



**ANALISIS SEDIMENTASI PADA SALURAN DRAINASE JALAN
SRIKOYO KECAMATAN PATRANG KABUPATEN JEMBER**

SKRIPSI

Oleh

**AHMAD ZAKI ROMADHONI
NIM 121910301138**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2016**



**ANALISIS SEDIMENTASI PADA SALURAN DRAINASE JALAN
SRIKOYO KECAMATAN PATRANG KABUPATEN JEMBER**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Strata 1 Teknik Sipil
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

**AHMAD ZAKI ROMADHONI
NIM 121910301138**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2016**

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah kupersembahkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan kesempatan untuk menyelesaikan tugas akhir dengan segala kekurangan. Segala syukur ku ucapkan kepada-Mu karena telah menghadirkan mereka yang selalu memberi semangat dan doa di saat kutertatih. Akhirnya, kupersembahkan tugas akhir ini untuk:

1. Kedua Orang Tuaku, Ayahanda Prof. M. Khoidin, dan Ibunda Indah Wahyuni, S.E., Adikku Ahmad Farich Sultoni, keluarga besar Jalan Melati Jember yang telah memberikan dukungan moriil dan materiil dalam menyelesaikan perkuliahan saya;
2. Dr. Ir. Entin Hidayah, M.UM., Sri Wahyuni, S.T.,M.T., Ph.D., yang telah membimbing dengan sabar dan tulus;
3. Rusyidina Tamimi, S.T. dan Nala Hakam Amrullah, S.T. selaku kakak angkatan dan peneliti terdahulu di bidang drainase;
4. Serta kepada seluruh keluarga besarku yang kusayangi dan kukasihi terima kasih atas motivasinya selama ini;
5. Tengkorak Hitam, Aries Smasa, Traffict Light Smasa, Huru Hara, Kontrakan 1234, Ibu-Ibu Pejabat, Rangers, Ita Lily, dan semua sahabat – sahabat yang selalu memberikan dukungan dan support;
6. Guru-guruku sejak taman kanak-kanak sampai perguruan tinggi yang telah memberikan ilmu dan membimbing dengan sabar dan tulus;
7. Keluarga Teknik Sipil Universitas Jember angkatan 2012, Terimakasih atas persahabatan dan persaudaraan yang tak akan pernah terlupakan, perkuliahan akan tidak ada rasa jika tanpa kalian.
8. Almamater Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

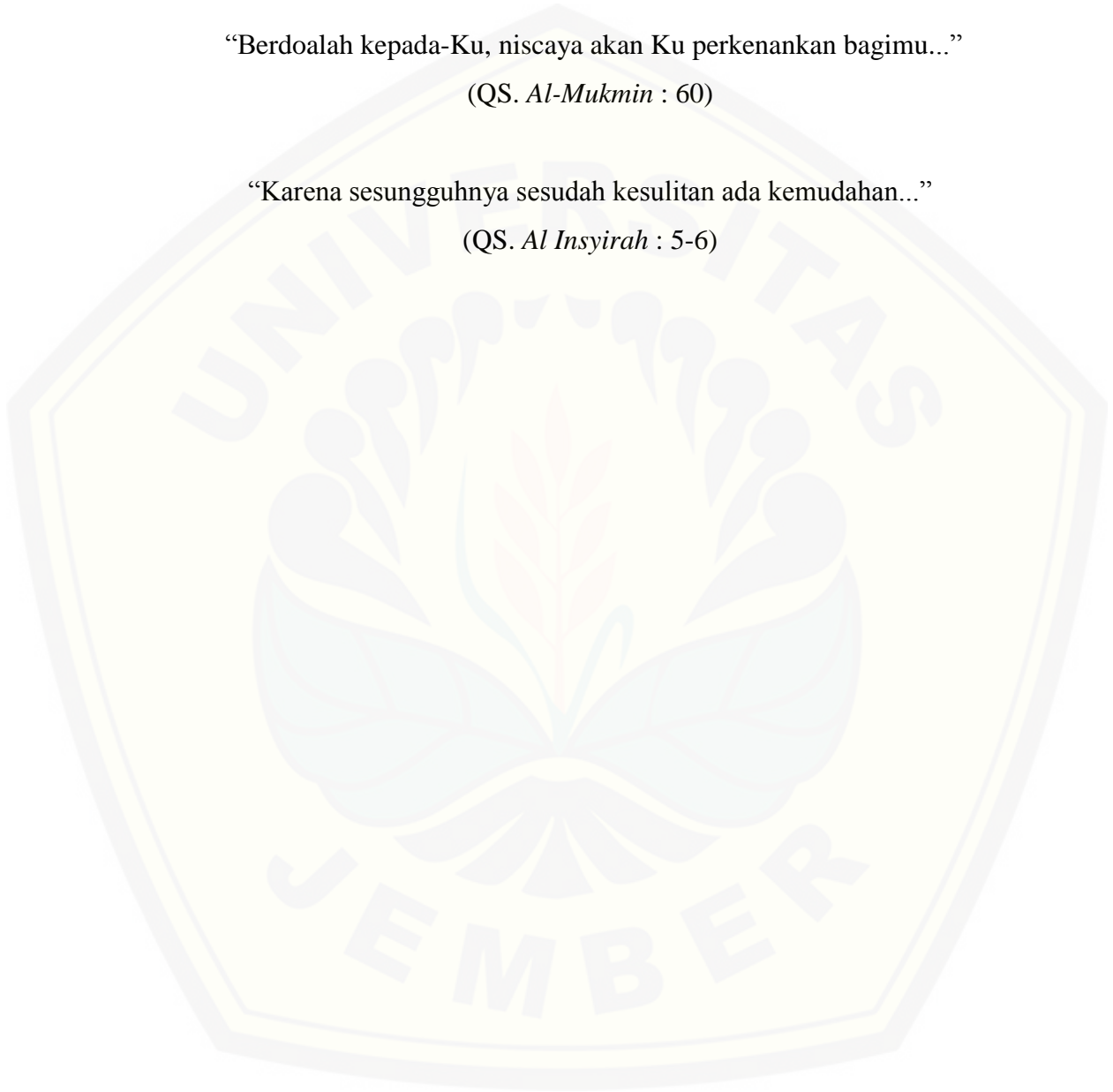
MOTTO

“Berdoalah kepada-Ku, niscaya akan Ku perkenankan bagimu...”

(QS. *Al-Mukmin* : 60)

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan ada kemudahan...”

(QS. *Al-Insyirah* : 5-6)



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama: Ahmad Zaki Romadhoni

NIM : 121910301138

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul "Analisis Sedimentasi Pada Saluran Drainase Jalan Srikoyo Kecamatan Patrang Kabupaten Jember" adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab penuh atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, 3 Juni 2016

Yang menyatakan,

Ahmad Zaki Romadhoni
NIM 121910301138

SKRIPSI

**ANALISIS SEDIMENTASI PADA SALURAN DRAINASE JALAN
SRIKOYO KECAMATAN PATRANG KABUPATEN JEMBER**

Oleh

Ahmad Zaki Romadhoni
NIM 121910301138

Pembimbing

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

Dosen Pembimbing Anggota : Sri Wahyuni., S.T.,M.T, Ph.D.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Analisis Sedimentasi Pada Saluran Drainase Jalan Srikoyo Kecamatan Patrang Kabupaten Jember” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : Jumat, 3 Juni 2016

tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember.

Tim Penguji:

Pembimbing Utama,

Pembimbing Anggota,

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

Sri Wahyuni., S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 19711209 199803 2 001

Penguji I,

Penguji II,

Dr. Gusfan Halik, S.T., M.T.
NIP. 19710804 199803 1 002

Wiwik Yunarni Widiarti, S.T., M.T.
NIP. 19700613 199802 2 001

Mengesahkan
Dekan,

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

RINGKASAN

Analisis Sedimentasi Pada Saluran Drainase Jalan Srikoyo Kecamatan Patrang Kabupaten Jember; Ahmad Zaki Romadhoni, 121910301138; 2016: 58 halaman; Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Pada saluran drainase di Kabupaten Jember, banyak ditemukan sedimen berupa *bed load*. Sedimen dapat terakumulasi pada saluran akibat adanya debit fluktuatif limpasan hujan ketika musim hujan. Sedimen yang terakumulasi dapat mengurangi kapasitas tampungan saluran yang mengakibatkan terjadinya genangan air dan banjir pada ruas jalan. Dengan adanya permasalahan ini, maka perlu dilakukan analisis sedimentasi yang terjadi pada saluran drainase sehingga dapat mengidentifikasi lokasi yang berpotensi terjadi sedimentasi beserta volumenya.

Proses pemodelan ini dilakukan dengan memasukkan data geometri saluran, debit, gradasi butiran sedimen dasar (*bed load*) ke dalam *software* HEC-RAS untuk mensimulasikan *sediment transport* pada saluran drainase. Dimana *output* pemodelan sedimentasi berupa skema persebaran dan volume sedimentasi pada saluran drainase.

Berdasarkan hasil analisis sedimentasi dengan model HEC-RAS, pada saluran drainase didapatkan beberapa titik lokasi sedimentasi. Saluran drainase srikoyo sisi kanan terdapat 6 titik lokasi sedimentasi, saluran drainase srikoyo sisi kiri terdapat 7 titik lokasi sedimentasi dan saluran drainase dr. Subandi terdapat 3 titik lokasi sedimentasi. Peningkatan volume sedimentasi terjadi pada debit kala ulang 1, 2, 5 dan 10 tahun dengan volume sedimentasi terbesar pada debit kala ulang 10 tahun.

Penanggulangan terhadap sedimentasi yang terjadi adalah dengan melakukan pengerukan sedimen dan pemeliharaan saluran secara berkala. Sehingga dapat mengoptimalkan kinerja saluran drainase mengalirkan debit limpasan hujan agar tidak terjadi genangan air dan banjir.

SUMMARY

Sedimentation Analysis of Road Drainage Channel at Street Srikoyo, Patrang District, Jember Regency; Ahmad Zaki Romadhoni, 121910301138; 2016: 58 halaman; Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Sediment in form of bed load commonly found at the drainage channels in Jember Regency. Sediment is accumulated at the channel due to fluctuating rainfall run off during the wet season. Sediment that accumulated can reduce channel's storage capacity that resulted in water logging and flood on the road segment. Given these problems, it is necessary to do an analysis of the sedimentation in the drainage channels so that can identify the sediment potential location and its sedimentation volume.

The modelling process is done by entering the channel geometry data, discharge, bed load grain size into the HEC-RAS software to simulate sediment transport in the drainage channel, where the output of the simulation is sediment distribution scheme and volume of sediment in drainage channels.

Location of sedimentation appears on several drainage channel location based on the sedimentation analysis from HEC-RAS model. In srikoyo drainage channels on the right side occur 6 potential spots of sedimentation location, in srikoyo drainage channels on the left side occur 7 potential spots of sedimentation location, and in dr. Subandi drainage channel occur 3 potential spots of sedimentation location. The increase of sedimentation volume occurs on rainfall run off discharge 1, 2, 5 and 10 years with the largest sedimentation volume occur on return period of 10 years.

A handling against sedimentation is to perform dredging of sediment and channel's maintenance periodically. So the performance of the drainage channels can be optimized in draining rainfall runoff discharge to avoid water logging and flood.

PRAKATA

Alhamdulillah, Puji syukur kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Sedimentasi Pada Saluran Drainase Jalan Srikoyo Kabupaten Jember”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi strata satu (S1) Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Selama penyusunan skripsi ini penulis mendapat bantuan dari berbagai pihak, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr. Ir. Entin Hidayah, M.UM., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember;
2. Dr. Ir. Entin Hidayah, M.UM., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Dosen Pembimbing Akademik;
3. Sri Wahyuni., S.T., M.T., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing Anggota;
4. Dr. Gusfan Halik, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji Utama;
5. Wiwik Yunarni Widiarti, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji Anggota;
6. Kedua orang tuaku dan saudaraku yang telah memberikan dukungan moril dan materiil selama penyusunan skripsi ini;
7. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Segala kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun pembaca sekalian.

Jember, 3 Juni 2016

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	ix
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Batasan Masalah	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Drainase	4
2.1.1 Drainase Perkotaan	4
2.1.2 Klasifikasi Drainase Perkotaan	5
2.1.3 Pola Jaringan Drainase.	6



2.2 Perhitungan Profil Dasar Saluran	9
2.2.1 Penentuan Nilai Koefisien Manning n	10
2.2.2 Penentuan Nilai Koefisien Kontraksi dan Ekspansi	11
2.3 Sedimentasi	12
2.3.1 Angkutan Sedimen	13
2.4 HEC-RAS	14
2.4.1 Analisis Kerja	14
2.4.2 Penyimpanan Data dan Manajemen Data.....	15
2.4.3 Grafik dan Pelaporan	15
2.4.4 Organisasi Data.....	16
2.4.5 Metode Pengangkutan Sedimen	17
BAB 3. METODE PENELITIAN	23
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	23
3.2 Sistematika Penelitian	24
3.2.1 Pengumpulan Data.....	24
3.2.2 Pengolahan data.....	26
3.2.3 Skematisasi Model Geomertri Saluran dan Input Data Simulasi <i>Steady Flow</i>	26
3.2.4 <i>Simulasi Steady Flow</i>	26
3.2.5 <i>Planning Model Sediment Transport</i>	26
3.2.6 <i>Simulasi Sediment Transport</i>	27
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1 Kondisi Topografi	29
4.2 Sistem Jaringan Drainase.....	31
4.3 Kondisi Saluran Drainase Jalan Srikoyo	32
4.3.1 Saluran Drainase Jalan Srikoyo Kiri	33
4.3.2 Saluran Drainase Jalan Srikoyo Kanan	34
4.3.3 Saluran Drainase Jalan Subandi	35

4.4	Kondisi Sedimen Saluran Drainase Jalan Srikoyo.....	35
4.5	Penyesuaian <i>input</i> Model <i>Steady Flow</i> HEC-RAS	38
4.5.1	Penyesuaian <i>input</i> data debit SWMM.....	38
4.5.2	Penyesuaian <i>input</i> data nilai Kontraksi dan Ekspansi.....	39
4.5.3	Penyesuaian <i>input</i> data nilai koefisien <i>manning n</i>	41
4.6	Simulasi <i>Steady Flow</i>	42
4.6.1	<i>Running Steady Flow</i>	42
4.6.2	Kalibrasi Simulasi <i>Steady Flow</i>	44
4.7	Penyesuaian <i>input</i> data Simulasi <i>Transport Sediment</i> HEC-RAS.....	44
4.7.1	Penyesuaian <i>Input</i> Gradasi Sedimen	45
4.7.2	Penyesuaian <i>Input</i> Debit	46
4.8	Simulasi <i>Sediment Transport</i> HEC-RAS.....	48
4.8.1	Simulasi <i>Sediment Transport</i> HEC-RAS dengan Berbagai Persamaan	49
4.8.2	Kalibrasi <i>Sediment Transport</i> HEC-RAS	51
4.9	Persebaran Lokasi Sedimen dan Volume Sedimen	52
BAB 5.	PENUTUP	56
5.1	Kesimpulan	56
5.2	Saran	57
DAFTAR PUSTAKA	58
LAMPIRAN	58

DAFTAR TABEL

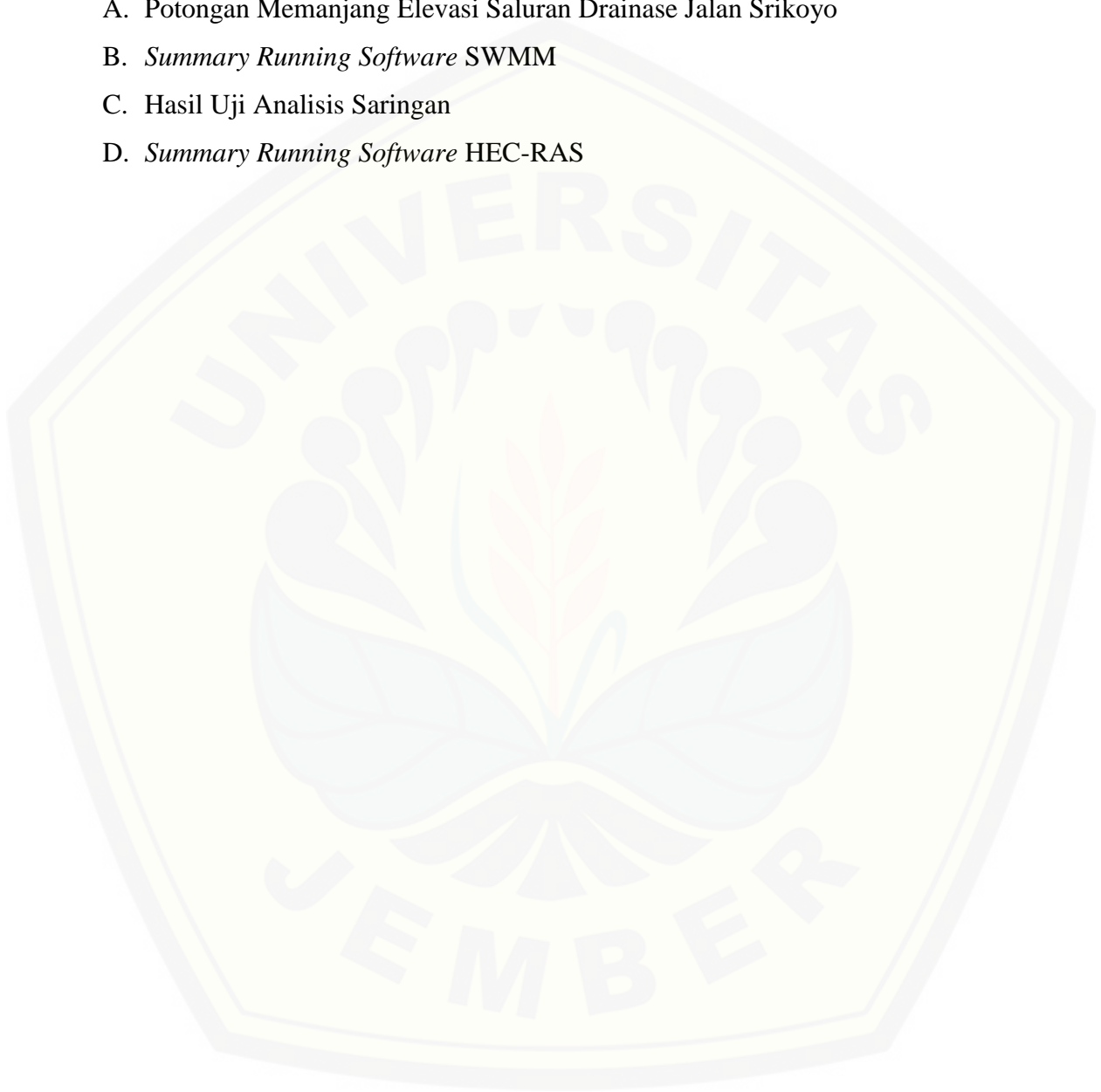
	Halaman
2.1 Penentuan Nilai Angka Koefisien Manning.....	10
2.2 Penentuan Nilai Koefisien Kontraksi dan Ekspansi.....	12
3.1 Tabel ukuran saringan dalam perhitungan analisis saringan.....	25
4.1 Kemiringan Drainase Sisi Kanan Jalan Srikoyo	30
4.2 Kemiringan Drainase Sisi Kiri Jalan Srikoyo	31
4.3 Geometri dan Sedimen Saluran Drainase Jalan Srikoyo Kiri	33
4.4 Geometri dan Sedimen Saluran Drainase Jalan Srikoyo Kanan	34
4.5 Geometri dan Sedimen Saluran Drainase Jalan Subandi	35
4.6 Persentase Gradasi Butiran Sedimen Dasar (bed load) Saluran Drainase Srikoyo	36
4.7 Ukuran Butiran dari Klasifikasi Material Sedimen <i>American Geophysical Union</i>	37
4.8 Data debit hasil running <i>software</i> SWMM	39
4.9 Kalibrasi Simulasi <i>Steady Flow</i> HEC-RAS	44
4.10 Penyesuaian Input Gradasi Sedimen	45
4.11 Data Debit <i>Time Series</i> Hulu Kanan dan Kiri Hasil <i>Running Software</i> SWMM.....	46
4.12 Data Debit Hilir <i>Time Series</i> Hasil <i>Running Software</i> SWMM.....	47
4.13 Perubahan Volume Sedimen Dasar pada Saluran Drainase Srikoyo ..	49
4.14 Kalibrasi Simulasi <i>Sediment Trasnport</i> HEC-RAS..	51
4.15 Volume Sedimentasi Saluran Drainase Jalan Srikoyo	54

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Hierarki Susunan Saluran.....	5
2.2 Pola jaringan Drainase Siku	6
2.3 Pola jaringan Drainase Paralel	7
2.4 Pola Jaringan Grid Iron	7
2.5 Pola Jaringan Alamiah	8
2.6 Pola Jaringan Radial.....	8
2.7 Pola Jaringan Jaring jaring.....	9
3.1 Peta Jalan Srikoyo, Kecamatan Patrang.....	23
3.2 <i>Flow Chart</i> Penelitian	28
4.1 Potongan Memanjang Elevasi Saluran Drainase Sisi Kanan Jalan Srikoyo.	29
4.2 Potongan Memanjang Elevasi Saluran Drainase Sisi Kiri Jalan Srikoyo	30
4.3 Sistem Jaringan Drainase Sungai Patrang.....	32
4.4 Grafik Gradasi Sedimen Dasar (<i>Bed Load</i>).....	37
4.5 Kondisi Penampang Melintang Aliran.....	40
4.6 Kondisi Saluran Drainase Jalan Srikoyo.....	41
4.7 Profil Ruas Reach Srikoyo Kanan.....	42
4.8 Profil Ruas Reach Srikoyo Kiri.....	43
4.9 Profil Ruas Reach Subandi.....	43
4.10 Grafik Regresi Linier Tinggi Sedimentasi HEC-RAS dan Tinggi Sedimentasi Di Lapangan.....	52
4.11 Skema Persebaran Sedimentasi Kala Ulang 1 dan 2 Tahun.....	53
4.12 Skema Persebaran Sedimentasi Kala Ulang 5 dan 10 Tahun.....	53

DAFTAR LAMPIRAN

- A. Potongan Memanjang Elevasi Saluran Drainase Jalan Srikoyo
- B. *Summary Running Software SWMM*
- C. Hasil Uji Analisis Saringan
- D. *Summary Running Software HEC-RAS*



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saluran drainase perkotaan yang terdapat di Kabupaten Jember banyak ditemukan sedimen pada beberapa lokasi. Sedimen yang ditemukan berupa sedimen dasar (*bed load*). Ketika musim kering saluran tidak mengalirkan air dan ketika musim hujan saluran menerima debit fluktuatif dari *run-off* hujan. Kondisi aliran tersebut menyebabkan akumulasi sedimen dasar saluran yang berimpikasi pada berkurangnya kapasitas tampungan saluran. Sehingga pada musim hujan saluran drainase tidak mampu menampung debit *run-off* hujan yang datang dan menyebabkan genangan air serta banjir. Hal tersebut diperkuat dengan penelitian terdahulu Tamimi (2015), Peneliti menemukan titik genangan air dan banjir di beberapa ruas Jalan Srikoyo Kecamatan Patrang Kabupaten Jember. Banjir disebabkan oleh dimensi saluran drainase yang tidak mampu menampung limpasan debit *run-off* serta ditemukannya sedimen dari hasil observasi lapangan.

Kajian yang dilakukan oleh peneliti terdahulu Tamimi (2015) memodelkan kondisi hidrologi dan hidrolika pada sistem drainase Jalan Srikoyo yang menghasilkan titik-titik banjir pada sistem drainase Jalan Srikoyo. Pemodelan tersebut menggunakan *software* EPA SWMM 5.0 yang mampu merepresentasikan kondisi hidrologi dan penampang saluran. Namun *software* tersebut memiliki keterbatasan dalam memodelkan sedimentasi yang terjadi pada saluran drainase. Sehingga perlu dilakukan pemodelan sedimentasi pada saluran drainase dengan *software* lain yaitu *software Hydraulic Engineering Center's-River Analysis System* (HEC-RAS).

Dengan kondisi sedimen yang ditemukan pada saluran drainase maka perlu dilakukan analisis transportasi sedimen yang terjadi pada saluran akibat adanya fluktuasi debit *run-off*. Untuk menganalisis transportasi sedimen yang terjadi, beberapa peneliti menggunakan *software* HEC-RAS untuk memodelkan transportasi sedimen pada saluran. Salah satu peneliti terdahulu Irawan (2014), dalam penelitiannya yang berjudul “Analisis Pemodelan Sedimentasi di Saluran Kencong Timur (Bedodo)

Menggunakan Program HEC-RAS” berhasil melakukan analisis sedimentasi yang terjadi berupa aggradasi (endapan) dan degradasi (gerusan) pada saluran irigasi Kencong Timur (Bedodo). Sehingga pemodelan transportasi sedimen HEC-RAS dapat digunakan untuk menganalisis sedimentasi yang terjadi pada saluran drainase Jalan Srikoyo.

Perbedaan dengan kajian terdahulu oleh Tamimi (2015) terdapat pada penggunaan *software* yang digunakan, yaitu HEC-RAS yang memodelkan sedimentasi pada saluran drainase. Sehingga penelitian tugas akhir (TA) ini adalah mengidentifikasi lokasi yang berpotensi terjadinya endapan sedimen dan besar volume sedimentasi pada saluran drainase Jalan Srikoyo Kecamatan Patrang Kabupaten Jember.

1.2 Rumusan Masalah

Perumusan masalah pada tugas akhir (TA) ini adalah :

1. Dimana lokasi yang berpotensi untuk terjadinya endapan sedimen pada saluran drainase Jalan Srikoyo?
2. Berapa besar volume sedimentasi pada saluran drainase Jalan Srikoyo?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penulisan penelitian Tugas Akhir (TA) ini adalah :

1. Mengidentifikasi lokasi yang berpotensi untuk terjadinya endapan sedimen pada saluran drainase Jalan Srikoyo.
2. Mengetahui besar volume sedimentasi pada saluran drainase Jalan Srikoyo.

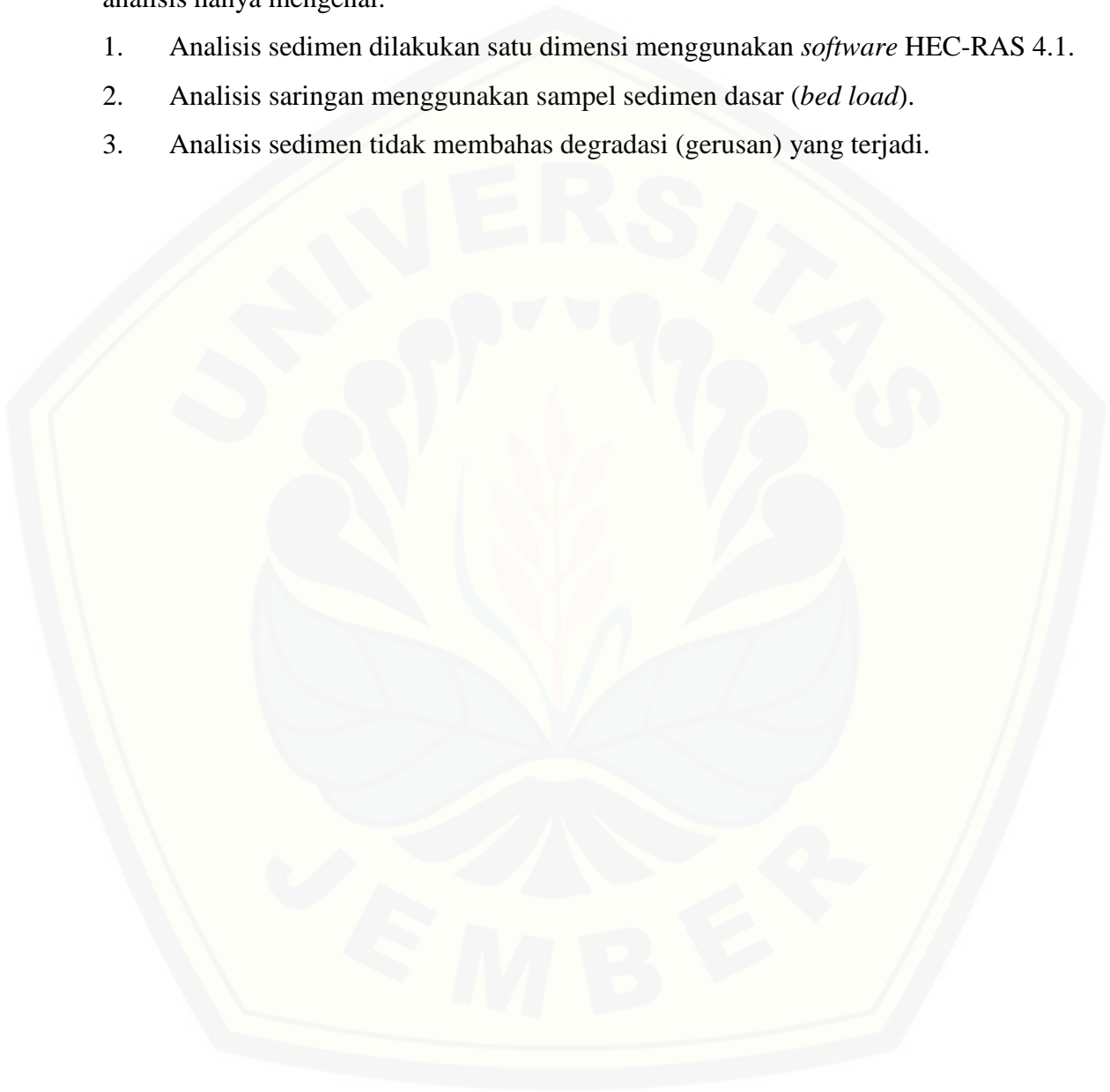
1.4 Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini dapat mengidentifikasi lokasi sedimen serta besarnya volume sedimentasi pada saluran drainase Jalan Srikoyo yang bisa digunakan sebagai acuan dalam perencanaan drainase perkotaan yang berkelanjutan dan pelaksanaan *maintenance* saluran drainase perkotaan.

1.5 Batasan Masalah

Agar tidak terlalu luas dalam penelitian ini, hal-hal yang akan dibahas untuk analisis hanya mengenai:

1. Analisis sedimen dilakukan satu dimensi menggunakan *software* HEC-RAS 4.1.
2. Analisis saringan menggunakan sampel sedimen dasar (*bed load*).
3. Analisis sedimen tidak membahas degradasi (gerusan) yang terjadi.



BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Drainase

Drainase mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air. "Secara umum, drainase didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan/atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal" (Suripin, 2004). Berdasarkan tujuan dan sasarannya, drainase dibagi menjadi beberapa bagian salah satunya drainase perkotaan. "Drainase perkotaan memfokuskan pada pengeringan atau pengaliran air dari wilayah perkotaan menuju sungai yang melintasi wilayah perkotaan" (Wesli, 2008).

2.1.1 Drainase Perkotaan

Menurut Edisono (1997), drainase perkotaan adalah ilmu drainase yang mengkhususkan pengkajian pada kawasan perkotaan yang erat kaitannya dengan kondisi lingkungan fisik dan lingkungan sosial budaya yang ada di kawasan kota tersebut. Drainase merupakan sistem pengeringan dan pengaliran air dari wilayah perkotaan.

Dengan demikian dalam perencanaan desain drainase perkotaan terdapat beberapa variabel tambahan yaitu: keterkaitan dengan tata guna lahan, *masterplan* drainase kota, dan kondisi sosial budaya masyarakat.

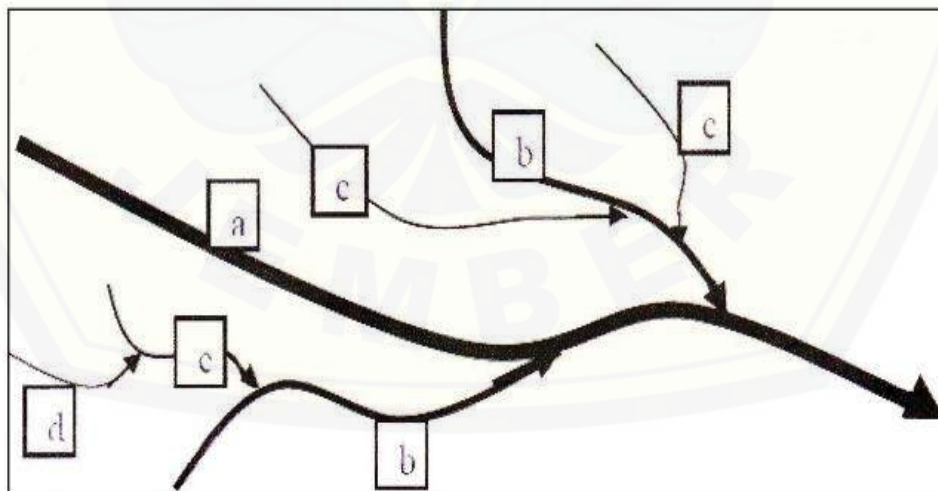
Drainase yang dirancang haruslah memenuhi seluruh aspek yang mempengaruhinya, persyaratan hidrologi, hidrolika dan kelayakan drainase untuk dibangun, serta prediksi umur pakai drainase. Sehingga, drainase dapat bekerja secara maksimal dan dapat menanggulangi genangan maupun banjir yang terjadi (Amrullah, 2015).

2.1.2 Klasifikasi Drainase Perkotaan

Bila ditinjau dari segi fisik, hierarki susunan saluran sistem drainase perkotaan diklasifikasikan sebagai berikut :

1. Saluran primer
Saluran yang memanfaatkan sungai dan anak sungai. Saluran primer adalah saluran utama yang menerima aliran dari saluran sekunder.
2. Saluran sekunder
Saluran yang menghubungkan saluran tersier dengan saluran primer (dibangun dengan beton/ plesteran semen).
3. Saluran tersier
Saluran untuk mengalirkan limbah rumah tangga ke saluran sekunder, berupa plesteran, pipa dan tanah.
4. Saluran kwarter
Saluran kolektor jaringan drainase lokal.

Gambar 2.1 di bawah ini menggambarkan hierarki klasifikasi jenis saluran drainase perkotaan.



Gambar 2.1 Hierarki Susunan Saluran.

Sumber: Saragih (2007)

Keterangan :

a = Saluran primer

b = Saluran sekunder

c = Saluran tersier

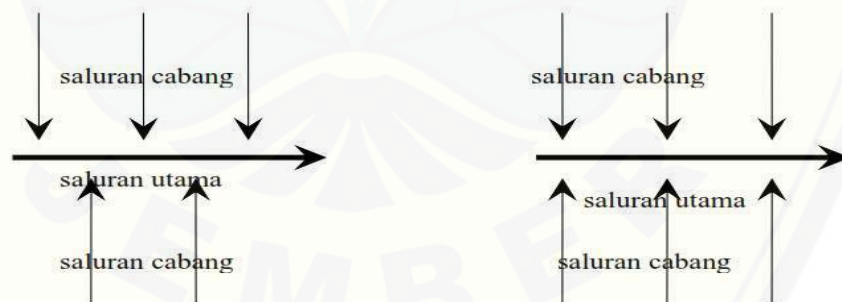
d = Saluran kwarter

2.1.3 Pola Jaringan Drainase

Menurut Edisono (1997), Sistem jaringan drainase terdiri dari beberapa saluran yang saling berhubungan sehingga membentuk suatu pola jaringan. Ada beberapa bentuk pola jaringan drainase yaitu:

a. Pola siku

Suatu pola dengan saluran cabang yang membentuk siku-siku pada saluran utama. Pola Jaringan ini dibuat pada daerah yang mempunyai topografi sedikit lebih tinggi dari sungai, sehingga sungai yang berada di tengah kota dijadikan sebagai saluran pembuangan akhir. Gambar 2.2 di bawah ini menunjukkan gambar pola jaringan drainase siku.

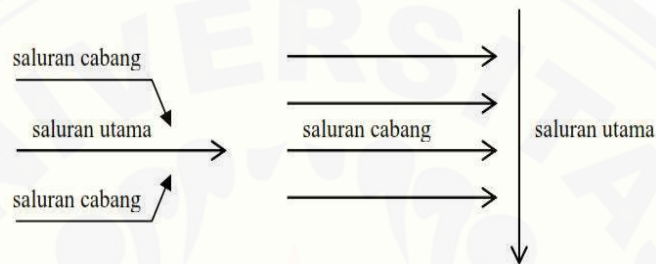


Gambar 2.2 Pola jaringan Drainase Siku.

Sumber: Edisono (1997)

b. Pola paralel

Pada jaringan paralel, saluran utama terletak sejajar dengan saluran cabang. Apabila terjadi perkembangan kota, saluran tersebut akan dapat menyesuaikan diri. Gambar 2.3 di bawah ini menunjukkan gambar pola jaringan drainase paralel.

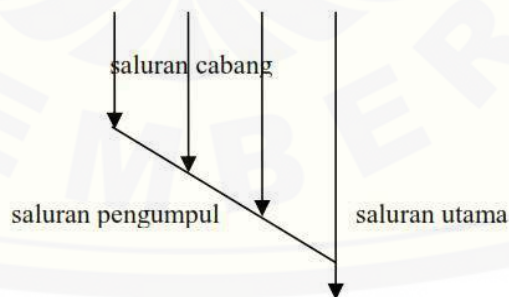


Gambar 2.3 Pola jaringan Drainase Paralel.

Sumber: Edisono (1997)

c. Pola *grid iron*

Pola jaringan *grid iron* untuk daerah sungai yang terletak di pinggir kota, sehingga saluran-saluran cabang dikumpulkan dahulu pada saluran pengumpul. Gambar 2.4 di bawah ini menunjukkan gambar pola jaringan drainase *grid iron*.

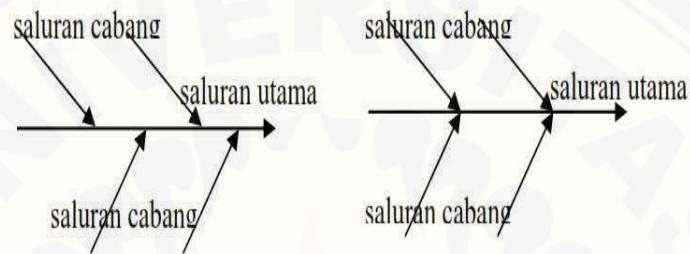


Gambar 2.4 Pola Jaringan Grid Iron.

Sumber: Edisono (1997)

d. Pola alamiah

Pola jaringan ini dibuat pada daerah yang memiliki topografi sedikit lebih tinggi dari sungai dan beban sungai pada pola jaringan alamiah lebih besar. Sungai yang berada di tengah kota dijadikan sebagai saluran pembuang akhir. Gambar 2.5 di bawah ini menunjukkan gambar pola jaringan drainase alamiah.

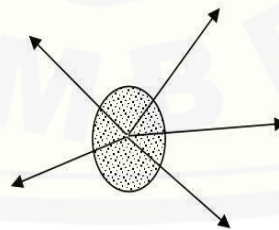


Gambar 2.5 Pola Jaringan Alamiah.

Sumber: Edisono (1997)

e. Pola radial

Pola radial ini sering di jumpai pada daerah yang berbukit, sehingga pola saluran tersebut memencar ke segala arah. Gambar 2.6 di bawah ini menunjukkan gambar pola jaringan drainase radial.

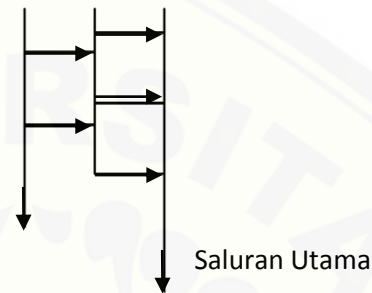


Gambar 2.6 Pola Jaringan Radial.

Sumber: Edisono (1997)

f. Pola jaring-jaring

Pola jaringan yang mempunyai saluran-saluran pembuang yang mengikuti arah jalan raya, sehingga cocok untuk daerah dengan topografi datar. Gambar 2.7 di bawah ini menunjukkan gambar pola jaringan drainase jaring-jaring.



Gambar 2.7 Pola Jaringan Jaring jaring.

Sumber: Edisono (1997)

2.2 Perhitungan Profil Dasar Saluran

HEC-RAS memiliki kemampuan dalam melakukan perhitungan profil muka air satu dimensi terhadap aliran tetap pada saluran buatan atau alami. Berdasarkan HEC-RAS *Reference Manual*, persamaan yang digunakan dalam perhitungan perubahan muka air akibat aliran tetap adalah metode *energy slope*. Persamaan *energy slope* adalah sebagai berikut.

$$Z_2 + Y_2 + \frac{a_2 V_2^2}{2g} = Z_1 + Y_1 + \frac{a_1 V_1^2}{2g} + h \quad (2.1)$$

Keterangan: Z_1, Z_2 = Elevasi dari Saluran Utama

Y_1, Y_2 = Kedalaman air pada potongan melintang

V_1, V_2 = Kecepatan rerata

a_1, a_2 = Koefisien pembebanan kecepatan

- g = Percepatan Gravitasi
 h_e = Kehilangan Energy Hulu

2.2.1 Penentuan Nilai Koefisien Manning n

Dalam menentukan kekasaran manning yang sesuai untuk berbagai kondisi sangat bervariasi dan tergantung pada berbagai faktor. Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kekasaran baik pada saluran batuan maupun alam menurut (HEC-RAS *Reference Manual*) adalah sebagai berikut: tumbuhan, kedalaman air dan debit, ketidakraturan saluran, kekasaran permukaan, taraf air dan debit, trase saluran, pengendapan dan gerusan, ukuran dan bentuk butiran. Tabel penentuan koefisien manning bisa dilihat dari tabel 2.1 berikut ini.

Tabel 2.1 Penentuan Nilai Angka Koefisien Manning

No.	Type Saluran dan Penjelasan	Nilai n Manning
1	saluran utama	
	a. Bersih,lurus,lebar,tidak ada retakan atau jauh dr genangan	0.025-0.033
	b.sama seperti diatas,tapi banyak batu dan rumput liar	0.030-0.040
	c.bersih,berkelok-kelok,sedikit genangan,dan endapan	0.033-0.045
	d.sama seperti diatas,tetapi ada rumput liar dan batu	0.035-0.050
	e.sama seperti diatas,stadium rendah,banyak lereng yang tidak efektif dan bagian	0.040-0.055
	f.sama seperti "d",tetapi banyak batu	0.045-0.060
	g.jangkauan rendah,berumput,jauh dr genangan	0.050-0.080
	h.daerah sangat berumput,jauh dari genangan,atau daerah banjir dengan angkutan kayu dan semak	0.070-0.150
2	dataran banjir	
	a.berumput tanpa semak	
	rumput pendek	0.025-0.035
	rumput panjang	0.030-0.050

Tabel 2.1 Lanjutan

No.	Type Saluran dan Penjelasan	Nilai <i>n</i> <i>Manning</i>
b.daerah budidaya		
	tanpa tanaman	0.020-0.040
	tanaman dibariskan	0.025-0.045
	tanaman perkebunan	0.030-0.050
c.semak-semak		
	semak tersebar	0.035-0.070
	semak muda dan pepohonan,dimusim dingin	0.035-0.060
	semak muda dan pepohonan,dimusim panas	0.040-0.080
	semak belukar sedang,dimusim dingin	0.045-0.110
	semak belukar dimusim panas	0.070-0.160
d.pepohonan		
	daerah yang bersih dengan pohon-pohon tunggal,tanpa tunas	0.030-0.050
	sama seperti diatas,tapi tunas lebat	0.050-0.080

Sumber : HEC-RAS Reference Manual (2010)

2.2.2 Penentuan Nilai Koefisien Kontraksi dan Ekspansi

Penentuan nilai koefisien Kontraksi dan Ekspansi merupakan penentuan nilai koefisien berdasarkan kondisi tampang lintang aliran yang memenuhi sepanjang saluran. Nilai koefisien ini nantinya digunakan untuk input data HEC-RAS. Berdasarkan HEC-RAS *Reference Manual* penentuan nilai Koefisien Kontraksi dan Ekspansi melalui tabel 2.2 berikut ini.

Tabel 2.2 Penentuan Nilai Koefisien Kontraksi dan Ekspansi

<i>Subcritical Flow Contraction and Expansion Coefficients</i>	<i>Contraction</i>	<i>Expansion</i>
<i>No transition loss computed</i>	0	0
<i>Gradual</i>	0.1	0.3
<i>Transition</i>	0.3	0.5
<i>Typical bridge</i>	0.6	0.8

Sumber: HEC-RAS Reference Manual (2010)

Menurut HEC-RAS *Reference Manual*, terdapat beberapa kategori penyesuaian koefisien kontraksi dan ekspansi, yaitu :

- Dimana perubahan penampang sungai kecil, dan alirannya bertahap, maka nilai koefisien kontraksi dan ekspansi adalah 0.1 dan 0.3.
- Ketika perubahan pada penampang efektif adalah tiba-tiba misalnya aliran pada jembatan, maka nilai koefisien kontraksi dan ekspansi adalah 0.3 dan 0.5.
- Ketika perubahan penampang terjadi tiba-tiba dan bentuk penampang gorong-gorong maka nilai koefisien kontraksi dan ekspansi adalah 0.6 dan 0.8.

2.3 Sedimentasi

Sedimen secara umum merupakan tanah atau bagian-bagian tanah yang terangkut oleh air dari suatu tempat yang mengalami erosi pada suatu daerah aliran sungai (DAS) dan masuk kedalam suatu badan air. Proses terjadinya sedimentasi yaitu pengendapan sedimen hasil erosi yang terbawa oleh aliran air pada suatu tempat yang kecepatan alirannya melambat (Arsyad, 2000).

Kecepatan angkutan sedimen merupakan fungsi dari kecepatan aliran sungai dan ukuran partikel sedimen. Ada tiga cara pengangkutan partikel sedimen di dalam aliran sungai, yaitu terlarut (*wash load*), melompat, dan dengan cara merayap atau menggelinding. Terlarut (*wash load*) merupakan pengangkutan partikel sedimen dalam

aliran air yang berukuran kecil seperti tanah liat dan debu. Melompat merupakan pengangkutan partikel sedimen yang berukuran lebih besar, seperti pasir. Pengangkutan yang terakhir yaitu dengan cara merayap atau menggelinding di dasar sungai. Partikel sedimen yang bergerak dengan cara merayap di dasar sungai memiliki ukuran partikel yang lebih besar dari pasir, seperti kerikil (*gravel*). Faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya ukuran partikel sedimen yang terangkut aliran air seperti : ukuran sedimen yang masuk ke badan sungai/saluran air, karakteristik saluran, debit dan karakteristik fisik partikel sedimen. (Asdak, 2010).

2.3.1 Angkutan Sedimen

Ada tiga macam angkutan sedimen yang terjadi di dalam alur sungai (Mulyanto, 2007) yaitu:

- a. *Wash load* atau sedimen cuci terdiri dari partikel lanau dan debu yang terbawa masuk ke dalam sungai dan tetap tinggal melayang sampai mencapai laut, atau genangan air lainnya. Sedimen jenis ini hampir tidak mempengaruhi sifat-sifat sungai meskipun jumlahnya yang terbanyak dibanding jenis-jenis lainnya terutama pada saat-saat permulaan musim hujan datang. Sedimen ini berasal dari proses pelapukan Daerah Aliran Sungai yang terutama terjadi pada musim kemarau sebelumnya.
- b. *Suspended load* atau sedimen layang terutama terdiri dari pasir halus yang melayang di dalam aliran karena tersangga oleh turbulensi aliran air. Pengaruh sedimen ini terhadap sifat-sifat sungai tidak begitu besar. Tetapi bila terjadi perubahan kecepatan aliran, jenis ini dapat berubah menjadi angkutan jenis ketiga. Gaya gerak bagi angkutan jenis ini adalah turbulensi aliran dan kecepatan aliran itu sendiri. Dalam hal ini dikenal kecepatan pungut atau "*pick up velocity*". Untuk besar butiran tertentu bila kecepatan pungutnya dilampaui, material akan melayang. Sebaliknya, bila kecepatan aliran yang mengangkutnya mengecil di bawah kecepatan pungutnya, material akan tenggelam ke dasar aliran.

- c. *Bed load*, tipe ketiga dari angkutan sedimen adalah angkutan dasar di mana material dengan besar butiran yang lebih besar akan bergerak menggelincir atau *translate*, menggelinding atau *rotate* satu di atas lainnya pada dasar sungai; gerakannya mencapai kedalaman tertentu dari lapisan sungai. Tenaga penggerakannya adalah gaya seret *drag force* dari lapisan dasar sungai.

2.4 HEC-RAS

HEC-RAS adalah sistem software terintegrasi, yang didesain untuk digunakan secara interaktif pada kondisi tugas yang beraneka ragam. Sistem ini terdiri dari interface grafik pengguna, komponen analisa hidrolika terpisah, kemampuan manajemen dan tampungan data, fasilitas pelaporan dan grafik (Irawan, 2014).

Terdapat hal penting dalam membuat model hidrolika dengan menggunakan HEC- RAS :

- Memulai proyek baru
- Memasukkan data geometri saluran
- Memasukkan data aliran dan kondisi batas
- Melakukan simulasi aliran
- Menampilkan dan mencetak hasil dalam bentuk data dan grafik

2.4.1 Analisis Kerja

a. *Sediment Transport Computations*

Modul ini mampu mensimulasikan *sediment transport* satu dimensi (simulasi perubahan dasar sungai) akibat gerusan atau deposisi dalam waktu yang cukup panjang, namun dapat pula melakukan simulasi perubahan dasar sungai akibat sejumlah banjir tunggal.

Perhitungan transportasi sedimen pada HEC-RAS menggunakan persamaan *sediment routing continuity* yang diadaptasi dari persamaan Exner. Persamaan Exner disajikan pada rumus di bawah ini.

$$(1 - \lambda_b)B \frac{\partial n}{\partial t} = - \frac{\partial Q_s}{\partial x} \quad (2.2)$$

Keterangan: B = Lebar saluran

n = Elevasi saluran

λ_b = Porositas lapisan aktif

t = Waktu

x = Jarak

Qs = Sedimen yang terangkut

2.4.2 Penyimpanan Data dan Manajemen Data

Berdasarkan HEC-RAS *Reference Manual*, Manajemen data dilakukan melalui *user interface*. Pemakai diminta untuk menuliskan satu nama file untuk *project* yang akan dibuat. HEC-RAS akan menciptakan beberapa *file* secara otomatis (*file-file: plan, geometry, steady flow, unsteady flow, output, etc.*) dan menamainya sesuai dengan nama *file project* yang dituliskan oleh pemakai.

Penggantian nama *file*, pemindahan lokasi penyimpanan *file*, penghapusan *file* dilakukan oleh pemakai melalui fasilitas *interface*; operasi tersebut dilakukan berdasarkan *project-by-project*. Penggantian nama, pemindahan lokasi penyimpanan, ataupun penghapusan *file* yang dilakukan dari luar HEC-RAS (dilakukan langsung pada *folder*), biasanya akan menyebabkan kesulitan pada saat pemakaian HEC-RAS karena perubahan yang dilakukan dari luar HEC-RAS tersebut kemungkinan besar tidak dikenali oleh HEC-RAS. Oleh karena itu, operasi atau modifikasi *file-file* harus dilakukan melalui perintah dari dalam HEC-RAS (Irawan, 2014).

2.4.3 Grafik dan Pelaporan

Berdasarkan HEC-RAS *Reference Manual*, fasilitas grafik yang disediakan oleh HEC-RAS mencakup grafik X-Y alur sungai, tampang lintang, *rating curves*, hidrograf, dan grafik-grafik lain yang merupakan plot X-Y berbagai variable hidraulik.

HEC-RAS menyediakan pula fitur plot 3D beberapa tampang lintang sekaligus. Hasil keluaran model dapat pula ditampilkan dalam bentuk tabel. Pemakai dapat memilih antara memakai tabel yang telah disediakan oleh HEC-RAS atau membuat/meng-*edit* tabel sesuai kebutuhan.

Grafik dan tabel dapat ditampilkan di layar, dicetak, atau disalin ke *clipboard* untuk dimasukkan ke dalam program aplikasi lain (*word processor, spreadsheet*). Fasilitas pelaporan pada HEC-RAS dapat berupa pencetakan data masukan dan keluaran hasil pada printer atau plotter (Irawan, 2014).

2.4.4 Organisasi Data

Simulasi aliran memakai HEC-RAS memerlukan sejumlah *file*, terdiri dari *file data, file run, serta file output*. *File-file* dalam HEC-RAS yang mencerminkan suatu model aliran di sungai dirangkum dalam suatu *project*. Sebuah *project* merupakan kompilasi satu set *file* data yang merepresentasikan model sungai yang sedang dikaji. Untuk mempermudah identifikasi, *file project* diberi nama sesuai dengan nama sungai atau saluran yang dimodelkan (Irawan, 2014).

Berdasarkan HEC-RAS *Reference Manual*, dengan *file project* ini, pemakai HEC-RAS dapat mengaplikasikan seluruh atau sebagian kemampuan HEC-RAS untuk melakukan analisis hidraulika. File data yang diperlukan untuk menyusun suatu model aliran adalah data *plan*, data geometri, data aliran, dan data sedimen. Data *plan* menyimpan informasi untuk mengendalikan simulasi aliran seperti data geometri, data aliran. Data geometri menyimpan informasi geometri sungai, yaitu: alur, tampang lintang, dan tampang memanjang sungai. Data aliran menyimpan informasi debit dan syarat batas; data aliran dapat berupa data aliran permanen (untuk melakukan simulasi aliran permanen) atau tak permanen (untuk melakukan simulasi aliran tak permanen). Data sedimen diperlukan untuk melakukan simulasi transport sedimen yang meliputi gradasi butiran sampel sedimen (Irawan, 2014).

2.4.5 Metode Pengangkutan Sedimen

Perhitungan besarnya angkutan sedimen rata-rata dilakukan untuk setiap kondisi hidraulik dan parameter sedimen dengan gradasi butiran tertentu. Kapasitas pengangkutan ditentukan untuk setiap ukuran butir mewakili ukuran butiran tertentu yang membentuk 100% dari material dasar (Irawan, 2014). Metode pengangkutan sedimen dikembangkan dari persamaan flume yang menghitung kapasitas transportasi sedimen. Menurut HEC-RAS *Reference Manual* terdapat tujuh jenis metode pengangkutan sedimen yang akan dijelaskan sebagai berikut :

1. Acker dan White

Berdasarkan HEC-RAS *Reference Manual*, persamaan Acker dan White (1973) adalah fungsi beban total untuk gradasi relatif seragam mulai dari pasir sampai kerikil halus. Untuk mengetahui tingkat konsentrasi sedimen, variabel yang dimasukkan antara lain data angkutan sedimen, berat sedimen, yang bisa dilihat dari rumus 2.3 berikut ini.

$$x = \frac{G_{gr}.s.ds}{D.\bar{V}.n} \text{ Dan } G_{gr} = C \left(\frac{F_{gr}}{A} - 1 \right) \quad (2.3)$$

Keterangan :

- X = konsentrasi sedimen, perbagian
- G_{gr} = angkutan sedimen
- s = berat sedimen
- d_s = diameter rata-rata partikel
- D = kedalaman efektif
- U = kecepatan geser
- V = kecepatan rata-rata saluran
- n = eksponen peralihan
- C = koefisien
- F_{gr} = partikel pergerakan sedimen
- A = partikel pergerakan sedimen kritis

2. England Hansen

Berdasarkan HEC-RAS *Reference Manual*, persamaan Hansen (1967) merupakan fungsi muatan total dengan ukuran gradasi sedimen 0.19 mm sampai 0.93 mm. Fungsi ini adalah fungsi sederhana mengenai kecepatan, tegangan geser, dan material d_{50} . Aplikasi ini cocok digunakan untuk sungai berpasir. Untuk mengetahui tingkat angkutan sedimen, variabel yang dimasukkan antara lain data satuan berat untuk air, satuan berat untuk partikel solid, yang bisa dilihat dari rumus 2.4 berikut ini.

$$Ggs = 0,05 \cdot \gamma_s \cdot V^2 \cdot \sqrt{\frac{d_{50}}{g \left(\frac{\gamma_s}{\gamma}\right)}} \left[\frac{\tau_0}{(\gamma_s - \gamma) \cdot d_{50}} \right]^{3/2} \quad (2.4)$$

Keterangan: G_{gs} = satuan angkutan sedimen
 γ = satuan berat untuk air
 γ_s = satuan berat untuk partikel solid
 V = kecepatan rata-rata untuk saluran
 τ_0 = tegangan geser pada dasar
 d_{50} = ukuran partikel pada 50% ukuran

3. Laursen-Copeland

Berdasarkan HEC-RAS *Reference Manual*, persamaan Laursen (1968) juga merupakan fungsi dasar dari nilai geser yang besar dan rasio dari kecepatan geser terhadap kecepatan jatuh. Persamaan Laursen adalah fungsi yang dikembangkan untuk dapat dipakai pada partikel jenis lumpur. Untuk mengetahui tingkat konsentrasi sedimen, variabel yang dimasukkan antara lain data satuan berat air, diameter partikel rata-rata, kedalaman efektif pada aliran, yang bisa dilihat dari rumus 2.5 berikut ini.

$$C_m = 0,01 \cdot \gamma \cdot \left(\frac{ds}{D}\right)^{\frac{7}{6}} \cdot \left(\frac{\tau_0}{\tau_c} - 1\right) f\left(\frac{u^*}{w}\right) \quad (2.5)$$

Keterangan: C_m = konsentrasi pelepasan sedimen dalam berat atau volume
 G = satuan berat air
 d_s = diameter partikel rata-rata
 D = kedalaman efektif pada aliran
 τ_0 = tegangan geser dasar
 τ_c = tegangan geser kritis
 $f\left(\frac{u^*}{w}\right)$ = fungsi perbandingan kecepatan geser terhadap kecepatan jatuh tanah

4. Meyer-Peter Müller

Berdasarkan HEC-RAS *Reference Manual*, persamaan Meyer-Peter dan Muller (1948) ini diturunkan dari percobaan aliran pasir dan kerikil dalam kondisi dasar datar. Persamaan ini cocok untuk rentang gradasi jenis kerikil. Persamaan ini cenderung tidak bisa memprediksi pengangkutan sedimen dengan gradasi yang lebih halus. Untuk mengetahui tingkat kecepatan angkutan sedimen, variabel yang dimasukkan antara lain data koefisien kekasaran, satuan berat air, yang bisa dilihat dari rumus 2.6 berikut ini.

$$\left(\frac{K_r}{K_{r'}}\right)^{3/2} \cdot \gamma \cdot r \cdot s = 0,047 (\gamma_s - \gamma) d_m + 0,025 \left(\frac{\gamma}{g}\right)^{1/3} \cdot \left(\frac{\gamma_s - \gamma}{\gamma_s}\right)^{2/3} \cdot g s^{3/3} \quad (2.6)$$

Keterangan : g_s = satuan kecepatan angkutan sedimen
 K_r = koefisien kekasaran
 $K_{r'}$ = koefisien kekasaran berdasarkan butiran
 γ = satuan berat air
 γ_s = satuan berat sedimen
 g = percepatan gravitasi
 d_m = diameter rata-rata partikel

- r = jari-jari hidrolis
s = kemiringan energi

5. Toffaleti

Berdasarkan HEC-RAS *Reference Manual*, persamaan Toffaleti (1968) merupakan persamaan muatan total yang tidak bergantung pada kecepatan geser atau geser dasar. Sebaliknya, rumusan dari regresi pada temperatur dan eksponen empiris menggambarkan hubungan antara sedimen dan karakteristik hidrolis. Pendekatan khas fungsi Toffaleti adalah merubah aliran air ke dalam zona vertikal dan menghitung konsentrasi masing-masing zona.

Selain itu, persamaan Toffaleti menggunakan dua ukuran butir berbeda, D_{50} dan D_{65} untuk mengukur ketergantungan angkutan pada simpangan gradasi rerata. Untuk mengetahui tingkat angkutan sedimen, variabel dibagi menjadi tiga zona, yaitu zona tengah, zona bawah, dan zona atas yang dimasukkan dalam variabel rumus yang sifatnya tetap. Variabel tersebut bisa dilihat dari rumus 2.19 sampai 2.14 berikut ini.

$$g_{ssM} = M \frac{\left(\frac{R}{11,24}\right)^{0,244z} \left[\frac{R^{1+nv-z}}{2,5} - \frac{R^{1+nv-z}}{11,24}\right]}{1+nv.z} \quad (\text{zona tengah}) \quad (2.7)$$

$$g_{ssL} = M \frac{\left(\frac{R}{11,24}\right)^{1+nv-0,756z} - (2dm)^{1+nv-0,756z}}{1+nv-0,756z} \quad (\text{zona bawah}) \quad (2.8)$$

$$g_{ssU} = M \frac{\left(\frac{R}{11,24}\right)^{0,244z} \left(\frac{R}{2,5}\right)^{0,5z} \left[R^{1+nv-1,5z} - \frac{R^{1+nv-1,5z}}{2,5}\right]}{1+nv.z-1,5z} \quad (\text{zona atas}) \quad (2.9)$$

$$g_{sb} = M(2dm)^{1+nv-0,756z} \quad (\text{zona dasar}) \quad (2.10)$$

$$M = 43,2CL(1 + nv)VR^{0,756z-nv} \quad (2.11)$$

$$g_s = g_{ssL} + g_{ssM} + g_{ssU} + g_{sb} \quad (2.12)$$

Keterangan : g_{ssL} = angkutan sedimen suspensi zona terendah (ton/hr/m)

g_{ssM} = angkutan sedimen suspensi zona tengah (ton/hr/m)

g_{ssU} = angkutan sedimen suspensi pada zona atas (ton/hr/m)

- g_{SB} = angkutan sedimen dasar (ton/hr/m)
 g_s = total angkutan sedimen (ton/hr/m)
 M = parameter konsentrasi sedimen
 C_L = parameter konsentrasi sedimen pada zona terendah
 R = jari-jari hidrolis
 d_m = diameter rata-rata partikel
 z = eksponen hubungan sedimen dan karakteristik hidrolika
 n_v = eksponen temperatur

6. Yang

Berdasarkan HEC-RAS *Reference Manual*, persamaan Yang (1984) adalah persamaan angkutan beban total yang berbasis pada *stream power*, hasil dari kecepatan dan tegangan geser. Untuk mengetahui tingkat konsentrasi sedimen, variabel yang dimasukkan antara lain data angkutan sedimen, berat sedimen, yang bisa dilihat dari rumus 2.15 dan 2.16 berikut ini.

$$\log Ct = 5,435 - 0,286 \log \frac{\omega dm}{\nu} - 0,457 \log \frac{u^*}{\omega} + (1,7449 - 0,409 \log \frac{\omega dm}{\nu} - 0,314 \log \frac{u^*}{\omega}) \log \left(\frac{VS}{\omega} - \frac{Vcr.S}{\omega} \right)$$

untuk pasir $d_m < 2\text{mm}$ (2.13)

dan,

$$\log Ct = 6,681 - 0,633 \log \frac{\omega dm}{\nu} - 4,816 \log \frac{u^*}{\omega} + (2,784 - 0,409 \log \frac{\omega dm}{\nu} - 0,282 \log \frac{u^*}{\omega}) \log \left(\frac{VS}{\omega} - \frac{Vcr.S}{\omega} \right)$$

untuk kerikil $d_m \geq 2\text{mm}$ (2.14)

Keterangan :

- C_t = konsentrasi sedimen total
ω = kecepatan jatuh partikel
d_m = diameter rata-rata partikel
ν = kekentalan kinematis
u* = kecepatan geser
V = kecepatan rata-rata saluran
S = gradien energi

7. Wilcock

Berdasarkan HEC-RAS *Reference Manual*, persamaan Wilcock (2001) adalah persamaan muatan dasar untuk lapisan dasar bertingkat yang mengandung pasir dan kerikil. Persamaan Wilcock adalah metode pengangkutan yang didasarkan pada teori bahwa angkutan bergantung pada material yang mengalami kontak langsung dengan arus. Untuk mengetahui tingkat konsentrasi sedimen, variabel yang dimasukkan antara lain data angkutan sedimen, berat sedimen, yang bisa dilihat dari rumus 2.17 berikut ini.

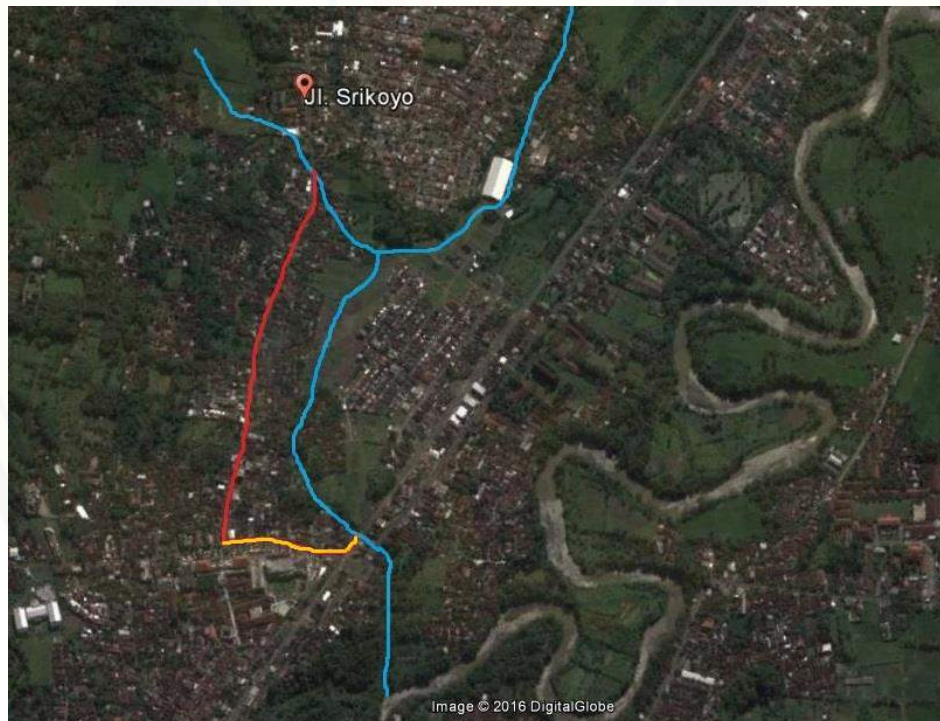
$$\tau * r_m = 0,021 + 0,015e^{-20SF} \quad (2.15)$$

Dengan τ^*_{rm} adalah tegangan geser, dan SF adalah prosentase pasir. Inti teori dari persamaan Wilcock adalah meningkatkan potensi angkutan kerikil dengan meningkatnya kadar pasir.

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Jalan Srikoyo, Kecamatan Patrang, Kabupaten Jember, Provinsi Jawa Timur, yang dapat dilihat pada gambar 3.1 dengan garis berwarna merah, dan garis warna oranye adalah Jalan Dr. Soebandi. Jalan Dr. Soebandi diikutsertakan karena aliran air setelah Jalan Srikoyo adalah mengalir ke arah Jalan Dr. Soebandi menuju Sungai Patrang. Garis warna biru merupakan sungai yang menjadi pembuangan akhir dari aliran air pada saluran drainase Jalan Srikoyo. Penelitian ini dimulai sejak bulan November 2015 sampai selesai penyusunan tugas akhir ini. Gambar 3.1 di bawah ini merupakan citra satelit Jalan Srikoyo yang diambil dengan program *Google Earth*.



Gambar 3.1 Peta Jalan Srikoyo, Kecamatan Patrang

Sumber:Google Earth

3.2 Sistematika Penelitian

Sistematika penelitian merupakan segala kegiatan dari awal penelitian sampai pada pengolahan data untuk menyimpulkan masalah dan menyelesaikan masalah. Adapun sistematika dalam penelitian ini digambarkan pada gambar 3.2 dalam diagram alir penelitian.

3.2.1 Pengumpulan Data

a. Data primer

Data primer merupakan data yang didapat dari pengamatan lapangan. Data primer yang didapat merupakan data hasil observasi dan data pengamatan yang dilakukan di saluran drainase Jalan Srikoyo. Data yang diambil antara lain :

1. Pengambilan sedimen

Pengambilan sedimen dilakukan dengan menggunakan metode *point sample* dan *depth integrated*. Sedimen diambil tepat di tengah saluran dari permukaan sedimen hingga ke dasar saluran. Volume sampel sedimen diambil sebanyak 500 gram pada lokasi pengambilan sampel (Irawan,2014).

2. Data sedimentasi sungai dengan melakukan uji analisa saringan.

Pelaksanaan uji analisis saringan dilakukan di laboratorium Geologi dan Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Jember. Alat yang digunakan dalam uji analisis saringan adalah sebagai berikut (Modul Praktikum Uji Tanah, 2004;28).

- a. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi 110 °C.
- b. Satu set saringan dengan beberapa diameter ukuran.
- c. Timbangan dengan ketelitian 0,2% dari berat benda uji.
- d. Mesin pengguncang saringan (*Shieve Shaker*).
- e. Talam, kuas, sikat, sendok dan alat lainnya.

Adapun tahapan dalam analisis saringan sebagai berikut:

- a. Benda uji dikeringkan dengan oven pada suhu 110 °C.
- b. Saringan disusun dengan ukuran saringan yang paling besar di atas.
- c. Sampel benda uji dimasukkan ke dalam saringan dan diguncang selama 15 menit.

Adapun ukuran saringan dalam perhitungan analisis saringan bisa dilihat pada tabel 3.1 di bawah ini.

Tabel 3.1 Tabel ukuran saringan dalam perhitungan analisis saringan

No.	No. Ayakan	Diameter Lubang (mm)
1	4	4,750
2	6	3,350
3	8	2,360
4	10	2,000
5	16	1,180
6	20	0,850
7	40	0,600
8	50	0,425
9	60	0,300
10	80	0,180
11	100	0,150
12	140	0,106
13	170	0,088
14	200	0,075
15	270	0,053

Sumber: ASTM C-136-46

Setelah dilakukan uji analisis saringan, maka data disajikan dalam tabel dengan rincian sebagai berikut:

- Jumlah berat tertahan untuk masing-masing ukuran saringan.
- Jumlah persentase berat benda uji tetahan terhadap berat total secara kumulatif.
- Jumlah persentase berat benda uji yang melalui masing-masing saringan.

- Grafik analisis saringan berdasarkan diameter butiran dan kumulatif persentase lolos saringan.

b. Data sekunder

Data sekunder merupakan data yang didapat dari penelitian terdahulu oleh Tamimi (2015). Data-data tersebut meliputi:

- Data geometri saluran meliputi penampang melintang dan memanjang saluran
- Data debit hasil *running software* SWMM penelitian Tamimi (2015)

3.2.2 Pengolahan data

Data diolah dalam program HEC-RAS dengan variabel-variabel yang sudah didapat baik dari data primer maupun data sekunder. Data tersebut nantinya akan digunakan sebagai variabel masukan (*input*) dan selanjutnya akan digunakan untuk simulasi pemodelan sedimentasi.

3.2.3 Skematisasi Geometri Saluran dan Input Data Simulasi *Steady Flow*

Data yang telah diolah dimasukkan kedalam program HEC-RAS menggunakan *input* data geometri. Data yang dimasukkan antara lain adalah geometri saluran, koefisien manning, koefisien ekspansi dan kontraksi serta data debit dari SWMM sebagai *boundary condition* debit hulu dan hilir.

3.2.4 Simulasi *Steady Flow*

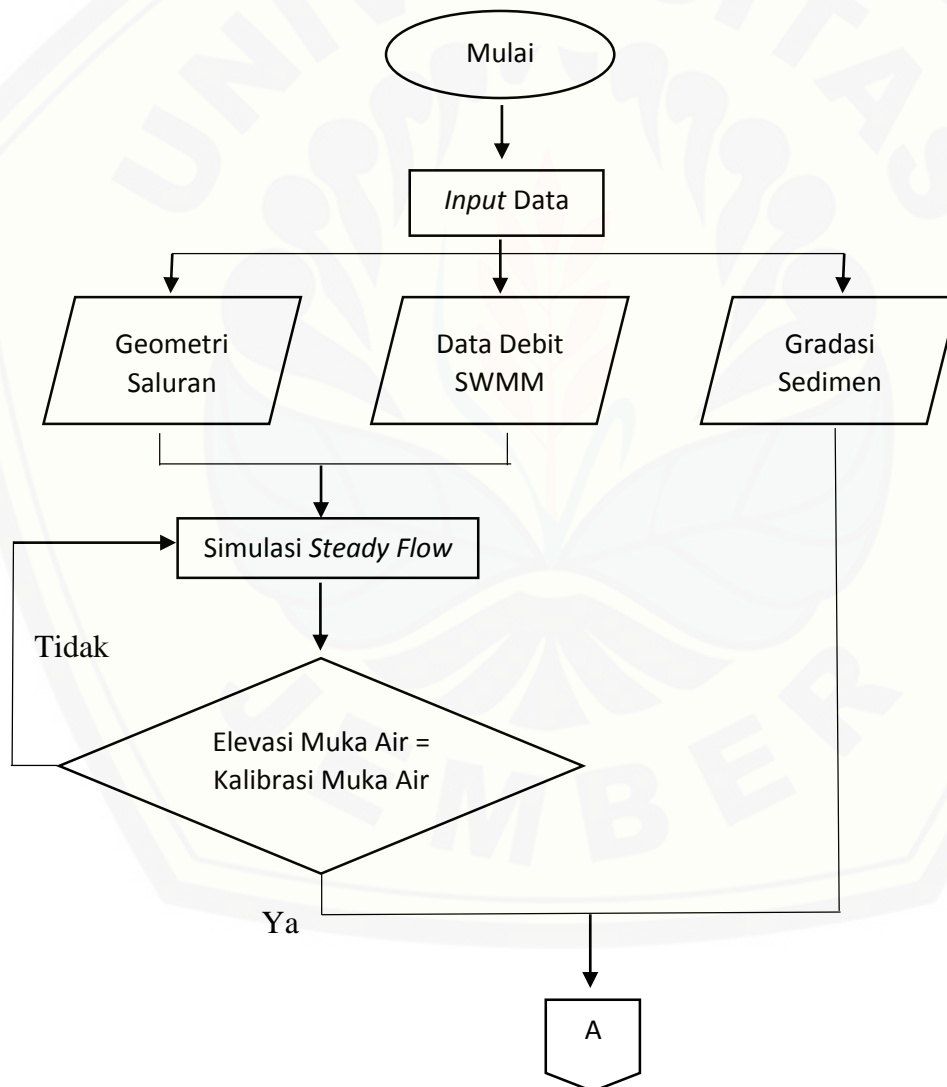
Simulasi *steady flow* dilakukan menggunakan program HEC-RAS 4.1.0 yang selanjutnya akan menghasilkan tinggi muka air pada saluran yang digunakan sebagai kalibrasi dengan observasi lapangan.

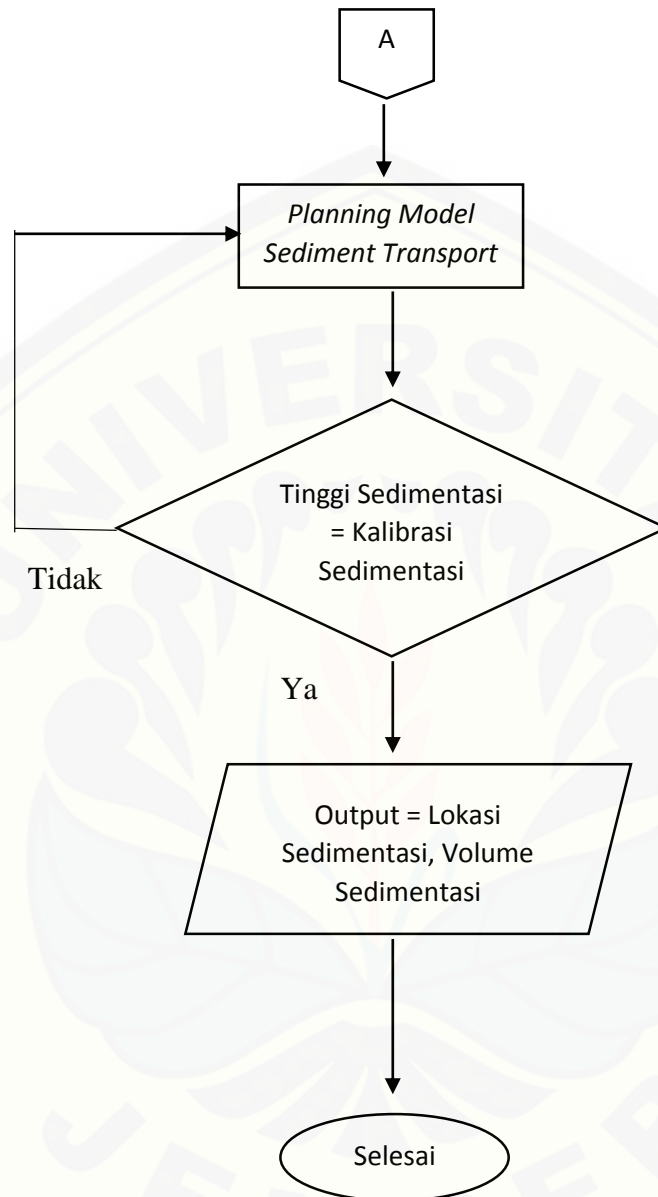
3.2.5 *Planning Model Sediment Transport*

Setelah melakukan simulasi *steady flow* yang hasilnya sudah dikalibrasi, maka dilakukan input data untuk simulasi *sediment transport* yaitu gradasi butiran sedimen.

3.2.6 Simulasi *Sediment Transport*

Simulasi dilakukan setelah memasukkan semua parameter yang dibutuhkan. Hasil yang dikeluarkan oleh simulasi tersebut berupa skema persebaran sedimen pada saluran drainase dan volume sedimentasi yang terjadi. Namun sebelum dianalisa, hasil tersebut dikalibrasi dengan kondisi lapangan dengan parameter tinggi sedimen di lapangan.





Gambar 3.2 Flow Chart Penelitian

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari pembahasan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Berdasarkan hasil simulasi pemodelan *sediment trasnport software* HEC-RAS dengan *input* data geometri saluran, gradasi butiran, dan aliran tetap semu, didapatkan lokasi yang berpotensi terjadi endapan sedimen pada saluran drainase Jalan Srikoyo yaitu:
 - Saluran drainase srikoyo sisi kanan pada titik 17, 18, 19 (sekitar 150 m sampai 300 m dari saluran irigasi srikoyo), dan titik 8, 9, 10 (sekitar 100 m sampai 250 m dari pertigaan Jalan Dr. Subandi).
 - Saluran drainase srikoyo sis kiri pada titik 16, 17, 18, 19, 20 (sekitar 100 m sampai 350 m dari saluran irigasi srikoyo), dan titik 9, 10 (sekitar 150 m sampai 250 m dari pertigaan Jalan Dr. Subandi).
 - Saluran drainase subandi pada titik 3 dan 4 (sekitar 100 m sampai 150 m dari pertigaan Jalan Dr. Subandi).
- b. Berdasarkan hasil simulasi pemodelan *sediment trasnport software* HEC-RAS didapatkan peningkatan volume endapan sedimen terhadap meningkatnya kala ulang debit banjir limpasan dengan volume endapan sedimen terbesar pada kala ulang 10 tahun. Volume endapan sedimen terbesar masing-masing saluran yaitu: saluran drainase srikoyo sisi kanan pada titik 10 sebesar $0,0878 \text{ m}^3$, saluran drainase srikoyo sisi kiri pada titik 10 sebesar $0,2486 \text{ m}^3$, saluran drainase subandi pada titik 3 sebesar $0,0746 \text{ m}^3$.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan berdasarkan pembahasan adalah sebagai berikut :

- a. Penanggulangan agradasi (endapan) yang terjadi pada saluran drainase Jalan Srikoyo adalah dengan melakukan pengerukan sedimen dasar (*bed load*) secara berkala serta diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui solusi yang tepat guna untuk mengurangi agradasi yang terjadi.
- b. Simulasi transportasi sedimen menggunakan *software* HEC-RAS 4.1.0 hanya memodelkan sedimen pada model 1 dimensi saja. Untuk hasil yang lebih detail dan maksimal, permodelan dapat dilanjutkan dengan menggunakan model 2 atau 3 dimensi.
- c. Simulasi transportasi sedimen dilakukan pada saluran drainase yang mengalami perkerasan sehingga tidak dapat mengidentifikasi degradasi (gerusan) yang terjadi pada saluran. Untuk penelitian selanjutnya yang melakukan pada saluran yang tidak mengalami perkerasan atau saluran alami, peneliti dapat mengidentifikasi degradasi (gerusan) yang terjadi pada dasar saluran.

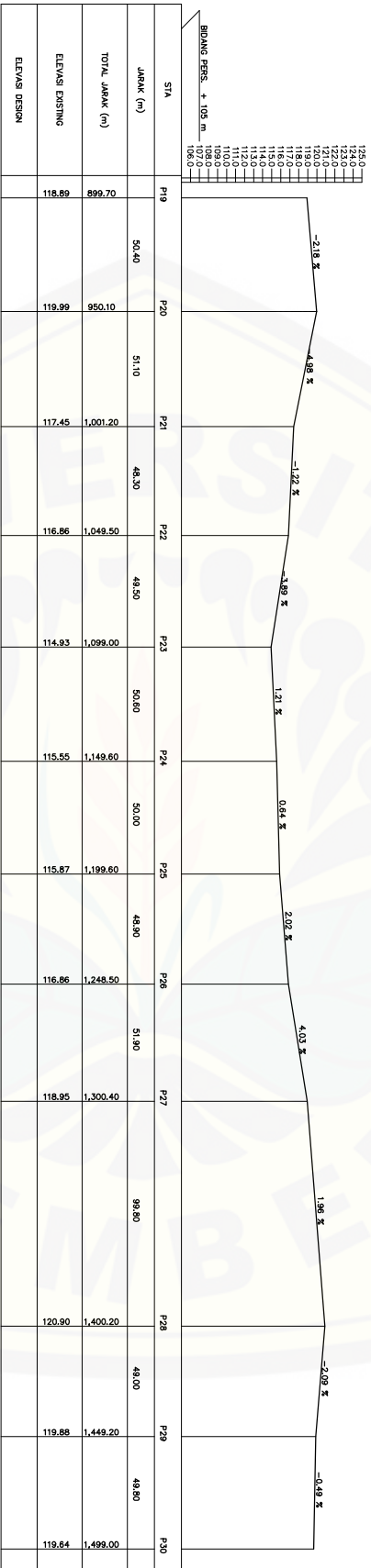
DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, S. 2000. *Konservasi Air dan Tanah*. Bogor : IPB Press.
- Asdak, C. 2010. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Amrullah, H. Nala. 2015. *Studi Evaluasi Sistem Jaringan Drainase Jalan Slamet Riyadi Kecamatan Patrang Dengan Menggunakan Program EPA-SWMM 5.0*. Skripsi. Jember: Universitas Jember.
- Edisono, Sutarto, Ir., dipl-H.E., dkk, 1997. *Drainase Perkotaan*, Jakarta: Gunadarma.
- Irawan, S. Erik. 2014. *Analisis Pemodelan Sedimentasi Di Saluran Kencong Timur (Bedodo) Menggunakan Program HEC-RAS*. Skripsi. Jember: Universitas Jember.
- Mulyanto, H.R. 2007. *Sungai, Fungsi dan Sifat-Sifatnya*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Saragih, E. Tiurma. 2007. *Tinjauan Manajemen Sistem Drainase Kota Pematang Siantar*. Tesis. Medan: Universitas Sumatra Utara.
- Suripin. 2004. *Sistem Saluran Drainase Perkotaan Berkelanjutan*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Tamimi, Rusyidina. 2015. *Kajian Evaluasi Sistem Drainase Jalan Srikoyo Kecamatan Patrang*. Skripsi. Jember: Universitas Jember.
- U.S. Army Corps of Engineers. 2010. *HEC-RAS Reference Manual*. California: Hydrologic Engineering Center.
- Wesli. 2008. *Drainase Perkotaan*. Yogyakarta: Penerbit Graha Ilmu.



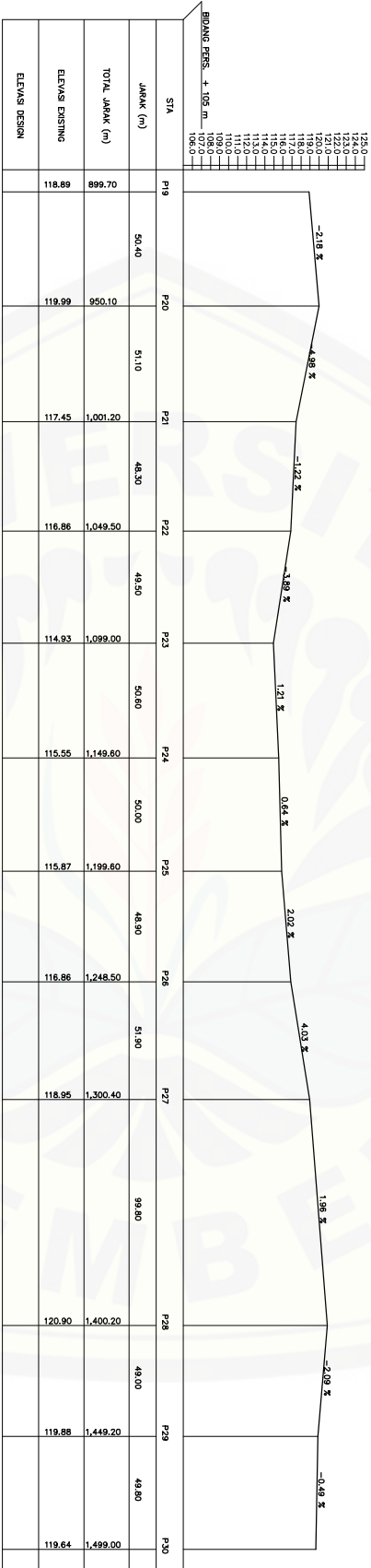
LAMPIRAN

Long Srikoyo Kanan



NAMA : AHMAD ZAKI R. NIM : 121910301138 DIPERIKSA : SRI WAHYUNI, ST., MT., Ph.D		Skala 1:100 LAMPIRAN NO. 1
Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Jember	Gambar Potongan Memanjang Elevasi Saluran Drainase Jalan Srikoyo Kanan	

Long Srikoyo Kiri



NAMA : AHMAD ZAKI R. NIM : 121910301138 DIPERIKSA : SRI WAHYUNI, ST., MT., Ph.D		Skala 1:100
Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Jember	Gambar Potongan Memanjang Elevasi Saluran Drainase Jalan Srikoyo Kiri	

EPA STORM WATER MANAGEMENT MODEL - VERSION 5.0 (Build 5.0.018)

 NOTE: The summary statistics displayed in this report are based on results found at every computational time step, not just on results from each reporting time step.

 Analysis Options

Flow Units CMS
 Process Models:
 Rainfall/Runoff YES
 Snowmelt NO
 Groundwater NO
 Flow Routing YES
 Ponding Allowed NO
 Water Quality NO
 Infiltration Method CURVE_NUMBER
 Flow Routing Method STEADY
 Starting Date APR-15-2015 00:00:00
 Ending Date APR-15-2015 06:00:00
 Antecedent Dry Days 0.0
 Report Time Step 00:15:00
 Wet Time Step 00:05:00
 Dry Time Step 01:00:00
 Routing Time Step 30.00 sec

	Volume hectare-m	Depth mm
Runoff Quantity Continuity		
*****	-----	-----
Total Precipitation	1.538	54.381
Evaporation Loss	0.000	0.000
Infiltration Loss	0.394	13.928
Surface Runoff	1.167	41.276
Final Surface Storage	0.031	1.084
Continuity Error (%)	-3.506	

	Volume hectare-m	Volume 10 ⁶ ltr
Flow Routing Continuity		
*****	-----	-----
Dry Weather Inflow	0.000	0.000
Wet Weather Inflow	1.163	11.635
Groundwater Inflow	0.000	0.000
RDII Inflow	0.000	0.000
External Inflow	0.000	0.000
External Outflow	1.001	10.011
Internal Outflow	0.162	1.623
Storage Losses	0.000	0.000
Initial Stored Volume	0.000	0.000
Final Stored Volume	0.000	0.000
Continuity Error (%)	0.000	

 Highest Flow Instability Indexes

 All links are stable.

 Routing Time Step Summary

Minimum Time Step	:	30.00 sec
Average Time Step	:	30.00 sec
Maximum Time Step	:	30.00 sec
Percent in Steady State	:	0.00
Average Iterations per Step	:	1.00

 Subcatchment Runoff Summary

Subcatchment	Total Precip mm	Total Runon mm	Total Evap mm	Total Infil mm	Total Runoff mm	Total Runoff 10 ⁶ ltr	Peak Runoff CMS	Runoff Coeff
S1	54.381	0.000	0.000	11.146	44.114	0.224	0.170	0.811
S2	54.381	0.000	0.000	11.722	42.768	0.389	0.239	0.786
S3	54.381	0.000	0.000	8.473	47.394	0.043	0.038	0.872
S4	54.381	0.000	0.000	13.696	41.583	0.077	0.060	0.765
S5	54.381	0.000	0.000	18.905	35.817	0.476	0.348	0.659
S6	54.381	0.000	0.000	11.420	44.016	0.116	0.092	0.809
S7	54.381	0.000	0.000	12.122	43.558	0.230	0.193	0.801
S8	54.381	0.000	0.000	13.288	42.101	0.044	0.036	0.774
S9	54.381	0.000	0.000	21.086	33.382	0.285	0.201	0.614
S10	54.381	0.000	0.000	5.631	50.069	0.011	0.010	0.921
S11	54.381	0.000	0.000	9.288	46.689	0.048	0.042	0.859
S12	54.381	0.000	0.000	14.015	41.067	0.158	0.119	0.755
S13	54.381	0.000	0.000	9.338	46.672	0.102	0.091	0.858
S15	54.381	0.000	0.000	11.530	44.077	0.135	0.112	0.811
S16	54.381	0.000	0.000	20.520	34.365	0.346	0.273	0.632
S17	54.381	0.000	0.000	14.223	40.793	0.187	0.137	0.750
S20	54.381	0.000	0.000	10.279	45.273	0.077	0.063	0.833
S21	54.381	0.000	0.000	12.199	43.426	0.290	0.240	0.799
S22	54.381	0.000	0.000	12.165	42.798	0.183	0.129	0.787
S23	54.381	0.000	0.000	11.561	44.012	0.138	0.114	0.809
S24	54.381	0.000	0.000	19.899	35.233	0.306	0.254	0.648
S25	54.381	0.000	0.000	20.868	33.743	0.330	0.242	0.620
S26	54.381	0.000	0.000	11.461	44.167	0.172	0.144	0.812
S27	54.381	0.000	0.000	12.014	43.324	0.121	0.094	0.797
S28	54.381	0.000	0.000	12.617	42.730	0.277	0.218	0.786
S29	54.381	0.000	0.000	13.313	41.176	0.228	0.144	0.757
S30	54.381	0.000	0.000	10.519	45.361	0.128	0.110	0.834
S31	54.381	0.000	0.000	12.165	42.803	0.168	0.118	0.787
S32	54.381	0.000	0.000	14.460	40.498	0.145	0.106	0.745
S34	54.381	0.000	0.000	10.742	45.152	0.105	0.091	0.830
S35	54.381	0.000	0.000	9.784	46.177	0.087	0.076	0.849
S40	54.381	0.000	0.000	12.104	43.589	0.218	0.184	0.802
S41	54.381	0.000	0.000	13.696	41.581	0.117	0.091	0.765
S42	54.381	0.000	0.000	10.866	45.025	0.107	0.093	0.828
S43	54.381	0.000	0.000	8.873	46.995	0.062	0.055	0.864
S45	54.381	0.000	0.000	12.765	42.246	0.285	0.205	0.777
S46	54.381	0.000	0.000	11.969	43.742	0.216	0.183	0.804
S47	54.381	0.000	0.000	12.225	43.153	0.349	0.277	0.794
S48	54.381	0.000	0.000	10.706	45.197	0.144	0.127	0.831
S49	54.381	0.000	0.000	10.940	44.925	0.177	0.153	0.826
S50	54.381	0.000	0.000	13.696	41.532	0.131	0.101	0.764
S51	54.381	0.000	0.000	12.225	43.226	0.345	0.279	0.795
S52	54.381	0.000	0.000	9.804	46.155	0.058	0.051	0.849
S53	54.381	0.000	0.000	18.022	37.186	0.222	0.182	0.684
S54	54.381	0.000	0.000	11.229	44.638	0.267	0.234	0.821
S55	54.381	0.000	0.000	10.954	44.906	0.097	0.084	0.826
S56	54.381	0.000	0.000	13.268	41.362	0.422	0.268	0.761
S57	54.381	0.000	0.000	12.728	42.462	0.320	0.240	0.781
S58	54.381	0.000	0.000	19.899	35.211	0.264	0.218	0.647
S59	54.381	0.000	0.000	12.696	42.539	0.342	0.260	0.782
S60	54.381	0.000	0.000	10.729	45.168	0.125	0.110	0.831
S61	54.381	0.000	0.000	12.765	42.240	0.415	0.297	0.777
S62	54.381	0.000	0.000	13.140	41.666	0.299	0.202	0.766
S63	54.381	0.000	0.000	12.170	43.477	0.179	0.149	0.799
S64	54.381	0.000	0.000	12.225	43.320	0.332	0.272	0.797
S65	54.381	0.000	0.000	12.276	42.595	0.099	0.068	0.783
S66	54.381	0.000	0.000	12.014	43.398	0.114	0.091	0.798
S67	54.381	0.000	0.000	11.461	44.189	0.116	0.098	0.813
S68	54.381	0.000	0.000	12.165	42.771	0.166	0.116	0.787
S69	54.381	0.000	0.000	13.148	42.279	0.052	0.042	0.777
System	54.381	0.000	0.000	13.928	41.276	11.672	9.017	0.759

Node Depth Summary

Average Depth	Maximum Depth	Maximum HGL	Time of Max Occurrence
------------------	------------------	----------------	---------------------------

Node	Type	Meters	Meters	Meters	days	hr:min
J1	JUNCTION	0.06	0.30	139.68	0	00:07
J2	JUNCTION	0.04	0.30	139.72	0	00:10
J3	JUNCTION	0.08	0.50	141.45	0	00:07
J4	JUNCTION	0.00	0.00	140.69	0	00:00
J5	JUNCTION	0.08	0.50	141.87	0	00:07
J6	JUNCTION	0.06	0.47	141.61	0	00:10
J7	JUNCTION	0.04	0.50	142.46	0	00:09
J8	JUNCTION	0.06	0.47	141.75	0	00:10
J9	JUNCTION	0.04	0.50	143.21	0	00:10
J10	JUNCTION	0.03	0.23	142.79	0	00:10
J11	JUNCTION	0.01	0.15	143.71	0	00:10
J12	JUNCTION	0.03	0.24	143.72	0	00:10
J13	JUNCTION	0.01	0.15	144.08	0	00:10
J14	JUNCTION	0.03	0.24	143.86	0	00:10
J15	JUNCTION	0.03	0.28	143.67	0	00:10
J16	JUNCTION	0.00	0.00	143.01	0	00:00
J17	JUNCTION	0.04	0.35	143.11	0	00:10
J18	JUNCTION	0.02	0.22	142.29	0	00:10
J19	JUNCTION	0.04	0.35	142.47	0	00:10
J20	JUNCTION	0.03	0.29	141.82	0	00:10
J21	JUNCTION	0.04	0.37	141.05	0	00:10
J22	JUNCTION	0.05	0.50	141.12	0	00:09
J23	JUNCTION	0.04	0.37	140.42	0	00:10
J24	JUNCTION	0.05	0.50	140.38	0	00:09
J25	JUNCTION	0.04	0.30	138.63	0	00:10
J26	JUNCTION	0.05	0.40	138.97	0	00:10
J27	JUNCTION	0.04	0.30	136.55	0	00:10
J28	JUNCTION	0.05	0.40	137.40	0	00:10
J29	JUNCTION	0.06	0.48	133.66	0	00:10
J30	JUNCTION	0.08	0.63	133.16	0	00:10
J31	JUNCTION	0.06	0.48	132.55	0	00:10
J32	JUNCTION	0.08	0.63	132.77	0	00:10
J33	JUNCTION	0.05	0.40	129.47	0	00:10
J34	JUNCTION	0.07	0.85	128.36	0	00:09
J35	JUNCTION	0.06	0.45	127.17	0	00:10
J36	JUNCTION	0.00	0.00	126.08	0	00:00
J37	JUNCTION	0.08	0.56	124.49	0	00:10
J38	JUNCTION	0.02	0.14	124.18	0	00:10
J39	JUNCTION	0.08	0.56	123.60	0	00:10
J40	JUNCTION	0.02	0.14	123.33	0	00:10
J41	JUNCTION	0.02	0.15	120.03	0	00:10
J42	JUNCTION	0.00	0.00	119.67	0	00:00
J43	JUNCTION	0.00	0.00	117.45	0	00:00
J44	JUNCTION	0.01	0.09	118.37	0	00:10
J45	JUNCTION	0.03	0.27	117.25	0	00:10
J46	JUNCTION	0.03	0.34	116.79	0	00:10
J47	JUNCTION	0.05	0.50	115.43	0	00:09
J48	JUNCTION	0.03	0.38	116.00	0	00:10
J49	JUNCTION	0.49	0.50	114.73	0	00:05
J50	JUNCTION	0.49	0.50	115.52	0	00:05
J51	JUNCTION	0.06	0.39	116.26	0	00:10
J52	JUNCTION	0.07	0.50	116.37	0	00:08
J53	JUNCTION	0.07	0.50	116.87	0	00:07
J54	JUNCTION	0.07	0.50	117.37	0	00:08
J55	JUNCTION	0.07	0.50	117.36	0	00:07
J56	JUNCTION	0.07	0.50	117.66	0	00:08
J57	JUNCTION	0.06	0.50	119.35	0	00:08
J58	JUNCTION	0.05	0.45	118.48	0	00:10
J59	JUNCTION	0.05	0.50	120.20	0	00:09
J60	JUNCTION	0.03	0.27	120.21	0	00:15
J61	JUNCTION	0.05	0.50	121.14	0	00:09
J62	JUNCTION	0.00	0.00	120.51	0	00:00
J63	JUNCTION	0.05	0.30	120.18	0	00:07
J64	JUNCTION	0.00	0.00	119.66	0	00:00
J65	JUNCTION	0.07	0.30	119.88	0	00:06
J66	JUNCTION	0.00	0.00	119.41	0	00:00
J67	JUNCTION	0.06	0.20	119.48	0	00:06
J68	JUNCTION	0.00	0.00	119.23	0	00:00
J69	JUNCTION	0.08	0.55	119.49	0	00:10
J70	JUNCTION	0.03	0.22	117.66	0	00:10
J71	JUNCTION	0.10	0.70	116.17	0	00:08
J72	JUNCTION	0.10	0.70	116.03	0	00:08
J73	JUNCTION	0.05	0.29	114.90	0	00:08
J75	JUNCTION	0.13	0.60	127.31	0	00:06
J76	JUNCTION	0.08	0.37	125.42	0	00:06
J77	JUNCTION	0.08	0.51	124.29	0	00:10

J78	JUNCTION	0.16	1.02	123.31	0	00:10
J79	JUNCTION	0.16	1.02	123.26	0	00:10
J80	JUNCTION	0.15	0.90	122.07	0	00:07
J81	JUNCTION	0.14	0.60	121.53	0	00:07
J82	JUNCTION	0.07	0.35	119.82	0	00:10
J83	JUNCTION	0.00	0.00	127.26	0	00:00
J84	JUNCTION	0.06	0.20	119.37	0	00:06
J85	JUNCTION	0.08	0.55	119.59	0	00:10
J86	JUNCTION	0.02	0.15	125.94	0	00:10
J87	JUNCTION	0.02	0.21	124.31	0	00:10
J88	JUNCTION	0.03	0.26	123.85	0	00:10
J89	JUNCTION	0.04	0.48	123.45	0	00:10
J90	JUNCTION	0.04	0.48	123.08	0	00:10
J91	JUNCTION	0.04	0.30	121.72	0	00:10
J92	JUNCTION	0.04	0.30	121.06	0	00:10
J93	JUNCTION	0.03	0.21	119.15	0	00:10
J94	JUNCTION	0.06	0.30	139.82	0	00:07
J95	JUNCTION	0.00	0.00	126.45	0	00:00
J96	JUNCTION	0.13	0.60	127.47	0	00:06
J97	JUNCTION	0.00	0.00	143.62	0	00:00
J98	JUNCTION	0.00	0.00	143.93	0	00:00
J99	JUNCTION	0.00	0.00	127.26	0	00:00
J100	JUNCTION	0.00	0.00	119.67	0	00:00
J101	JUNCTION	0.00	0.00	119.88	0	00:00
J102	JUNCTION	0.49	0.50	115.52	0	00:05
J103	JUNCTION	0.49	0.50	114.73	0	00:05
J104	JUNCTION	0.00	0.00	120.51	0	00:00
J105	JUNCTION	0.00	0.00	120.64	0	00:00
O2	OUTFALL	0.05	0.29	137.08	0	00:07
O3	OUTFALL	0.04	0.30	136.99	0	00:10
O4	OUTFALL	0.02	0.15	119.04	0	00:10
O5	OUTFALL	0.00	0.00	118.89	0	00:00
O6	OUTFALL	0.05	0.29	114.52	0	00:08
O7	OUTFALL	0.05	0.43	119.32	0	00:10
O8	OUTFALL	0.01	0.10	118.99	0	00:10
O9	OUTFALL	0.02	0.20	117.54	0	00:10
O10	OUTFALL	0.05	0.24	117.58	0	00:10

Node Inflow Summary

Node	Type	Maximum Lateral Inflow CMS	Maximum Total Inflow CMS	Time of Max Occurrence days hr:min	Lateral Inflow Volume 10 ⁶ ltr	Total Inflow Volume 10 ⁶ ltr
J1	JUNCTION	0.000	0.169	0 00:07	0.000	0.475
J2	JUNCTION	0.170	0.863	0 00:10	0.224	1.136
J3	JUNCTION	0.000	0.169	0 00:07	0.000	0.475
J4	JUNCTION	0.348	0.692	0 00:10	0.475	0.912
J5	JUNCTION	0.239	0.437	0 00:13	0.388	0.670
J6	JUNCTION	0.038	0.344	0 00:10	0.043	0.437
J7	JUNCTION	0.000	0.227	0 00:10	0.000	0.286
J8	JUNCTION	0.060	0.306	0 00:10	0.077	0.394
J9	JUNCTION	0.193	0.245	0 00:10	0.229	0.287
J10	JUNCTION	0.036	0.246	0 00:10	0.044	0.317
J11	JUNCTION	0.010	0.052	0 00:10	0.011	0.058
J12	JUNCTION	0.092	0.211	0 00:10	0.115	0.273
J13	JUNCTION	0.042	0.042	0 00:10	0.048	0.048
J14	JUNCTION	0.119	0.119	0 00:10	0.158	0.158
J15	JUNCTION	0.292	0.292	0 00:10	0.385	0.385
J16	JUNCTION	0.000	0.000	0 00:00	0.000	0.000
J17	JUNCTION	0.137	0.429	0 00:10	0.186	0.571
J18	JUNCTION	0.112	0.112	0 00:10	0.135	0.135
J19	JUNCTION	0.063	0.492	0 00:10	0.077	0.648
J20	JUNCTION	0.273	0.385	0 00:10	0.345	0.480
J21	JUNCTION	0.000	0.492	0 00:10	0.000	0.648
J22	JUNCTION	0.272	0.657	0 00:10	0.331	0.811
J23	JUNCTION	0.000	0.492	0 00:10	0.000	0.648
J24	JUNCTION	0.000	0.554	0 00:09	0.000	0.797
J25	JUNCTION	0.000	0.492	0 00:10	0.000	0.648
J26	JUNCTION	0.240	0.794	0 00:10	0.289	1.086
J27	JUNCTION	0.129	0.621	0 00:10	0.183	0.831
J28	JUNCTION	0.114	0.908	0 00:10	0.138	1.224
J29	JUNCTION	0.242	0.862	0 00:10	0.329	1.160

J30	JUNCTION	0.254	1.162	0	00:10	0.305	1.529
J31	JUNCTION	0.000	0.862	0	00:10	0.000	1.160
J32	JUNCTION	0.144	1.306	0	00:10	0.172	1.701
J33	JUNCTION	0.094	0.957	0	00:10	0.120	1.281
J34	JUNCTION	0.000	1.306	0	00:10	0.000	1.701
J35	JUNCTION	0.042	0.999	0	00:10	0.052	1.332
J36	JUNCTION	0.000	0.000	0	00:00	0.000	0.000
J37	JUNCTION	0.218	1.216	0	00:10	0.276	1.609
J38	JUNCTION	0.116	0.116	0	00:10	0.166	0.166
J39	JUNCTION	0.000	1.216	0	00:10	0.000	1.609
J40	JUNCTION	0.000	0.116	0	00:10	0.000	0.166
J41	JUNCTION	0.091	0.091	0	00:10	0.117	0.117
J42	JUNCTION	0.000	0.000	0	00:00	0.000	0.000
J43	JUNCTION	0.000	0.000	0	00:00	0.000	0.000
J44	JUNCTION	0.055	0.055	0	00:10	0.062	0.062
J45	JUNCTION	0.205	0.205	0	00:10	0.285	0.285
J46	JUNCTION	0.183	0.238	0	00:10	0.216	0.278
J47	JUNCTION	0.101	0.306	0	00:10	0.131	0.416
J48	JUNCTION	0.000	0.238	0	00:10	0.000	0.278
J49	JUNCTION	0.127	0.345	0	00:10	0.144	0.528
J50	JUNCTION	0.277	0.515	0	00:10	0.348	0.626
J51	JUNCTION	0.153	0.634	0	00:10	0.176	1.057
J52	JUNCTION	0.000	0.428	0	00:09	0.000	0.776
J53	JUNCTION	0.234	0.481	0	00:10	0.279	0.880
J54	JUNCTION	0.279	0.509	0	00:10	0.344	0.798
J55	JUNCTION	0.234	0.518	0	00:10	0.265	0.779
J56	JUNCTION	0.000	0.352	0	00:10	0.000	0.518
J57	JUNCTION	0.240	0.402	0	00:10	0.319	0.570
J58	JUNCTION	0.084	0.352	0	00:10	0.097	0.518
J59	JUNCTION	0.000	0.170	0	00:09	0.000	0.255
J60	JUNCTION	0.268	0.268	0	00:15	0.421	0.421
J61	JUNCTION	0.218	0.218	0	00:10	0.263	0.263
J62	JUNCTION	0.000	0.000	0	00:00	0.000	0.000
J63	JUNCTION	0.260	0.260	0	00:10	0.341	0.341
J64	JUNCTION	0.000	0.000	0	00:00	0.000	0.000
J65	JUNCTION	0.000	0.096	0	00:07	0.000	0.242
J66	JUNCTION	0.000	0.000	0	00:00	0.000	0.000
J67	JUNCTION	0.110	0.138	0	00:10	0.125	0.273
J68	JUNCTION	0.297	0.297	0	00:10	0.414	0.414
J69	JUNCTION	0.000	0.336	0	00:10	0.000	0.612
J70	JUNCTION	0.000	0.336	0	00:10	0.000	0.612
J71	JUNCTION	0.202	0.538	0	00:10	0.298	0.910
J72	JUNCTION	0.000	0.387	0	00:08	0.000	0.842
J73	JUNCTION	0.000	0.387	0	00:08	0.000	0.842
J75	JUNCTION	0.000	0.414	0	00:06	0.000	1.127
J76	JUNCTION	0.000	0.414	0	00:06	0.000	1.127
J77	JUNCTION	0.118	0.532	0	00:10	0.167	1.294
J78	JUNCTION	0.000	0.532	0	00:10	0.000	1.294
J79	JUNCTION	0.106	0.638	0	00:10	0.145	1.439
J80	JUNCTION	0.091	0.729	0	00:10	0.104	1.543
J81	JUNCTION	0.076	0.613	0	00:10	0.087	1.518
J82	JUNCTION	0.000	0.613	0	00:10	0.000	1.518
J83	JUNCTION	0.000	0.000	0	00:00	0.000	0.000
J84	JUNCTION	0.000	0.039	0	00:06	0.000	0.198
J85	JUNCTION	0.000	0.336	0	00:10	0.000	0.612
J86	JUNCTION	0.110	0.110	0	00:10	0.127	0.127
J87	JUNCTION	0.000	0.110	0	00:10	0.000	0.127
J88	JUNCTION	0.068	0.178	0	00:10	0.099	0.226
J89	JUNCTION	0.000	0.178	0	00:10	0.000	0.226
J90	JUNCTION	0.091	0.269	0	00:10	0.114	0.340
J91	JUNCTION	0.000	0.269	0	00:10	0.000	0.340
J92	JUNCTION	0.000	0.269	0	00:10	0.000	0.340
J93	JUNCTION	0.098	0.367	0	00:10	0.116	0.456
J94	JUNCTION	0.000	0.169	0	00:07	0.000	0.475
J95	JUNCTION	0.000	0.000	0	00:00	0.000	0.000
J96	JUNCTION	0.000	1.144	0	00:09	0.000	1.673
J97	JUNCTION	0.000	0.000	0	00:00	0.000	0.000
J98	JUNCTION	0.000	0.000	0	00:00	0.000	0.000
J99	JUNCTION	0.000	0.000	0	00:00	0.000	0.000
J100	JUNCTION	0.000	0.000	0	00:00	0.000	0.000
J101	JUNCTION	0.000	0.000	0	00:00	0.000	0.000
J102	JUNCTION	0.000	0.395	0	00:08	0.000	0.753
J103	JUNCTION	0.000	0.634	0	00:10	0.000	1.057
J104	JUNCTION	0.000	0.000	0	00:00	0.000	0.000
J105	JUNCTION	0.000	0.000	0	00:00	0.000	0.000
O2	OUTFALL	0.000	0.169	0	00:07	0.000	0.475
O3	OUTFALL	0.000	0.863	0	00:10	0.000	1.136
O4	OUTFALL	0.184	0.275	0	00:10	0.217	0.334

O5	OUTFALL	0.093	0.093	0	00:10	0.107	0.107
O6	OUTFALL	0.149	0.536	0	00:10	0.178	1.020
O7	OUTFALL	0.000	1.216	0	00:10	0.000	1.609
O8	OUTFALL	0.144	0.254	0	00:10	0.228	0.394
O9	OUTFALL	0.000	0.367	0	00:10	0.000	0.456
O10	OUTFALL	0.000	0.613	0	00:10	0.000	1.518

Node Surcharge Summary

Surcharging occurs when water rises above the top of the highest conduit.

Node	Type	Hours Surcharged	Max. Height Above Crown Meters	Min. Depth Below Rim Meters
J3	JUNCTION	0.28	0.000	0.000
J4	JUNCTION	6.01	0.000	0.000
J5	JUNCTION	0.29	0.000	0.000
J7	JUNCTION	0.08	0.000	0.000
J9	JUNCTION	0.04	0.000	0.000
J22	JUNCTION	0.08	0.000	0.000
J34	JUNCTION	0.09	0.000	0.000
J47	JUNCTION	0.20	0.000	0.000
J49	JUNCTION	5.92	0.000	0.000
J50	JUNCTION	5.92	0.000	0.000
J52	JUNCTION	0.22	0.000	0.000
J53	JUNCTION	0.27	0.000	0.000
J54	JUNCTION	0.22	0.000	0.000
J55	JUNCTION	0.28	0.000	0.000
J56	JUNCTION	0.23	0.000	0.000
J57	JUNCTION	0.22	0.000	0.000
J59	JUNCTION	0.13	0.000	0.000
J61	JUNCTION	0.11	0.000	0.000
J63	JUNCTION	0.28	0.000	0.000
J65	JUNCTION	0.73	0.000	0.000
J67	JUNCTION	0.72	0.000	0.000
J68	JUNCTION	6.01	0.000	0.000
J71	JUNCTION	0.22	0.000	0.000
J72	JUNCTION	0.21	0.000	0.000
J75	JUNCTION	0.28	0.000	0.000
J80	JUNCTION	0.28	0.000	0.000
J83	JUNCTION	6.01	0.000	0.000
J95	JUNCTION	6.01	0.000	0.000
J96	JUNCTION	0.29	0.000	0.000
J102	JUNCTION	5.92	0.000	0.000
J103	JUNCTION	5.92	0.000	0.000

Node Flooding Summary

Flooding refers to all water that overflows a node, whether it ponds or not.

Node	Hours Flooded	Maximum Rate CMS	Time of Max Occurrence days hr:min	Total Flood Volume 10 ⁶ ltr	Maximum Poned Volume ha-mm
J3	0.28	0.000	0 00:00	0.000	0.00
J5	0.29	0.267	0 00:13	0.195	0.00
J7	0.08	0.026	0 00:10	0.005	0.00
J9	0.04	0.015	0 00:10	0.001	0.00
J22	0.08	0.096	0 00:10	0.014	0.00
J34	0.09	0.153	0 00:10	0.027	0.00
J47	0.20	0.085	0 00:10	0.031	0.00
J49	5.92	0.000	0 00:00	0.000	0.00
J50	5.92	0.000	0 00:00	0.000	0.00
J52	0.22	0.033	0 00:09	0.023	0.00
J53	0.27	0.000	0 00:00	0.000	0.00
J54	0.22	0.078	0 00:10	0.021	0.00
J55	0.28	0.267	0 00:10	0.179	0.00
J56	0.23	0.120	0 00:10	0.064	0.00
J57	0.22	0.116	0 00:10	0.056	0.00
J59	0.13	0.008	0 00:09	0.003	0.00

J61	0.11	0.046	0	00:10	0.008	0.00
J63	0.28	0.162	0	00:10	0.099	0.00
J65	0.73	0.067	0	00:07	0.093	0.00
J67	0.72	0.098	0	00:10	0.076	0.00
J71	0.22	0.148	0	00:10	0.069	0.00
J72	0.21	0.000	0	00:00	0.000	0.00
J75	0.28	0.000	0	00:00	0.000	0.00
J80	0.28	0.190	0	00:10	0.112	0.00
J96	0.29	0.730	0	00:10	0.546	0.00
J102	5.92	0.000	0	00:00	0.000	0.00
J103	5.92	0.000	0	00:00	0.000	0.00

Outfall Loading Summary

Outfall Node	Flow Freq. Pcnt.	Avg. Flow CMS	Max. Flow CMS	Total Volume 10 ⁶ ltr
O2	98.61	0.022	0.169	0.475
O3	98.61	0.053	0.863	1.136
O4	98.61	0.016	0.275	0.334
O5	98.61	0.005	0.093	0.107
O6	98.61	0.048	0.536	1.020
O7	98.61	0.075	1.216	1.609
O8	98.61	0.018	0.254	0.394
O9	98.61	0.021	0.367	0.456
O10	98.61	0.071	0.613	1.518
System	98.61	0.330	4.386	7.047

Link Flow Summary

Link	Type	Maximum Flow CMS	Time of Max Occurrence days hr:min	Maximum Velocity m/sec	Max/ Full Flow	Max/ Full Depth
C1	CONDUIT	0.863	0 00:10	3.81	0.16	0.38
C2	DUMMY	0.692	0 00:10			
C3	DUMMY	0.344	0 00:10			
C4	CONDUIT	0.306	0 00:10	0.80	0.33	0.58
C5	CONDUIT	0.246	0 00:10	1.72	0.09	0.28
C6	CONDUIT	0.211	0 00:10	1.46	0.09	0.29
C7	CONDUIT	0.119	0 00:10	0.62	0.13	0.33
C8	CONDUIT	0.000	0 00:00	0.00	0.00	0.00
C9	CONDUIT	0.000	0 00:00	0.00	0.00	0.00
C10	CONDUIT	0.112	0 00:10	1.00	0.43	0.45
C11	CONDUIT	0.385	0 00:10	1.70	0.39	0.57
C12	CONDUIT	0.554	0 00:09	2.02	1.00	1.00
C13	CONDUIT	0.554	0 00:09	3.02	0.20	0.42
C14	CONDUIT	0.794	0 00:10	2.52	0.35	0.58
C15	CONDUIT	0.908	0 00:10	3.86	0.29	0.51
C16	CONDUIT	1.162	0 00:10	1.64	0.54	0.74
C17	CONDUIT	1.306	0 00:10	4.06	0.67	0.63
C18	CONDUIT	0.414	0 00:06	0.80	1.00	1.00
C19	CONDUIT	0.414	0 00:06	2.18	0.83	0.89
C20	CONDUIT	0.414	0 00:06	1.98	0.71	0.82
C21	CONDUIT	0.532	0 00:10	2.10	0.79	0.72
C22	CONDUIT	0.532	0 00:10	0.58	0.96	0.85
C23	CONDUIT	0.638	0 00:10	1.94	0.11	0.29
C24	CONDUIT	0.537	0 00:07	1.35	1.00	1.00
C25	CONDUIT	0.613	0 00:10	2.29	0.20	0.43
C26	CONDUIT	0.613	0 00:10	3.68	0.10	0.30
C27	CONDUIT	0.169	0 00:07	1.19	0.38	0.41
C28	CONDUIT	0.169	0 00:07	1.14	0.40	0.42
C29	CONDUIT	0.169	0 00:07	1.59	0.54	0.53
C30	CONDUIT	0.169	0 00:07	0.96	1.00	1.00
C31	CONDUIT	0.201	0 00:09	1.15	1.00	1.00
C32	CONDUIT	0.227	0 00:10	1.30	1.00	1.00
C33	CONDUIT	0.052	0 00:10	0.97	0.21	0.27
C34	CONDUIT	0.042	0 00:10	0.68	0.26	0.31

C35	CONDUIT	0.000	0	00:00	0.00	0.00	0.00
C36	CONDUIT	0.292	0	00:10	1.38	0.72	0.81
C37	CONDUIT	0.429	0	00:10	1.54	0.38	0.58
C38	CONDUIT	0.492	0	00:10	2.16	0.32	0.53
C39	CONDUIT	0.492	0	00:10	1.92	0.87	0.92
C40	CONDUIT	0.492	0	00:10	3.24	0.14	0.35
C41	CONDUIT	0.492	0	00:10	2.48	0.43	0.61
C42	CONDUIT	0.621	0	00:10	3.05	0.36	0.55
C43	CONDUIT	0.862	0	00:10	2.27	0.67	0.80
C44	CONDUIT	0.862	0	00:10	3.28	0.33	0.55
C45	CONDUIT	0.957	0	00:10	3.07	0.82	0.89
C46	CONDUIT	0.999	0	00:10	3.32	0.58	0.75
C47	CONDUIT	1.216	0	00:10	2.25	0.37	0.63
C48	CONDUIT	1.216	0	00:10	4.05	0.53	0.71
C49	CONDUIT	0.091	0	00:10	1.21	0.07	0.23
C50	CONDUIT	0.000	0	00:00	0.00	0.00	0.00
C51	CONDUIT	0.000	0	00:00	0.00	0.00	0.00
C52	CONDUIT	0.205	0	00:10	1.91	0.55	0.54
C53	CONDUIT	0.219	0	00:09	1.25	1.00	1.00
C54	CONDUIT	0.634	0	00:10	2.33	0.35	0.53
C55	CONDUIT	0.481	0	00:10	1.44	0.96	0.97
C56	CONDUIT	0.248	0	00:07	1.14	1.00	1.00
C57	CONDUIT	0.284	0	00:08	1.89	1.00	1.00
C58	CONDUIT	0.161	0	00:09	1.21	1.00	1.00
C59	CONDUIT	0.170	0	00:09	1.27	1.00	1.00
C60	CONDUIT	0.000	0	00:00	0.00	0.00	0.00
C61	CONDUIT	0.096	0	00:07	0.75	1.00	1.00
C62	CONDUIT	0.028	0	00:06	0.57	1.00	1.00
C63	CONDUIT	0.039	0	00:06	0.77	1.00	1.00
C64	CONDUIT	0.039	0	00:06	0.69	0.05	0.10
C65	CONDUIT	0.336	0	00:10	0.76	0.92	0.79
C66	CONDUIT	0.336	0	00:10	1.89	0.26	0.32
C67	CONDUIT	0.336	0	00:10	2.08	0.23	0.29
C68	CONDUIT	0.387	0	00:08	0.81	1.00	1.00
C69	CONDUIT	0.387	0	00:08	1.82	0.34	0.38
C70	CONDUIT	0.387	0	00:08	1.68	0.38	0.41
C71	DUMMY	0.000	0	00:00			
C73	CONDUIT	0.110	0	00:10	1.00	0.59	0.71
C74	CONDUIT	0.178	0	00:10	1.22	0.22	0.44
C75	CONDUIT	0.178	0	00:10	0.93	0.88	0.80
C76	CONDUIT	0.269	0	00:10	1.67	0.36	0.45
C77	CONDUIT	0.269	0	00:10	1.68	0.18	0.43
C78	CONDUIT	0.269	0	00:10	2.00	0.13	0.32
C79	CONDUIT	0.367	0	00:10	2.90	0.12	0.31
C80	CONDUIT	0.000	0	00:00	0.00	0.00	0.00
C81	CONDUIT	0.000	0	00:00	0.00	0.00	0.00
C82	CONDUIT	0.116	0	00:10	1.17	0.09	0.24
C83	CONDUIT	0.116	0	00:10	2.13	0.03	0.15
C84	CONDUIT	0.000	0	00:00	0.00	0.00	0.00
C85	CONDUIT	0.000	0	00:00	0.00	0.00	0.00
C86	CONDUIT	0.055	0	00:10	1.24	0.09	0.18
C87	CONDUIT	0.238	0	00:10	1.41	0.61	0.67
C88	CONDUIT	0.238	0	00:10	1.24	0.72	0.76
C89	CONDUIT	0.395	0	00:08	1.58	1.00	1.00
C90	CONDUIT	0.428	0	00:09	1.71	1.00	1.00
C91	CONDUIT	0.231	0	00:08	0.92	1.00	1.00
C92	CONDUIT	0.352	0	00:10	1.56	0.88	0.90
C93	CONDUIT	0.268	0	00:15	2.00	0.55	0.54
C94	CONDUIT	0.000	0	00:00	0.00	0.00	0.00
C95	CONDUIT	0.000	0	00:00	0.00	0.00	0.00
C96	CONDUIT	0.000	0	00:00	0.00	0.00	0.00
C97	DUMMY	0.000	0	00:00			
C98	DUMMY	0.297	0	00:10			
C99	CONDUIT	0.110	0	00:10	1.53	0.33	0.48
C100	CONDUIT	1.144	0	00:09	3.81	1.00	1.00
C101	DUMMY	0.000	0	00:00			

 Conduit Surcharge Summary

Conduit	Hours Full			Hours	Hours
	Both Ends	Upstream	Dnstream	Above Full Normal Flow	Capacity Limited
C2	0.01	0.01	0.01	6.01	0.01

C3	0.01	0.01	0.01	6.01	0.01
C12	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
C18	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
C24	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27
C30	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
C31	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
C32	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
C53	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19
C56	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27
C57	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21
C58	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
C59	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
C61	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
C62	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
C63	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64
C68	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21
C71	0.01	0.01	0.01	6.01	0.01
C89	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21
C90	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
C91	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22
C97	0.01	0.01	0.01	6.01	0.01
C98	0.01	0.01	0.01	6.01	0.01
C100	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
C101	0.01	0.01	0.01	6.01	0.01

Analysis begun on: Thu May 12 00:15:21 2016
Analysis ended on: Thu May 12 00:15:21 2016
Total elapsed time: < 1 sec

ANALISIS SARINGAN SAMPEL SEDIMEN
(ASTM C 136 - 76)

Saringan		Tinggal pada saringan		% kumulatif	
Nomor	(mm)	(gram)	%	Tinggal	Lolos
8	2.36	4	0.8	0.8	99.2
10	2	11	2.2	3	97
16	1.13	58	11.6	14.6	85.4
20	0.85	31	6.2	20.8	79.2
40	0.425	138	27.6	48.4	51.6
50	0.3	78	15.6	64	36
70	0.24	42	8.4	72.4	27.6
100	0.15	47	9.4	81.8	18.2
200	0.075	11	2.2	84	16
pan	0.00	80	16	100	0
Jumlah		500	100		



HEC-RAS Plan: Tetap River: Srikoyo Kanan Reach: Atas

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
Atas	22	Q1	0.03	118.89	118.94	118.94	118.96	0.018226	0.67	0.04	0.98	1.00
Atas	22	Q2	0.05	118.89	118.96	118.96	118.99	0.016647	0.79	0.06	1.01	1.00
Atas	22	Q5	0.06	118.89	118.97	118.97	119.00	0.016191	0.83	0.07	1.02	1.00
Atas	22	Q10	0.07	118.89	118.97	118.97	119.01	0.016928	0.89	0.08	1.03	1.03
Atas	21	Q1	0.03	119.67	119.72	119.72	119.74	0.018226	0.67	0.04	0.98	1.00
Atas	21	Q2	0.05	119.67	119.74	119.74	119.77	0.016647	0.79	0.06	1.01	1.00
Atas	21	Q5	0.06	119.67	119.75	119.75	119.78	0.016298	0.83	0.07	1.02	1.00
Atas	21	Q10	0.07	119.67	119.75	119.75	119.79	0.015813	0.87	0.08	1.03	1.00
Atas	20	Q1	0.03	118.28	118.34	118.35	118.39	0.043521	1.07	0.03	0.50	1.44
Atas	20	Q2	0.05	118.28	118.36	118.38	118.44	0.048136	1.32	0.04	0.50	1.53
Atas	20	Q5	0.06	118.28	118.37	118.39	118.47	0.048853	1.41	0.04	0.50	1.54
Atas	20	Q10	0.07	118.28	118.37	118.41	118.49	0.050361	1.50	0.05	0.50	1.56
Atas	19	Q1	0.03	116.45	116.51	116.52	116.56	0.031262	0.96	0.03	0.50	1.23
Atas	19	Q2	0.05	116.45	116.54	116.55	116.60	0.028947	1.11	0.04	0.50	1.18
Atas	19	Q5	0.06	116.45	116.55	116.56	116.62	0.028583	1.18	0.05	0.50	1.17
Atas	19	Q10	0.07	116.45	116.56	116.58	116.64	0.027963	1.23	0.06	0.50	1.16
Atas	18	Q1	0.03	115.62	115.69	115.69	115.73	0.020767	0.84	0.04	0.50	1.00
Atas	18	Q2	0.05	115.62	115.72	115.72	115.77	0.020858	1.00	0.05	0.50	1.00
Atas	18	Q5	0.06	115.62	115.73	115.73	115.79	0.021126	1.06	0.06	0.50	1.01
Atas	18	Q10	0.07	115.62	115.75	115.75	115.81	0.021512	1.12	0.06	0.50	1.01
Atas	17	Q1	0.03	115.02	115.09	115.09	115.13	0.020832	0.84	0.04	0.50	1.00
Atas	17	Q2	0.05	115.02	115.12	115.12	115.17	0.020824	1.00	0.05	0.50	1.00
Atas	17	Q5	0.06	115.02	115.13	115.13	115.19	0.021090	1.06	0.06	0.50	1.01
Atas	17	Q10	0.07	115.02	115.15	115.15	115.21	0.021438	1.12	0.06	0.50	1.01
Atas	16	Q1	0.03	115.87	115.94	115.94	115.98	0.020767	0.84	0.04	0.50	1.00
Atas	16	Q2	0.05	115.87	115.97	115.97	116.02	0.020858	1.00	0.05	0.50	1.00
Atas	16	Q5	0.06	115.87	115.98	115.98	116.04	0.021126	1.06	0.06	0.50	1.01
Atas	16	Q10	0.07	115.87	116.00	116.00	116.06	0.021512	1.12	0.06	0.50	1.01
Atas	15	Q1	0.03	116.28	116.35	116.35	116.39	0.020767	0.84	0.04	0.50	1.00
Atas	15	Q2	0.05	116.28	116.38	116.38	116.43	0.020649	0.99	0.05	0.50	1.00
Atas	15	Q5	0.06	116.28	116.39	116.39	116.45	0.021131	1.06	0.06	0.50	1.01
Atas	15	Q10	0.07	116.28	116.41	116.41	116.47	0.021549	1.12	0.06	0.50	1.01
Atas	14	Q1	0.03	117.16	117.23	117.23	117.27	0.020832	0.84	0.04	0.50	1.00
Atas	14	Q2	0.05	117.16	117.26	117.26	117.31	0.020626	0.99	0.05	0.50	1.00
Atas	14	Q5	0.06	117.16	117.27	117.27	117.33	0.021090	1.06	0.06	0.50	1.01
Atas	14	Q10	0.07	117.16	117.29	117.29	117.35	0.021438	1.12	0.06	0.50	1.01
Atas	13	Q1	0.03	118.03	118.10	118.10	118.14	0.020767	0.84	0.04	0.50	1.00
Atas	13	Q2	0.05	118.03	118.13	118.13	118.18	0.020649	0.99	0.05	0.50	1.00
Atas	13	Q5	0.06	118.03	118.14	118.14	118.20	0.021131	1.06	0.06	0.50	1.01
Atas	13	Q10	0.07	118.03	118.16	118.16	118.22	0.021549	1.12	0.06	0.50	1.01
Atas	12	Q1	0.03	119.94	120.01	120.01	120.05	0.020767	0.84	0.04	0.50	1.00
Atas	12	Q2	0.05	119.94	120.04	120.04	120.09	0.020615	0.99	0.05	0.50	1.00
Atas	12	Q5	0.06	119.94	120.05	120.05	120.11	0.021126	1.06	0.06	0.50	1.01
Atas	12	Q10	0.07	119.94	120.07	120.07	120.13	0.021512	1.12	0.06	0.50	1.01
Atas	11	Q1	0.03	120.51	120.58	120.58	120.62	0.020767	0.84	0.04	0.50	1.00
Atas	11	Q2	0.05	120.51	120.61	120.61	120.66	0.020609	0.99	0.05	0.50	1.00
Atas	11	Q5	0.06	120.51	120.62	120.62	120.68	0.021126	1.06	0.06	0.50	1.01
Atas	11	Q10	0.07	120.51	120.64	120.64	120.70	0.021512	1.12	0.06	0.50	1.01
Atas	10	Q1	0.03	119.66	119.73	119.73	119.77	0.020832	0.84	0.04	0.50	1.00
Atas	10	Q2	0.05	119.66	119.76	119.76	119.81	0.020632	0.99	0.05	0.50	1.00
Atas	10	Q5	0.06	119.66	119.77	119.77	119.83	0.021075	1.06	0.06	0.50	1.00
Atas	10	Q10	0.07	119.66	119.79	119.79	119.85	0.021434	1.12	0.06	0.50	1.01
Atas	9	Q1	0.03	119.41	119.48	119.48	119.52	0.020832	0.84	0.04	0.50	1.00
Atas	9	Q2	0.05	119.41	119.51	119.51	119.56	0.020626	0.99	0.05	0.50	1.00
Atas	9	Q5	0.06	119.41	119.52	119.52	119.58	0.021090	1.06	0.06	0.50	1.01
Atas	9	Q10	0.07	119.41	119.54	119.54	119.60	0.021438	1.12	0.06	0.50	1.01
Atas	8	Q1	0.03	119.23	119.30	119.30	119.34	0.020767	0.84	0.04	0.50	1.00
Atas	8	Q2	0.05	119.23	119.33	119.33	119.38	0.020637	0.99	0.05	0.50	1.00
Atas	8	Q5	0.06	119.23	119.34	119.34	119.40	0.021126	1.06	0.06	0.50	1.01
Atas	8	Q10	0.07	119.23	119.36	119.36	119.42	0.021512	1.12	0.06	0.50	1.01

HEC-RAS Plan: Tetap River: Srikoyo Kiri Reach: Atas

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
Atas	22	Q1	0.08	118.89	119.04	119.04	119.10	0.017123	1.10	0.07	0.59	1.00
Atas	22	Q2	0.15	118.89	119.10	119.10	119.19	0.016605	1.30	0.12	0.68	1.01
Atas	22	Q5	0.19	118.89	119.14	119.14	119.23	0.016428	1.38	0.14	0.72	1.01
Atas	22	Q10	0.21	118.89	119.15	119.15	119.25	0.016353	1.41	0.15	0.74	1.01
Atas	21	Q1	0.08	119.88	120.04	120.04	120.12	0.024791	1.25	0.06	0.40	1.00
Atas	21	Q2	0.15	119.88	120.12	120.12	120.24	0.028594	1.55	0.10	0.40	1.00
Atas	21	Q5	0.19	119.88	120.16	120.16	120.31	0.030563	1.68	0.11	0.40	1.00
Atas	21	Q10	0.21	119.88	120.18	120.18	120.34	0.031562	1.73	0.12	0.40	1.01
Atas	20	Q1	0.08	117.45	117.54	117.61	117.78	0.116543	2.17	0.04	0.40	2.28
Atas	20	Q2	0.15	117.45	117.61	117.69	117.89	0.089209	2.37	0.06	0.40	1.90
Atas	20	Q5	0.19	117.45	117.65	117.73	117.95	0.080792	2.43	0.08	0.40	1.75
Atas	20	Q10	0.21	117.45	117.66	117.75	117.97	0.077298	2.45	0.09	0.40	1.69
Atas	19	Q1	0.08	114.93	115.08	115.09	115.17	0.028741	1.32	0.06	0.40	1.09
Atas	19	Q2	0.15	114.93	115.16	115.17	115.30	0.033045	1.64	0.09	0.40	1.09
Atas	19	Q5	0.19	114.93	115.20	115.21	115.36	0.035005	1.77	0.11	0.40	1.09
Atas	19	Q10	0.21	114.93	115.22	115.23	115.39	0.035964	1.82	0.12	0.40	1.09
Atas	18	Q1	0.08	114.93	115.09	115.09	115.17	0.024990	1.26	0.06	0.40	1.01
Atas	18	Q2	0.15	114.93	115.17	115.17	115.29	0.028438	1.55	0.10	0.40	1.00
Atas	18	Q5	0.19	114.93	115.21	115.21	115.36	0.030481	1.67	0.11	0.40	1.00
Atas	18	Q10	0.21	114.93	115.23	115.23	115.39	0.031560	1.73	0.12	0.40	1.01
Atas	17	Q1	0.08	114.23	114.39	114.39	114.47	0.024994	1.26	0.06	0.40	1.01
Atas	17	Q2	0.15	114.23	114.47	114.47	114.59	0.028424	1.54	0.10	0.40	1.00
Atas	17	Q5	0.19	114.23	114.51	114.51	114.66	0.030514	1.67	0.11	0.40	1.00
Atas	17	Q10	0.21	114.23	114.53	114.53	114.69	0.031577	1.73	0.12	0.40	1.01
Atas	16	Q1	0.08	115.87	115.96	115.96	116.00	0.016003	0.92	0.09	1.01	1.01
Atas	16	Q2	0.15	115.87	116.01	116.01	116.07	0.014761	1.12	0.13	1.07	1.01
Atas	16	Q5	0.19	115.87	116.03	116.03	116.10	0.014400	1.20	0.16	1.10	1.01
Atas	16	Q10	0.21	115.87	116.04	116.04	116.12	0.014108	1.23	0.17	1.11	1.00
Atas	15	Q1	0.08	116.37	116.48	116.48	116.53	0.016814	1.01	0.08	0.77	1.00
Atas	15	Q2	0.15	116.37	116.53	116.53	116.61	0.016395	1.23	0.12	0.80	1.01
Atas	15	Q5	0.19	116.37	116.56	116.56	116.65	0.016302	1.32	0.14	0.82	1.01
Atas	15	Q10	0.21	116.37	116.57	116.57	116.67	0.016274	1.36	0.15	0.83	1.00
Atas	14	Q1	0.08	116.86	117.00	117.00	117.07	0.021484	1.17	0.07	0.50	1.00
Atas	14	Q2	0.15	116.86	117.07	117.07	117.17	0.023465	1.44	0.10	0.50	1.01
Atas	14	Q5	0.19	116.86	117.10	117.10	117.23	0.024458	1.55	0.12	0.50	1.00
Atas	14	Q10	0.21	116.86	117.12	117.12	117.25	0.025207	1.61	0.13	0.50	1.01
Atas	13	Q1	0.08	118.85	119.04	119.04	119.14	0.032302	1.38	0.06	0.30	1.01
Atas	13	Q2	0.15	118.85	119.14	119.14	119.29	0.039261	1.70	0.09	0.30	1.00
Atas	13	Q5	0.19	118.85	119.19	119.19	119.37	0.043202	1.84	0.10	0.30	1.00
Atas	13	Q10	0.21	118.85	119.22	119.22	119.40	0.044956	1.91	0.11	0.30	1.00
Atas	12	Q1	0.08	119.70	119.89	119.89	119.99	0.032302	1.38	0.06	0.30	1.01
Atas	12	Q2	0.15	119.70	119.99	119.99	120.14	0.039261	1.70	0.09	0.30	1.00
Atas	12	Q5	0.19	119.70	120.04	120.04	120.22	0.043434	1.85	0.10	0.30	1.01
Atas	12	Q10	0.21	119.70	120.07	120.07	120.25	0.045199	1.91	0.11	0.30	1.01
Atas	11	Q1	0.08	120.64	120.83	120.83	120.93	0.032298	1.38	0.06	0.30	1.01
Atas	11	Q2	0.15	120.64	120.93	120.93	121.08	0.039368	1.70	0.09	0.30	1.00
Atas	11	Q5	0.19	120.64	120.98	120.98	121.16	0.043059	1.84	0.10	0.30	1.00
Atas	11	Q10	0.21	120.64	121.01	121.01	121.19	0.045122	1.91	0.11	0.30	1.01
Atas	10	Q1	0.08	119.88	120.02	120.02	120.09	0.021500	1.17	0.07	0.50	1.00
Atas	10	Q2	0.15	119.88	120.09	120.09	120.19	0.023399	1.44	0.10	0.50	1.00
Atas	10	Q5	0.19	119.88	120.12	120.12	120.25	0.024623	1.56	0.12	0.50	1.01
Atas	10	Q10	0.21	119.88	120.14	120.14	120.27	0.025095	1.61	0.13	0.50	1.00
Atas	9	Q1	0.08	119.58	119.72	119.72	119.79	0.021500	1.17	0.07	0.50	1.00
Atas	9	Q2	0.15	119.58	119.79	119.79	119.89	0.023399	1.44	0.10	0.50	1.00
Atas	9	Q5	0.19	119.58	119.82	119.82	119.95	0.024623	1.56	0.12	0.50	1.01
Atas	9	Q10	0.21	119.58	119.84	119.84	119.97	0.025124	1.61	0.13	0.50	1.00
Atas	8	Q1	0.08	119.28	119.47	119.47	119.57	0.032298	1.38	0.06	0.30	1.01
Atas	8	Q2	0.15	119.28	119.57	119.57	119.72	0.039368	1.70	0.09	0.30	1.00
Atas	8	Q5	0.19	119.28	119.62	119.62	119.80	0.043059	1.84	0.10	0.30	1.00
Atas	8	Q10	0.21	119.28	119.65	119.65	119.83	0.045122	1.91	0.11	0.30	1.01
Atas	7	Q1	0.08	119.17	119.36	119.36	119.46	0.032298	1.38	0.06	0.30	1.01
Atas	7	Q2	0.15	119.17	119.46	119.46	119.61	0.039368	1.70	0.09	0.30	1.00
Atas	7	Q5	0.19	119.17	119.51	119.51	119.69	0.043059	1.84	0.10	0.30	1.00
Atas	7	Q10	0.21	119.17	119.54	119.54	119.72	0.045122	1.91	0.11	0.30	1.01

HEC-RAS Plan: Tetap River: Srikoyo Kiri Reach: Subandi

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
Subandi	5	Q1	0.25	118.94	119.14	119.15	119.26	0.021305	1.54	0.16	0.80	1.09
Subandi	5	Q2	0.44	118.94	119.22	119.25	119.42	0.026070	1.95	0.23	0.80	1.17
Subandi	5	Q5	0.49	118.94	119.28	119.28	119.45	0.020196	1.83	0.27	0.80	1.01
Subandi	5	Q10	0.50	118.94	119.27	119.28	119.45	0.022469	1.91	0.26	0.80	1.07
Subandi	4	Q1	0.25	117.44	117.60	117.65	117.79	0.042631	1.95	0.13	0.80	1.55
Subandi	4	Q2	0.44	117.44	117.70	117.75	117.93	0.033926	2.14	0.21	0.80	1.35
Subandi	4	Q5	0.49	117.44	117.69	117.78	117.99	0.044339	2.43	0.20	0.80	1.54
Subandi	4	Q10	0.50	117.44	117.71	117.78	117.99	0.039230	2.34	0.21	0.80	1.44
Subandi	3	Q1	0.25	115.47	115.64	115.68	115.81	0.036618	1.85	0.14	0.80	1.44
Subandi	3	Q2	0.44	115.47	115.70	115.78	115.99	0.044708	2.36	0.19	0.80	1.56
Subandi	3	Q5	0.49	115.47	115.74	115.81	116.00	0.035549	2.24	0.22	0.80	1.37
Subandi	3	Q10	0.50	115.47	115.74	115.81	116.02	0.039549	2.34	0.21	0.80	1.45
Subandi	2	Q1	0.25	115.33	115.54	115.54	115.65	0.018354	1.46	0.17	0.80	1.01
Subandi	2	Q2	0.44	115.33	115.64	115.64	115.80	0.019772	1.76	0.25	0.80	1.01
Subandi	2	Q5	0.49	115.33	115.67	115.67	115.84	0.020138	1.83	0.27	0.80	1.01
Subandi	2	Q10	0.50	115.33	115.67	115.67	115.84	0.020219	1.84	0.27	0.80	1.01
Subandi	1	Q1	0.25	114.61	114.79	114.82	114.94	0.030969	1.75	0.14	0.80	1.32
Subandi	1	Q2	0.44	114.61	114.88	114.92	115.09	0.028286	2.01	0.22	0.80	1.22
Subandi	1	Q5	0.49	114.61	114.91	114.95	115.12	0.028047	2.06	0.24	0.80	1.21
Subandi	1	Q10	0.50	114.61	114.91	114.95	115.13	0.027743	2.06	0.24	0.80	1.20
Subandi	0	Q1	0.25	114.23	114.44	114.44	114.55	0.018354	1.46	0.17	0.80	1.01
Subandi	0	Q2	0.44	114.23	114.54	114.54	114.70	0.019772	1.76	0.25	0.80	1.01
Subandi	0	Q5	0.49	114.23	114.57	114.57	114.74	0.020139	1.83	0.27	0.80	1.01
Subandi	0	Q10	0.50	114.23	114.57	114.57	114.74	0.020213	1.84	0.27	0.80	1.01

