh proses *phisik* dan kimia dari batuan dan tanah. Bentuk dari material beraneka ragam dan tidak terbatas dari mulai yang berbentuk bulat sampai yang berbentuk tajam. Serta bervariasi dalam kerapatan dan komposisi materialnya dengan kuarsa yang paling dominan. Sedimen tersebut terbawa hanyut oleh aliran air yang dapat dibedakan sebagai endapaan dasar (*bed load*) dan muatan melayang (*suspended load*).



Gambar 8. Flowchart Pekerjaan Tugas Akhir Terapan

Muatan dasar bergerak dalam aliran air sungai dengan cara bergulir, meluncur dan meloncat-loncat di atas permukaan dasar sungai. Sedangkan muatan melayang terdiri dari butiran-butiran halus yang ukurannya lebih kecil dari 0,1 mm dan senantiasa melayang di dalam aliran air. Lebih-lebih butiran yang sangat halus, walaupun air tidak mengalir, tetapi butiran tersebut tetap tidak mengendap serta airnya tetap saja keruh dan sedimen semacam ini disebut muatan kikisan (*wash load*).

Sedangkan sedimentasi merupakan proses pengendapan bahan yang terangkut oleh air di alur sungai pada waduk sebagai akibat terjadinya erosi. Kepadatan sedimen setelah mengendap akan berubah dari waktu ke waktu. Untuk waduk besar hampir seluruh sedimen mengendap setelah proses sedimentasi, sehingga kapasitas waduk berkurang, maka sebagian sedimen akan terbuang melalui spillway.

Menurut *Borland* dan *Miller* (1958) dikemukakan bahwa endapan sedimen akan tersebar disetiap kedalaman waduk seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Klasifikasi Tipe Operasi Reservoir

Type	Operasi Reservoir
1	Sedimen hampir tergenang atau hampir tergenang
2	Sedimen kadang tergenang, kadang kering saat air surut
3	Reservoir dalam kondisi normal kering
4	Sedimen pada bagian dasar sungai

Sumber : U.S. Bureau of Reclamation, 1987

3.2.2. Metode Analisa Hidrologi

Aspek hidrologi sangat banyak seperti hujan, evaporasi dan infiltrasi. Untuk sedimen sendiri yang ditinjau adalah hujan dan bagaimana pengaruhnya.

a. Cara rata-rata aljabar

$$R = \frac{1}{n} (R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n)$$

Sumber : Soemarto, 1987

Dimana :

- R = Curah hujan daerah
 R_1, R_2 = Curah hujan pada titik pengamatan dari stasiun hujan di daerah studi
 n = Jumlah stasiun hujan yang ada

b. Cara Theissen Polygon

$$R = \frac{A_1R_1 + A_2R_2 + \dots + A_nR_n}{A_{total}}$$

Sumber: Soemarto, 1987

Dimana :

- A_1, A_2, A_n = Bagian daerah yang mewakili titik pengamatan
 R_1, R_2, R_n = Stasiun penakar hujan
 A_{total} = $A_1 + A_2 + \dots + A_n$

c. Cara Isohyet

$$R = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_n}{n} \times A_i$$

Sumber: Soemarto, 1987

Dimana :

- R_1, R_2, R_n = tinggi hujan antar garis isohyet
 A_i = luas wilayah antara garis isohyet
 A_{total} = luas wilayah total pos hujan

3.2.3. Metode Perhitungan Debit Banjir Rencana

Hujan merupakan peristiwa dimana menguapnya air dari permukaan karena sinar matahari dan mengalami pembekuan sehingga membentuk awan. Setelah terbawa oleh angin menuju tempat yang berbeda, awan akan mencair karena perbedaan suhu di lapisan atmosfer. Awan yang mencair tersebutlah yang dinamakan hujan.

Guna menghitung debit yang dihasilkan oleh hujan, maka bisa digunakan rumus:

a. Metode Rasional

$$Q = 0.278 \cdot \beta \cdot C \cdot I \cdot A$$

Sumber : Soemarto, 1987

Dimana :

- Q = Debit rencana (m³/detik)
 β = koefisien penyebaran hujan seperti pada Tabel 3.
 C = koefisien pengaliran seperti pada Tabel 4.
 I = intensitas hujan (mm/jam)
 A = luas daerah pengaliran (km²)

Tabel 3. Koefisien Penyebaran Hujan

Luas Catchment Area (km ²)	Koefisien β
0 – 4	1
5	0.995
10	0.980
15	0.955
20	0.920
25	0.875
30	0.820
50	0.500

Tabel 4. Koefisien Pengaliran

Keterangan	Nilai
Daerah perdagangan	0.90
Pemukimansedang	0.65
Pemukimanpadat	0.75
Pemukimansangatpadat	0.85
Pertamanan	0.30

Dalam mencari Intensitas Hujan (I) digunakan rumus seperti:

a. Mononobe

$$I_t = \frac{R_{24}}{24} \times \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3}$$

Sumber: Soemarto, 1987

Dimana :

It = intensitas hujan (mm/jam)

R₂₄ = hujan harian (mm)
 t = waktu konsentrasi (jam)

b. Van Bern

$$I_t = \frac{54R_t + 0.07R_t^2}{t_c + 0.3R_t}$$

Sumber: Soemarto, 1987

Dimana :

i_t = intensitas curah hujan pada suatu periode ulang tertentu (T tahun)

R_t = tinggi curah hujan pada periode ulang T tahun (mm/hari)

3.2.4. Metode Perhitungan Curah Hujan Rencana

Analisa perhitungan curah hujan rencana digunakan untuk mengetahui besarnya curah hujan harian maksimum dalam periode ulang waktu tertentu sehingga dapat digunakan sebagai perhitungan debit banjir rencana.

Metode distribusi yang dapat digunakan dalam perhitungan curah hujan rencana adalah :

- a. Distribusi Normal
- b. Distribusi Log Normal
- c. Distribusi Log Person III
- d. Distribusi Gumbel

3.2.4.1. Distribusi Normal

Banyak digunakan dalam analisis hidrologi seperti frekuensi curah hujan, statistik dari distribusi rata-rata tahunan dan lain-lain. Nama lain dari distribusi normal adalah *Distribusi Gauss*. Fungsi densitas peluang normal dari variabel cak kontinyu dapat ditulis sebagai berikut :

$$P(X) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}$$

Sumber: Soewarno, 1995

Dimana :

$P(X)$ = fungsi densitas peluang normal (ordinat kurva normal)

Π = 3.14156

e = 2.71828

X = variabel acak kontinyu

μ = rata-rata dari nilai X

σ = deviasi standar dari nilai X

3.2.4.2. Distribusi Gumbel

$$R_t = \bar{R} + (K \cdot Sx)$$

Sumber: Soewarno, 1995

Dimana :

R_t = curah hujan rencana dengan periode ulang T tahun (mm)

R = curah hujan rata-rata (mm)

K = faktor frekuensi

Sx = standar deviasi

Besarnya faktor frekuensi dalam metode ini adalah :

$$K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n}$$

Sumber: Soewarno, 1995

Dimana :

S_n = *reduced standard deviation*, tergantung dari besarnya sampel n pada Tabel 5.

Y_t = *reduced variate*, nilainya dapat dilihat pada Tabel 5.

Y_n = *reduced mean*, tergantung dari besarnya sampel n pada Tabel 7.

$$Y_t = -\ln \left[-\ln \left\{ \frac{(T-1)}{T} \right\} \right]$$

Sumber: Soewarno, 1995

3.2.4.3. Distribusi Log Normal

Merupakan hasil transformasi dari distribusi normal, dengan cara mengubah nilai varian X menjadi nilai logaritmik variat X .

Secara matematis distribusi *log normal* ditulis sebagai berikut

$$P(X) = \frac{1}{(\log x)(s)(\sqrt{2\pi})} \left\{ \frac{1}{2} \left(\frac{\log x - \bar{x}}{s} \right)^2 \right\}$$

Sumber: Sowarno, 1995

Dimana :

$P(x)$ = peluang log normal

x = nilai varian pengamatan

\bar{x} = nilai rata-rata dari logaritmik variat X (umumnya dihitung nilai rata-rata geometriknya)

S = deviasi standar dari logaritmik nilai varian X

Tabel 5. *Reduced Variate* Y_t Sebagai Fungsi Waktu Balik

T_r (tahun)	Reduced Variate	T_r (tahun)	Reduced Variate
5	1.4999	200	5.2958
10	2.2504	500	6.2136
100	4.6001	1000	6.9072

Tabel 6. Hubungan *Reduced Standard Deviation* S_n dengan Besarnya

Sampel n

N	Y_n	n	Y_n	N	Y_n	n	Y_n
10	0.9496	33	1.1226	56	1.1696	79	1.1930
11	0.9676	34	1.1255	57	1.1708	80	1.1938
12	0.9833	35	1.1285	58	1.1721	81	1.1945
13	0.9971	36	1.1313	59	1.1734	82	1.1953
14	1.0095	37	1.1339	60	1.1747	83	1.1959
15	1.0206	38	1.1363	61	1.1759	84	1.1967
16	1.0316	39	1.1388	62	1.1770	85	1.1973
17	1.0411	40	1.1413	63	1.1782	86	1.1980
18	1.0493	41	1.1436	64	1.1793	87	1.1987
19	1.0565	42	1.1458	65	1.1803	88	1.1994
20	1.0628	43	1.1480	66	1.1814	89	1.2001
21	1.0696	44	1.1499	67	1.1824	90	1.2007
22	1.0754	45	1.1519	68	1.1834	91	1.2013
23	1.0811	46	1.1538	69	1.1844	92	1.2020

Tabel 7. Hubungan *Reduced Standard Deviation Sn* dengan Besarnya Sampel n (Lanjutan)

\bar{N}	\bar{Yn}	n	\bar{Yn}	N	\bar{Yn}	n	\bar{Yn}
24	1.0864	47	1.557	70	1.1854	93	1.2026
25	1.0915	48	1.1574	71	1.1863	94	1.2032
26	1.0961	49	1.1590	72	1.1873	95	1.2038
27	1.1004	50	1.1607	73	1.1881	96	1.2044
28	1.1047	51	1.1623	74	1.1890	97	1.2049
29	1.1086	52	1.1638	75	1.1898	98	1.2055
30	1.1124	53	1.1658	76	1.1906	99	1.2060
31	1.1159	54	1.1667	77	1.1915	100	1.2065
32	1.1193	55	1.1681	78	1.1923		

Tabel 8. Hubungan *Reduced Mean Yn* dengan Besarnya Sampel n

n	\bar{Yn}	N	\bar{Yn}	n	\bar{Yn}	n	\bar{Yn}
10	0.4952	34	0.5396	58	0.5515	82	0.5572
11	0.4996	35	0.5402	59	0.5518	83	0.5574
12	0.5035	36	0.541	60	0.5521	84	0.5576
13	0.507	37	0.5418	61	0.5524	85	0.5578
12	0.5035	36	0.541	60	0.5521	84	0.5576
13	0.507	37	0.5418	61	0.5524	85	0.5578
18	0.5202	42	0.5448	66	0.5538	90	0.5586
19	0.522	43	0.5453	67	0.554	91	0.5587
20	0.5236	44	0.5458	68	0.5543	92	0.5589
21	0.5252	45	0.5463	69	0.5545	93	0.5591
22	0.5268	46	0.5468	70	0.5548	94	0.5592
23	0.5283	47	0.5473	71	0.555	95	0.5593
24	0.5296	48	0.5477	72	0.5552	96	0.5595
25	0.5309	49	0.5481	73	0.5555	97	0.5596
26	0.532	50	0.5485	74	0.5557	98	0.5598
27	0.5332	51	0.5489	75	0.5559	99	0.5599
28	0.5343	52	0.5493	76	0.5561	100	0.56
29	0.5353	53	0.5497	77	0.5563		
30	0.5362	54	0.5501	78	0.5565		

Tabel 9. Hubungan *Reduced Mean* Y_n dengan Besarnya Sampel n
(Lanjutan)

n	Y_n	N	Y_n	n	Y_n	n	Y_n
31	0.5371	55	0.5504	79	0.5567		
32	0.538	56	0.5508	80	0.5569		
33	0.5388	57	0.5511	81	0.557		

3.2.4.4. Distribusi Log Pearson III

Distribusi Log Pearson III sering digunakan dalam analisa hidrologi, terutama dalam analisa data maksimum (banjir) dan debit minimum dengan nilai ekstrim. Bentuk distribusi Log Pearson III merupakan hasil transformasi dari distribusi Perason III dengan menggantikan variat menjadi nilai logaritmik

Dengan rumus :

$$P(X) = \frac{1}{(\log x)(s)(\sqrt{2\pi})} \left\{ \frac{1}{2} \left(\frac{\log x - \bar{x}}{s} \right)^2 \right\}$$

Sumber: Soewarno, 1995

Dimana :

$P(x)$ = peluang log normal

x = nilai varian pengamatan

\bar{x} = nilai rata-rata dari logaritmik variat X (umumnya dihitung nilai rata-rata geometriknya)

S = deviasi standar dari logaritmik nilai varian X

3.2.4.5. Metode Nakayasu

Hidrograf satuan sintesis Nakayasu dikembangkan berdasarkan beberapa sungai di Jepang (Soemarto, 1987). Bentuk HSS Nakayasu diberikan pada gambar 9. Dan persamaan berikut.

$$Q_p = \frac{1}{3.6} \left(\frac{A x R_e}{0.3T_p + T_{0.3}} \right)$$

$$T_p = t_g + 0.8t_r$$

Untuk $L > 15$ km:

$$t_g = 0.4 + 0.058L$$

Untuk $L > 15$ km:

$$t_g = 0.21 \times L^{0.7}$$

$$T = \alpha \times t_g$$

$$t_r = 0.5t_g \text{ sampai } t_g$$

Sumber: Bambang Triatmodjo, 2010

Dimana:

Q_p = debit puncak banjir ($m^3/detik$)

A = luas DAS (km^2)

Re = curah hujan efektif (1 mm)

T_p = waktu dari permulaan curah hujan sampai puncak hidrograf (jam)

$T_{0.3}$ = waktu dari puncak banjir sampai puncak hidrograf (jam)

t_g = waktu konsentrasi (jam)

T_r = satuan waktu dari curah hujan (jam)

A = koefisien karakteristik DAS, biasanya diambil 2

L = panjang sungai utama (km)

Bentuk hidrograf satuan diberikan oleh persamaan berikut:

a) Pada kurva naik ($0 < t < T_p$)

$$Q_t = Q_p \left(\frac{t}{T_p} \right)^{2.4}$$

b) Pada kurva turun ($T_p < t < T_p + T_{0.3}$)

$$Q_r = Q_p \times 0.3^{\frac{(t-T_p)}{T_{0.3}}}$$

c) Pada kurva turun ($T_p + T_{0.3} < t < T_p + T_{0.3} + 1.5T_{0.3}$)

$$Q_t = Q_p \times 0.3^{\frac{(t-T_p) + (0.5T_{0.3})}{1.5T_{0.3}}}$$

d) Pada kurva turun ($t > T_p + T_{0.3} + 1.5T_{0.3}$)

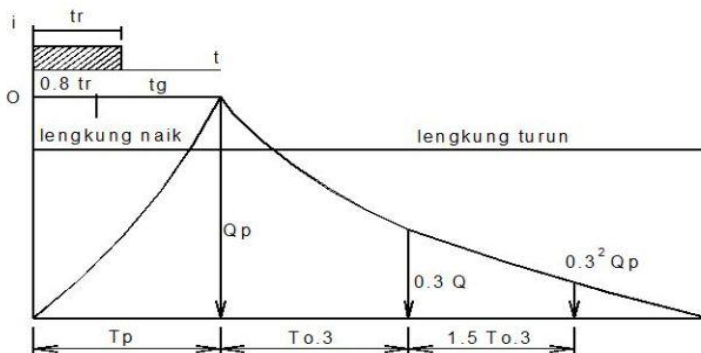
$$Q_t = Q_p \times 0.3 \frac{(t - T_p) + (1.5T_{0.3})}{2T_{0.3}}$$

3.2.5. Persamaan Angkutan Sedimen

3.2.5.1. Bed Load Transport

Untuk memprediksi *bed-load transport sediment* di sekeliling sungai, didekati dengan tiga gaya sebagai pertimbangan, yaitu :

- Tegangan dasar sejajar aliran
- Tegangan arah lateral horizontal
- Tegangan dasar arah vertikal dan dipengaruhi gravitasi



Gambar 9. Hidrograf Satuan Sintesis Nakayasu

Pengaruh gravitasi pada *bed load transport* telah dicerminkan sebagai efek dari awal gerakan sedimen dasar

$$q_b = C_m [(s - 1)g]^{0.5} d_{50}^{1.5} (\mu' \tau_* - \tau_{*c})^{1.5}$$

Sumber: Suhardjoko, 2017

Dimana :

q_b = total *bed load* per satu unit lebar

τ_* = parameter gaya gerak, dengan persamaan

$$\tau_* = \frac{\rho u_*^2}{(\rho_s - \rho) g d_{50}}$$

τ_{*C} = nilai kritis dari τ_* , dengan persamaan

$$\tau_{*C} = \frac{\tau_*}{(\rho_s - \rho) g d_{50}}$$

Untuk pengaruh gerak tergantung pada *Reynold Number*

$$\left(R_e = \frac{u \cdot d_{50}}{v} \right)$$

$$\tau_{*C} = 0,47 \text{ jika } R_e > 100 \text{ cm} = 8.0$$

$$s = \frac{\rho_s}{\rho} = \rho_s \text{ dan } \rho = \text{density pasir dan air}$$

$$\Phi_B = \frac{q_B}{d \sqrt{(s-1) g d}}$$

Sumber: Zhou Liu, 1998

1. Meyer-Peter

$$\Phi_B = \frac{q_B}{d \sqrt{(s-1) g d}}$$

Sumber: Zhou Liu, 1998

Dimana:

θ' = *effective Shield parameter*

$$\theta' = \frac{\tau' b / p}{(s-1) g d}$$

$\tau b'$ = *effective shear stress*

θc = *critical Shields parameter*

2. Einstein-Brown

$$\Phi_B = 40 K (\theta')^3$$

$$K = \sqrt{\frac{2}{3} + \frac{36v^2}{(s-1) g d_{50}^3}} - \sqrt{\frac{36v^2}{(s-1) g d_{50}^3}}$$

3. Kalinske-Frijlink Formula

$$q_b = 2 d_{50} \sqrt{\frac{\tau_b}{\rho}} \exp\left(\frac{-0.27 (s - 1) d_{50} \rho g}{\tau'_b}\right)$$

3.2.5.2. *Suspended Sediment Transport*

Persamaan konsentrasi sedimen *Rouse*, yang dapat menunjukkan harga konsentrasi sedimen dari dasar pada $z = a$ sampai dengan muka air, disebut sebagai Rouse profil berikut:

$$\frac{C}{C_a} = \left(\frac{h - z}{x} \frac{a}{h - a}\right)^{R_n}$$

Sumber : Suhardjoko, 2013

Dimana :

a = referensi bed level

z = jarak terhadap dasar

R_n = *Rouse Number*

C dan C_a = konsentrasi dan suspended sediment pada setiap nilai $z = a$

Rouse Number diberikan sebagai berikut :

$$R_n = \frac{\omega}{K \beta' u_*}$$

Sumber : Suhardjoko, 2017

Dimana :

R_n = *Rouse Number*

ω = kecepatan jatuh

K = 0,4; konstanta *Von Karman*

B = faktor perbedaan difusi partikel sedimen dengan difusi partikel fluida

Perubahan angkutan sedimen suspensi dipengaruhi oleh kecepatan dan konsentrasi suspensi sedimen.

C_a dapat dihitung dengan rumus Van Rijn 1989, sebagai berikut :

$$C_a = 0.015 \times \frac{d_{50}}{a} \times \frac{T^{1.5}}{D_*}$$

Sumber : Suhardjoko, 2017

Dimana :

$$D_* = d_{50} \left[\frac{(s-1)g}{\nu^2} \right]^{1/2} = \text{menunjukkan besaran diameter partikel}$$

$$T = \frac{\tau - \tau_{cr}}{\tau_{cr}} = T \text{ menunjukkan parameter tegangan kritis dasar, dan } \tau_{cr} \text{ adalah tegangan kritis dasar yang dipertimbangkan pada Grafik Shield's}$$

$$C_a = \frac{q_B}{U_b \times k_s} = \frac{q_B}{6.34 \times U_* \times k_s}$$

Sumber: Zhou Liu, 1998

Dimana:

$$q_B = C_a \times U_b \times k_s$$

3.2.5.3. *Threshold of Sediment*

Mempertimbangkan aliran di atas dasar yang terdiri dari partikel kohesif. Gaya yang bekerja pada partikel tanah dasar, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 8.

Jika u_{*c} , kecepatan gesekan kritis, menunjukkan situasi dimana partikel tanah (*grain*) mulai bergerak, maka gaya *drag* sama dengan gaya gesekan dan dengan penyederhaan, diperoleh persamaan sebagai berikut :

$$\frac{u_*^2 \cdot c}{(s-1)gd} = \frac{f}{\alpha^2 C_D + f \alpha^2 C_L} \frac{4}{3\alpha^2}$$

Sumber: Suhardjoko, 2013

Dimana :

$$\theta = \frac{u_*^2 \cdot c}{(s-1)gd} = \text{Shields parameter}$$

Partikel sedimen mulai bergerak jika dipenuhi;

$$u_* > u_{*c} \quad \text{critical friction velocity } u_{*c}, \text{ atau}$$

$$\tau_b > \tau_{b,c} \quad \text{critical bottom shear stress } \rho u_{*c}^2, \text{ atau}$$

$$\theta > \theta_C \text{ critical Shields Parameter } \theta = \frac{u_*^2 \cdot C}{(s-1)gd}$$

Untuk menghitung τ_b diperlukan nilai k_s dengan ketentuan seperti pada tabel 10.

Untuk mengetahui kondisi kritis partikel sedimen mulai bergerak dapat mengikuti diagram shields, yaitu diagram yang menunjukkan hubungan antara critical shield parameter θ_C dengan sedimen fluid parameters S_* adalah sedimen fluid parameters dapat dihitung menggunakan rumus :

$$S_* = \frac{d}{4\nu} \sqrt{(s-1)gd}$$

Critical Shield parameter mengikuti persamaan sebagai berikut :

$$\theta = \frac{u_*^2 \cdot C_*}{(s-1)gd}$$

Yang nilainya dapat diketahui dari *Grafik Shield's* pada Gambar 9.

Tabel 10. Nilai k_s untuk menentukan nilai τ_b

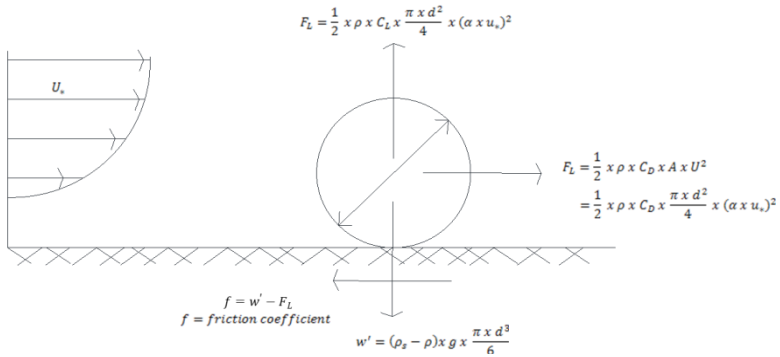
Keterangan	Nilai k_s
Concrete bottom	$k_s = 0.001 - 0.01 m$
Flat sand bed	$k_s = (1 - 10)x d_{50}$
Bed with sand ripples	$k_s = (0.5 - 1) x (\text{height of sand ripples})$
Ripple bed	$100 x d_{50} = H_r$

Sumber: Zhou Liu, 1998

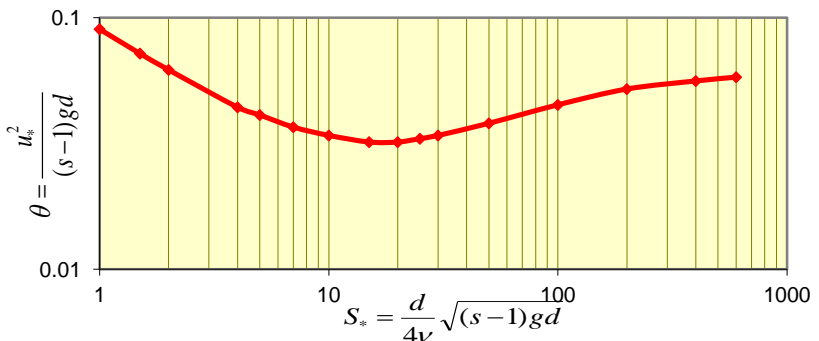
Modifikasi grafik shield menjadi persamaan matematis untuk mendukung hitungan pada program komputer untuk menghindari penggunaan grafik. Untuk mendapatkan nilai yang lebih baik dilakukan modifikasi grafik *Shields* diperoleh persamaan *Critical Shields* parameter (θ_C) sebagai berikut :

$$\theta_C = -0.0006x^4 - 0.0082x^3 + 0.0634x^2 - 0.1109x + 0.0899$$

Sumber: Suhardjoko, 2017



Gambar 8. Force acting terhadap partikel sedimen di dasar (Liu, 2001)



Gambar 9. Grafik Shields, hubungan antara Sediment Fluid Parameter S_* dengan Critical Shields Parameter θ_c

Dimana :

$x = \text{Log} (S_*)$

3.2.6. Settling Velocity

Kecepatan endap butiran dari *suspended sediment* (w_s), persamaan yang digunakan sebagai berikut:

$$w_s = \frac{1}{2.8} \sqrt{\left(\frac{36 \times v}{d_n}\right)^2 + 7.5 \times (p - 1) \times g \times d_n} - \frac{36 \times v}{d_n}$$

Dimana :

d_n = normal diameter

p = sediment concentration

g = percepatan gravitasi

Untuk persamaan yang digunakan untuk menghitung kecepatan endap dari sedimen kohesif, antara lain :

$$w_{sc} = \frac{250}{d^2} w_s$$

Sumber: Suhardjoko, 2013

Dimana :

w_{sc} = *settling velocities of cohesive sediment flocs*

w_s = *settling velocities of single cohesive* sedimen Hukum Stoke, digunakan untuk menghitung *cohesive sediment particle*

$$w_s = \frac{gd^2}{18\mu} (\rho_s - \rho)$$

Dimana:

μ =

ρ_s = massa jenis sedimen (kg/cm³)

ρ = massa jenis air (kg/cm³)

3.2.7. Perubahan Elevasi

Merupakan penambahan elevasi awal setelah adanya penumpukan akibat sedimentasi. Hal ini dipengaruhi oleh kecepatan dan luas permukaan.

$$\Delta z = \left(\frac{c}{10^6} \times w_s \times d_t \times \left(1 - \frac{\tau_x}{\tau_c} \right) \right) \times \frac{\rho_s / \rho_w}{1 - p_b}$$

Dimana:

c	= konsentrasi sedimen
w_s	= settling velocity
d_t	= waktu (1 jam = 3600 detik)
τ_x	= efektif shear stress
τ_c	= bottom shear stress
ρ_s	= massa jenis sedimen (kg/cm^3)
ρ_w	= massa jenis air (kg/cm^3)
P_b	= porositas (%)

3.2.8. *Google Earth*

Merupakan *software* yang digunakan untuk memetakan bumi dari data atau gambar yang dikumpulkan dari pemetaan satelit, fotografi dan topografi udara dan *globe* GIS 3D. Sehingga mampu memperlihatkan rumah, kondisi jalan, kondisi alam dan objek secara 3D.

3.2.9. *arcGIS*

ArcGIS merupakan *software* yang berguna untuk membuat kontur suatu wilayah sehingga dapat terlihat elevasi tertinggi hingga terendah, kondisi topografisnya dan mampu menggambarkan penampang. Didalamnya terdapat beberapa tingkat lisensi, yaitu:

a. ArcView.

Memungkinkan pengguna menampilkan data spasial, membuat peta berlapis dan melakukan analisis spasial.

b. ArcMap

Dengan kemampuan untuk visualisasi, membangun database spasial yang baru, editing, dll, sehingga mampu untuk menjelajah data, menganalisa, menampilkan hasil dan memprogram.

c. ArcEditor

Serupa dengan ArcView namun dengan tambahan peralatan untuk memanipulasi berkas shapefile dan geodatabase

d. ArcInfo

Memiliki kemampuan yang sama dengan ArcEditor namun dengan tambahan fungsi seperti manipulasi data, penyuntingan dan analisis.

e. ArcCatalog

Berfungsi untuk menjelajah, mengatur, membagi data spasial, mendata dan menyimpan data.

Dalam Tugas Akhir Terapan ini *Software* arcGIS digunakan untuk:

- Menggambar kontur wilayah sekitar Waduk Bendo yang sesuai dengan Google Earth.
- Mencari kondisi penampang sungai.

3.2.10. Surfer

Digunakan untuk pembuatan peta kontur berdasarkan data grid dan kordinat X,Y,Z.

BAB 4

ANALISA DAN PERHITUNGAN

4.1. Perhitungan Debit Inflow dan Konsentrasi Sedimen

4.1.1. Perhitungan Debit Inflow

Perhitungan debit inflow dipertimbangkan dari data hujan pada tahun 2017, karena nilai curah hujan yang bervariasi memerlukan proses perhitungan yang banyak, lama dan sulit. Data hujan 2017 seperti pada Tabel 11. Oleh karena itu untuk mempermudah perhitungan debit inflow, data curah hujan tahun 2017 dengan cara dikelompokkan menjadi beberapa kelas yang tertera pada Tabel 12. Kelas hujan akan menjadi pertimbangan menghitung debit inflow yang diturunkan akan sesuai dengan hidrograf metode Nakayasu. Sehingga menghasilkan estimasi debit per jam yang masuk ke dalam waduk dengan intensitasnya. Hidrograf debit inflow sesuai kelasnya adalah sebagai Lampiran 2.

4.1.2. Konsentrasi Sedimen Inflow

Data konsentrasi sedimen inflow yang digunakan adalah data hasil analisa PT. ADHI KARYA pada buku laporan *Design Engineering Detail*, Bendungan Bendo Ponorogo tahun 2015, dari data yang banyak tersebut diambil nilai rata-ratanya. Sehingga nilai konsentrasi sedimen yang digunakan dalam perhitungan perubahan elevasi adalah 20 mg/liter.

Tabel 11. Hujan Ponorogo Tahun 2017

Tanggal	Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sept	Okt	Nop	Des
1	-	15	7	12	-	9	-	-	-	-	-	14
2	-	32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15
3	5	58	2	6	2	-	-	-	-	27	-	18
4	-	5	-	19	21	-	-	-	-	-	-	9
5	-	12	1	-	-	-	-	-	33	3	-	-
6	2	55	18	15	-	-	-	-	3	-	-	3
7	-	9	49	12	-	-	-	4	-	21	-	2
8	-	7	-	7	-	11	-	-	-	-	27	-
9	10	28	-	48	-	-	-	5	-	16	1	15
10	-	5	-	-	-	-	-	-	-	22	86	-
11	-	17	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	9	9	41	59	16	-	-	-	-	-	-	-
13	6	-	27	33	1	-	-	29	-	-	11	25
14	-	-	-	18	-	9	-	41	-	-	2	-
15	-	-	-	19	3	-	-	-	-	-	-	15
16	-	1	-	-	-	-	-	-	2	-	10	1
17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24	5
18	-	-	19	-	-	30	3	-	1	-	89	-
19	25	-	43	-	-	29	-	-	3	-	1	-
20	4	-	-	1	-	7	-	-	3	22	-	-
21	4	-	-	-	-	-	4	-	-	-	84	1
22	31	43	-	-	2	-	-	-	-	5	-	-
23	9	7	-	-	-	-	3	-	82	4	4	-
24	-	29	40	-	-	-	-	-	1	-	7	-
25	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	27	-
26	20	-	49	-	-	-	9	-	11	-	9	-

4.2. Perhitungan Distribusi Kecepatan Aliran Sungai

Untuk menghitung poengendapan sedimen diperlukan parameter kecepatan, kedalaman pada setiap titik yang ditinjau. Titik yang ditinjau ditentukan dengan setiap STA dan pada setiap STA dibagi dalam pias-pias. Sehingga ada nomor STA dan nomor pias. Dengan demikian maksud yang ditinjau pada nomor STA dan nomor pias.

Untuk menghitung distribusi kecepatan pada titik yang ditinjau, diestimasi distribusi kecepatan pias. Perhitungan estimasi tiap pias diperlukan luas cross pada tiap STA dan luas pias pada tiap piasnya. Detail luas pias dapat dilihat pada Tabel 14.

Perhitungan nilai Koefisien Kecepatan Aliran Sungai

$$\frac{A_1 \cdot v_1 + A_2 \cdot v_2 + A_3 \cdot v_3 + \dots + A_n \cdot v_n}{\Sigma A} = 1$$

Nilai kecepatan koefisien didapatkan berdasarkan pada buku ‘Aliran pada Saluran Terbuka dan Penggolongannya’ yang masuk kedalam sub bab ‘Pembagian Kecepatan pada Penampang Saluran’.

Tabel 14. Detail Luas Tiap Pias

No. STA	Jumlah Pias	No. Pias	Luas Cross	Luas Pias
			A (m ²)	A m ²
1	5	1,1	10915.072	802.092
		1,2		1815.61
		1,3		4814.96
		1,4		2514.68
		1,5		967.783
2	5	2,1	15517.743	2859.35

Tabel 14. Detail Luas Tiap Pias (Lanjutan)

No. STA	Jumlah Pias	No. Pias	Luas Cross	Luas Pias
			A m ²	A m ²
3	6	2,2	14924.500	3272.53
		2,3		6085.07
		2,4		2561.11
		2,5		739.681
		3,1		1450.41
		3,2		4972.27
4	15	3,3	16370.289	3549.15
		3,4		1904.56
		3,5		2250.02
		3,6		798.084
		4,1		1924.21
		4,2		793.792
		4,3		758.5
		4,4		1095.67
		4,5		1000.15
		4,6		1123.88
		4,7		3170.77
		4,8		3699.66
		4,9		408.078
		4,10		443.312
4,11	412.592			
4,12	394.746			
4,13	284.53			
4,14	234.558			

Tabel 14. Detail Luas Tiap Pias (Lanjutan)

No. STA	Jumlah Pias	No. Pias	Luas Cross	Luas Pias
			A m ²	A m ²
5	7	4,15	15568.105	605.586
		5,1		1341.37
		5,2		5236.82
		5,3		3304.42
		5,4		3343.87
		5,5		469.854
		5,6		1157.44
6	9	5,7	18840.255	714.325
		6,1		1869.77
		6,2		6069.5
		6,3		2291.34
		6,4		2762.69
		6,5		3522.39
		6,6		468.072
		6,7		282.988
		6,8		1003.76
7	16	6,9	21986.653	569.742
		7,1		1268.74
		7,2		1777.41
		7,3		2276.17
		7,4		1513.67
		7,5		2293.58
		7,6		2111.16
		7,7		1946.48

Tabel 14. Detail Luas Tiap Pias (Lanjutan)

No. STA	Jumlah Pias	No. Pias	Luas Cross	Luas Pias
			A m ²	A m ²
		7,8		3401.22
		7,9		164.208
		7,10		751.52
		7,11		1453.52
		7,12		590.724
		7,13		452.116
		7,14		463.488
		7,15		471.01
		7,16		317.14
8	13	8,1	24282.327	1485.26
		8,2		675.1
		8,3		897.25
		8,4		1277.15
		8,5		1760.75
		8,6		7705.23
		8,7		4224.56
		8,8		2790.61
		8,9		1003.52
		8,10		647.52
		8,11		412.55
		8,12		339.434
		8,13		983.274
9	9	9,1	8342.059	1279.9
		9,2		634.908

Tabel 14. Detail Luas Tiap Pias (Lanjutan)

No. STA	Jumlah Pias	No. Pias	Luas Cross	Luas Pias
			A m ²	A m ²
		9,3		950.16
		9,4		1330.82
		9,5		2330.84
		9,6		636.87
		9,7		286.01
		9,8		200.332
		9,9		479.196
10	9	10,1	7952.031	1322.48
		10,2		842.776
		10,3		770.34
		10,4		971.706
		10,5		2595.06
		10,6		383.826
		10,7		274.17
		10,8		228.906
		10,9		562.765
11	9	11,1	6324.447	1738.41
		11,2		220.742
		11,3		341.14
		11,4		572.118
		11,5		1677.08
		11,6		338.67
		11,7		338.67
		11,8		293.04

Tabel 14. Detail Luas Tiap Pias (Lanjutan)

No. STA	Jumlah Pias	No. Pias	Luas Cross	Luas Pias
			A m ²	A m ²
12	9	11,9	8531.634	872.896
		12,1		902.8
		12,2		425.784
		12,3		521.33
		12,4		946.527
		12,5		1916.33
		12,6		1182.15
		12,7		555
		12,8		377.428
13	5	12,9	3900.448	1704.53
		13,1		800.456
		13,2		698.022
		13,3		1543.45
		13,4		221.684
14	3	13,5	2515.466	636.84
		14,1		882.17
		14,2		988.416
15	12	14,3	20304.982	644.88
		15,1		955.698
		15,2		1850.43
		15,3		566.142
		15,4		773.67
		15,5		1178.74
		15,6	7018.4	

Tabel 14. Detail Luas Tiap Pias (Lanjutan)

No. STA	Jumlah Pias	No. Pias	Luas Cross	Luas Pias
			A m ²	A m ²
		15,7		5751.78
		15,8		983.762
		15,9		326.742
		15,10		262.33
		15,11		212.89
		15,12		422.967
16	9	16,1	11199.538	1128.45
		16,2		323.42
		16,3		381.1
		16,4		754.87
		16,5		5185.13
		16,6		823.884
		16,7		550.93
		16,8		584.982
		16,9		993.714
17	9	17,1	7974.742	715.222
		17,2		288.252
		17,3		351.87
		17,4		684.582
		17,5		3115.8
		17,6		938.478
		17,7		523.92
		17,8		430.808
		17,9		870.348

Tabel 14. Detail Luas Tiap Pias (Lanjutan)

No. STA	Jumlah Pias	No. Pias	Luas Cross	Luas Pias
			A m ²	A m ²
18	12	18,1	9132.453	233.752
		18,2		742.864
		18,3		175.212
		18,4		667.85
		18,5		1140.4
		18,6		1950.65
		18,7		2223.09
		18,8		806.386
		18,9		288.42
		18,10		236.8
		18,11		196.68
		18,12		431.772
19	11	19,1	8587.515	921.759
		19,2		148.208
		19,3		435.86
		19,4		1328.27
		19,5		2185.39
		19,6		1456.56
		19,7		711.432
		19,8		420.462
		19,9		301.55
		19,10		186.516
		19,11		491.512
20	9	20,1	6381.492	884.152

Tabel 14. Detail Luas Tiap Pias (Lanjutan)

No. STA	Jumlah Pias	No. Pias	Luas Cross	Luas Pias
			A m ²	A m ²
		20,3		428.46
		20,4		780.432
		20,5		1964.91
		20,6		575.526
		20,7		372.96
		20,8		229.848
		20,9		509.298
21	9	21,1	6118.289	650.96
		21,2		366.438
		21,3		426.24
		21,4		735.702
		21,5		2219.15
		21,6		649.224
		21,7		389.61
		21,8		217.916
		21,9		463.047
22	5	22,1	6182.374	1107.11
		22,2		854.08
		22,3		3229.85
		22,4		417.62
		22,5		573.717
23	5	23,1	4151.625	5232.9
		23,2		309.918
		23,3		2321.5

Tabel 14. Detail Luas Tiap Pias (Lanjutan)

No. STA	Jumlah Pias	No. Pias	Luas Cross	Luas Pias
			A	A
			m ²	m ²
24	6	23,4	7594.567	308.976
		24,1		1230.24
		24,2		898.982
		24,3		3226.77
		24,4		384.07
		24,5		1258.9
25	7	24,6	7048.751	547.376
		23,5		687.332
		25,1		665.901
		25,2		1807.07
		25,3		2422.39
		25,4		433.422
		25,5		969.77
	25,6	252.142		
	25,7	498.056		

Estimasi koefisien kecepatan pada tiap piasnya dipertimbangkan terhadap satu penampang memiliki nilai koefisien kecepatan adalah sama dengan satu. Sementara yang diketahui bahwa kecepatan dalam didalam penampang tidak sama. Pada bagian tengah umumnya lebih tinggi dan bagian tepi lebih rendah. Sehingga estimasi distribusi kecepatan dianalisa sesuai persamaan berikut.

Untuk perhitungan lihat data pada STA 1 yang diketahui pada Tabel 15.

$$\text{Luas Cross STA 1 (A)} = 7048.75 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas Pias 1 (A}_1\text{)} = 665.9012 \text{ m}^2$$

Luas Pias 2 (A_2)= 1807.07 m²

Luas Pias 3 (A_3)= 2422.39 m²

Luas Pias 4 (A_4)= 433.422 m²

Luas Pias 5 (A_5)= 969.77 m²

Luas Pias 6 (A_6)= 252.142 m²

Luas Pias 7 (A_7)= 498.0558 m²

Tabel 15. Data Perhitungan Pada STA 1

STA 1			
No. pias	Luas (A) m ²	Koefisien kecepatan (kV) m/s	A x kV
1,1	665.9012	0.9	599.3111
1,2	1807.07	1	1807.07
1,3	2422.39	1.1	2664.629
1,4	433.422	1.25	541.7775
1,5	969.77	1.1	1066.747
1,6	252.142	1	252.142
1,7	498.0558	0.9	448.2502
Jumlah	7048.751		1.046984

∴

Luas Cross STA 1 (A) = 7048.75 m²

Luas Pias 1 (A_1)= 665.9012 m²

Luas Pias 2 (A_2)= 1807.07 m²

Luas Pias 3 (A_3)= 2422.39 m²

Luas Pias 4 (A_4)= 433.422 m²

Luas Pias 5 (A_5)= 969.77 m²

Luas Pias 6 (A_6)= 252.142 m²

Luas Pias 7 (A_7)= 498.0558 m²

Detail gambar STA 1 dapat dilihat pada Gambar 10.

Sehingga perhitungan yang dilakukan menjadi:

$$\frac{A_1 \cdot v_1 + A_2 \cdot v_2 + A_3 \cdot v_3 + A_4 \cdot v_4 + A_5 \cdot v_5 + A_6 \cdot v_6 + A_7 \cdot v_7}{\Sigma A} = 1$$

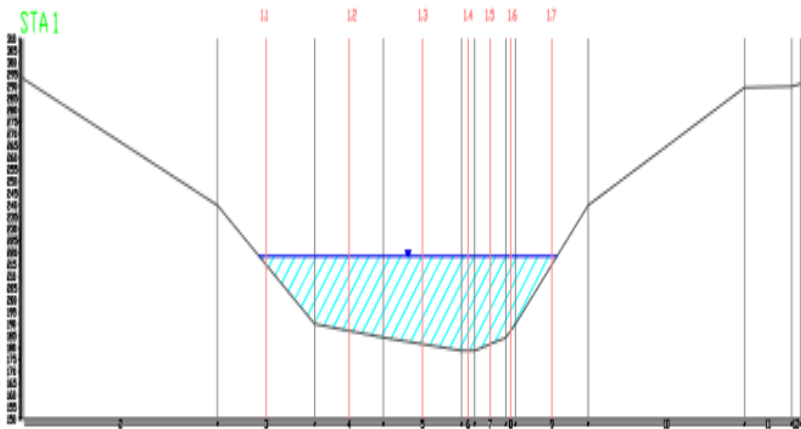
$$\frac{665,9012 \cdot 0,9 + 1807,07 \cdot 1 + 1807,07 \cdot 1,2 + 433,422 \cdot 1,3 + 969,77 \cdot 1,2 + 252,142 \cdot 1 + 498,0558 \cdot 0,9}{7048,75} = 1$$

$$\frac{599,311 + 1807,07 + 2906,87 + 563,449 + 1163,72 + 252,142 + 448,25}{7048,75} = 1$$

$$\frac{7740,81}{7048,75} = 1$$

$$1,03 = 1$$

Estimasi kecepatan pada penampang seluruhnya mengikuti Tabel 16.



Gambar 10. Potongan Melintang STA 1

Tabel 16. Hasil Unit Kecepatan Pias Sungai

No.	Luas Cross A (m ²)	Luas Pias A (m ²)	No. Pias	Unit Kecepatan Pias V (m/s)
1	7048.751	665.9012	1,1	0.8
		1807.07	1,2	0.9
		2422.39	1,3	1.2
		433.422	1,4	0.9
		969.77	1,5	0.8
		252.142	1,6	0.8
		498.0558	1,7	0.9
2	7594.567	1230.24	2,1	1.3
		898.982	2,2	0.9
		3226.77	2,3	0.8
		384.07	2,4	0.9
		1258.902	2,5	1
		547.3759	2,6	1.1
3	4151.625	5232.9034	3,1	1.1
		309.918	3,2	1
		2321.496	3,3	0.9
		308.976	3,4	0.5
		687.3318	3,5	0.6
4	6182.374	1107.1089	4,1	0.8
		854.08	4,2	0.9
		3229.848	4,3	1
		417.62	4,4	1.1
		573.7171	4,5	1.2
5	6118.289	650.9598	5,1	1.3

Tabel 16. Hasil Unit Kecepatan Pias Sungai (Lanjutan)

No.	Luas Cross A (m ²)	Luas Pias A (m ²)	No. Pias	Unit Kecepatan Pias V (m/s)
		366.438	5,2	1.2
		426.24	5,3	1.1
		735.702	5,4	1
		2219.152	5,5	0.9
		649.224	5,6	0.8
		389.61	5,7	0.7
		217.916	5,8	0.6
		463.0472	5,9	0.8
6	6381.492	884.152	6,1	0.95
		395.326	6,2	1.05
		428.46	6,3	1.2
		780.432	6,4	1.05
		1964.912	6,5	0.95
		575.526	6,6	0.8
		372.96	6,7	0.8
		229.848	6,8	0.9
		509.298	6,9	1
7	8587.515	921.7591	7,1	1.1
		148.208	7,2	1.25
		435.86	7,3	1.1
		1328.268	7,4	1
		2185.388	7,5	0.9
		1456.56	7,6	0.8
		711.432	7,7	0.6

Tabel 16. Hasil Unit Kecepatan Pias Sungai (Lanjutan)

No.	Luas Cross A (m ²)	Luas Pias A (m ²)	No. Pias	Unit Kecepatan Pias V (m/s)
		420.462	7,8	0.7
		301.55	7,9	0.8
		186.516	7,10	0.9
		491.5122	7,11	1
8	9132.453	233.752	8,1	1.1
		742.864	8,2	1.2
		175.212	8,3	1.3
		667.85	8,4	1.3
		1140.402	8,5	1.2
		1950.654	8,6	1.1
		2223.09	8,7	1
		806.386	8,8	0.9
		288.402	8,9	0.8
		236.8	8,10	0.7
		196.68	8,11	0.6
		431.772	8,12	0.6
9	7974.742	715.2223	9,1	0.7
		288.252	9,2	0.8
		351.87	9,3	0.9
		684.582	9,4	1
		3115.802	9,5	1.1
		938.478	9,6	1.2
		523.92	9,7	1.1
		430.808	9,8	1

Tabel 16. Hasil Unit Kecepatan Pias Sungai (Lanjutan)

No.	Luas Cross A (m ²)	Luas Pias A (m ²)	No. Pias	Unit Kecepatan Pias V (m/s)
10	11199.538	870.348	9,9	0.9
		1128.448	10,1	0.8
		323.42	10,2	0.7
		381.1	10,3	0.6
		754.87	10,4	0.7
		5185.134	10,5	0.8
		823.884	10,6	1
		550.93	10,7	1.1
		584.982	10,8	1.2
11	20304.982	993.714	10,9	1.1
		955.698	11,1	1
		1850.432	11,2	0.8
		566.142	11,3	0.7
		773.67	11,4	0.8
		1178.742	11,5	0.9
		7018.402	11,6	0.95
		5751.78	11,7	1.05
		983.762	11,8	1.2
		326.742	11,9	1.05
12	24282.327	262.33	11,10	0.95
		212.89	11,11	0.9
		422.9671	11,12	0.8
		1485.264	12,1	0.8
		675.1	12,2	0.9

Tabel 16. Hasil Unit Kecepatan Pias Sungai (Lanjutan)

No.	Luas Cross A (m ²)	Luas Pias A (m ²)	No. Pias	Unit Kecepatan Pias V (m/s)
		897.25	12,3	1.05
		1277.148	12,4	1.15
		1760.746	12,5	1.25
		7705.2306	12,6	1.15
		4224.558	12,7	1.05
		2790.606	12,8	0.9
		1003.524	12,9	0.8
		647.52	12,10	0.8
		412.55	12,11	0.9
		339.434	12,12	1
		983.2743	12,13	1.1
13	8342.059	1279.896	13,1	1.25
		634.908	13,2	1.1
		950.16	13,3	1
		1330.824	13,4	0.9
		2330.836	13,5	0.8
		636.87	13,6	0.9
		286.01	13,7	1
		200.332	13,8	1.1
		479.196	13,9	1
14	21986.653	1268.74	14,1	0.9
		1777.408	14,2	1
		2276.168	14,3	1.1
		1513.67	14,4	1

Tabel 16. Hasil Unit Kecepatan Pias Sungai (Lanjutan)

No.	Luas Cross A (m ²)	Luas Pias A (m ²)	No. Pias	Unit Kecepatan Pias V (m/s)
		2293.584	14,5	0.6
		2111.16	14,6	0.7
		1946.484	14,7	0.8
		3401.224	14,8	0.9
		164.208	14,9	1
		751.52	14,10	1.15
		1453.518	14,11	1.15
		590.724	14,12	1
		452.116	14,13	0.9
		463.488	14,14	0.8
		471.01	14,15	0.7
		317.14	14,16	0.6
15	7952.031	1322.4777	15,1	0.7
		842.776	15,2	0.8
		770.34	15,3	0.9
		971.706	15,4	1
		2595.064	15,5	1.2
		383.826	15,6	1
		274.17	15,7	0.9
		228.906	15,8	0.8
		562.7648	15,9	0.7
16	18840.255	1869.7748	16,1	0.6
		6069.5	16,2	0.7
		2291.342	16,3	0.8

Tabel 16. Hasil Unit Kecepatan Pias Sungai (Lanjutan)

No.	Luas Cross A (m ²)	Luas Pias A (m ²)	No. Pias	Unit Kecepatan Pias V (m/s)
		2762.694	16,4	0.95
		3522.386	16,5	1.1
		468.072	16,6	0.95
		282.988	16,7	0.8
		1003.756	16,8	0.7
		569.742	16,9	0.6
17	6324.447	1738.4104	17,1	0.6
		220.742	17,2	0.7
		341.14	17,3	0.8
		572.118	17,4	0.9
		1677.076	17,5	1
		338.67	17,6	1.2
		338.67	17,7	1.2
		293.04	17,8	1
		872.8964	17,9	0.9
18	8531.634	902.7999	18,1	0.8
		425.784	18,2	0.7
		521.33	18,3	0.6
		946.527	18,4	0.7
		1916.334	18,5	0.8
		1182.15	18,6	0.9
		555	18,7	1
		377.428	18,8	1.1
		1704.5261	18,9	1.2

Tabel 16. Hasil Unit Kecepatan Pias Sungai (Lanjutan)

No.	Luas Cross A (m ²)	Luas Pias A (m ²)	No. Pias	Unit Kecepatan Pias V (m/s)
19	15568.105	1341.3726	19,1	1.1
		5236.818	19,2	1
		3304.422	19,3	0.9
		3343.872	19,4	0.8
		469.854	19,5	0.7
		1157.442	19,6	0.7
		714.3245	19,7	0.8
20	16370.289	1924.208	20,1	0.9
		793.792	20,2	1
		758.5	20,3	1.1
		1095.672	20,4	1
		1000.15	20,5	0.9
		1123.882	20,6	0.8
		3170.772	20,7	0.7
		3699.656	20,8	0.7
		408.078	20,9	0.8
		443.312	20,10	0.9
		412.592	20,11	1.1
		394.746	20,12	1.2
		284.53	20,13	1.1
		234.558	20,14	0.9
		605.586	20,15	0.8
21	3900.448	800.4557	21,1	0.7
		698.022	21,2	0.9

Tabel 16. Hasil Unit Kecepatan Pias Sungai (Lanjutan)

No.	Luas Cross A (m ²)	Luas Pias A (m ²)	No. Pias	Unit Kecepatan Pias V (m/s)
		1543.446	21,3	1
		221.684	21,4	1.1
		636.8403	21,5	1
22	14924.500	1450.4067	22,1	0.9
		4972.272	22,2	0.95
		3549.15	22,3	1.1
		1904.564	22,4	1.2
		2250.024	22,5	1.1
		798.0836	22,6	0.95
23	2515.466	882.1699	23,1	0.9
		988.416	23,2	1
		644.8797	23,3	1.1
24	15517.743	2859.3516	24,1	1.1
		3272.532	24,2	1
		6085.066	24,3	0.9
		2561.112	24,4	0.9
		739.6812	24,5	1
25	10915.072	802.0916	25,1	1.2
		1815.612	25,2	1.3
		4814.962	25,3	1.2
		2514.678	25,4	1
		967.7825	25,5	0.9

4.3. Perhitungan Pengendapan Sedimen

Untuk mendapatkan hasil perhitungan pengendapan sedimen, urutan perhitungan yang dilakukan untuk mendapatkan hasil akhir perubahan elevasi pada dasar waduk, sebagai berikut :

- 1) Perhitungan *Settling Velocity*
- 2) Perhitungan *Threshold Sediment*
- 3) Perhitungan *Bed Load Transport*
- 4) Perhitungan *Rouse Number*

Data-data yang diperlukan untuk mendukung perhitungan pengendapan sedimen, tertera pada Tabel 17.

4.3.1. Perhitungan *Settling Velocity*

Perhitungan *Settling Velocity* (w_s) digunakan untuk menghitung kecepatan endap butiran dari *suspended sediment*.

Untuk perhitungan lihat data pada STA 1, pias 1,1 yang diketahui pada Tabel 17.:

ρ_s	= 1922 kg/m ³
ρ_w	= 1000 kg/m ³
g	= 9.81 m/s ²
d_{50}	= 0.00085 m
viskositas	= 0.000001 m ² /s
h	= 9 m
q_b	= 0.0000276
$K_s = Hr$	= 0.085 m (asumsi = 100 d_{50})

- Perhitungan nilai κ

$$\kappa = \sqrt{\frac{2}{3} + \frac{36 x v^2}{(s-1)x g d_{50}^3}} - \sqrt{\frac{36 x v^2}{(s-1)x g d_{50}^3}}$$

$$\kappa = \sqrt{\frac{2}{3} + \frac{36 x (0.000001 \text{ m}^2/\text{s})^2}{(1.922-1)x 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} x (0.00085 \text{ m})^3}} - \sqrt{\frac{36 x (0.000001 \text{ m}^2/\text{s})^2}{(1.922-1)x 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} x (0.00085 \text{ m})^3}}$$

$$\kappa = 0.736$$

- Perhitungan *settling velocity*

$$w_s = \frac{1}{2.8} \sqrt{\left(\frac{36 \times v}{d_n}\right)^2 + 7.5 \times (p - 1) \times g \times d_n} - \frac{36 \times v}{d_n}$$

$$w_s = \frac{1}{2.8} \sqrt{\left(\frac{36 \times 0.000001 \text{ m}^2/\text{s}}{0.00085 \text{ m}}\right)^2 + 7.5 \times (1.922 - 1) \times 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times (0.00085 \text{ m})} - \frac{36 \times 0.000001 \text{ m}^2/\text{s}}{0.00085 \text{ m}}$$

$$w_s = 0.072$$

- Perhitungan A

$$A = \frac{H_r}{h}$$

$$A = \frac{0.085 \text{ m}}{14.4 \text{ m}}$$

$$A = 0.006 \text{ m}$$

- Perhitungan *friction velocity*

$$u_* = \sqrt{\frac{\tau_b}{\rho_w}}$$

$$u_* = \sqrt{\frac{2.741}{1000}}$$

$$u_* = 0.052$$

Sehingga hasil yang seluruh perhitungan dapat dilihat pada Tabel 18.

Tabel 17. Data yang Digunakan untuk Menghitung Pengendapan Sedimen

sta	No. Pias	ρ_s kg/m ³	ρ_w kg/m ³	g m/s ²	d50 m	viskositas m ² /s	u m/s	h m	Hr m	s kg/m ³
1	1,1	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	9	0.085	1.922
	1,2	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	36.8	0.085	1.922
	1,3	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	42.4	0.085	1.922
	1,4	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	45.2	0.085	1.922
	1,5	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	42.4	0.085	1.922
	1,6	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	36.8	0.085	1.922
	1,7	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	9	0.085	1.922
2	2,1	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	23	0.085	1.922
	2,2	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	36.8	0.085	1.922
	2,3	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	42.4	0.085	1.922
	2,4	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	45.2	0.085	1.922
	2,5	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	39.6	0.085	1.922
	2,6	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	17.2	0.085	1.922
3	3,1	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	9	0.085	1.922
	3,2	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	36.8	0.085	1.922
	3,3	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	64.8	0.085	1.922

Tabel 17. Data yang Digunakan untuk Menghitung Pengendapan Sedimen (Lanjutan)

sta	No. Pias	ρ_s kg/m ³	ρ_w kg/m ³	g m/s ²	d50 m	viskositas m ² /s	u m/s	h m	Hr m	s kg/m ³
	3,4	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	39.6	0.085	1.922
	3,5	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	9	0.085	1.922
4	4,1	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	9	0.085	1.922
	4,2	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	36.8	0.085	1.922
	4,3	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	39.6	0.085	1.922
	4,4	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	36.8	0.085	1.922
	4,5	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	9	0.085	1.922
5	5,1	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	17.5	0.085	1.922
	5,2	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	37	0.085	1.922
	5,3	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	42.6	0.085	1.922
	5,4	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	48.1	0.085	1.922
	5,5	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	50.8	0.085	1.922
	5,6	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	48	0.085	1.922
	5,7	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	42.2	0.085	1.922
	5,8	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	36.5	0.085	1.922
	5,9	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	8.7	0.085	1.922

Tabel 17. Data yang Digunakan untuk Menghitung Pengendapan Sedimen (Lanjutan)

sta	No. Pias	ρ_s kg/m ³	ρ_w kg/m ³	g m/s ²	d50 m	viskositas m ² /s	u m/s	h m	Hr m	s kg/m ³
6	6,1	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	28.6	0.085	1.922
	6,2	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	36.8	0.085	1.922
	6,3	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	42.4	0.085	1.922
	6,4	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	48	0.085	1.922
	6,5	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	50.8	0.085	1.922
	6,6	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	48	0.085	1.922
	6,7	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	42.4	0.085	1.922
	6,8	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	36.8	0.085	1.922
	6,9	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	22.8	0.085	1.922
7	7,1	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	9.2	0.085	1.922
	7,2	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	32.3	0.085	1.922
	7,3	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	42.6	0.085	1.922
	7,4	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	48.1	0.085	1.922
	7,5	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	53.7	0.085	1.922
	7,6	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	56.4	0.085	1.922
	7,7	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	53.5	0.085	1.922

Tabel 17. Data yang Digunakan untuk Menghitung Pengendapan Sedimen (Lanjutan)

sta	No. Pias	ρ_s kg/m ³	ρ_w kg/m ³	g m/s ²	d50 m	viskositas m ² /s	u m/s	h m	Hr m	s kg/m ³
	7,9	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	42.1	0.085	1.922
	7,10	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	36.4	0.085	1.922
	7,11	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	8.7	0.085	1.922
8	8,1	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	17.6	0.085	1.922
	8,2	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	28.6	0.085	1.922
	8,3	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	36.8	0.085	1.922
	8,4	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	42.4	0.085	1.922
	8,5	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	48	0.085	1.922
	8,6	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	53.6	0.085	1.922
	8,7	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	56.4	0.085	1.922
	8,8	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	53.6	0.085	1.922
	8,9	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	48	0.085	1.922
	8,10	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	42.4	0.085	1.922
	8,11	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	36.8	0.085	1.922
	8,12	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	20	0.085	1.922
9	9,1	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	17.4	0.085	1.922

Tabel 17. Data yang Digunakan untuk Menghitung Pengendapan Sedimen (Lanjutan)

sta	No. Pias	ρ_s kg/m ³	ρ_w kg/m ³	g m/s ²	d50 m	viskositas m ² /s	u m/s	h m	Hr m	s kg/m ³
	9,2	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	36.8	0.085	1.922
	9,3	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	42.4	0.085	1.922
	9,4	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	48	0.085	1.922
	9,5	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	50.8	0.085	1.922
	9,6	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	48	0.085	1.922
	9,7	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	42.4	0.085	1.922
	9,8	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	36.8	0.085	1.922
	9,9	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	22.8	0.085	1.922
10	10,1	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	28.6	0.085	1.922
	10,2	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	36.8	0.085	1.922
	10,3	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	42.4	0.085	1.922
	10,4	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	48	0.085	1.922
	10,5	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	50.8	0.085	1.922
	10,6	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	48	0.085	1.922
	10,7	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	42.4	0.085	1.922
	10,8	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	36.8	0.085	1.922

Tabel 17. Data yang Digunakan untuk Menghitung Pengendapan Sedimen (Lanjutan)

sta	No. Pias	ρ_s kg/m ³	ρ_w kg/m ³	g m/s ²	d50 m	viskositas m ² /s	u m/s	h m	Hr m	s kg/m ³
11	10,9	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	22.8	0.085	1.922
	11,1	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	14.8	0.085	1.922
	11,2	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	28.6	0.085	1.922
	11,3	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	36.8	0.085	1.922
	11,4	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	42.4	0.085	1.922
	11,5	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	48	0.085	1.922
	11,6	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	53.6	0.085	1.922
	11,7	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	56.4	0.085	1.922
	11,8	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	53.6	0.085	1.922
	11,9	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	48	0.085	1.922
	11,10	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	42.4	0.085	1.922
12	11,11	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	36.8	0.085	1.922
	11,12	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	9	0.085	1.922
	12,1	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	23	0.085	1.922
	12,2	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	36.8	0.085	1.922
	12,3	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	42.4	0.085	1.922

Tabel 17. Data yang Digunakan untuk Menghitung Pengendapan Sedimen (Lanjutan)

sta	No. Pias	ρ_s kg/m ³	ρ_w kg/m ³	g m/s ²	d50 m	viskositas m ² /s	u m/s	h m	Hr m	s kg/m ³
	12,4	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	48	0.085	1.922
	12,5	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	53.6	0.085	1.922
	12,6	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	59.2	0.085	1.922
	12,7	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	62	0.085	1.922
	12,8	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	59.2	0.085	1.922
	12,9	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	53.6	0.085	1.922
	12,10	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	48.4	0.085	1.922
	12,11	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	42.4	0.085	1.922
	12,12	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	36.8	0.085	1.922
	12,13	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	20	0.085	1.922
13	13,1	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	25.8	0.085	1.922
	13,2	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	36.8	0.085	1.922
	13,3	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	42.4	0.085	1.922
	13,4	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	48	0.085	1.922
	13,5	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	50.8	0.085	1.922
	13,6	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	48	0.085	1.922

Tabel 17. Data yang Digunakan untuk Menghitung Pengendapan Sedimen (Lanjutan)

sta	No. Pias	ρ_s	ρ_w	g	d50	viskositas	u	h	Hr	s
		kg/m ³	kg/m ³	m/s ²	m	m ² /s	m/s	m	m	kg/m ³
	13,7	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	42.4	0.085	1.922
	13,8	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	36.8	0.085	1.922
	13,9	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	22.8	0.085	1.922
14	14,1	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	20	0.085	1.922
	14,2	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	31	0.085	1.922
	14,3	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	26.8	0.085	1.922
	14,4	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	42.4	0.085	1.922
	14,5	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	48	0.085	1.922
	14,6	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	53.6	0.085	1.922
	14,7	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	59.2	0.085	1.922
	14,8	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	64.8	0.085	1.922
	14,9	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	67.7	0.085	1.922
	14,10	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	67.6	0.085	1.922
	14,11	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	64.8	0.085	1.922
	14,12	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	59.2	0.085	1.922
	14,13	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	53.6	0.085	1.922

Tabel 17. Data yang Digunakan untuk Menghitung Pengendapan Sedimen (Lanjutan)

sta	No. Pias	ρ_s	ρ_w	g	d50	viskositas	u	h	Hr	s
		kg/m ³	kg/m ³	m/s ²	m	m ² /s	m/s	m	m	kg/m ³
	14,14	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	48	0.085	1.922
	14,15	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	42.4	0.085	1.922
	14,16	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	17.2	0.085	1.922
15	15,1	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	9	0.085	1.922
	15,2	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	36.8	0.085	1.922
	15,3	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	42.4	0.085	1.922
	15,4	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	48	0.085	1.922
	15,5	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	50.8	0.085	1.922
	15,6	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	48	0.085	1.922
	15,7	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	42.4	0.085	1.922
	15,8	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	36.8	0.085	1.922
	15,9	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	14.4	0.085	1.922
16	16,1	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	9	0.085	1.922
	16,2	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	45.2	0.085	1.922
	16,3	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	59.2	0.085	1.922
	16,4	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	64.8	0.085	1.922

Tabel 17. Data yang Digunakan untuk Menghitung Pengendapan Sedimen (Lanjutan)

sta	No. Pias	ρ_s kg/m ³	ρ_w kg/m ³	g m/s ²	d50 m	viskositas m ² /s	u m/s	h m	Hr m	s kg/m ³
	16,5	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	67.6	0.085	1.922
	16,6	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	64.8	0.085	1.922
	16,7	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	59.2	0.085	1.922
	16,8	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	45.2	0.085	1.922
	16,9	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	11.6	0.085	1.922
17	17,1	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	9	0.085	1.922
	17,2	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	36.8	0.085	1.922
	17,3	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	42.4	0.085	1.922
	17,4	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	48	0.085	1.922
	17,5	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	50.8	0.085	1.922
	17,6	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	48	0.085	1.922
	17,7	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	42.4	0.085	1.922
	17,8	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	36.8	0.085	1.922
	17,9	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	8.8	0.085	1.922
18	18,1	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	11.8	0.085	1.922
	18,2	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	36.8	0.085	1.922

Tabel 17. Data yang Digunakan untuk Menghitung Pengendapan Sedimen (Lanjutan)

sta	No. Pias	ρ_s	ρ_w	g	d50	viskositas	u	h	Hr	s
		kg/m ³	kg/m ³	m/s ²	m	m ² /s	m/s	m	m	kg/m ³
	18,3	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	42.4	0.085	1.922
	18,4	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	48	0.085	1.922
	18,5	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	50.8	0.085	1.922
	18,6	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	48	0.085	1.922
	18,7	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	42.4	0.085	1.922
	18,8	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	36.8	0.085	1.922
	18,9	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	9	0.085	1.922
19	19,1	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	9	0.085	1.922
	19,2	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	48	0.085	1.922
	19,3	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	64.8	0.085	1.922
	19,4	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	67.7	0.085	1.922
	19,5	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	64.8	0.085	1.922
	19,6	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	48	0.085	1.922
	19,7	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	9	0.085	1.922
20	20,1	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	23	0.085	1.922
	20,2	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	36.8	0.085	1.922

Tabel 17. Data yang Digunakan untuk Menghitung Pengendapan Sedimen (Lanjutan)

sta	No. Pias	ρ_s kg/m ³	ρ_w kg/m ³	g m/s ²	d50 m	viskositas m ² /s	u m/s	h m	Hr m	s kg/m ³
	20,3	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	42.4	0.085	1.922
	20,4	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	48	0.085	1.922
	20,5	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	53.6	0.085	1.922
	20,6	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	59.2	0.085	1.922
	20,7	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	64.8	0.085	1.922
	20,8	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	67.6	0.085	1.922
	20,9	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	64.8	0.085	1.922
	20,10	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	59.2	0.085	1.922
	20,11	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	53.6	0.085	1.922
	20,12	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	48	0.085	1.922
	20,13	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	42.4	0.085	1.922
	20,14	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	36.8	0.085	1.922
	20,15	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	17.4	0.085	1.922
21	21,1	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	9	0.085	1.922
	21,2	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	36.8	0.085	1.922
	21,3	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	39.6	0.085	1.922

Tabel 17. Data yang Digunakan untuk Menghitung Pengendapan Sedimen (Lanjutan)

sta	No. Pias	ρ_s kg/m ³	ρ_w kg/m ³	g m/s ²	d50 m	viskositas m ² /s	u m/s	h m	Hr m	s kg/m ³
	21,4	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	36.8	0.085	1.922
	21,5	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	14.4	0.085	1.922
22	22,1	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	9	0.085	1.922
	22,2	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	48	0.085	1.922
	22,3	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	64.8	0.085	1.922
	22,4	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	67.6	0.085	1.922
	22,5	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	58.8	0.085	1.922
	22,6	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	9	0.085	1.922
23	23,1	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	9	0.085	1.922
	23,2	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	34	0.085	1.922
	23,3	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	9	0.085	1.922
24	24,1	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	17.7	0.085	1.922
	24,2	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	48	0.085	1.922
	24,3	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	62	0.085	1.922
	24,4	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	48	0.085	1.922
	24,5	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	9	0.085	1.922

Tabel 17. Data yang Digunakan untuk Menghitung Pengendapan Sedimen (Lanjutan)

sta	No. Pias	ρ_s kg/m ³	ρ_w kg/m ³	g m/s ²	d50 m	viskositas m ² /s	u m/s	h m	Hr m	s kg/m ³
25	25,1	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	9	0.085	1.922
	25,2	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	48	0.085	1.922
	25,3	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	62	0.085	1.922
	25,4	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	48	0.085	1.922
	25,5	1922	1000	9.81	0.00085	0.000001	1	9	0.085	1.922

Tabel 18. Hasil Perhitungan *Settling Velocity*

sta	No. Pias	s kg/m ³	A m	κ	ws
1	1,1	1.922	0.009	0.736	0.072
	1,2	1.922	0.002	0.736	0.072
	1,3	1.922	0.001	0.736	0.072
	1,4	1.922	0.002	0.736	0.072
	1,5	1.922	0.009	0.736	0.072
	1,6	1.922	0.005	0.736	0.072
	1,7	1.922	0.002	0.736	0.072
2	2,1	1.922	0.001	0.736	0.072
	2,2	1.922	0.002	0.736	0.072
	2,3	1.922	0.009	0.736	0.072
	2,4	1.922	0.009	0.736	0.072
	2,5	1.922	0.002	0.736	0.072
	2,6	1.922	0.001	0.736	0.072
3	3,1	1.922	0.001	0.736	0.072
	3,2	1.922	0.001	0.736	0.072
	3,3	1.922	0.009	0.736	0.072
	3,4	1.922	0.004	0.736	0.072
	3,5	1.922	0.002	0.736	0.072
4	4,1	1.922	0.002	0.736	0.072
	4,2	1.922	0.002	0.736	0.072
	4,3	1.922	0.002	0.736	0.072
	4,4	1.922	0.001	0.736	0.072
	4,5	1.922	0.001	0.736	0.072
5	5,1	1.922	0.001	0.736	0.072
	5,2	1.922	0.001	0.736	0.072
	5,3	1.922	0.001	0.736	0.072
	5,4	1.922	0.002	0.736	0.072
	5,5	1.922	0.002	0.736	0.072

Tabel 18. Hasil Perhitungan *Settling Velocity* (Lanjutan)

sta	No. Pias	s kg/m ³	A m	κ	ws
	5,6	1.922	0.002	0.736	0.072
	5,7	1.922	0.002	0.736	0.072
	5,8	1.922	0.005	0.736	0.072
	5,9	1.922	0.009	0.736	0.072
6	6,1	1.922	0.002	0.736	0.072
	6,2	1.922	0.001	0.736	0.072
	6,3	1.922	0.001	0.736	0.072
	6,4	1.922	0.001	0.736	0.072
	6,5	1.922	0.002	0.736	0.072
	6,6	1.922	0.009	0.736	0.072
	6,7	1.922	0.009	0.736	0.072
	6,8	1.922	0.002	0.736	0.072
	6,9	1.922	0.001	0.736	0.072
7	7,1	1.922	0.001	0.736	0.072
	7,2	1.922	0.001	0.736	0.072
	7,3	1.922	0.001	0.736	0.072
	7,4	1.922	0.001	0.736	0.072
	7,5	1.922	0.002	0.736	0.072
	7,6	1.922	0.007	0.736	0.072
	7,7	1.922	0.004	0.736	0.072
	7,8	1.922	0.003	0.736	0.072
	7,9	1.922	0.003	0.736	0.072
	7,10	1.922	0.002	0.736	0.072
	7,11	1.922	0.002	0.736	0.072
8	8,1	1.922	0.002	0.736	0.072
	8,2	1.922	0.001	0.736	0.072
	8,3	1.922	0.001	0.736	0.072
	8,4	1.922	0.001	0.736	0.072

Tabel 18. Hasil Perhitungan *Settling Velocity* (Lanjutan)

sta	No. Pias	s kg/m ³	A m	κ	ws
	8,5	1.922	0.001	0.736	0.072
	8,6	1.922	0.001	0.736	0.072
	8,7	1.922	0.001	0.736	0.072
	8,8	1.922	0.002	0.736	0.072
	8,9	1.922	0.002	0.736	0.072
	8,10	1.922	0.002	0.736	0.072
	8,11	1.922	0.005	0.736	0.072
	8,12	1.922	0.004	0.736	0.072
9	9,1	1.922	0.002	0.736	0.072
	9,2	1.922	0.002	0.736	0.072
	9,3	1.922	0.002	0.736	0.072
	9,4	1.922	0.002	0.736	0.072
	9,5	1.922	0.001	0.736	0.072
	9,6	1.922	0.001	0.736	0.072
	9,7	1.922	0.001	0.736	0.072
	9,8	1.922	0.002	0.736	0.072
	9,9	1.922	0.002	0.736	0.072
10	10,1	1.922	0.002	0.736	0.072
	10,2	1.922	0.002	0.736	0.072
	10,3	1.922	0.004	0.736	0.072
	10,4	1.922	0.003	0.736	0.072
	10,5	1.922	0.002	0.736	0.072
	10,6	1.922	0.002	0.736	0.072
	10,7	1.922	0.002	0.736	0.072
	10,8	1.922	0.002	0.736	0.072
	10,9	1.922	0.002	0.736	0.072
11	11,1	1.922	0.002	0.736	0.072
	11,2	1.922	0.002	0.736	0.072

Tabel 18. Hasil Perhitungan *Settling Velocity* (Lanjutan)

sta	No. Pias	s kg/m ³	A m	κ	ws
	11,3	1.922	0.004	0.736	0.072
	11,4	1.922	0.009	0.736	0.072
	11,5	1.922	0.002	0.736	0.072
	11,6	1.922	0.002	0.736	0.072
	11,7	1.922	0.002	0.736	0.072
	11,8	1.922	0.002	0.736	0.072
	11,9	1.922	0.002	0.736	0.072
	11,10	1.922	0.002	0.736	0.072
	11,11	1.922	0.002	0.736	0.072
	11,12	1.922	0.006	0.736	0.072
12	12,1	1.922	0.009	0.736	0.072
	12,2	1.922	0.002	0.736	0.072
	12,3	1.922	0.002	0.736	0.072
	12,4	1.922	0.002	0.736	0.072
	12,5	1.922	0.002	0.736	0.072
	12,6	1.922	0.002	0.736	0.072
	12,7	1.922	0.002	0.736	0.072
	12,8	1.922	0.002	0.736	0.072
	12,9	1.922	0.01	0.736	0.072
	12,10	1.922	0.007	0.736	0.072
	12,11	1.922	0.002	0.736	0.072
	12,12	1.922	0.002	0.736	0.072
	12,13	1.922	0.002	0.736	0.072
13	13,1	1.922	0.002	0.736	0.072
	13,2	1.922	0.002	0.736	0.072
	13,3	1.922	0.002	0.736	0.072
	13,4	1.922	0.002	0.736	0.072
	13,5	1.922	0.009	0.736	0.072

Tabel 18. Hasil Perhitungan *Settling Velocity* (Lanjutan)

sta	No. Pias	s kg/m ³	A m	κ	ws
	13,6	1.922	0.009	0.736	0.072
	13,7	1.922	0.002	0.736	0.072
	13,8	1.922	0.002	0.736	0.072
	13,9	1.922	0.002	0.736	0.072
14	14,1	1.922	0.006	0.736	0.072
	14,2	1.922	0.009	0.736	0.072
	14,3	1.922	0.003	0.736	0.072
	14,4	1.922	0.009	0.736	0.072
	14,5	1.922	0.006	0.736	0.072
	14,6	1.922	0.003	0.736	0.072
	14,7	1.922	0.002	0.736	0.072
	14,8	1.922	0.002	0.736	0.072
	14,9	1.922	0.002	0.736	0.072
	14,10	1.922	0.002	0.736	0.072
	14,11	1.922	0.002	0.736	0.072
	14,12	1.922	0.002	0.736	0.072
	14,13	1.922	0.002	0.736	0.072
	14,14	1.922	0.002	0.736	0.072
	14,15	1.922	0.002	0.736	0.072
	14,16	1.922	0.009	0.736	0.072
15	15,1	1.922	0.003	0.736	0.072
	15,2	1.922	0.002	0.736	0.072
	15,3	1.922	0.002	0.736	0.072
	15,4	1.922	0.002	0.736	0.072
	15,5	1.922	0.002	0.736	0.072
	15,6	1.922	0.002	0.736	0.072
	15,7	1.922	0.002	0.736	0.072
	15,8	1.922	0.002	0.736	0.072

Tabel 18. Hasil Perhitungan *Settling Velocity* (Lanjutan)

sta	No. Pias	s kg/m ³	A m	κ	ws
16	15,9	1.922	0.004	0.736	0.072
	16,1	1.922	0.005	0.736	0.072
	16,2	1.922	0.002	0.736	0.072
	16,3	1.922	0.002	0.736	0.072
	16,4	1.922	0.002	0.736	0.072
	16,5	1.922	0.002	0.736	0.072
	16,6	1.922	0.002	0.736	0.072
	16,7	1.922	0.002	0.736	0.072
	16,8	1.922	0.002	0.736	0.072
17	16,9	1.922	0.004	0.736	0.072
	17,1	1.922	0.005	0.736	0.072
	17,2	1.922	0.003	0.736	0.072
	17,3	1.922	0.002	0.736	0.072
	17,4	1.922	0.002	0.736	0.072
	17,5	1.922	0.002	0.736	0.072
	17,6	1.922	0.002	0.736	0.072
	17,7	1.922	0.002	0.736	0.072
	17,8	1.922	0.002	0.736	0.072
18	17,9	1.922	0.002	0.736	0.072
	18,1	1.922	0.002	0.736	0.072
	18,2	1.922	0.002	0.736	0.072
	18,3	1.922	0.004	0.736	0.072
	18,4	1.922	0.009	0.736	0.072
	18,5	1.922	0.003	0.736	0.072
	18,6	1.922	0.002	0.736	0.072
	18,7	1.922	0.002	0.736	0.072
	18,8	1.922	0.002	0.736	0.072
	18,9	1.922	0.002	0.736	0.072

Tabel 18. Hasil Perhitungan *Settling Velocity* (Lanjutan)

sta	No. Pias	s kg/m ³	A m	κ	ws
19	19,1	1.922	0.002	0.736	0.072
	19,2	1.922	0.002	0.736	0.072
	19,3	1.922	0.002	0.736	0.072
	19,4	1.922	0.002	0.736	0.072
	19,5	1.922	0.01	0.736	0.072
	19,6	1.922	0.003	0.736	0.072
	19,7	1.922	0.002	0.736	0.072
20	20,1	1.922	0.002	0.736	0.072
	20,2	1.922	0.002	0.736	0.072
	20,3	1.922	0.002	0.736	0.072
	20,4	1.922	0.002	0.736	0.072
	20,5	1.922	0.002	0.736	0.072
	20,6	1.922	0.002	0.736	0.072
	20,7	1.922	0.004	0.736	0.072
	20,8	1.922	0.005	0.736	0.072
	20,9	1.922	0.002	0.736	0.072
	20,10	1.922	0.002	0.736	0.072
	20,11	1.922	0.002	0.736	0.072
	20,12	1.922	0.002	0.736	0.072
	20,13	1.922	0.002	0.736	0.072
	20,14	1.922	0.002	0.736	0.072
20,15	1.922	0.002	0.736	0.072	
21	21,1	1.922	0.01	0.736	0.072
	21,2	1.922	0.009	0.736	0.072
	21,3	1.922	0.002	0.736	0.072
	21,4	1.922	0.002	0.736	0.072
	21,5	1.922	0.002	0.736	0.072
22	22,1	1.922	0.009	0.736	0.072

Tabel 18. Hasil Perhitungan *Settling Velocity* (Lanjutan)

sta	No. Pias	s kg/m ³	A m	κ	ws
	22,2	1.922	0.009	0.736	0.072
	22,3	1.922	0.002	0.736	0.072
	22,4	1.922	0.001	0.736	0.072
	22,5	1.922	0.002	0.736	0.072
	22,6	1.922	0.009	0.736	0.072
23	23,1	1.922	0.004	0.736	0.072
	23,2	1.922	0.002	0.736	0.072
	23,3	1.922	0.002	0.736	0.072
24	24,1	1.922	0.002	0.736	0.072
	24,2	1.922	0.002	0.736	0.072
	24,3	1.922	0.005	0.736	0.072
	24,4	1.922	0.009	0.736	0.072
	24,5	1.922	0.002	0.736	0.072
25	25,1	1.922	0.002	0.736	0.072
	25,2	1.922	0.002	0.736	0.072
	25,3	1.922	0.002	0.736	0.072
	25,4	1.922	0.002	0.736	0.072
	25,5	1.922	0.009	0.736	0.072

Dari Tabel 18. dapat disimpulkan bahwa nilai dari *Settling Velocity* (ws) untuk setiap STA dan pias adalah sama, yaitu 0,072. Nilai ini didapat dari koefisien *Karmen* yang sama, sebesar 0.736, namun nilai A yang berbeda, antara 0.002 m hingga 0.01 m.

4.3.2. Perhitungan Threshold Sediment

Perhitungan *Threshold Sediment* digunakan untuk mempertimbangkan aliran di atas dasar yang terdiri dari partikel kohesif. Salah satu faktor pada rumus perhitungan *Threshold*

Sediment yang dikunci adalah ukuran diameternya yang sama, yaitu d_{50} . Sehingga dihasilkan nilai u^*_{cr} yang sama dan nilai u^* yang berbeda untuk setiap pias. Nilai dari u^* inilah yang nantinya akan menjadi pembeda untuk tiap pias, dengan ketentuan $u^*_{cr} > u^*$ akan menyebabkan sedimen mengendap dan $u^*_{cr} < u^*$ akan menyebabkan sedimen terangkut.

Untuk mengetahui kondisi kritis partikel sedimen mulai bergerak dapat mengikuti diagram shields, yaitu diagram yang menunjukkan hubungan antara critical shield parameter θ_C dengan sedimen fluid parameters S_* adalah sedimen fluid parameters.

Untuk perhitungan lihat data pada STA 1, pias 1,1 yang diketahui pada Tabel 17.:

ρ_s	= 1922 kg/m ³
ρ_w	= 1000 kg/m ³
g	= 9.81 m/s ²
d_{50}	= 0.00085 m
viskositas	= 0.000001 m ² /s
h	= 9 m

- Perhitungan (s)

$$s = \frac{\rho_s}{\rho}$$

$$s = \frac{1922 \text{ kg/m}^3}{1000 \text{ kg/m}^3}$$

$$s = 1.92$$

- Perhitungan S_* (bintang)

$$S_* = \frac{d}{4\nu} \times \sqrt{(s-1) \times g \times d}$$

$$S_* = \frac{0.00085 \text{ m}}{4 (0.000001 \text{ m}^2/\text{s})} \times \sqrt{(1.922 - 1) \times 9.81 \text{ m/s}^2 \times 0.00085 \text{ m}}$$

$$S_* = 18.63$$

- Perhitungan Log S (bintang)

$$\text{Log } S_* = \text{Log } 18.63$$

$$\text{Log } S_* = 1.27$$

- Perhitungan grafik shield modifikasi (θ_c)

$$\theta_c = -0.018x^3 + 0.066x^2 - 0.1117x + 0.0899$$

$$\theta_c = -0.018(1.27^3) + 0.066(1.27^2) - 0.1117(1.27) + 0.0899$$

$$\theta_c = 0.033$$

- Perhitungan u_*^*c

$$u_* = \sqrt{\theta_c x (s - 1) x g x d}$$

$$u_* = \sqrt{0.033 x (1.922 - 1) x 9.81 \frac{m}{s^2} x 0.00085 m}$$

$$u_* = 0.016 m/s$$

Sehingga hasil yang seluruh perhitungan dapat dilihat pada Tabel 19.

Tabel 19. Hasil Perhitungan *Threshold Sediment*

sta	No. Pias	θ_c kg/m ³	S* m	log S*	u* _{cr}	u*
1	1,1	0.033	18.632	1.27	0.016	0.020
	1,2	0.033	18.632	1.27	0.016	0.019
	1,3	0.033	18.632	1.27	0.016	0.022
	1,4	0.033	18.632	1.27	0.016	0.024
	1,5	0.033	18.632	1.27	0.016	0.022
	1,6	0.033	18.632	1.27	0.016	0.019
	1,7	0.033	18.632	1.27	0.016	0.020
2	2,1	0.033	18.632	1.27	0.016	0.018
	2,2	0.033	18.632	1.27	0.016	0.019
	2,3	0.033	18.632	1.27	0.016	0.020
	2,4	0.033	18.632	1.27	0.016	0.020
	2,5	0.033	18.632	1.27	0.016	0.018
	2,6	0.033	18.632	1.27	0.016	0.018
3	3,1	0.033	18.632	1.27	0.016	0.021
	3,2	0.033	18.632	1.27	0.016	0.021
	3,3	0.033	18.632	1.27	0.016	0.021
	3,4	0.033	18.632	1.27	0.016	0.020
	3,5	0.033	18.632	1.27	0.016	0.021
4	4,1	0.033	18.632	1.27	0.016	0.020
	4,2	0.033	18.632	1.27	0.016	0.019
	4,3	0.033	18.632	1.27	0.016	0.020
	4,4	0.033	18.632	1.27	0.016	0.019
	4,5	0.033	18.632	1.27	0.016	0.020
5	5,1	0.033	18.632	1.27	0.016	0.014
	5,2	0.033	18.632	1.27	0.016	0.015
	5,3	0.033	18.632	1.27	0.016	0.017
	5,4	0.033	18.632	1.27	0.016	0.020
	5,5	0.033	18.632	1.27	0.016	0.022

Tabel 19. Hasil Perhitungan *Threshold Sediment* (Lanjutan)

sta	No. Pias	θ_c kg/m ³	S* m	log S*	u*cr	u*
	5,6	0.033	18.632	1.27	0.016	0.020
	5,7	0.033	18.632	1.27	0.016	0.017
	5,8	0.033	18.632	1.27	0.016	0.015
	5,9	0.033	18.632	1.27	0.016	0.016
6	6,1	0.033	18.632	1.27	0.016	0.008
	6,2	0.033	18.632	1.27	0.016	0.009
	6,3	0.033	18.632	1.27	0.016	0.009
	6,4	0.033	18.632	1.27	0.016	0.010
	6,5	0.033	18.632	1.27	0.016	0.011
	6,6	0.033	18.632	1.27	0.016	0.010
	6,7	0.033	18.632	1.27	0.016	0.009
	6,8	0.033	18.632	1.27	0.016	0.009
	6,9	0.033	18.632	1.27	0.016	0.008
7	7,1	0.033	18.632	1.27	0.016	0.009
	7,2	0.033	18.632	1.27	0.016	0.009
	7,3	0.033	18.632	1.27	0.016	0.009
	7,4	0.033	18.632	1.27	0.016	0.010
	7,5	0.033	18.632	1.27	0.016	0.045
	7,6	0.033	18.632	1.27	0.016	0.011
	7,7	0.033	18.632	1.27	0.016	0.012
	7,8	0.033	18.632	1.27	0.016	0.011
	7,9	0.033	18.632	1.27	0.016	0.010
	7,10	0.033	18.632	1.27	0.016	0.010
	7,11	0.033	18.632	1.27	0.016	0.010
8	8,1	0.033	18.632	1.27	0.016	0.007
	8,2	0.033	18.632	1.27	0.016	0.008
	8,3	0.033	18.632	1.27	0.016	0.009
	8,4	0.033	18.632	1.27	0.016	0.009

Tabel 19. Hasil Perhitungan *Threshold Sediment* (Lanjutan)

sta	No. Pias	θ_c kg/m ³	S* m	log S*	u*cr	u*
	8,5	0.033	18.632	1.27	0.016	0.010
	8,6	0.033	18.632	1.27	0.016	0.012
	8,7	0.033	18.632	1.27	0.016	0.012
	8,8	0.033	18.632	1.27	0.016	0.010
	8,9	0.033	18.632	1.27	0.016	0.009
	8,10	0.033	18.632	1.27	0.016	0.008
	8,11	0.033	18.632	1.27	0.016	0.007
	8,12	0.033	18.632	1.27	0.016	0.007
9	9,1	0.033	18.632	1.27	0.016	0.007
	9,2	0.033	18.632	1.27	0.016	0.007
	9,3	0.033	18.632	1.27	0.016	0.008
	9,4	0.033	18.632	1.27	0.016	0.010
	9,5	0.033	18.632	1.27	0.016	0.011
	9,6	0.033	18.632	1.27	0.016	0.010
	9,7	0.033	18.632	1.27	0.016	0.008
	9,8	0.033	18.632	1.27	0.016	0.007
	9,9	0.033	18.632	1.27	0.016	0.007
10	10,1	0.033	18.632	1.27	0.016	0.008
	10,2	0.033	18.632	1.27	0.016	0.009
	10,3	0.033	18.632	1.27	0.016	0.046
	10,4	0.033	18.632	1.27	0.016	0.009
	10,5	0.033	18.632	1.27	0.016	0.010
	10,6	0.033	18.632	1.27	0.016	0.012
	10,7	0.033	18.632	1.27	0.016	0.010
	10,8	0.033	18.632	1.27	0.016	0.010
	10,9	0.033	18.632	1.27	0.016	0.009
11	11,1	0.033	18.632	1.27	0.016	0.012
	11,2	0.033	18.632	1.27	0.016	0.013

Tabel 19. Hasil Perhitungan *Threshold Sediment* (Lanjutan)

sta	No. Pias	θ_c kg/m ³	S* m	log S*	u*cr	u*
	11,3	0.033	18.632	1.27	0.016	0.014
	11,4	0.033	18.632	1.27	0.016	0.016
	11,5	0.033	18.632	1.27	0.016	0.017
	11,6	0.033	18.632	1.27	0.016	0.020
	11,7	0.033	18.632	1.27	0.016	0.020
	11,8	0.033	18.632	1.27	0.016	0.017
	11,9	0.033	18.632	1.27	0.016	0.016
	11,10	0.033	18.632	1.27	0.016	0.014
	11,11	0.033	18.632	1.27	0.016	0.012
	11,12	0.033	18.632	1.27	0.016	0.013
12	12,1	0.033	18.632	1.27	0.016	0.003
	12,2	0.033	18.632	1.27	0.016	0.003
	12,3	0.033	18.632	1.27	0.016	0.004
	12,4	0.033	18.632	1.27	0.016	0.004
	12,5	0.033	18.632	1.27	0.016	0.004
	12,6	0.033	18.632	1.27	0.016	0.004
	12,7	0.033	18.632	1.27	0.016	0.005
	12,8	0.033	18.632	1.27	0.016	0.005
	12,9	0.033	18.632	1.27	0.016	0.005
	12,10	0.033	18.632	1.27	0.016	0.005
	12,11	0.033	18.632	1.27	0.016	0.004
	12,12	0.033	18.632	1.27	0.016	0.004
	12,13	0.033	18.632	1.27	0.016	0.004
13	13,1	0.033	18.632	1.27	0.016	0.049
	13,2	0.033	18.632	1.27	0.016	0.047
	13,3	0.033	18.632	1.27	0.016	0.046
	13,4	0.033	18.632	1.27	0.016	0.045
	13,5	0.033	18.632	1.27	0.016	0.045

Tabel 19. Hasil Perhitungan *Threshold Sediment* (Lanjutan)

sta	No. Pias	θ_c kg/m ³	S* m	log S*	u*cr	u*
	13,6	0.033	18.632	1.27	0.016	0.045
	13,7	0.033	18.632	1.27	0.016	0.046
	13,8	0.033	18.632	1.27	0.016	0.047
	13,9	0.033	18.632	1.27	0.016	0.049
14	14,1	0.033	18.632	1.27	0.016	0.003
	14,2	0.033	18.632	1.27	0.016	0.004
	14,3	0.033	18.632	1.27	0.016	0.004
	14,4	0.033	18.632	1.27	0.016	0.005
	14,5	0.033	18.632	1.27	0.016	0.005
	14,6	0.033	18.632	1.27	0.016	0.006
	14,7	0.033	18.632	1.27	0.016	0.006
	14,8	0.033	18.632	1.27	0.016	0.007
	14,9	0.033	18.632	1.27	0.016	0.007
	14,10	0.033	18.632	1.27	0.016	0.006
	14,11	0.033	18.632	1.27	0.016	0.006
	14,12	0.033	18.632	1.27	0.016	0.005
	14,13	0.033	18.632	1.27	0.016	0.005
	14,14	0.033	18.632	1.27	0.016	0.004
	14,15	0.033	18.632	1.27	0.016	0.004
	14,16	0.033	18.632	1.27	0.016	0.004
15	15,1	0.033	18.632	1.27	0.016	0.014
	15,2	0.033	18.632	1.27	0.016	0.013
	15,3	0.033	18.632	1.27	0.016	0.013
	15,4	0.033	18.632	1.27	0.016	0.015
	15,5	0.033	18.632	1.27	0.016	0.017
	15,6	0.033	18.632	1.27	0.016	0.015
	15,7	0.033	18.632	1.27	0.016	0.013
	15,8	0.033	18.632	1.27	0.016	0.013

Tabel 19. Hasil Perhitungan *Threshold Sediment* (Lanjutan)

sta	No. Pias	θ_c kg/m ³	S* m	log S*	u*cr	u*
16	15,9	0.033	18.632	1.27	0.016	0.013
	16,1	0.033	18.632	1.27	0.016	0.006
	16,2	0.033	18.632	1.27	0.016	0.005
	16,3	0.033	18.632	1.27	0.016	0.006
	16,4	0.033	18.632	1.27	0.016	0.006
	16,5	0.033	18.632	1.27	0.016	0.007
	16,6	0.033	18.632	1.27	0.016	0.006
	16,7	0.033	18.632	1.27	0.016	0.006
	16,8	0.033	18.632	1.27	0.016	0.005
17	16,9	0.033	18.632	1.27	0.016	0.006
	17,1	0.033	18.632	1.27	0.016	0.056
	17,2	0.033	18.632	1.27	0.016	0.047
	17,3	0.033	18.632	1.27	0.016	0.046
	17,4	0.033	18.632	1.27	0.016	0.045
	17,5	0.033	18.632	1.27	0.016	0.045
	17,6	0.033	18.632	1.27	0.016	0.045
	17,7	0.033	18.632	1.27	0.016	0.046
	17,8	0.033	18.632	1.27	0.016	0.047
18	17,9	0.033	18.632	1.27	0.016	0.056
	18,1	0.033	18.632	1.27	0.016	0.054
	18,2	0.033	18.632	1.27	0.016	0.047
	18,3	0.033	18.632	1.27	0.016	0.046
	18,4	0.033	18.632	1.27	0.016	0.045
	18,5	0.033	18.632	1.27	0.016	0.045
	18,6	0.033	18.632	1.27	0.016	0.045
	18,7	0.033	18.632	1.27	0.016	0.046
	18,8	0.033	18.632	1.27	0.016	0.047
	18,9	0.033	18.632	1.27	0.016	0.056

Tabel 19. Hasil Perhitungan *Threshold Sediment* (Lanjutan)

sta	No. Pias	θ_c	S^*	$\log S^*$	u^*_{cr}	u^*
		kg/m ³	m			
19	19,1	0.033	18.632	1.27	0.016	0.007
	19,2	0.033	18.632	1.27	0.016	0.006
	19,3	0.033	18.632	1.27	0.016	0.007
	19,4	0.033	18.632	1.27	0.016	0.008
	19,5	0.033	18.632	1.27	0.016	0.007
	19,6	0.033	18.632	1.27	0.016	0.006
	19,7	0.033	18.632	1.27	0.016	0.007
20	20,1	0.033	18.632	1.27	0.016	0.004
	20,2	0.033	18.632	1.27	0.016	0.004
	20,3	0.033	18.632	1.27	0.016	0.005
	20,4	0.033	18.632	1.27	0.016	0.006
	20,5	0.033	18.632	1.27	0.016	0.007
	20,6	0.033	18.632	1.27	0.016	0.007
	20,7	0.033	18.632	1.27	0.016	0.008
	20,8	0.033	18.632	1.27	0.016	0.008
	20,9	0.033	18.632	1.27	0.016	0.008
	20,10	0.033	18.632	1.27	0.016	0.007
	20,11	0.033	18.632	1.27	0.016	0.007
	20,12	0.033	18.632	1.27	0.016	0.006
	20,13	0.033	18.632	1.27	0.016	0.005
	20,14	0.033	18.632	1.27	0.016	0.005
20,15	0.033	18.632	1.27	0.016	0.005	
21	21,1	0.033	18.632	1.27	0.016	0.019
	21,2	0.033	18.632	1.27	0.016	0.018
	21,3	0.033	18.632	1.27	0.016	0.019
	21,4	0.033	18.632	1.27	0.016	0.018
	21,5	0.033	18.632	1.27	0.016	0.018
22	22,1	0.033	18.632	1.27	0.016	0.008

Tabel 19. Hasil Perhitungan *Threshold Sediment* (Lanjutan)

sta	No. Pias	θ_c kg/m ³	S* m	log S*	u*cr	u*
	22,2	0.033	18.632	1.27	0.016	0.007
	22,3	0.033	18.632	1.27	0.016	0.008
	22,4	0.033	18.632	1.27	0.016	0.008
	22,5	0.033	18.632	1.27	0.016	0.007
	22,6	0.033	18.632	1.27	0.016	0.008
23	23,1	0.033	18.632	1.27	0.016	0.021
	23,2	0.033	18.632	1.27	0.016	0.020
	23,3	0.033	18.632	1.27	0.016	0.021
24	24,1	0.033	18.632	1.27	0.016	0.006
	24,2	0.033	18.632	1.27	0.016	0.006
	24,3	0.033	18.632	1.27	0.016	0.009
	24,4	0.033	18.632	1.27	0.016	0.006
	24,5	0.033	18.632	1.27	0.016	0.007
25	25,1	0.033	18.632	1.27	0.016	0.010
	25,2	0.033	18.632	1.27	0.016	0.009
	25,3	0.033	18.632	1.27	0.016	0.012
	25,4	0.033	18.632	1.27	0.016	0.009
	25,5	0.033	18.632	1.27	0.016	0.011

Dari Tabel 19. dapat disimpulkan bahwa nilai dari *Critical Shields Parameter* (θ_c), *Sediment Fluid Parameter* (S^*) dan *Threshold Sedimen* (u^*) untuk setiap STA dan pias adalah sama. Untuk nilai *Critical Shields Parameter* (θ_c) adalah 0,033. Untuk nilai *Sediment Fluid Parameter* (S^*) adalah 18,632 dengan hasil yang sudah dilogartimkan, menjadi log S^* didapatkan hasil 1,27. Dan untuk *Threshold Sedimen* (u^*) rumus sudah dikunci dengan nilai diameter agregat yang sama, menggunakan d50 sebesar 0.085 m. Sehingga nilai *Threshold Sedimen* (u^*) yang dicari adalah kecepatannya yang mempunyai nilai 0,016.

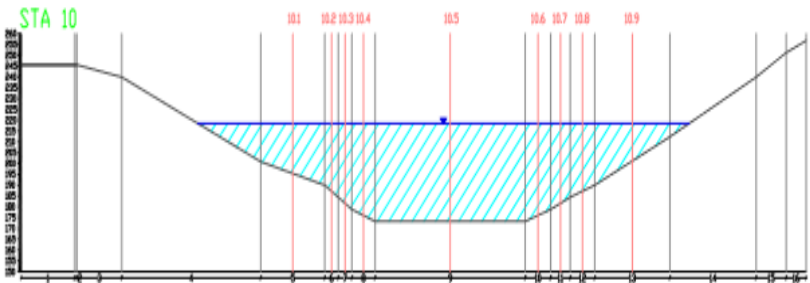
4.3.3. Perhitungan *Bed Load Transport*

Perhitungan *Bed Load Transport* digunakan untuk memprediksi besarnya sedimen yang mengendap pada dasar waduk.

Untuk perhitungan lihat data pada STA 10, pias 10,9 yang diketahui pada Tabel 17.:

ρ_s	= 1922 kg/m ³
ρ_w	= 1000 kg/m ³
g	= 9.81 m/s ²
d_{50}	= 0.00085 m
viskositas	= 0.000001 m ² /s
h	= 14.4 m

Detail gambar STA 10 dapat dilihat pada gambar 12.



Gambar 11. Potongan Melintang STA 10

- Perhitungan efektif shear stress (τ'_b)

$$\tau'_b = \frac{1}{2} \times \rho \times \left(\frac{0.06}{\left(\log \left(\frac{12 \times h}{2.5 \times d_{50}} \right) \right)^2} \right) \times U^2$$

$$\tau'_b = \frac{1}{2} \times 1000 \times \left(\frac{0.06}{\left(\log \left(\frac{12 \times 14.4 \text{ m}}{2.5 \times 0.00085 \text{ m}} \right)^2 \right)} \right) \times \left(1 \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)^2$$

$$\tau'_b = 1.244$$

- Perhitungan bottom shear stress (τ_b)

$$\tau_b = \frac{1}{2} \times \rho \times \left(\frac{0.06}{\left(\log \left(\frac{12 \times h}{H_r} \right)^2 \right)} \right) \times U^2$$

$$\tau_b = \frac{1}{2} \times \rho \times \left(\frac{0.06}{\left(\log \left(\frac{12 \times 14.4 \text{ m}}{0.085 \text{ m}} \right)^2 \right)} \right) \times \left(1 \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)^2$$

$$\tau_b = 2.741$$

- Perhitungan bed load (q_b)

$$q_b = 2 \times d_{50} \times \sqrt{\frac{\tau_b}{\rho}} \times \exp \left(\frac{-0.27 (s - 1) \times d_{50} \times \rho \times g}{\tau'_b} \right)$$

$$q_b = 2 \times 0.00085 \text{ m} \times \sqrt{\frac{2.741}{1922}} \times \exp \left(\frac{-0.27 (1.922 - 1) \times 0.00085 \text{ m} \times 1922 \times 9.81 \text{ m/s}^2}{1.244} \right)$$

$$q_b = 0.0000258$$

Sehingga hasil yang seluruh perhitungan dapat dilihat pada Tabel 20.

Tabel 20. Hasil Perhitungan *Bed Load Transport*

sta	No. Pias	$\tau'b$	τb	qb
1	1,1	1.355	3.114	0.000118
	1,2	1.061	2.173	0.000133
	1,3	1.037	2.103	0.000134
	1,4	1.026	2.072	0.000135
	1,5	1.037	2.103	0.000134
	1,6	1.061	2.173	0.000133
	1,7	1.355	3.114	0.000118
2	2,1	1.147	2.433	0.000015
	2,2	1.061	2.173	0.001022
	2,3	1.037	2.103	0.001034
	2,4	1.026	2.072	0.001039
	2,5	1.048	2.136	0.001028
	2,6	1.206	2.618	0.000959
3	3,1	1.355	3.114	0.000016
	3,2	1.061	2.173	0.001156
	3,3	0.969	1.912	0.00121
	3,4	1.048	2.136	0.001163
	3,5	1.355	3.114	0.001023
4	4,1	1.355	3.114	0.000016
	4,2	1.061	2.173	0.001156
	4,3	1.048	2.136	0.001163
	4,4	1.061	2.173	0.001156
	4,5	1.355	3.114	0.001023
5	5,1	1.202	2.606	0.000016
	5,2	1.06	2.17	0.001058
	5,3	1.036	2.101	0.00107
	5,4	1.016	2.043	0.001081
	5,5	1.007	2.018	0.001086

Tabel 20. Hasil Perhitungan *Bed Load Transport* (Lanjutan)

sta	No. Pias	$\tau'b$	τb	qb
6	5,6	1.016	2.044	0.001081
	5,7	1.038	2.105	0.00107
	5,8	1.062	2.177	0.001057
	5,9	1.363	3.143	0.000933
	6,1	1.106	2.307	0.000015
	6,2	1.061	2.173	0.000995
	6,3	1.037	2.103	0.001007
	6,4	1.016	2.044	0.001017
	6,5	1.007	2.018	0.001021
	6,6	1.016	2.044	0.001017
7	6,7	1.037	2.103	0.001007
	6,8	1.061	2.173	0.000995
	6,9	1.149	2.438	0.000956
	7,1	1.349	3.095	0.000016
	7,2	1.084	2.241	0.00114
	7,3	1.036	2.101	0.001166
	7,4	1.016	2.043	0.001178
	7,5	0.998	1.993	0.001188
	7,6	0.991	1.971	0.001193
	7,7	0.999	1.995	0.001188
	7,8	1.017	2.047	0.001177
8	7,9	1.038	2.106	0.001165
	7,10	1.063	2.179	0.001152
	7,11	1.363	3.143	0.001017
	8,1	1.201	2.602	0.000016
	8,2	1.106	2.307	0.001035
	8,3	1.061	2.173	0.001057
	8,4	1.037	2.103	0.001069

Tabel 20. Hasil Perhitungan *Bed Load Transport* (Lanjutan)

sta	No. Pias	$\tau'b$	τb	qb
	8,5	1.016	2.044	0.00108
	8,6	0.999	1.994	0.001089
	8,7	0.991	1.971	0.001094
	8,8	0.999	1.994	0.001089
	8,9	1.016	2.044	0.00108
	8,10	1.037	2.103	0.001069
	8,11	1.061	2.173	0.001057
	8,12	1.175	2.519	0.001004
9	9,1	1.204	2.61	0.00002
	9,2	1.061	2.173	0.001059
	9,3	1.037	2.103	0.001071
	9,4	1.016	2.044	0.001082
	9,5	1.007	2.018	0.001086
	9,6	1.016	2.044	0.001082
	9,7	1.037	2.103	0.001071
	9,8	1.061	2.173	0.001059
	9,9	1.149	2.438	0.001017
10	10,1	1.106	2.307	0.000015
	10,2	1.061	2.173	0.000995
	10,3	1.037	2.103	0.001007
	10,4	1.016	2.044	0.001017
	10,5	1.007	2.018	0.001021
	10,6	1.016	2.044	0.001017
	10,7	1.037	2.103	0.001007
	10,8	1.061	2.173	0.000995
	10,9	1.149	2.438	0.000956
11	11,1	1.238	2.722	0.000016
	11,2	1.106	2.307	0.000015

Tabel 20. Hasil Perhitungan *Bed Load Transport* (Lanjutan)

sta	No. Pias	$\tau'b$	τb	qb
	11,3	1.061	2.173	0.000015
	11,4	1.037	2.103	0.000015
	11,5	1.016	2.044	0.000015
	11,6	0.999	1.994	0.000015
	11,7	0.991	1.971	0.000015
	11,8	0.999	1.994	0.000015
	11,9	1.016	2.044	0.000015
	11,10	1.037	2.103	0.000015
	11,11	1.061	2.173	0.000015
	11,12	1.355	3.114	0.000016
12	12,1	1.147	2.433	0.000017
	12,2	1.061	2.173	0.001156
	12,3	1.037	2.103	0.00117
	12,4	1.016	2.044	0.001181
	12,5	0.999	1.994	0.001192
	12,6	0.983	1.95	0.001201
	12,7	0.976	1.93	0.001205
	12,8	0.983	1.95	0.001201
	12,9	0.999	1.994	0.001192
	12,10	1.015	2.04	0.001182
	12,11	1.037	2.103	0.00117
	12,12	1.061	2.173	0.001156
	12,13	1.175	2.519	0.001099
13	13,1	1.125	2.365	0.000018
	13,2	1.061	2.173	0.001156
	13,3	1.037	2.103	0.00117
	13,4	1.016	2.044	0.001181
	13,5	1.007	2.018	0.001187

Tabel 20. Hasil Perhitungan *Bed Load Transport* (Lanjutan)

sta	No. Pias	$\tau'b$	τb	qb
	13,6	1.016	2.044	0.001181
	13,7	1.037	2.103	0.00117
	13,8	1.061	2.173	0.001156
	13,9	1.149	2.438	0.001111
14	14,1	1.175	2.519	0.000017
	14,2	1.091	2.263	0.00114
	14,3	1.118	2.344	0.001126
	14,4	1.037	2.103	0.00117
	14,5	1.016	2.044	0.001181
	14,6	0.999	1.994	0.001192
	14,7	0.983	1.95	0.001201
	14,8	0.969	1.912	0.00121
	14,9	0.963	1.894	0.001214
	14,10	0.963	1.894	0.001214
	14,11	0.969	1.912	0.00121
	14,12	0.983	1.95	0.001201
	14,13	0.999	1.994	0.001192
	14,14	1.016	2.044	0.001181
	14,15	1.037	2.103	0.00117
	14,16	1.206	2.618	0.001084
15	15,1	1.355	3.114	0.000016
	15,2	1.061	2.173	0.001156
	15,3	1.037	2.103	0.00117
	15,4	1.016	2.044	0.001181
	15,5	1.007	2.018	0.001187
	15,6	1.016	2.044	0.001181
	15,7	1.037	2.103	0.00117
	15,8	1.061	2.173	0.001156

Tabel 20. Hasil Perhitungan *Bed Load Transport* (Lanjutan)

sta	No. Pias	$\tau'b$	τb	qb
16	15,9	1.244	2.741	0.001068
	16,1	1.355	3.114	0.000016
	16,2	1.026	2.072	0.001176
	16,3	0.983	1.95	0.001201
	16,4	0.969	1.912	0.00121
	16,5	0.963	1.894	0.001214
	16,6	0.969	1.912	0.00121
	16,7	0.983	1.95	0.001201
	16,8	1.026	2.072	0.001176
17	16,9	1.293	2.904	0.001047
	17,1	1.355	3.114	0.000016
	17,2	1.061	2.173	0.001156
	17,3	1.037	2.103	0.00117
	17,4	1.016	2.044	0.001181
	17,5	1.007	2.018	0.001187
	17,6	1.016	2.044	0.001181
	17,7	1.037	2.103	0.00117
	17,8	1.061	2.173	0.001156
18	17,9	1.36	3.133	0.001021
	18,1	1.289	2.89	0.000016
	18,2	1.061	2.173	0.001156
	18,3	1.037	2.103	0.00117
	18,4	1.016	2.044	0.001181
	18,5	1.007	2.018	0.001187
	18,6	1.016	2.044	0.001181
	18,7	1.037	2.103	0.00117
	18,8	1.061	2.173	0.001156
	18,9	1.355	3.114	0.001023

Tabel 20. Hasil Perhitungan *Bed Load Transport* (Lanjutan)

sta	No. Pias	$\tau'b$	τb	qb
19	19,1	1.355	3.114	0.000016
	19,2	1.016	2.044	0.001181
	19,3	0.969	1.912	0.00121
	19,4	0.963	1.894	0.001214
	19,5	0.969	1.912	0.00121
	19,6	1.016	2.044	0.001181
	19,7	1.355	3.114	0.001023
20	20,1	1.147	2.433	0.000017
	20,2	1.061	2.173	0.001156
	20,3	1.037	2.103	0.00117
	20,4	1.016	2.044	0.001181
	20,5	0.999	1.994	0.001192
	20,6	0.983	1.95	0.001201
	20,7	0.969	1.912	0.00121
	20,8	0.963	1.894	0.001214
	20,9	0.969	1.912	0.00121
	20,10	0.983	1.95	0.001201
	20,11	0.999	1.994	0.001192
	20,12	1.016	2.044	0.001181
	20,13	1.037	2.103	0.00117
	20,14	1.061	2.173	0.001156
20,15	1.204	2.61	0.001085	
21	21,1	1.355	3.114	0.000016
	21,2	1.061	2.173	0.001156
	21,3	1.048	2.136	0.001163
	21,4	1.061	2.173	0.001156
	21,5	1.244	2.741	0.001068
22	22,1	1.355	3.114	0.000016

Tabel 20. Hasil Perhitungan *Bed Load Transport* (Lanjutan)

sta	No. Pias	$\tau'b$	τb	q_b
	22,2	1.016	2.044	0.001181
	22,3	0.969	1.912	0.00121
	22,4	0.963	1.894	0.001214
	22,5	0.984	1.953	0.0012
	22,6	1.355	3.114	0.001023
23	23,1	1.355	3.114	0.000016
	23,2	1.075	2.214	0.001149
	23,3	1.355	3.114	0.001023
24	24,1	1.355	3.114	0.000016
	24,2	1.016	2.044	0.001181
	24,3	0.976	1.93	0.001205
	24,4	1.016	2.044	0.001181
	24,5	1.355	3.114	0.001023
25	25,1	1.2	2.599	0.000016
	25,2	1.016	2.044	0.001079
	25,3	0.976	1.93	0.001101
	25,4	1.016	2.044	0.001079
	25,5	1.355	3.114	0.000935

Dari Tabel 20. dapat disimpulkan bahwa nilai dari *Bed Load Transport* (q_b), untuk setiap STA dan pias adalah berbeda. Hal ini dipengaruhi dengan nilai ketinggian (H) yang berbeda pada tiap pias penampang melintang sungai. Sehingga nilai q_b tertinggi terdapat pada STA 5 , pias 5.4 sebesar 0.001214 dan nilai q_b terendah terdapat pada STA 15, pias 15.2, 15.3, 15.4, 15.5, dan 15.6 sebesar 0.000015.

4.4. Perhitungan Rouse Number

Perhitungan *Suspended Load* digunakan untuk mengetahui harga konsentrasi sedimen yang dapat menunjukkan harga konsentrasi sedimen dari dasar pada $z = a$ sampai dengan muka air, yang menggunakan persamaan konsentrasi sedimen *Rouse*.

Untuk perhitungan lihat data pada STA 10, pias 10,9 yang diketahui pada Tabel 17.

ρ_s	= 1922 kg/m ³
ρ_w	= 1000 kg/m ³
g	= 9.81 m/s ²
d_{50}	= 0.00085 m
viskositas	= 0.000001 m ² /s
h	= 14.4 m

- perhitungan shields parameter (θ_c)

$$\theta_c = -0.018x^3 + 0.066x^2 - 0.1117x + 0.0899$$

$$\theta_c = -0.018(1.27^3) + 0.066(1.27^2) - 0.1117(1.27) + 0.0899$$

$$\theta_c = 0.033$$

- Perhitungan kecepatan kritis (U_*)

$$U_* = \sqrt{\theta_c \times (s - 1) \times g \times d}$$

$$U_* = \sqrt{0.033 \times (1.922 - 1) \times 9.81 \frac{m}{s^2} \times 0.00085 \text{ m}}$$

$$U_* = 0.016 \text{ m/s}$$

- Perhitungan konsentrasi sedimen (C_a)

$$C_a = \frac{q_B}{6.34 \times U_* \times k_s}$$

$$C_a = \frac{0.0000258}{6.34 \times 0.016 \times 0.002125}$$

$$C_a = 0.121$$

- Perhitungan Rouse Number (Rn)

$$R_n = \frac{w_s}{K \times \beta \times K_s}$$

$$R_n = \frac{0.072}{0.4 \times 0.29 \times 0.21}$$

$$R_n = 0.00947$$

Sehingga hasil yang seluruh perhitungan dapat dilihat pada Tabel 21.

Tabel 21. Hasil Perhitungan *Rouse Number*

sta	No. Pias	θ_c kg/m ³	k_s m	Ca	u^*_{cr}	Rn
1	1,1	0.033	0.002	0.146	0.016	0.006
	1,2	0.033	0.002	0.073	0.016	0.005
	1,3	0.033	0.002	0.065	0.016	0.005
	1,4	0.033	0.002	0.073	0.016	0.005
	1,5	0.033	0.002	0.146	0.016	0.006
	1,6	0.033	0.002	0.11	0.016	0.005
	1,7	0.033	0.002	0.073	0.016	0.005
2	2,1	0.033	0.002	0.065	0.016	0.005
	2,2	0.033	0.002	0.067	0.016	0.005
	2,3	0.033	0.002	0.146	0.016	0.006
	2,4	0.033	0.002	0.146	0.016	0.006
	2,5	0.033	0.002	0.073	0.016	0.005
	2,6	0.033	0.002	0.064	0.016	0.005
3	3,1	0.033	0.002	0.063	0.016	0.005
	3,2	0.033	0.002	0.067	0.016	0.005
	3,3	0.033	0.002	0.146	0.016	0.006
	3,4	0.033	0.002	0.099	0.016	0.005
	3,5	0.033	0.002	0.081	0.016	0.005
4	4,1	0.033	0.002	0.077	0.016	0.005
	4,2	0.033	0.002	0.073	0.016	0.005
	4,3	0.033	0.002	0.069	0.016	0.005
	4,4	0.033	0.002	0.066	0.016	0.005
	4,5	0.033	0.002	0.064	0.016	0.005
5	5,1	0.033	0.002	0.063	0.016	0.005

Tabel 21. Hasil Perhitungan *Rouse Number* (Lanjutan)

sta	No. Pias	θ_c kg/m ³	k_s m	Ca	u^*cr	Rn
	5,2	0.033	0.002	0.064	0.016	0.005
	5,3	0.033	0.002	0.066	0.016	0.005
	5,4	0.033	0.002	0.069	0.016	0.005
	5,5	0.033	0.002	0.073	0.016	0.005
	5,6	0.033	0.002	0.077	0.016	0.005
	5,7	0.033	0.002	0.081	0.016	0.005
	5,8	0.033	0.002	0.111	0.016	0.005
	5,9	0.033	0.002	0.146	0.016	0.006
6	6,1	0.033	0.002	0.073	0.016	0.005
	6,2	0.033	0.002	0.064	0.016	0.005
	6,3	0.033	0.002	0.163	0.016	0.005
	6,4	0.033	0.002	0.064	0.016	0.005
	6,5	0.033	0.002	0.073	0.016	0.005
	6,6	0.033	0.002	0.146	0.016	0.006
	6,7	0.033	0.002	0.146	0.016	0.006
	6,8	0.033	0.002	0.075	0.016	0.005
	6,9	0.033	0.002	0.066	0.016	0.005
7	7,1	0.033	0.002	0.064	0.016	0.005
	7,2	0.033	0.002	0.063	0.016	0.005
	7,3	0.033	0.002	0.064	0.016	0.005
	7,4	0.033	0.002	0.066	0.016	0.005
	7,5	0.033	0.002	0.075	0.016	0.005
	7,6	0.033	0.002	0.132	0.016	0.006
	7,7	0.033	0.002	0.105	0.016	0.005
	7,8	0.033	0.002	0.087	0.016	0.005
	7,9	0.033	0.002	0.093	0.016	0.005

Tabel 21. Hasil Perhitungan *Rouse Number* (Lanjutan)

sta	No. Pias	θ_c kg/m ³	ks m	Ca	u*cr	Rn
	7,10	0.033	0.002	0.077	0.016	0.005
	7,11	0.033	0.002	0.073	0.016	0.005
8	8,1	0.033	0.002	0.069	0.016	0.005
	8,2	0.033	0.002	0.066	0.016	0.005
	8,3	0.033	0.002	0.064	0.016	0.005
	8,4	0.033	0.002	0.063	0.016	0.005
	8,5	0.033	0.002	0.063	0.016	0.005
	8,6	0.033	0.002	0.064	0.016	0.005
	8,7	0.033	0.002	0.066	0.016	0.005
	8,8	0.033	0.002	0.069	0.016	0.005
	8,9	0.033	0.002	0.073	0.016	0.005
	8,10	0.033	0.002	0.077	0.016	0.005
	8,11	0.033	0.002	0.111	0.016	0.005
	8,12	0.033	0.002	0.099	0.016	0.005
9	9,1	0.033	0.002	0.081	0.016	0.005
	9,2	0.033	0.002	0.077	0.016	0.005
	9,3	0.033	0.002	0.073	0.016	0.005
	9,4	0.033	0.002	0.069	0.016	0.005
	9,5	0.033	0.002	0.066	0.016	0.005
	9,6	0.033	0.002	0.065	0.016	0.005
	9,7	0.033	0.002	0.066	0.016	0.005
	9,8	0.033	0.002	0.069	0.016	0.005
	9,9	0.033	0.002	0.072	0.016	0.005
10	10,1	0.033	0.002	0.077	0.016	0.005
	10,2	0.033	0.002	0.081	0.016	0.005
	10,3	0.033	0.002	0.105	0.016	0.005
	10,4	0.033	0.002	0.094	0.016	0.005

Tabel 21. Hasil Perhitungan *Rouse Number* (Lanjutan)

sta	No. Pias	θ_c kg/m ³	ks m	Ca	u*cr	Rn
	10,5	0.033	0.002	0.081	0.016	0.005
	10,6	0.033	0.002	0.077	0.016	0.005
	10,7	0.033	0.002	0.073	0.016	0.005
	10,8	0.033	0.002	0.071	0.016	0.005
	10,9	0.033	0.002	0.073	0.016	0.005
11	11,1	0.033	0.002	0.077	0.016	0.005
	11,2	0.033	0.002	0.081	0.016	0.005
	11,3	0.033	0.002	0.099	0.016	0.005
	11,4	0.033	0.002	0.146	0.016	0.006
	11,5	0.033	0.002	0.081	0.016	0.005
	11,6	0.033	0.002	0.077	0.016	0.005
	11,7	0.033	0.002	0.073	0.016	0.005
	11,8	0.033	0.002	0.071	0.016	0.005
	11,9	0.033	0.002	0.073	0.016	0.005
	11,10	0.033	0.002	0.077	0.016	0.005
	11,11	0.033	0.002	0.081	0.016	0.005
	11,12	0.033	0.002	0.121	0.016	0.005
12	12,1	0.033	0.002	0.146	0.016	0.006
	12,2	0.033	0.002	0.081	0.016	0.005
	12,3	0.033	0.002	0.077	0.016	0.005
	12,4	0.033	0.002	0.073	0.016	0.005
	12,5	0.033	0.002	0.071	0.016	0.005
	12,6	0.033	0.002	0.073	0.016	0.005
	12,7	0.033	0.002	0.077	0.016	0.005
	12,8	0.033	0.002	0.081	0.016	0.005
	12,9	0.033	0.002	0.148	0.016	0.006
	12,10	0.033	0.002	0.131	0.016	0.006

Tabel 21. Hasil Perhitungan *Rouse Number* (Lanjutan)

sta	No. Pias	θ_c kg/m ³	ks m	Ca	u*cr	Rn
	12,11	0.033	0.002	0.081	0.016	0.005
	12,12	0.033	0.002	0.077	0.016	0.005
	12,13	0.033	0.002	0.073	0.016	0.005
13	13,1	0.033	0.002	0.071	0.016	0.005
	13,2	0.033	0.002	0.073	0.016	0.005
	13,3	0.033	0.002	0.077	0.016	0.005
	13,4	0.033	0.002	0.081	0.016	0.005
	13,5	0.033	0.002	0.146	0.016	0.006
	13,6	0.033	0.002	0.146	0.016	0.006
	13,7	0.033	0.002	0.081	0.016	0.005
	13,8	0.033	0.002	0.079	0.016	0.005
	13,9	0.033	0.002	0.081	0.016	0.005
14	14,1	0.033	0.002	0.121	0.016	0.005
	14,2	0.033	0.002	0.146	0.016	0.006
	14,3	0.033	0.002	0.084	0.016	0.005
	14,4	0.033	0.002	1.46	0.016	0.006
	14,5	0.033	0.002	0.119	0.016	0.005
	14,6	0.033	0.002	0.09	0.016	0.005
	14,7	0.033	0.002	0.081	0.016	0.005
	14,8	0.033	0.002	0.077	0.016	0.005
	14,9	0.033	0.002	0.073	0.016	0.005
	14,10	0.033	0.002	0.069	0.016	0.005
	14,11	0.033	0.002	0.068	0.016	0.005
	14,12	0.033	0.002	0.069	0.016	0.005
	14,13	0.033	0.002	0.073	0.016	0.005
	14,14	0.033	0.002	0.077	0.016	0.005
	14,15	0.033	0.002	0.081	0.016	0.005

Tabel 21. Hasil Perhitungan *Rouse Number* (Lanjutan)

sta	No. Pias	θ_c kg/m ³	ks m	Ca	u*cr	Rn
15	14,16	0.033	0.002	0.146	0.016	0.006
	15,1	0.033	0.002	0.091	0.016	0.005
	15,2	0.033	0.002	0.081	0.016	0.005
	15,3	0.033	0.002	0.077	0.016	0.005
	15,4	0.033	0.002	0.073	0.016	0.005
	15,5	0.033	0.002	0.071	0.016	0.005
	15,6	0.033	0.002	0.073	0.016	0.005
	15,7	0.033	0.002	0.077	0.016	0.005
	15,8	0.033	0.002	0.081	0.016	0.005
16	15,9	0.033	0.002	0.099	0.016	0.005
	16,1	0.033	0.002	0.111	0.016	0.005
	16,2	0.033	0.002	0.081	0.016	0.005
	16,3	0.033	0.002	0.077	0.016	0.005
	16,4	0.033	0.002	0.073	0.016	0.005
	16,5	0.033	0.002	0.071	0.016	0.005
	16,6	0.033	0.002	0.073	0.016	0.005
	16,7	0.033	0.002	0.077	0.016	0.005
	16,8	0.033	0.002	0.081	0.016	0.005
17	16,9	0.033	0.002	0.099	0.016	0.005
	17,1	0.033	0.002	0.111	0.016	0.005
	17,2	0.033	0.002	0.091	0.016	0.005
	17,3	0.033	0.002	0.081	0.016	0.005
	17,4	0.033	0.002	0.077	0.016	0.005
	17,5	0.033	0.002	0.073	0.016	0.005
	17,6	0.033	0.002	0.069	0.016	0.005
	17,7	0.033	0.002	0.068	0.016	0.005
	17,8	0.033	0.002	0.069	0.016	0.005

Tabel 21. Hasil Perhitungan *Rouse Number* (Lanjutan)

sta	No. Pias	θ_c kg/m ³	ks m	Ca	u*cr	Rn
18	17,9	0.033	0.002	0.073	0.016	0.005
	18,1	0.033	0.002	0.077	0.016	0.005
	18,2	0.033	0.002	0.081	0.016	0.005
	18,3	0.033	0.002	0.105	0.016	0.005
	18,4	0.033	0.002	0.145	0.016	0.006
	18,5	0.033	0.002	0.086	0.016	0.005
	18,6	0.033	0.002	0.076	0.016	0.005
	18,7	0.033	0.002	0.073	0.016	0.005
	18,8	0.033	0.002	0.069	0.016	0.005
19	18,9	0.033	0.002	0.068	0.016	0.005
	19,1	0.033	0.002	0.069	0.016	0.005
	19,2	0.033	0.002	0.073	0.016	0.005
	19,3	0.033	0.002	0.077	0.016	0.005
	19,4	0.033	0.002	0.082	0.016	0.005
	19,5	0.033	0.002	0.49	0.016	0.006
	19,6	0.033	0.002	0.091	0.016	0.005
20	19,7	0.033	0.002	0.081	0.016	0.005
	20,1	0.033	0.002	0.077	0.016	0.005
	20,2	0.033	0.002	0.073	0.016	0.005
	20,3	0.033	0.002	0.071	0.016	0.005
	20,4	0.033	0.002	0.073	0.016	0.005
	20,5	0.033	0.002	0.077	0.016	0.005
	20,6	0.033	0.002	0.081	0.016	0.005
	20,7	0.033	0.002	0.099	0.016	0.005
	20,8	0.033	0.002	0.111	0.016	0.005
	20,9	0.033	0.002	0.081	0.016	0.005
20,10	0.033	0.002	0.077	0.016	0.005	

Tabel 21. Hasil Perhitungan *Rouse Number* (Lanjutan)

sta	No. Pias	θ_c kg/m ³	ks m	Ca	u*cr	Rn
	20,11	0.033	0.002	0.073	0.016	0.005
	20,12	0.033	0.002	0.071	0.016	0.005
	20,13	0.033	0.002	0.073	0.016	0.005
	20,14	0.033	0.002	0.077	0.016	0.005
	20,15	0.033	0.002	0.081	0.016	0.005
21	21,1	0.033	0.002	0.149	0.016	0.006
	21,2	0.033	0.002	0.146	0.016	0.006
	21,3	0.033	0.002	0.081	0.016	0.005
	21,4	0.033	0.002	0.079	0.016	0.005
	21,5	0.033	0.002	0.081	0.016	0.005
22	22,1	0.033	0.002	0.146	0.016	0.006
	22,2	0.033	0.002	0.146	0.016	0.006
	22,3	0.033	0.002	0.081	0.016	0.005
	22,4	0.033	0.002	0.046	0.016	0.005
	22,5	0.033	0.002	0.079	0.016	0.005
	22,6	0.033	0.002	0.146	0.016	0.006
23	23,1	0.033	0.002	0.099	0.016	0.005
	23,2	0.033	0.002	0.081	0.016	0.005
	23,3	0.033	0.002	0.077	0.016	0.005
24	24,1	0.033	0.002	0.075	0.016	0.005
	24,2	0.033	0.002	0.079	0.016	0.005
	24,3	0.033	0.002	0.112	0.016	0.005
	24,4	0.033	0.002	0.146	0.016	0.006
	24,5	0.033	0.002	0.081	0.016	0.005
25	25,1	0.033	0.002	0.077	0.016	0.005
	25,2	0.033	0.002	0.075	0.016	0.005
	25,3	0.033	0.002	0.077	0.016	0.005

Tabel 21. Hasil Perhitungan *Rouse Number* (Lanjutan)

sta	No. Pias	θ_c kg/m ³	ks m	Ca	u*cr	Rn
	25,4	0.033	0.002	0.081	0.016	0.005
	25,5	0.033	0.002	0.146	0.016	0.006

Dari Tabel 21. dapat disimpulkan bahwa nilai dari *Suspended Load* (Ca), untuk setiap STA dan pias adalah berbeda. Hal ini dipengaruhi dengan nilai ketinggian (H) dan *Rouse Number* (Rn) yang berbeda pada tiap pias pada penampang melintang sungai. Sehingga dapat diketahui nilai Ca tertinggi sebesar 0.006 terdapat pada beberapa pias STA 2, 3, 24, dan 25. Dan nilai Ca terendah sebesar 0.005 terdapat pada sebagian besar STA 10.

4.5. Perubahan Elevasi (*Sediment Settlement*)

Perhitungan perubahan elevasi dilakukan untuk mengetahui pengendapan sedimen yang terjadi pada setiap STA dan pias selama 1 jam. Sehingga bisa dengan mudah mengetahui perbedaan pada dasar waduk.

Untuk perhitungan lihat data pada STA 10, pias 10,9 yang diketahui pada Tabel 17, 18 dan 20.

$$\begin{aligned}
 \rho_s &= 1922 \text{ kg/m}^3 \\
 \rho_w &= 1000 \text{ kg/m}^3 \\
 w_s &= 0.072 \\
 \tau_x &= 1.007 \\
 \tau_c &= 2.018 \\
 p_b &= 2.4\% \\
 c &= 20 \text{ mg/l}
 \end{aligned}$$

Sehingga, perhitungan menjadi :

$$\Delta z = \left(\frac{c}{10^6} \times w_s \times d_t \times \left(1 - \frac{\tau_x}{\tau_c} \right) \right) \times \frac{\rho_s / \rho_w}{1 - p_b}$$

$$\Delta z = \left(\frac{20 \text{ mg/l}}{10^6} \times 0.072 \times 3600 \times \left(1 - \frac{1.007}{2.018} \right) \right) \times \frac{1922/1000}{1 - 2.4\%}$$

$$\Delta z = 0.00511 \text{ cm}$$

$$\Delta z = 0.55 \text{ m}$$

Sehingga hasil yang seluruh perhitungan dapat dilihat pada Tabel 22.

Tabel 22. Hasil Perubahan Elevasi

No. STA	No. Pias	$\Sigma\Delta Z$ dalam setahun					$\Sigma\Delta Z$ dalam setahun	Elevasi awal	Elevasi akhir
		Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3	Kelas 4	Kelas 5		m	m
1	1,1	2.219369	0.26355	0.138711	0	0.0277421	2.65	240	242.65
	1,2	2.473794	0.293763	0.154612	0	0.0309224	2.95	190	192.95
	1,3	2.856748	0.339239	0.178547	0	0.0357094	3.41	184.4	187.81
	1,4	3.027181	0.359478	0.189199	0	0.0378398	3.61	178.8	182.41
	1,5	2.856748	0.339239	0.178547	0	0.0357094	3.41	178.8	182.21
	1,6	2.473794	0.293763	0.154612	0	0.0309224	2.95	184.4	187.35
	1,7	2.219369	0.26355	0.138711	0	0.0277421	2.65	190	192.65
2	2,1	2.150003	0.255313	0.134375	0	0.0268750	2.57	212	214.57
	2,2	2.365493	0.280902	0.147843	0	0.0295687	2.82	190	192.82
	2,3	2.564176	0.304496	0.160261	0	0.0320522	3.06	184.4	187.46
	2,4	2.56669	0.304794	0.160418	0	0.0320836	3.06	178.8	181.86
	2,5	2.367732	0.281168	0.147983	0	0.0295967	2.83	178.8	181.63
	2,6	2.142381	0.254408	0.133899	0	0.0267798	2.56	190	192.56
3	3,1	2.04173	0.242455	0.127608	0	0.0255216	2.44	240	242.44
	3,2	2.356323	0.279813	0.147270	0	0.0294540	2.81	190	192.81

Tabel 22. Hasil Perubahan Elevasi (Lanjutan)

No. STA	No. Pias	$\Sigma\Delta Z$ dalam setahun					$\Sigma\Delta Z$ dalam setahun	Elevasi awal m	Elevasi akhir m
		Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3	Kelas 4	Kelas 5			
4	3,3	2.539183	0.301528	0.158699	0	0.0317398	3.03	184.4	187.43
	3,4	2.356323	0.279813	0.147270	0	0.0294540	2.81	184.4	187.21
	3,5	2.04173	0.242455	0.127608	0	0.0255216	2.44	190	192.44
	4,1	1.626731	0.193174	0.101671	0	0.0203341	1.94	240	241.94
	4,2	1.815159	0.21555	0.113447	0	0.0226895	2.17	190	192.17
	4,3	1.948376	0.23137	0.121773	0	0.0243547	2.33	184.4	186.73
	4,4	1.815159	0.21555	0.113447	0	0.0226895	2.17	184.4	186.57
	4,5	1.626731	0.193174	0.101671	0	0.0203341	1.94	190	191.94
5	5,1	1.191363	0.141474	0.074460	0	0.0148920	1.42	190	191.42
	5,2	1.347881	0.160061	0.084243	0	0.0168485	1.61	184.4	186.01
	5,3	1.488549	0.176765	0.093034	0	0.0186069	1.78	178.8	180.58
	5,4	1.736853	0.206251	0.108553	0	0.0217107	2.07	173.2	175.27
	5,5	1.843738	0.218944	0.115234	0	0.0230467	2.20	173.2	175.40
	5,6	1.736699	0.206233	0.108544	0	0.0217087	2.07	178.8	180.87
	5,7	1.488323	0.176738	0.093020	0	0.0186040	1.78	184.4	186.18
	5,8	1.347641	0.160032	0.084228	0	0.0168455	1.61	190	191.61

Tabel 22. Hasil Perubahan Elevasi (Lanjutan)

No. STA	No. Pias	$\Sigma\Delta Z$ dalam setahun					$\Sigma\Delta Z$ dalam setahun	Elevasi awal m	Elevasi akhir m
		Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3	Kelas 4	Kelas 5			
6	5,9	1.180702	0.140208	0.073794	0	0.0147588	1.41	223.6	225.01
	6,1	1.039784	0.123474	0.064987	0	0.0129973	1.24	200.8	202.04
	6,2	1.170169	0.138958	0.073136	0	0.0146271	1.40	190	191.40
	6,3	1.292474	0.153481	0.080780	0	0.0161559	1.54	184.4	185.94
	6,4	1.406851	0.167064	0.087928	0	0.0175856	1.68	178.8	180.48
	6,5	1.510676	0.179393	0.094417	0	0.0188835	1.80	173.2	175.00
	6,6	1.406851	0.167064	0.087928	0	0.0175856	1.68	173.2	174.88
	6,7	1.292474	0.153481	0.080780	0	0.0161559	1.54	178.8	180.34
	6,8	1.170169	0.138958	0.073136	0	0.0146271	1.40	184.4	185.80
7	6,9	1.037341	0.123184	0.064834	0	0.0129668	1.24	190	191.24
	7,1	0.894263	0.106194	0.055891	0	0.0111783	1.07	190	191.07
	7,2	1.020169	0.121145	0.063761	0	0.0127521	1.22	184.4	185.62
	7,3	1.13837	0.135181	0.071148	0	0.0142296	1.36	178.8	180.16
	7,4	1.252259	0.148706	0.078266	0	0.0156532	1.49	173.2	174.69
	7,5	1.362439	0.16179	0.085152	0	0.0170305	1.63	167.6	169.23
	7,6	1.467641	0.174282	0.091728	0	0.0183455	1.75	167.6	169.35

Tabel 22. Hasil Perubahan Elevasi (Lanjutan)

No. STA	No. Pias	$\Sigma\Delta Z$ dalam setahun					$\Sigma\Delta Z$ dalam setahun	Elevasi awal m	Elevasi akhir m
		Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3	Kelas 4	Kelas 5			
8	7,7	1.362382	0.161783	0.085149	0	0.0170298	1.63	173.2	174.83
	7,8	1.252187	0.148697	0.078262	0	0.0156523	1.49	178.8	180.29
	7,9	1.138274	0.13517	0.071142	0	0.0142284	1.36	184.4	185.76
	7,10	1.020945	0.121237	0.063809	0	0.0127618	1.22	190	191.22
	7,11	0.893912	0.106152	0.055869	0	0.0111739	1.07	240	241.07
	8,1	0.554958	0.065901	0.034685	0	0.0069370	0.66	212	212.66
	8,2	0.643981	0.076473	0.040249	0	0.0080498	0.77	200.8	201.57
	8,3	0.731014	0.086808	0.045688	0	0.0091377	0.87	190	190.87
	8,4	0.815837	0.096881	0.050990	0	0.0101980	0.97	184.4	185.37
	8,5	0.898493	0.106696	0.056156	0	0.0112312	1.07	178.8	179.87
	8,6	1.055279	0.125314	0.065955	0	0.0131910	1.26	173.2	174.46
8,7	1.055905	0.125389	0.065994	0	0.0131988	1.26	167.6	168.86	
8,8	0.899294	0.106791	0.056206	0	0.0112412	1.07	167.6	168.67	
8,9	0.816513	0.096961	0.051032	0	0.0102064	0.97	173.2	174.17	
8,10	0.731573	0.086874	0.045723	0	0.0091447	0.87	178.8	179.67	
8,11	0.644681	0.076556	0.040293	0	0.0080585	0.77	184.4	185.17	

Tabel 22. Hasil Perubahan Elevasi (Lanjutan)

No. STA	No. Pias	$\Sigma\Delta Z$ dalam setahun					$\Sigma\Delta Z$ dalam setahun	Elevasi awal m	Elevasi akhir m
		Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3	Kelas 4	Kelas 5			
9	8,12	0.555214	0.065932	0.034701	0	0.0069402	0.66	190	190.66
	9,1	0.44703	0.053085	0.027939	0	0.0055879	0.53	190	190.53
	9,2	0.518602	0.061584	0.032413	0	0.0064825	0.62	184.4	185.02
	9,3	0.587122	0.069721	0.036695	0	0.0073390	0.70	178.8	179.50
	9,4	0.685537	0.081407	0.042846	0	0.0085692	0.82	173.2	174.02
	9,5	0.777722	0.092355	0.048608	0	0.0097215	0.93	173.2	174.13
	9,6	0.685537	0.081407	0.042846	0	0.0085692	0.82	178.8	179.62
	9,7	0.587122	0.069721	0.036695	0	0.0073390	0.70	184.4	185.10
	9,8	0.518602	0.061584	0.032413	0	0.0064825	0.62	190	190.62
10	9,9	0.447602	0.053153	0.027975	0	0.0055950	0.53	212.4	212.93
	10,1	0.40297	0.047853	0.025186	0	0.0050371	0.48	200.8	201.28
	10,2	0.458321	0.054426	0.028645	0	0.0057290	0.55	190	190.55
	10,3	0.512685	0.060881	0.032043	0	0.0064086	0.61	184.4	185.01
	10,4	0.566082	0.067222	0.035380	0	0.0070760	0.68	178.8	179.48
	10,5	0.668772	0.079417	0.041798	0	0.0083596	0.80	173.2	174.00
	10,6	0.566082	0.067222	0.035380	0	0.0070760	0.68	173.2	173.88

Tabel 22. Hasil Perubahan Elevasi (Lanjutan)

No. STA	No. Pias	$\Sigma\Delta Z$ dalam setahun					$\Sigma\Delta Z$ dalam setahun	Elevasi awal m	Elevasi akhir m
		Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3	Kelas 4	Kelas 5			
11	10,7	0.512685	0.060881	0.032043	0	0.0064086	0.61	178.8	179.41
	10,8	0.458321	0.054426	0.028714	0	0.0057290	0.55	184.4	184.95
	10,9	0.402672	0.047817	0.025167	0	0.0050334	0.48	190	190.48
	11,1	0.265753	0.031558	0.016610	0	0.0033219	0.32	217.6	217.92
	11,2	0.309758	0.036784	0.019360	0	0.0038720	0.37	200.8	201.17
	11,3	0.35354	0.041983	0.022096	0	0.0044192	0.42	190	190.42
	11,4	0.397113	0.047157	0.024820	0	0.0049639	0.47	184.4	184.87
	11,5	0.440482	0.052307	0.027558	0	0.0055060	0.53	178.8	179.33
	11,6	0.505056	0.059975	0.031539	0	0.0063132	0.60	173.2	173.80
	11,7	0.505109	0.059982	0.031569	0	0.0063139	0.60	167.6	168.20
	11,8	0.440557	0.052316	0.027535	0	0.0055070	0.53	167.6	168.13
	11,9	0.397177	0.047165	0.024823	0	0.0049647	0.47	173.2	173.67
12	11,10	0.353593	0.041989	0.022099	0	0.0044199	0.42	178.8	179.22
	11,11	0.309824	0.036792	0.019371	0	0.0038728	0.37	184.4	184.77
	11,12	0.265646	0.031545	0.016603	0	0.0033206	0.32	190	190.32
12	12,1	0.143425	0.017032	0.008964	0	0.0017928	0.17	212	212.17

Tabel 22. Hasil Perubahan Elevasi (Lanjutan)

No. STA	No. Pias	$\Sigma\Delta Z$ dalam setahun					$\Sigma\Delta Z$ dalam setahun	Elevasi awal m	Elevasi akhir m
		Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3	Kelas 4	Kelas 5			
	12,2	0.167207	0.019856	0.010450	0	0.0020896	0.20	190	190.20
	12,3	0.190908	0.02267	0.011932	0	0.0023854	0.23	184.4	184.63
	12,4	0.214538	0.025476	0.013406	0	0.0026817	0.26	178.8	179.06
	12,5	0.238091	0.028273	0.014881	0	0.0029761	0.28	173.2	173.48
	12,6	0.261559	0.03106	0.016346	0	0.0032695	0.31	167.6	167.91
	12,7	0.284917	0.033834	0.017807	0	0.0035610	0.34	162	162.34
	12,8	0.261559	0.03106	0.016361	0	0.0032695	0.31	162	162.31
	12,9	0.238091	0.028273	0.014887	0	0.0029743	0.28	167.6	167.88
	12,10	0.21454	0.025477	0.013414	0	0.0026812	0.26	173.2	173.46
	12,11	0.190908	0.02267	0.011932	0	0.0023861	0.23	178.8	179.03
	12,12	0.167207	0.019856	0.010450	0	0.0020901	0.20	184.4	184.60
	12,13	0.143415	0.017031	0.008963	0	0.0017930	0.17	190	190.17
13	13,1	0.072227	0.008577	0.004514	0	0.0009028	0.09	206.4	206.49
	13,2	0.081892	0.009725	0.005118	0	0.0010236	0.10	190	190.10
	13,3	0.100074	0.011884	0.006255	0	0.0012509	0.12	184.4	184.52
	13,4	0.108723	0.012911	0.006791	0	0.0013590	0.13	178.8	178.93

Tabel 22. Hasil Perubahan Elevasi (Lanjutan)

No. STA	No. Pias	$\Sigma\Delta Z$ dalam setahun					$\Sigma\Delta Z$ dalam setahun	Elevasi awal m	Elevasi akhir m
		Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3	Kelas 4	Kelas 5			
14	13,5	0.116912	0.013883	0.007307	0	0.0014614	0.14	173.2	173.34
	13,6	0.108723	0.012911	0.006795	0	0.0013590	0.13	173.2	173.33
	13,7	0.100074	0.011884	0.006255	0	0.0012509	0.12	178.8	178.92
	13,8	0.081892	0.009725	0.005118	0	0.0010236	0.10	184.4	184.50
	13,9	0.072175	0.008571	0.004511	0	0.0008993	0.09	190	190.09
	14,1	0.108462	0.01288	0.006779	0	0.0013558	0.13	212	212.13
	14,2	0.126415	0.015012	0.007903	0	0.0015797	0.15	196	196.15
	14,3	0.144244	0.017129	0.009015	0	0.0018030	0.17	190	190.17
	14,4	0.162096	0.019249	0.010131	0	0.0020262	0.19	184.4	184.59
	14,5	0.179826	0.021354	0.011239	0	0.0022477	0.21	178.8	179.01
	14,6	0.197472	0.02345	0.012342	0	0.0024684	0.24	173.2	173.44
14,7	0.215027	0.025535	0.013439	0	0.0026878	0.26	167.6	167.86	
14,8	0.232486	0.027608	0.014530	0	0.0029061	0.28	162	162.28	
14,9	0.232508	0.02761	0.014532	0	0.0029064	0.28	156.4	156.68	
14,10	0.215083	0.025541	0.013443	0	0.0026885	0.26	156.4	156.66	
14,11	0.197534	0.023457	0.012346	0	0.0024682	0.24	156.4	156.64	

Tabel 22. Hasil Perubahan Elevasi (Lanjutan)

No. STA	No. Pias	$\Sigma\Delta Z$ dalam setahun					$\Sigma\Delta Z$ dalam setahun	Elevasi awal m	Elevasi akhir m
		Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3	Kelas 4	Kelas 5			
15	14,12	0.179878	0.021361	0.011242	0	0.0022485	0.21	162	162.21
	14,13	0.16214	0.019254	0.010129	0	0.0020268	0.19	167.6	167.79
	14,14	0.144327	0.017139	0.009020	0	0.0018041	0.17	173.2	173.37
	14,15	0.126445	0.015015	0.007904	0	0.0015801	0.15	178.8	178.95
	14,16	0.108452	0.012879	0.006781	0	0.0013555	0.13	184.4	184.53
	15,1	0.040412	0.004799	0.002526	0	0.0005051	0.05	240	240.05
	15,2	0.045486	0.005401	0.002843	0	0.0005657	0.05	190	190.05
	15,3	0.04777	0.005673	0.002986	0	0.0005963	0.06	184.4	184.46
	15,4	0.052149	0.006193	0.003254	0	0.0006518	0.06	178.8	178.86
	15,5	0.058273	0.00692	0.003642	0	0.0007354	0.07	173.2	173.27
16	15,6	0.052149	0.006193	0.003259	0	0.0006485	0.06	173.2	173.26
	15,7	0.04777	0.005673	0.002986	0	0.0005971	0.06	178.8	178.86
	15,8	0.045486	0.005401	0.002839	0	0.0005717	0.05	184.4	184.45
	15,9	0.040601	0.004821	0.002536	0	0.0005075	0.05	190	190.05
	16,1	0.104173	0.012371	0.006511	0	0.0013022	0.12	240	240.12
	16,2	0.117242	0.013922	0.007328	0	0.0014663	0.14	190	190.14

Tabel 22. Hasil Perubahan Elevasi (Lanjutan)

No. STA	No. Pias	$\Sigma\Delta Z$ dalam setahun					$\Sigma\Delta Z$ dalam setahun	Elevasi awal m	Elevasi akhir m
		Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3	Kelas 4	Kelas 5			
17	16,3	0.130045	0.015443	0.008128	0	0.0016268	0.16	167.6	167.76
	16,4	0.142744	0.016951	0.008921	0	0.0017843	0.17	162	162.17
	16,5	0.1616	0.01919	0.010100	0	0.0020176	0.19	156.4	156.59
	16,6	0.142744	0.016951	0.008921	0	0.0017834	0.17	156.4	156.57
	16,7	0.130045	0.015443	0.008128	0	0.0016256	0.16	162	162.16
	16,8	0.117242	0.013922	0.007328	0	0.0014655	0.14	167.6	167.74
	16,9	0.104219	0.012376	0.006518	0	0.0013027	0.12	190	190.12
	17,1	0.018683	0.002219	0.001168	0	0.0002335	0.02	240	240.02
	17,2	0.021036	0.002498	0.001317	0	0.0002629	0.03	190	190.03
	17,3	0.023805	0.002827	0.001487	0	0.0002942	0.03	184.4	184.43
	17,4	0.0255	0.003028	0.001594	0	0.0003187	0.03	178.8	178.83
	17,5	0.027007	0.003207	0.001694	0	0.0003407	0.03	173.2	173.23
	17,6	0.0255	0.003028	0.001572	0	0.0003219	0.03	173.2	173.23
	17,7	0.023805	0.002827	0.001481	0	0.0002976	0.03	178.8	178.83
	17,8	0.021036	0.002498	0.001315	0	0.0002629	0.03	184.4	184.43
	17,9	0.018676	0.002218	0.001167	0	0.0002335	0.02	190	190.02

Tabel 22. Hasil Perubahan Elevasi (Lanjutan)

No. STA	No. Pias	$\Sigma\Delta Z$ dalam setahun					$\Sigma\Delta Z$ dalam setahun	Elevasi awal m	Elevasi akhir m
		Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3	Kelas 4	Kelas 5			
18	18,1	0.008765	0.001041	0.000548	0	0.0001099	0.01	234.4	234.41
	18,2	0.009842	0.001169	0.000615	0	0.0001225	0.01	190	190.01
	18,3	0.010824	0.001285	0.000676	0	0.0001353	0.01	184.4	184.41
	18,4	0.011774	0.001398	0.000736	0	0.0001472	0.01	178.8	178.81
	18,5	0.013111	0.001557	0.000819	0	0.0001639	0.02	173.2	173.22
	18,6	0.011774	0.001398	0.000735	0	0.0001472	0.01	173.2	173.21
	18,7	0.010824	0.001285	0.000677	0	0.0001353	0.01	178.8	178.81
	18,8	0.009842	0.001169	0.000616	0	0.0001230	0.01	184.4	184.41
	18,9	0.008744	0.001038	0.000546	0	0.0001093	0.01	190	190.01
19	19,1	0.072996	0.008668	0.004562	0	0.0009123	0.09	240	240.09
	19,2	0.08661	0.010285	0.005413	0	0.0010826	0.10	190	190.10
	19,3	0.095486	0.011339	0.005968	0	0.0011957	0.11	162	162.11
	19,4	0.108549	0.01289	0.006784	0	0.0013568	0.13	156.4	156.53
	19,5	0.095486	0.011339	0.005973	0	0.0011936	0.11	156.4	156.51
	19,6	0.08661	0.010285	0.005413	0	0.0010826	0.10	162	162.10
	19,7	0.072996	0.008668	0.004561	0	0.0009124	0.09	190	190.09

Tabel 22. Hasil Perubahan Elevasi (Lanjutan)

No. STA	No. Pias	$\Sigma\Delta Z$ dalam setahun					$\Sigma\Delta Z$ dalam setahun	Elevasi awal m	Elevasi akhir m
		Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3	Kelas 4	Kelas 5			
20	20,1	0.017433	0.00207	0.001090	0	0.0002179	0.02	212	212.02
	20,2	0.02089	0.002481	0.001306	0	0.0002611	0.02	190	190.02
	20,3	0.027737	0.003294	0.001734	0	0.0003467	0.03	184.4	184.43
	20,4	0.031129	0.003697	0.001945	0	0.0003888	0.04	178.8	178.84
	20,5	0.034497	0.004096	0.002156	0	0.0004312	0.04	173.2	173.24
	20,6	0.037837	0.004493	0.002365	0	0.0004738	0.05	167.6	167.65
	20,7	0.041149	0.004886	0.002572	0	0.0005144	0.05	162	162.05
	20,8	0.044421	0.005275	0.002776	0	0.0005552	0.05	156.4	156.45
	20,9	0.041149	0.004886	0.002572	0	0.0005144	0.05	156.4	156.45
	20,10	0.037837	0.004493	0.002364	0	0.0004730	0.05	162	162.05
	20,11	0.034497	0.004096	0.002156	0	0.0004312	0.04	167.6	167.64
	20,12	0.031129	0.003697	0.001945	0	0.0003891	0.04	173.2	173.24
	20,13	0.027737	0.003294	0.001734	0	0.0003469	0.03	178.8	178.83
	20,14	0.024322	0.002888	0.001519	0	0.0003040	0.03	184.4	184.43
	20,15	0.020874	0.002479	0.001305	0	0.0002609	0.02	190	190.02
21	21,1	0.001108	0.000132	0.000069	0	0.0000139	0.00	240	240.00

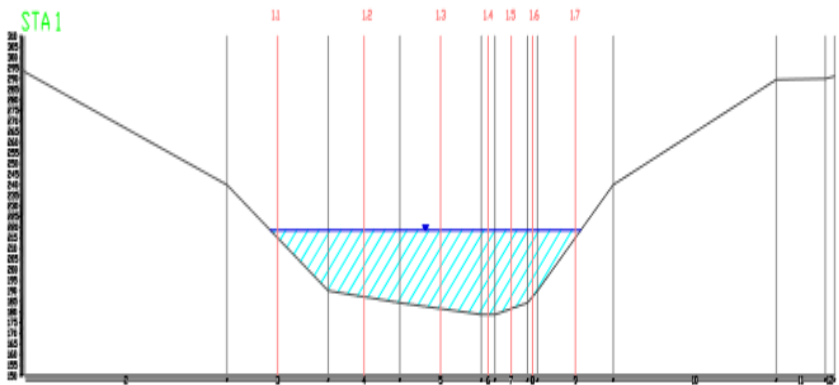
Tabel 22. Hasil Perubahan Elevasi (Lanjutan)

No. STA	No. Pias	$\Sigma\Delta Z$ dalam setahun					$\Sigma\Delta Z$ dalam setahun	Elevasi awal m	Elevasi akhir m
		Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3	Kelas 4	Kelas 5			
22	21,2	0.001248	0.000148	0.000078	0	0.0000156	0.00	190	190.00
	21,3	0.00127	0.000151	0.000079	0	0.0000159	0.00	184.4	184.40
	21,4	0.001248	0.000148	0.000078	0	0.0000151	0.00	184.4	184.40
	21,5	0.001144	0.000136	0.000069	0	0.0000143	0.00	190	190.00
	22,1	0.013497	0.001603	0.000844	0	0.0001687	0.02	240	240.02
	22,2	0.015018	0.001783	0.000939	0	0.0001875	0.02	190	190.02
	22,3	0.016473	0.001956	0.001030	0	0.0002059	0.02	162	162.02
	22,4	0.016475	0.001956	0.001030	0	0.0002059	0.02	156.4	156.42
	22,5	0.015027	0.001784	0.000939	0	0.0001882	0.02	156.4	156.42
23	22,6	0.013497	0.001603	0.000843	0	0.0001685	0.02	190	190.02
	23,1	0.000938	0.000111	0.000058	0	0.0000073	0.00	240	240.00
	23,2	0.001264	0.00015	0.000079	0	0.0000160	0.00	190	190.00
24	23,3	0.000938	0.000111	0.000090	0	0.0000114	0.00	190	190.00
	24,1	0.002708	0.000322	0.000169	0	0.0000339	0.00	222.64	222.64
	24,2	0.003044	0.000361	0.000190	0	0.0000380	0.00	190	190.00
	24,3	0.004336	0.000515	0.000271	0	0.0000542	0.01	162	162.01

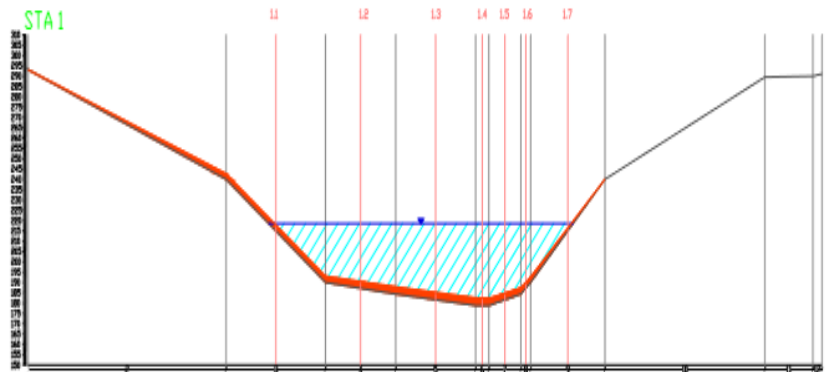
Tabel 22. Hasil Perubahan Elevasi (Lanjutan)

No. STA	No. Pias	$\Sigma\Delta Z$ dalam setahun					$\Sigma\Delta Z$ dalam setahun	Elevasi awal	Elevasi akhir
		Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3	Kelas 4	Kelas 5			
	24,4	0.003044	0.000361	0.000190	0	0.0000381	0.00	162	162.00
	24,5	0.002704	0.000321	0.000169	0	0.0000338	0.00	190	190.00
25	25,1	0	0	-	0	-	0.00	240	240.00
	25,2	0	0	-	0	-	0.00	190	190.00
	25,3	0	0	-	0	-	0.00	162	162.00
	25,4	0	0	-	0	-	0.00	162	162.00
	25,5	0	0	-	0	-	0.00	190	190.00

Dari Tabel 22. diatas dapat disimpulkan bahwa nilai dari Perubahan Elevasi (ΔZ), untuk setiap STA dan pias adalah berbeda. Hal ini dipengaruhi dengan nilai ketinggian (H) dan debit kelas-kelas hidrograf (Q_{kelas1} , Q_{kelas2} , Q_{kelas3} , Q_{kelas4} dan Q_{kelas5}). Dan dapat diketahui nilai Perubahan Elevasi (ΔZ) tertinggi didapat pada STA 1, pias 1,4. Dan Perubahan Elevasi (ΔZ) terendah didapat pada STA 25, pias 25,1. Sehingga dapat diketahui sesuai dengan sifat sedimen penumpukan tertinggi terjadi saat sedimen berada di pintu masuk waduk dan sedimen akan semakin kecil saat mendekati tubuh bendungan. Untuk perhitungan perubahan elevasi terdapat pada Lampiran 1. Contoh penggambaran perubahan elevasi STA 1 terdapat pada gambar 11. dan 12. Penggambaran perubahan elevasi pada tiap cross lainnya terdapat pada lampiran.

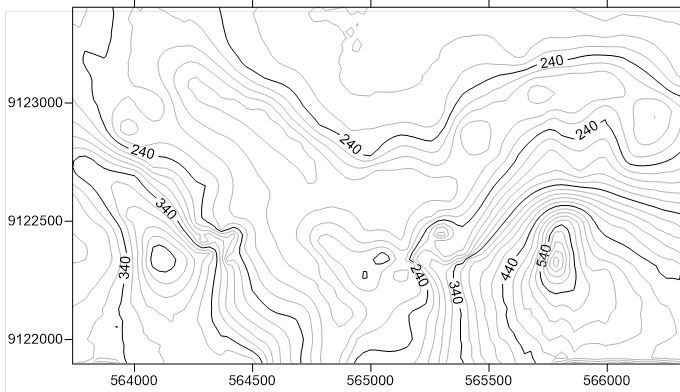


Gambar 11. Potongan Melintang STA 1 pada keadaan awal



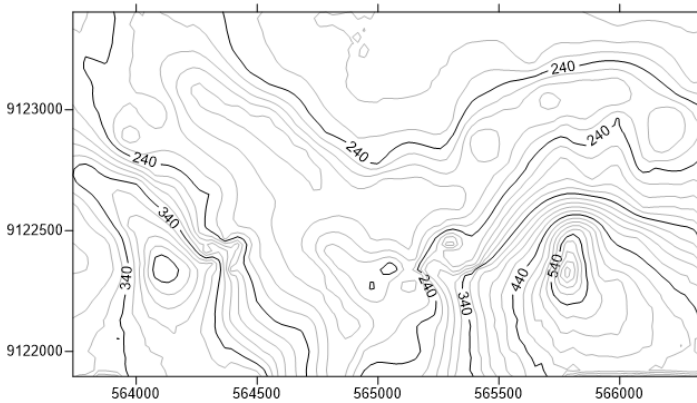
Gambar 12. Potongan Melintang STA 1 setelah 1 tahun

4.6. Penggambaran Distribusi Sedimen



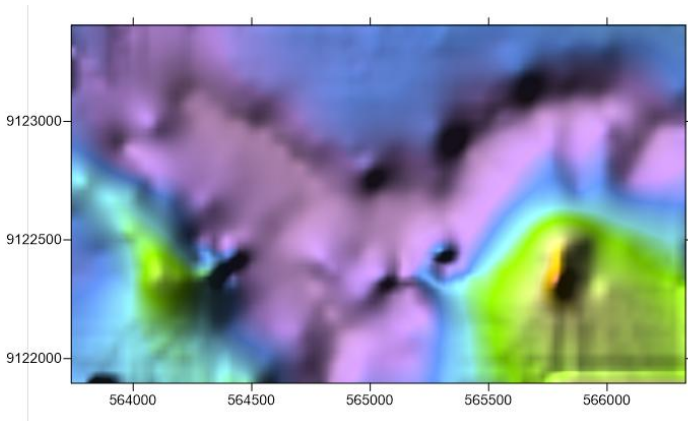
Gambar 12. Hasil Penggambaran 'Contour Map' di Surfer Tanpa Sedimentasi

13

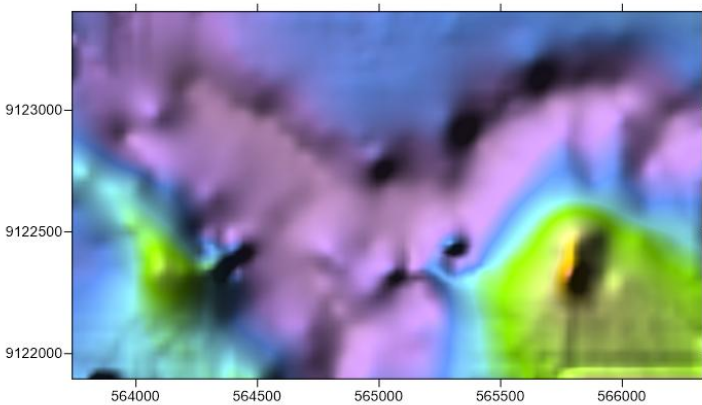


Gambar 13. Hasil Penggambaran 'Contour Map' di Surfer Dengan Sedimentasi Selama 1 Tahun

14

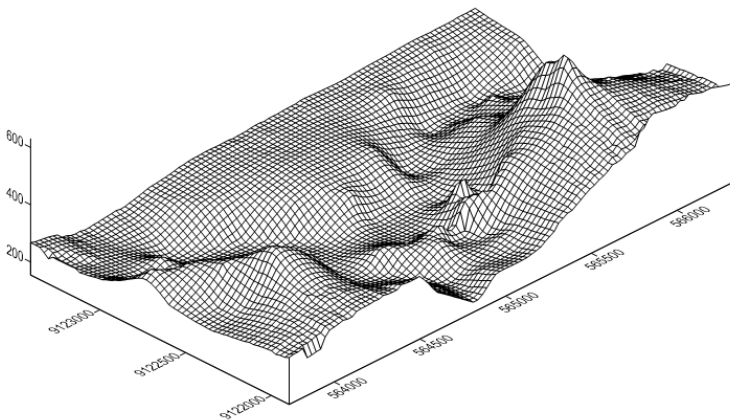


Gambar 14. Hasil Penggambaran 'Image Map' di Surfer Tanpa Sedimentasi 15



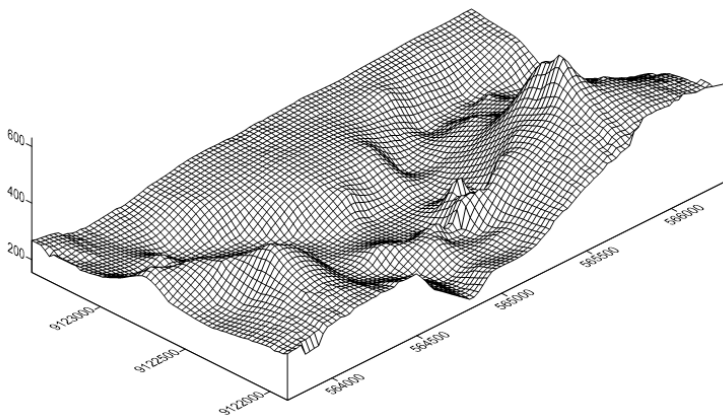
Gambar 15. Hasil Penggambaran 'Image Map' di Surfer Tanpa Sedimentasi 16

Dari gambar diatas tidak terlalu terlihat perbedaan perubahan elevasi sedimen dikarenakan Δz yang kecil.



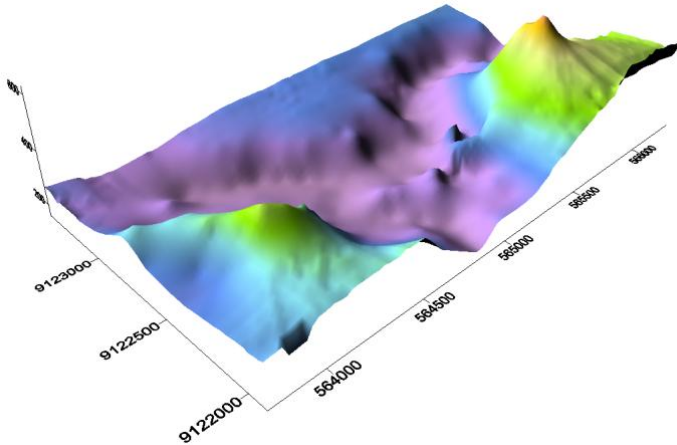
Gambar 16. Hasil penggambaran 'Wire Frame' di Surfer Tanpa Sedimentasi

17



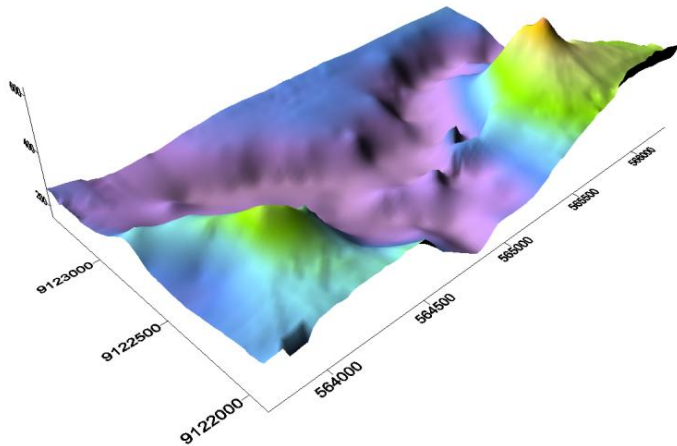
Gambar 17. Hasil penggambaran 'Wire Frame' di Surfer Setelah Sedimentasi 1 Tahun

18



Gambar 18. Hasil Penggambaran '3D Surface' di Surfer Tanpa Sedimentasi

19



Gambar 19. Hasil Penggambaran '3D Surface' di Surfer Setelah Sedimentasi 1 Tahun

20

“Halaman ini sengaja dikosongkan.”

BAB 5

KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

- 1) Untuk debit yang masuk ke dalam waduk digunakan data curah hujan tahun 2017 dan dari data tersebut dikelompokkan menjadi beberapa kelas, kemudian didapatkan debit tiap kelas menggunakan perhitungan hidrograf dengan metode nakayasu. Debit tertinggi yang dihasilkan adalah 2448 m³/detik. Konsentrasi sedimen yang masuk ke dalam waduk menggunakan hasil rata-rata dari perhitungan yang telah dilakukan oleh PT. ADI KARYA, yaitu 20 mg/liter.
- 2) Untuk distribusi kecepatan pias harus mengetahui data-data luas dari tiap pias, dari data tersebut dapat diketahui koefisien kecepatan per pias dengan dasar 'Pembagian Kecepatan pada Penampang Saluran'.
- 3) Pengendapan sedimen yang berada di waduk paling tinggi berada pada bagian hulu waduk, pada STA 1 pias 1,4 dengan Δz sebesar 3,61 m. dan paling rendah berada pada bagian hilir waduk, pada STA 25 pias 25,5 dengan Δz sebesar 0 m. Sesuai dengan sifat sedimen yang menumpuk pada bagian hulu, setelah leleh bergerak begitu masuk ke dalam waduk sedimen itu sendiri mengendap dan menumpuk. Menyebabkan sedimen pada yang berada didekat waduk mempunyai konsentrasi sedimen yang sedikit.

5.2. Saran

- 1) Dari analisa yang telah dilakukan, maka dasar waduk akan mengalami perubahan elevasi akibat adanya penumpukan sedimen yang tiap tahunnya mencapai 3 m. Sehingga disarankan adanya penanganan dengan cara mengangkut sedimen dengan alat berat sedikit demi sedikit setidaknya setiap 5 tahun sekali.

“Halaman ini sengaja dikosongkan.”

DAFTAR PUSTAKA

- PT. Adhi Karya, *Design Engineering Detail, Bendungan Bendo Ponorogo*. Ponorogo. 2005.
- Liu, Zhou. *Sediment Transport*. 1998.
- Triatmodjo, Bambang. 2010, *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset Yogyakarta.
- Suharjoko; Mohammad Bisri; Rispiningtati; Muhammad Ruslin Anwar. 2013, *Modelling of Groyne Placement On The River Bend Based On Sedimentation Analysis Using Numerical Simulation Approach By Finite Difference Method*. International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA).
- Suharjoko. 2016, *Analisis Tata Letak Krib Yang Baik Pada Belokan Sungai*. Surabaya.
- Suharjoko; Srie Subekti; Edy Sumirman. 2017, *Numerical Computations on Sediment Transport Models Base on Threshold Sediments of Shield's Graphic due to Simulation of the Groyne Placement Analysis*. International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA). India.
- <http://bentangalam-hutantropis.fkt.ugm.ac.id/arc-gis/>
- https://id.wikipedia.org/wiki/Google_Earth
- <http://maestro.unud.ac.id/?p=39>
- <http://neededthing.blogspot.com/2017/01/pendahuluan-surfer.html>
- <https://www.belajarsipil.com/2014/03/16/hidograf-satuan-metode-nakayasu/>

Lampiran 1. Tabel Perhitungan Sedimentasi

STA 1 pada pias 1

0.85	h	9	m		
	u	0.00731396	m/s	dZ=	0
	d50	0.00085	m	Dz =	
	vis	0.000001	m ² /s		0.000784264
	s	1.95			
	g	9.81	m/s ²		
	ρs	1922			
	ρw	1000			
Csus	20	mg/ltr			

$$S_* = \frac{d}{4\nu} \sqrt{(s-1)gd}$$

S*	18.91318643	2.939859	10
dari grafik shield			1
S*	18.91318643		
Log(S*)	1.276764704	0.032526778	

Grafik Shield modifikasi Suharjoko, 2017

$$\theta_c = -0.0108 x^3 + 0.066 x^2 - 0.1117 x$$

θc	0.032526778		0.032995948
----	-------------	--	-------------

Tabel Perhitungan Sedimentasi (Lanjutan)

$$\theta = \frac{u_*^2}{(s - 1)gd}$$

u_*c 0.016051894 m/s

$$\tau_{b*c} = \rho u_*c^2$$

τ_{b*c} 0.257663313 N/m²

$$\tau = \rho u^2$$

$k_s =$ (1-10) d_{50}

flat bad

$k_s =$ 100 $d_{50} = H_r$

ripple bad

$k_s =$ 0.002125 <--

flat bad

hal 27.

efektif shield parameter

τ'_{b} 7.24621E-05

Meyer-Peter-Muller

θ' 5.2667E-06

qb

0.000000000

ripple height

H_r 0.085

τ_b 0.000166564

ϕ_b -0.046918711

qb

-0.0000035495

sedimentasi

Von Karman

λ 0.737186836

Tabel Perhitungan Sedimentasi (Lanjutan)

ϕ_b 4.30778E-15 qb 3.25896E-19

Van Rijn(1984) on Singh (2005)

T -0.999718772
 D* 17.88750617 qb #NUM!

$$q_b^* = 0.053(s-1)^{0.5} g^{0.5} d_s^{1.5} D_*^{-0.3} T^{2.1} \quad T < 3$$

$$q_b^* = 0.1(s-1)^{0.5} g^{0.5} d_s^{1.5} D_*^{-0.3} T^{1.5} \quad T \geq 3$$

$$T = \frac{\tau_b - \tau_c}{\tau_c}$$

$$D_s = d_s \left(\frac{(s-1)g}{v^2} \right)^{1/3}$$

$$C_a = 0.015 \frac{d_{50}}{a} \frac{T^{1.5}}{D_*^{0.3}}$$

Ca #NUM!

Ca -0.016413314 sedimentasi Meyer-Peter-Muller

Suspended Sediment Transport hal. 31

1

qb -0.0000035495 sedimentasi

assuming Hr = ks = 100d50 = 0.085 m

\square_b 0.000166564

Tabel Perhitungan Sedimentasi (Lanjutan)

ws 0.0732302437

Friction Velocity u* 0.000408123 m/s

A 0.0094444

ca = qb/(6.34 u* ks)

z* 243.4008353481490

-0.001860857395

$$\frac{C}{Ca} = \left(\frac{h - z}{x} \frac{a}{h - a} \right)^{Rn}$$

h = 9

z = 0.085

a = 0.085

Ca = -0.016413314065

x = 1.276764704

ks 0.498598758

β 0.4

Rn = 2.39767E-05

$$\theta = \frac{u_* \cdot C_*}{(s - 1)gd} = C_* = \frac{\theta (s - 1)gd}{u_*}$$

C/Ca 1.000

Csus= fc C % Koef Dis Kecepatan

Tabel Perhitungan Sedimentasi (Lanjutan)

C	-0.016412248
C*	0.00010
Pb	2.4 %
C*	0.000245341

$$\Delta Z = \frac{\left(\frac{C}{10^6} \times w_s \times dt \times \left(1 - \frac{\tau}{\tau_c}\right) \frac{\rho_s}{\rho}\right)}{(1 - pm)}$$

dt	1	jam
	3600	detik
Δz	0	m
	0	cm

Lampiran 2. Hidrograf

Perhitungan Ordinat Debit

**Titik
Tinjauan**

Hilir

$$A = 369.72 \text{ km}^2$$

$$L = 32.66666667 \text{ km}$$

$t_g = 0,21.L^{0,7}$ -----> Untuk $L < 15 \text{ km}$.

$T_g = 0,4 + 0,058.L$ -----> Untuk $L > 15 \text{ km}$.

$$T_g = 2.29467 \text{ jam.}$$

$$T_p = T_g + 0,8.T_r$$

----> $T_r = \text{Konstanta Nakayatsu}$

$$T_p = 3.094666667 \text{ jam. ; } T_r = 1$$

$$T_{0,3} = a \cdot T_g$$

$a = \text{koefesien antara } (1,5 - 3,5) \text{ diambil ; } a = 2$

$$T_{0,3} = 4.5893 \text{ jam.}$$

$$Q_{maks} = (AR)/3,6.(0,3.T_p + T_{0,3})$$

$$Q_{maks} = 13.0176 \text{ R}$$

tt1
7.6840
tt2
14.5680

Tabel Satuan Hidrograf Nakayasu

Waktu (t) Jam	$2,4 \left[\frac{t}{T_p} \right]$	$\frac{t-T_p}{T_{0,3}}$ 0,3	$\frac{t-T_p+0,5T_{0,3}}{1,5 \cdot T_{0,3}}$ 0,3	$\frac{t-T_p+1,5 \cdot T_{0,3}}{2 \cdot T_{0,3}}$ 0,3	Hidrograf satuan (Q/Ro)	Unit Hydrograf
0.000	0.0000				0.0000	0.0000
1.000	0.0665				0.0665	0.8651
2.000	0.3508				0.3508	4.5659
3.000	0.9281				0.9281	12.0823
4.000		0.7886			0.7886	10.2656
5.000		0.6066			0.6066	7.8968
6.000		0.4666			0.4666	6.0746
7.000		0.3590			0.3590	4.6729
8.000			0.2839		0.2839	3.6953
9.000			0.2383		0.2383	3.1024
10.000			0.2001		0.2001	2.6046
11.000			0.1680		0.1680	2.1867
12.000			0.1410		0.1410	1.8358
13.000			0.1184		0.1184	1.5412
14.000			0.0994		0.0994	1.2939
15.000				0.0850	0.0850	1.1070
16.000				0.0746	0.0746	0.9709
17.000				0.0654	0.0654	0.8516
18.000				0.0574	0.0574	0.7469
19.000				0.0503	0.0503	0.6551
20.000				0.0441	0.0441	0.5746

Tabel Debit Hujan pada Kelas 1

t	Qt	Kelas 1 Akibat hujan					Q
		R1 10.000	R2 30.500	R3 50.500	R4 70.500	R5 90.500	
0	0.000	0.000					0.000
1	0.865	8.651	0.000				8.651
2	4.566	45.659	26.385	0.000			72.044
3	12.082	120.823	139.261	43.687	0.000		303.770
4	10.266	102.656	368.509	230.579	60.988	0.000	762.732
5	7.897	78.968	313.099	610.154	321.898	78.290	1402.408
6	6.075	60.746	240.851	518.410	851.799	413.216	2085.022
7	4.673	46.729	185.274	398.786	723.721	1093.444	2447.954
8	3.695	36.953	142.522	306.766	556.721	929.033	1971.995
9	3.102	31.024	112.707	235.979	428.257	714.657	1522.623
10	2.605	26.046	94.622	186.613	329.436	549.748	1186.465
11	2.187	21.867	79.440	156.670	260.518	422.893	941.388
12	1.836	18.358	66.693	131.531	218.717	334.424	769.724
13	1.541	15.412	55.992	110.427	183.623	280.765	646.219
14	1.294	12.939	47.008	92.708	154.160	235.715	542.530
15	1.107	11.070	39.465	77.833	129.424	197.893	455.686
16	0.971	9.709	33.765	65.344	108.658	166.140	383.616
17	0.852	8.516	29.614	55.905	91.223	139.482	324.741
18	0.747	7.469	25.973	49.033	78.046	117.102	277.624
19	0.655	6.551	22.780	43.005	68.452	100.187	240.975
20	0.575	5.746	19.980	37.718	60.037	87.871	211.352
21	0.000	0.000	17.524	33.082	52.656	77.069	180.331
22	0.000	0.000	0.000	29.015	46.183	67.595	142.793
23	0.000	0.000	0.000	0.000	40.506	59.285	99.791
24	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	51.997	51.997

Tabel Debit Hujan pada Kelas 2

t	Qt	Kelas 2 Akibat hujan					Q
		R1 10.000	R2 30.500	R3 50.500	R4 70.500	R5 90.500	
0	0.000	0.000					0.000
1	0.865	8.651	0.000				8.651
2	4.566	45.659	26.385	0.000			72.044
3	12.082	120.823	139.261	43.687	0.000		303.770
4	10.266	102.656	368.509	230.579	60.988	0.000	762.732
5	7.897	78.968	313.099	610.154	321.898	78.290	1402.408
6	6.075	60.746	240.851	518.410	851.799	413.216	2085.022
7	4.673	46.729	185.274	398.786	723.721	1093.444	2447.954
8	3.695	36.953	142.522	306.766	556.721	929.033	1971.995
9	3.102	31.024	112.707	235.979	428.257	714.657	1522.623
10	2.605	26.046	94.622	186.613	329.436	549.748	1186.465
11	2.187	21.867	79.440	156.670	260.518	422.893	941.388
12	1.836	18.358	66.693	131.531	218.717	334.424	769.724
13	1.541	15.412	55.992	110.427	183.623	280.765	646.219
14	1.294	12.939	47.008	92.708	154.160	235.715	542.530
15	1.107	11.070	39.465	77.833	129.424	197.893	455.686
16	0.971	9.709	33.765	65.344	108.658	166.140	383.616
17	0.852	8.516	29.614	55.905	91.223	139.482	324.741
18	0.747	7.469	25.973	49.033	78.046	117.102	277.624
19	0.655	6.551	22.780	43.005	68.452	100.187	240.975
20	0.575	5.746	19.980	37.718	60.037	87.871	211.352
21	0.000	0.000	17.524	33.082	52.656	77.069	180.331
22	0.000	0.000	0.000	29.015	46.183	67.595	142.793
23	0.000	0.000	0.000	0.000	40.506	59.285	99.791
24	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	51.997	51.997

Tabel Debit Hujan pada Kelas 3

t	Qt	Kelas 3 Akibat hujan					Q
		R1 10.000	R2 30.500	R3 50.500	R4 70.500	R5 90.500	
0	0.000	0.000					0.000
1	0.865	8.651	0.000				8.651
2	4.566	45.659	26.385	0.000			72.044
3	12.082	120.823	139.261	43.687	0.000		303.770
4	10.266	102.656	368.509	230.579	60.988	0.000	762.732
5	7.897	78.968	313.099	610.154	321.898	78.290	1402.408
6	6.075	60.746	240.851	518.410	851.799	413.216	2085.022
7	4.673	46.729	185.274	398.786	723.721	1093.444	2447.954
8	3.695	36.953	142.522	306.766	556.721	929.033	1971.995
9	3.102	31.024	112.707	235.979	428.257	714.657	1522.623
10	2.605	26.046	94.622	186.613	329.436	549.748	1186.465
11	2.187	21.867	79.440	156.670	260.518	422.893	941.388
12	1.836	18.358	66.693	131.531	218.717	334.424	769.724
13	1.541	15.412	55.992	110.427	183.623	280.765	646.219
14	1.294	12.939	47.008	92.708	154.160	235.715	542.530
15	1.107	11.070	39.465	77.833	129.424	197.893	455.686
16	0.971	9.709	33.765	65.344	108.658	166.140	383.616
17	0.852	8.516	29.614	55.905	91.223	139.482	324.741
18	0.747	7.469	25.973	49.033	78.046	117.102	277.624
19	0.655	6.551	22.780	43.005	68.452	100.187	240.975
20	0.575	5.746	19.980	37.718	60.037	87.871	211.352
21	0.000	0.000	17.524	33.082	52.656	77.069	180.331
22	0.000	0.000	0.000	29.015	46.183	67.595	142.793
23	0.000	0.000	0.000	0.000	40.506	59.285	99.791
24	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	51.997	51.997

Tabel Debit Hujan pada Kelas 4

t	Qt	Kelas 4 Akibat hujan					Q
		R1 10.000	R2 30.500	R3 50.500	R4 70.500	R5 90.500	
0	0.000	0.000					0.000
1	0.865	8.651	0.000				8.651
2	4.566	45.659	26.385	0.000			72.044
3	12.082	120.823	139.261	43.687	0.000		303.770
4	10.266	102.656	368.509	230.579	60.988	0.000	762.732
5	7.897	78.968	313.099	610.154	321.898	78.290	1402.408
6	6.075	60.746	240.851	518.410	851.799	413.216	2085.022
7	4.673	46.729	185.274	398.786	723.721	1093.444	2447.954
8	3.695	36.953	142.522	306.766	556.721	929.033	1971.995
9	3.102	31.024	112.707	235.979	428.257	714.657	1522.623
10	2.605	26.046	94.622	186.613	329.436	549.748	1186.465
11	2.187	21.867	79.440	156.670	260.518	422.893	941.388
12	1.836	18.358	66.693	131.531	218.717	334.424	769.724
13	1.541	15.412	55.992	110.427	183.623	280.765	646.219
14	1.294	12.939	47.008	92.708	154.160	235.715	542.530
15	1.107	11.070	39.465	77.833	129.424	197.893	455.686
16	0.971	9.709	33.765	65.344	108.658	166.140	383.616
17	0.852	8.516	29.614	55.905	91.223	139.482	324.741
18	0.747	7.469	25.973	49.033	78.046	117.102	277.624
19	0.655	6.551	22.780	43.005	68.452	100.187	240.975
20	0.575	5.746	19.980	37.718	60.037	87.871	211.352
21	0.000	0.000	17.524	33.082	52.656	77.069	180.331
22	0.000	0.000	0.000	29.015	46.183	67.595	142.793
23	0.000	0.000	0.000	0.000	40.506	59.285	99.791
24	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	51.997	51.997

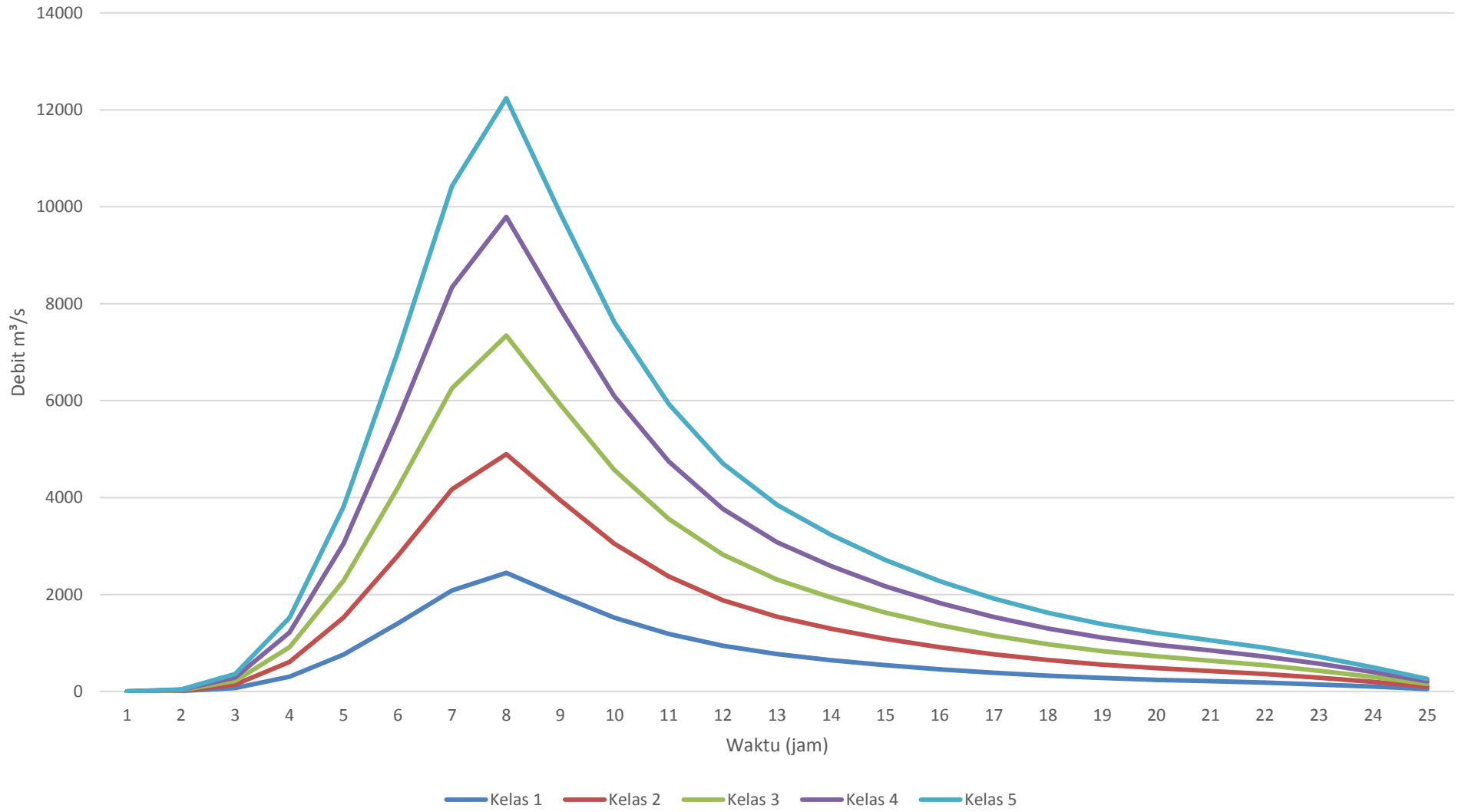
Tabel Debit Hujan pada Kelas 5

t	Qt	Kelas 5 Akibat hujan					Q
		R1 10.000	R2 30.500	R3 50.500	R4 70.500	R5 90.500	
0	0.000	0.000					0.000
1	0.865	8.651	0.000				8.651
2	4.566	45.659	26.385	0.000			72.044
3	12.082	120.823	139.261	43.687	0.000		303.770
4	10.266	102.656	368.509	230.579	60.988	0.000	762.732
5	7.897	78.968	313.099	610.154	321.898	78.290	1402.408
6	6.075	60.746	240.851	518.410	851.799	413.216	2085.022
7	4.673	46.729	185.274	398.786	723.721	1093.444	2447.954
8	3.695	36.953	142.522	306.766	556.721	929.033	1971.995
9	3.102	31.024	112.707	235.979	428.257	714.657	1522.623
10	2.605	26.046	94.622	186.613	329.436	549.748	1186.465
11	2.187	21.867	79.440	156.670	260.518	422.893	941.388
12	1.836	18.358	66.693	131.531	218.717	334.424	769.724
13	1.541	15.412	55.992	110.427	183.623	280.765	646.219
14	1.294	12.939	47.008	92.708	154.160	235.715	542.530
15	1.107	11.070	39.465	77.833	129.424	197.893	455.686
16	0.971	9.709	33.765	65.344	108.658	166.140	383.616
17	0.852	8.516	29.614	55.905	91.223	139.482	324.741
18	0.747	7.469	25.973	49.033	78.046	117.102	277.624
19	0.655	6.551	22.780	43.005	68.452	100.187	240.975
20	0.575	5.746	19.980	37.718	60.037	87.871	211.352
21	0.000	0.000	17.524	33.082	52.656	77.069	180.331
22	0.000	0.000	0.000	29.015	46.183	67.595	142.793
23	0.000	0.000	0.000	0.000	40.506	59.285	99.791
24	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	51.997	51.997

Tabel Hidrograf Nakayasu

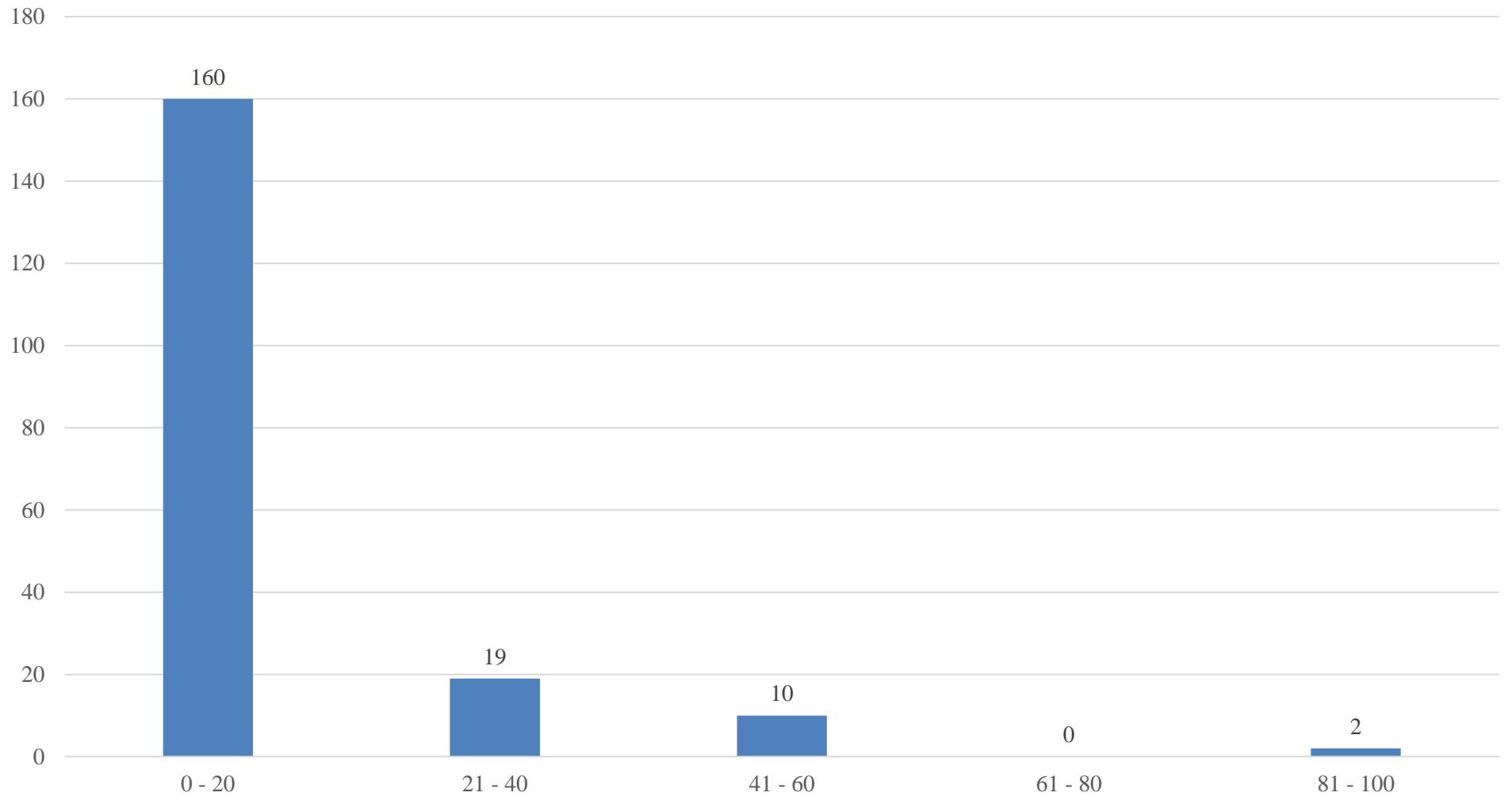
No	Waktu Jam	Qt (m3/dt)	DEBIT TIAP KELAS				
			Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3 (m3/dt)	Kelas 4	Kelas 5
1	0	0	0	0	0	0	0
2	1	604.4059	8.650811	8.650811	8.650811	8.650811	8.650811
3	2	1332.126	72.04423	72.04423	72.04423	72.04423	72.04423
4	3	2225.976	303.7698	303.7698	303.7698	303.7698	303.7698
5	4	2713.559	762.7316	762.7316	762.7316	762.7316	762.7316
6	5	3177.112	1402.408	1402.408	1402.408	1402.408	1402.408
8	6	3664.461	2085.022	2085.022	2085.022	2085.022	2085.022
9	7	4170.114	2447.954	2447.954	2447.954	2447.954	2447.954
10	8	4533.37	1971.995	1971.995	1971.995	1971.995	1971.995
11	9	5100.041	1522.623	1522.623	1522.623	1522.623	1522.623
12	10	5666.712	1186.465	1186.465	1186.465	1186.465	1186.465
13	11	6233.383	941.3876	941.3876	941.3876	941.3876	941.3876
14	12	6800.055	769.7244	769.7244	769.7244	769.7244	769.7244
15	13	7366.726	646.2188	646.2188	646.2188	646.2188	646.2188
16	14	7933.397	542.5302	542.5302	542.5302	542.5302	542.5302
17	15	8612.328	455.686	455.686	455.686	455.686	455.686
18	16	9170.095	383.6164	383.6164	383.6164	383.6164	383.6164
19	17	9728.568	324.7408	324.7408	324.7408	324.7408	324.7408
20	18	10287.69	277.6235	277.6235	277.6235	277.6235	277.6235
21	19	10847.41	240.9754	240.9754	240.9754	240.9754	240.9754
22	20	11407.69	211.3518	211.3518	211.3518	211.3518	211.3518
23	21	11968.47	180.3307	180.3307	180.3307	180.3307	180.3307
24	22	12529.71	142.7927	142.7927	142.7927	142.7927	142.7927
25	23	13091.39	99.79088	99.79088	99.79088	99.79088	99.79088
26	24	13653.47	51.99695	51.99695	51.99695	51.99695	51.99695

Grafik Hidrograf Nakayasu



Kurva Balok Intensitas Hujan

INTENSITAS HUJAN



Lampiran 3. Analisa Agregat

Kurva Analisa Agregat

