



**EVALUASI SISTEM DRAINASE JALAN RAYA WILAYAH
DRAINASE SUNGAI ANTIROGO DAN SUNGAI CAKOL
KABUPATEN JEMBER**

SKRIPSI

Oleh

**Yohanes Kurniawan
NIM 101910301036**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 (S1)
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS
JEMBER
2015**



**EVALUASI SISTEM DRAINASE JALAN RAYA WILAYAH
DRAINASE SUNGAI ANTIROGO DAN SUNGAI CAKOL
KABUPATEN JEMBER**

SKRIPSI

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

Oleh

**Yohanes Kurniawan
NIM 101910301036**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 (S1)
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2015**

PERSEMBAHAN

Dengan segala kerendahan hati, sukacita dan kasih, saya mempersembahkan karya ini kepada:

1. Yesus Kristus Sang Juru Selamat, yang selalu memimpin, memberi pengharapan di setiap kehidupan.
2. Kedua Orang tuaku Bapak Suhanto (alm) dan Ibu Windayanti yang tercinta terima kasih atas dukungan, ketulusan, kasih sayang, kesabaran, ketabahan serta doanya selama ini.
3. Kakakku Yunita Christianti terimakasih atas semangat, bantuan, motivasi dan doanya.
4. Vita Gita Puspasari terimakasih atas segala bentuk bantuannya, semangat serta dukungan menemani selama proses pengerjaan skripsi.
5. Dosen-dosen Teknik Sipil Universitas Jember, terutama untuk dosen pembimbing Ibu Wiwik Winarti, Ibu Sri Wahyuni, Ibu Entin Hidayah terimakasih atas bimbingannya untuk kelancaran dalam pengerjaan skripsi.
6. Team Survey lapangan Mas Imam, Ria Putri, Linda, Ayu Prativi, Kurniawan Eka, Yohana K, Fikri Auzan, Septian Rizky dan Mas Ridwan terima kasih atas bantuannya dalam mencari data-data skripsi.
7. Teman teman UKM CCE (Christian Community of Engineering) terimakasih untuk rasa kekeluargaan yang selalau menguatkan dan mendukung dalam satu Iman
8. Teman-teman Teknik Sipil 2010 dan seluruh warga dari Fakultas Teknik terima kasih untuk kenangan terindah selama hamper 4 tahun lebih bersama kalian.
9. Almamater Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.
10. Untuk semua Guru-guruku yang pernah mendidikku dalam pendidikan formal.

MOTTO

“Banyaklah rancangan di hati manusia, tetapi keputusan Tuhanlah yang terlaksana”

(Amsal 19:21)

“Dia memberi kekuatan kepada yang lelah dan menambah semangat kepada yang tiada berdaya.”

(Yesaya 40:29)

“janganlah takut, sebab Aku menyertai engkau, janganlah bimbang, sebab Aku ini Allahmu; Aku akan meneguhkan, bahkan akan menolong engkau; Aku akan memegang engkau dengan tangan kanan-Ku yang membawa kemenangan”

(Yesaya 41:10)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yohanes Kurniawan

NIM : 101910301036

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “**Evaluasi Sistem Drainase Jalan Raya Wilayah Drainase Sungai Antirogo dan Sungai Cakol Kabupaten Jember**” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi mana pun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya dan sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember,
Yang menyatakan,

Yohanes Kurniawan
NIM 101910301036

SKRIPSI

**EVALUASI SISTEM DRAINASE JALAN RAYA WILAYAH
DRAINASE SUNGAI ANTIROGO DAN SUNGAI CAKOL
KABUPATEN JEMBER**

Oleh

Yohanes Kurniawan
NIM. 101910301036

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Wiwik Yunarni W., S.T., M.T.
Dosen Pembimbing Anggota : Sri Wahyuni, S.T., M.T., Ph.D.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Evaluasi Sistem Drainase Jalan Raya Wilayah Drainase Sungai Antirogo Dan Sungai Cakol Kabupaten Jember” telah diuji dan disahkan

pada :

Hari :

Tanggal :

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji

Pembimbing Utama

Pembimbing Anggota

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

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

Penguji I

Penguji II

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

Ketut Aswatama, S.T., M.T.
NIP 197007132000121001

Mengesahkan Dekan
Fakultas Teknik
Universitas Jember

Ir. Widyono Hadi, M.T. NIP
19610414 198902 1 001

RINGKASAN

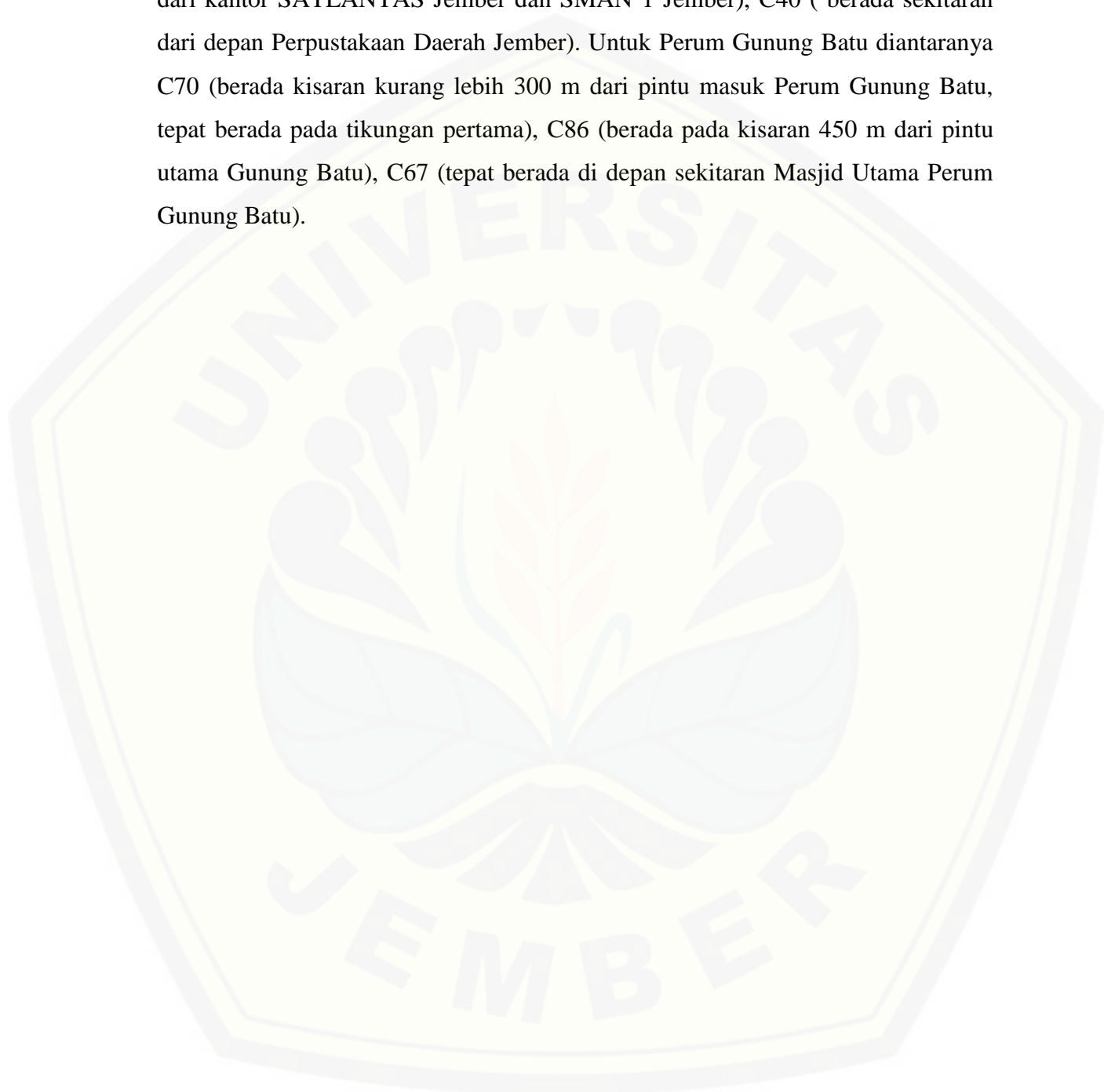
Evaluasi Sistem Drainase Jalan Raya Wilayah Drainase Sungai Antirogo dan Sungai Cakol Kabupaten Jember: Yohanes Kurniawan, NIM. 101910301036: 2015, 104 halaman; Jurusan Teknik Sipil; Program Studi S1 Fakultas Teknik Universitas Jember

Pertambahan penduduk yang tidak diimbangi dengan penyediaan prasarana dan sarana perkotaan yang memadai mengakibatkan pemanfaatan lahan perkotaan menjadi semrawut. Pemanfaatan lahan yang tidak tertib inilah yang menyebabkan persoalan drainase di perkotaan menjadi sangat kompleks. Salah satu titik lokasi yang mengalami genangan saat hujan turun adalah pada wilayah drainase Sungai Antirogo dan Sungai Cakol. Terdapat setidaknya lima jalan yang termasuk dalam kawasan antar sungai tersebut, yakni Jalan Karimata, Jalan Letjen Panjaitan, Jalan S. Parman, Jalan Letjen Suprpto dan Perumahan Gunung Batu. Penyebabnya saluran tidak mampu menampung debit limpasan, sedimentasi di saluran dan perubahan tata guna lahan.

Penyelesaian genangan dan banjir yang terjadi pada kelima titik jalan tersebut adalah dengan evaluasi terhadap saluran dan memberi solusi permasalahannya. Dalam penelitian ini evaluasi menggunakan *software* EPA SWMM yang mampu mensimulasikan analisis hidrologi dan hidrolika secara bersamaan, selain itu EPA SWMM mampu mensimulasikan banjir dalam sekup kecil. Maka pemodelan menggunakan EPA SWMM tepat dalam mengevaluasi kelima titik jalan yang ada.

Hasil simulasi EPA SWMM terdapat beberapa saluran pada wilayah drainase jalan raya pada sungai Antirogo – sungai Cakol yang tidak dapat menampung debit air hujan untuk kala ulang 1, 2, 5, dan 10 tahun. Untuk lokasi saluran yang tidak dapat menampung debit air limpasan yang berada pada jalan Karimata diantaranya C121 (berada disekitaran Sekolah Dasar Sumbersari 1), C106 (berada disamping dari Bimbel Ganesha Operation), C100 (berada tepat di persimpangan antara jalan Semeru dengan jalan Karimata), C102 (tepat berada di depan alfamart jalan karimata). Untuk jalan Letjen Suprpto diantaranya C43/C51

(lokasi ini berada di sekitaran Hotel Sulawesi), C54/C46 (lokasi ini berada di sekitaran Indomaret dekat dari kantor kelurahan Kebonsari). Untuk jalan Letjen Panjaitan diantaranya C35 (tepat berada di persimpangan antara jalan Letjen Panjaitan-Gunung Batu dan Perum Bukit Permai), C37/C19 (tepat berada di depan dari kantor SATLANTAS Jember dan SMAN 1 Jember), C40 (berada sekitaran dari depan Perpustakaan Daerah Jember). Untuk Perum Gunung Batu diantaranya C70 (berada kisaran kurang lebih 300 m dari pintu masuk Perum Gunung Batu, tepat berada pada tikungan pertama), C86 (berada pada kisaran 450 m dari pintu utama Gunung Batu), C67 (tepat berada di depan sekitaran Masjid Utama Perum Gunung Batu).



SUMMARY

High Way Drainage System Evaluation of Antirogo River and Cakol River

Jember: Yohanes Kurniawan, NIM 101910301036: 2015, 102 pages: Civil Engineering: Civil Engineering Faculty study program University of Jember

The increasing population that lack of inadequate infrastructure and means provision cause the city field utilization become disorganized. Unorganized field utilization makes the city drainage system become a complex problem. One of the locations that cause puddle in rainy season is Antirogo and Cakol river drains. There are at least five streets included in the rivers, Karimata street, Letjen Panjaitan street, S. Parman street, Letjen Suprpto street dan Gunung Batu housing. The cause is that the drains cannot accommodate debit runoff, sedimentation in the drains and in the field usage organization.

Puddle and flood solution in the five streets above is by doing evaluation for the drains and by giving solution to the problem. In this research, the evaluation uses EPA SWMM software that can stimulate the hydrology and hydraulic analysis at once. Besides, EPA SWMM can stimulate flood in a small scope. That is why using EPA SWMM in evaluating the five streets is appropriate.

The EPA SWMM simulation result is there are some drains in Antirogo - Cakol river high way drain that cannot accommodate the rain debit for 1, 2, 5, and 10 returning period. For the drain location that cannot accommodate runoff debit in Karimata street C121 (around Summersari 1 Elementary school), C106 (next to Ganesha Operation Course), C100 (in T-junction between Semeru street and Karimata street), C102 (right in front of Alfamart in karimata). There are C43/C51 (around Sulawesi Hotel), C54/C46 (around Indomaret near Kebonsari political district). In Letjen Panjaitan street there are C35 (right in the T-junction between Letjen Panjaitan street and Gunung Batu and Bukit Pemai hpusing), C37/C19 (right in front of SATLANTAS office Jember and SMA1 Jember), C40 (in front of Jember District Library). In Gunung Batu housing there are C70 (300 m from

Gunung Batu housing gate, right in the first road bend), C86 (450 m in the Gunung Batu main gate), C67 (right in front of gunung Batu Housing main mosque).



PRAKATA

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa. yang telah memberikan berkat, kasih dan sukacita sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Evaluasi Sistem Drainase Jalan Raya Wilayah Drainase Sungai Antirogo dan Sungai Cakol Kabupaten Jember”**. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

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

1. Ir. Widyono Hadi, MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember.
2. Ir. Entin Hidayah, M.UM. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember.
3. Wiwik Yunarni W., S.T, M.T. dan Sri Wahyuni, S.T., M.T., Ph. D. selaku Dosen Pembimbing.
4. Ir. Entin Hidayah, M.UM. dan Ketut A., S.T., M.T. selaku Dosen Penguji.
5. Kedua Orang tuaku Bapak Suhanto (alm) dan Ibu Windayanti yang tercinta terima kasih atas dukungan, ketulusan, kasih sayang, kesabaran, ketabahan serta doanya selama ini.
6. Kakakku Yunita Christianti terimakasih atas semangat, bantuan, motivasi dan doanya.
7. Vita Gita Puspasari terimakasih atas segala bentuk bantuannya, semangat serta dukungan menemani selama proses pengerjaan skripsi.
8. Team Survey lapangan Mas Imam, Ria Putri, Linda, Ayu Prativi, Kurniawan Eka, Yohana K, Fikri Auzan, Septian Rizky dan Mas Ridwan terima kasih atas bantuannya dalam mencari data-data skripsi.
9. Teman-teman Teknik Sipil 2010 terimakasih dukungan dan semangatnya.

10. Instansi Dinas Pekerjaan Umum Pengairan, Dinas Pekerjaan Umum Cipta Karya, Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga, dan UPT Pengairan Sumpersari Kabupaten Jember yang telah membantu memberikan penjelasan-penjelasan atas pertanyaan kami.

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, Juni 2015

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBING	vi
PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	x
PRAKATA	xii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pengertian Drainase	4
2.2 Fungsi Drainase	4
2.3 Sistem Drainase	4
2.4 Genangan	5
2.5 Analisis Hidrologi	5
2.5.1 Analisis Frekuensi	6
2.5.1 Periode Kala Ulang Curah Hujan	9
2.5.3 Uji Kecocokan	10

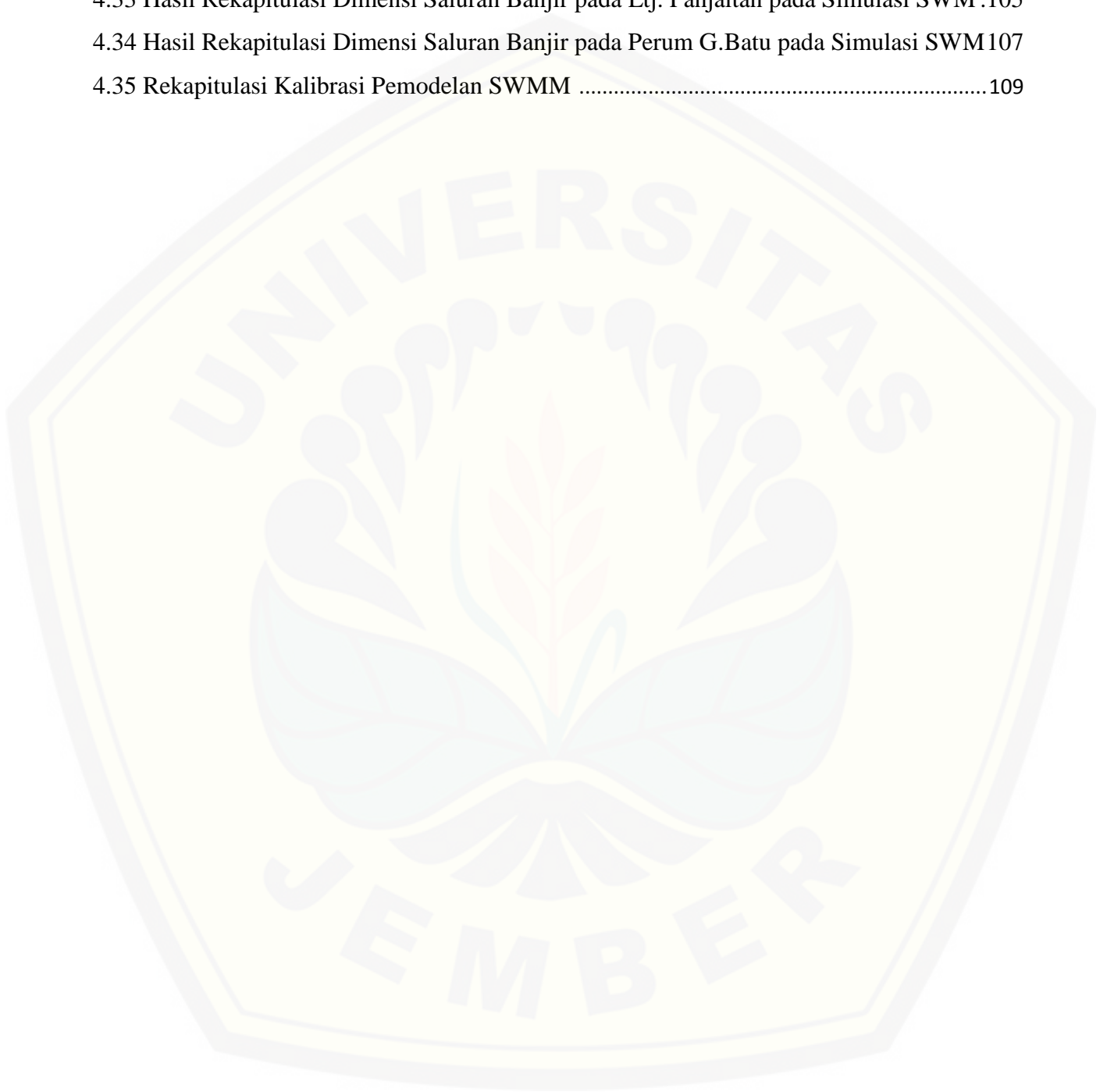
2.5.4	Intensitas Hujan	11
2.5.5	Koefisien Pengaliran	11
2.5.6	Debit Rencana	13
2.5.7	Waktu Konsentrasi	13
2.6	Analisa Hidrolika	15
2.6.1	Penampang Saluran	15
2.5.2	Kekasaran Saluran	15
2.5.3	Kecepatan Aliran	16
2.5.4	Kapasitas Saluran Drainase	17
2.7	Pemodelan Drainase dengan SWMM	18
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN		
3.1	Lokasi Penelitian	22
3.2	Pekerjaan Persiapan	23
3.3	Pengumpulan Data	23
3.4	Analisa Data	24
3.5	Pemodelan Menggunakan SWMM	26
3.6	Alur Penelitian (<i>Flow chart</i>).....	27
BAB 4. METODOLOGI PENELITIAN		
4.1	Analisis Hidrologi	28
4.1.1	Analisis Curah Hujan	28
4.1.2	Uji Probabilitas	29
4.1.3	Perhitungan Distribusi Curah Hujan Analisis Frekuensi	32
4.1.4	Analisis Intensitas Hujan	33
4.2	Evaluasi Drainase Eksisting Jalan Karimata Sumpersari Kab. Jember.....	35
4.2.1	Hasil <i>Running</i> SWMM untuk Kala Ulang 1 Tahun.....	40
4.2.2	Hasil <i>Running</i> SWMM untuk Kala Ulang 2 Tahun.....	44
4.2.3	Hasil <i>Running</i> SWMM untuk Kala Ulang 5 Tahun.....	47
4.2.4	Hasil <i>Running</i> SWMM untuk Kala Ulang 10 Tahun.....	50
4.3	Evaluasi Drainase Eksisting Jalan Ltj. Suprpto Sumpersari Kab. Jember .52	
4.3.1	Hasil <i>Running</i> SWMM untuk Kala Ulang 1 Tahun.....	56
4.3.2	Hasil <i>Running</i> SWMM untuk Kala Ulang 2 Tahun.....	59
4.3.3	Hasil <i>Running</i> SWMM untuk Kala Ulang 5 Tahun.....	62

4.3.4 Hasil <i>Running</i> SWMM untuk Kala Ulang 10 Tahun.....	64
4.4 Evaluasi Drainase Eksisting Jalan Ltj. Panjaitan Sumbersari Kab.Jember	66
4.4.1 Hasil <i>Running</i> SWMM untuk Kala Ulang 1 Tahun.....	70
4.4.2 Hasil <i>Running</i> SWMM untuk Kala Ulang 2 Tahun.....	72
4.4.3 Hasil <i>Running</i> SWMM untuk Kala Ulang 5 Tahun.....	74
4.4.4 Hasil <i>Running</i> SWMM untuk Kala Ulang 10 Tahun.....	76
4.5 Evaluasi Drainase Eksisting Perum Gunung Batu Sumbersari Kab.Jember	78
4.5.1 Hasil <i>Running</i> SWMM untuk Kala Ulang 1 Tahun.....	82
4.5.2 Hasil <i>Running</i> SWMM untuk Kala Ulang 2 Tahun.....	84
4.5.3 Hasil <i>Running</i> SWMM untuk Kala Ulang 5 Tahun.....	86
4.5.4 Hasil <i>Running</i> SWMM untuk Kala Ulang 10 Tahun.....	88
4.6 Usulan Rencana Drainase Jalan daerah wilayah Sungai Antirogo – Sungai Cakol Sumbersari Kabupaten Jember	91
4.6.1 Hasil Perubahan dimensi saluran	91
4.6.2 Kalibrasi Pemodelan	102
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	103
5.1 Saran	104
DAFTAR PUSTAKA	105
LAMPIRAN	106

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Nilai k untuk distribusi Log-Person III	8
2.2 Koefisien Pengaliran Berdasarkan Jenis Permukaan dan Tata Guna Lahan	12
2.3 Unsur-Unsur Geometris Penampang Saluran	15
2.4 Nilai koefisien Kekasaran Manning (n).....	16
4.1 Data Curah Hujan STA Jember	28
4.2 Perhitungan Nilai Parameter <i>Chi Square</i> untuk Distribusi Normal.....	29
4.3 Perhitungan Nilai Parameter <i>Chi Square</i> untuk Distribusi Log Normal	30
4.4 Perhitungan Nilai Parameter <i>Chi Square</i> untuk Distribusi Gumbel	30
4.5 Perhitungan Nilai Parameter <i>Chi Square</i> untuk Distribusi Log Pearson III	31
4.6 Perhitungan Uji Smirnov-Kolmogorof	31
4.7 Rekapitulasi Hasil Uji Chi-Kuadrat dan Smirnov-Kolmogorof	32
4.8 Hasil Perhitungan Distribusi Curah Hujan	32
4.9 Hasil Perhitungan Intensitas Hujan	33
4.10 Topografi Kiri, Tengah, dan Kanan Jalan Karimata.....	38
4.11 <i>Node</i> Banjir Hasil <i>Running</i> SWMM untuk Kala Ulang 1 Tahun	42
4.12 <i>Node</i> Banjir Hasil <i>Running</i> SWMM untuk Kala Ulang 2 Tahun	46
4.13 <i>Node</i> Banjir Hasil <i>Running</i> SWMM untuk Kala Ulang 5 Tahun	49
4.14 <i>Node</i> Banjir Hasil <i>Running</i> SWMM untuk Kala Ulang 10 Tahun	52
4.15 Topografi Kiri, Tengah, dan Kanan Jalan Letjen Suprpto.....	56
4.16 <i>Node</i> Banjir Hasil <i>Running</i> SWMM untuk Kala Ulang 1 Tahun	59
4.17 <i>Node</i> Banjir Hasil <i>Running</i> SWMM untuk Kala Ulang 2 Tahun	62
4.18 <i>Node</i> Banjir Hasil <i>Running</i> SWMM untuk Kala Ulang 5 Tahun	65
4.19 <i>Node</i> Banjir Hasil <i>Running</i> SWMM untuk Kala Ulang 10 Tahun	67
4.20 Topografi Kiri, Tengah, dan Kanan Jalan Letjen Panjaitan.....	72
4.21 <i>Node</i> Banjir Hasil <i>Running</i> SWMM untuk Kala Ulang 1 Tahun	75
4.22 <i>Node</i> Banjir Hasil <i>Running</i> SWMM untuk Kala Ulang 2 Tahun	77
4.23 <i>Node</i> Banjir Hasil <i>Running</i> SWMM untuk Kala Ulang 5 Tahun	79
4.24 <i>Node</i> Banjir Hasil <i>Running</i> SWMM untuk Kala Ulang 10 Tahun	81
4.25 Topografi Kiri, Tengah, dan Kanan Jalan Perum Gunung Batu.....	86
4.26 <i>Node</i> Banjir Hasil <i>Running</i> SWMM untuk Kala Ulang 1 Tahun	89
4.27 <i>Node</i> Banjir Hasil <i>Running</i> SWMM untuk Kala Ulang 2 Tahun	91
4.28 <i>Node</i> Banjir Hasil <i>Running</i> SWMM untuk Kala Ulang 5 Tahun	93

4.29 Node Banjir Hasil <i>Running</i> SWMM untuk Kala Ulang 10 Tahun	95
4.30 Tabel Penentuan Kala Ulang	98
4.31 Hasil Rekapitulasi Dimensi Saluran Banjir pada Jalan Karimata pada Simulasi SWM.	99
4.32 Hasil Rekapitulasi Dimensi Saluran Banjir pada Ltj. Suprpto pada Simulasi SWM.	102
4.33 Hasil Rekapitulasi Dimensi Saluran Banjir pada Ltj. Panjaitan pada Simulasi SWM .	105
4.34 Hasil Rekapitulasi Dimensi Saluran Banjir pada Perum G.Batu pada Simulasi SWM	107
4.35 Rekapitulasi Kalibrasi Pemodelan SWMM	109



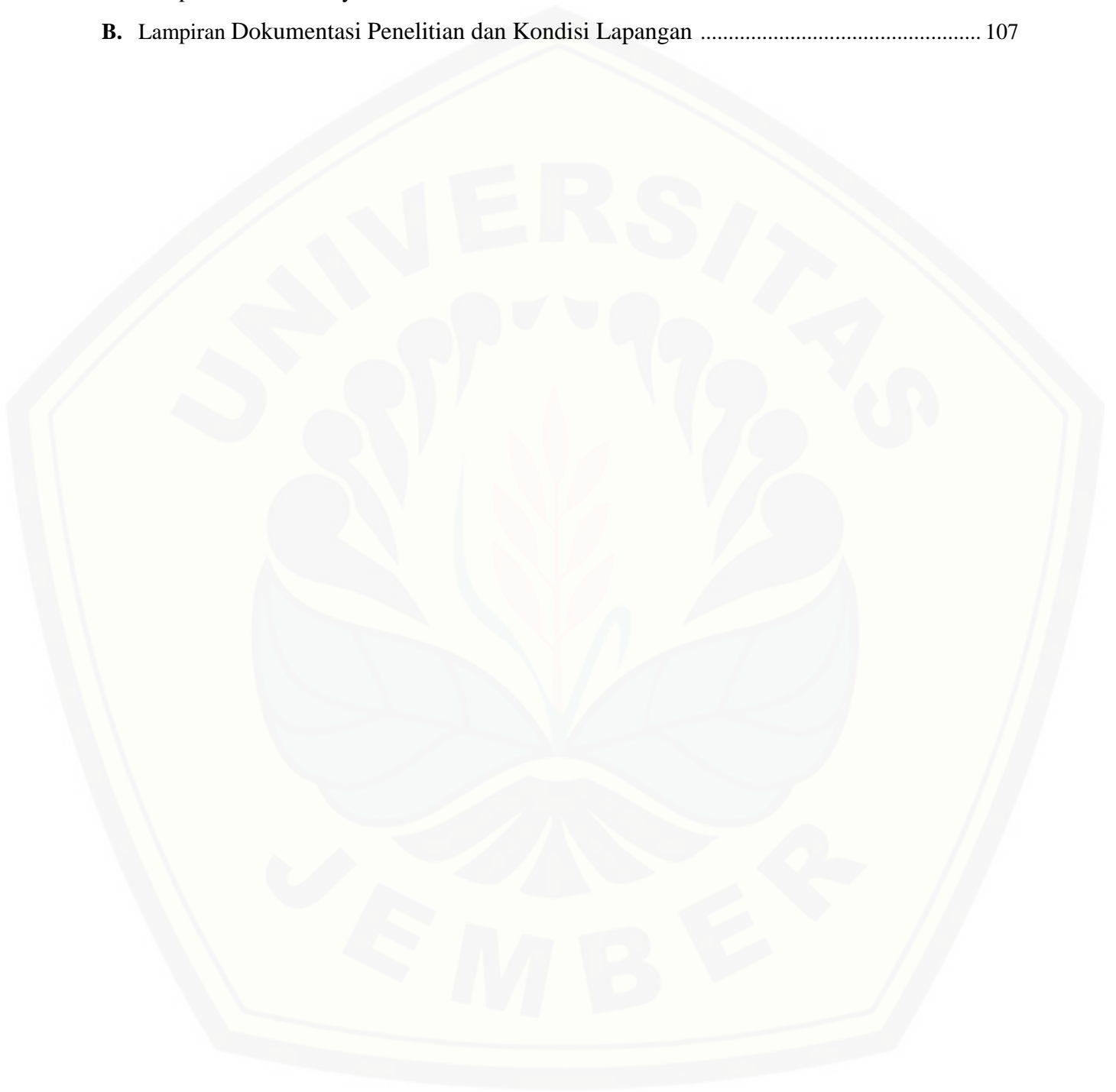
DAFTAR GAMBAR

	Halaman
3.1 Peta wilayah sungai Antirogo dan S. Cakol, Kecamatan Sumpalsari, Kab. Jember	22
3.2 <i>Diagram Alir Penelitian</i>	26
3.3 <i>Diagram Alir Pemodelan SWMM</i>	27
4.1 Kurva <i>Intensity Duration Frequency</i>	34
4.2 <i>Long Section</i> Jalan Karimata	35
4.3 Sistem Jaringan Drainase Jalan Karimata	37
4.4 Potongan Melintang J157 Kala Ulang 1 Tahun	41
4.5 Potongan Melintang J153 Kala Ulang 1 Tahun	41
4.6 Potongan Melintang J152 Kala Ulang 1 Tahun	42
4.7 Potongan Melintang J156 Kala Ulang 1 Tahun	42
4.8 Potongan Melintang J114, J116, J153 Kala Ulang 1 Tahun	43
4.9 Potongan Melintang J155-J140 Kala Ulang 2 Tahun	45
4.10 Potongan Melintang J114, J116, J153 Kala Ulang 2 Tahun	45
4.11 Potongan Melintang J114, J116, J153 Kala Ulang 5 Tahun	48
4.12 Potongan Melintang J155-J140 Kala Ulang 5 Tahun	48
4.13 Potongan Melintang J157 Kala Ulang 5 Tahun	49
4.14 Potongan Melintang J152-J153 Kala Ulang 10 Tahun	51
4.15 Potongan Melintang J155-J140 Kala Ulang 10 Tahun	51
4.16 <i>Long Section</i> Jalan Letjen Suprpto	52
4.17 Sistem Jaringan Drainase Jalan Letjen Suprpto	54
4.18 Potongan Melintang J62, J169, J65 dan J53-J51 Kala Ulang 1 Tahun (Kiri)	57
4.19 Potongan Melintang J55-J63 Kala Ulang 1 Tahun (Kanan)	57
4.20 Potongan Melintang J61-J47 Kala Ulang 1 Tahun (Kiri)	58
4.21 Potongan Melintang J64-J48 Kala Ulang 1 Tahun (Kanan)	58
4.22 Potongan Melintang J57-J51 Kala Ulang 2 Tahun (kiri)	60
4.23 Potongan Melintang J61-J47 dan J145 Kala Ulang 2 Tahun (kiri)	60
4.24 Potongan Melintang J54-J58 Kala Ulang 2 Tahun (kanan)	61
4.25 Potongan Melintang J64-J48 Kala Ulang 2 Tahun (kanan)	61
4.26 Potongan Melintang J57-J51 Kala Ulang 5 Tahun	63
4.27 Potongan Melintang J61-J47 dan J145 Kala Ulang 5 Tahun	63
4.28 Potongan Melintang J57-J51 Kala Ulang 10 Tahun	65
4.29 Potongan Melintang J61-J47 Kala Ulang 10 Tahun	65

4.30 <i>Long Section</i> Jalan Letjen Panjaitan	66
4.31 Sistem jaringan Jalan Letjen Panjaitan	68
4.32 Potongan Melintang J42 – J70 (Kanan) Kala Ulang tahunan	71
4.33 Potongan Melintang J41 – J69(Kiri) Kala Ulang tahunan	71
4.34 Potongan Melintang J42 – J70 (Kanan) Kala Ulang 2 tahunan	73
4.35 Potongan Melintang J41 – J69 (Kiri) Kala Ulang 2 tahunan	73
4.36 Potongan Melintang J42 – J70 (Kanan) Kala Ulang 5 tahunan	75
4.37 Potongan Melintang J41 – J69 (Kiri) Kala Ulang 5 tahunan	75
4.39 Potongan Melintang J42 – J70 (Kanan) Kala Ulang 10 tahunan	77
4.40 Potongan Melintang J41 – J69 (Kiri) Kala Ulang 10 tahunan	77
4.41 <i>Long Section</i> Perum Gunung Batu (0-500 m).....	78
4.42 Sistem Jaringan Perum Gunung Batu Jember.....	80
4.43 Potongan Melintang J81 – J83 (Kanan) Kala Ulang tahunan.....	83
4.44 Potongan Melintang J84 – J90 (Kiri) Kala Ulang tahunan.....	83
4.45 Potongan Melintang J81 – J83 (Kanan) Kala Ulang 2 tahunan	85
4.46 Potongan Melintang J84 – J90 dan J94-J96 (Kiri) Kala Ulang 2 tahunan	85
4.47 Potongan Melintang J81 – J83 (Kanan) Kala Ulang 2 tahunan	87
4.48 Potongan Melintang J84 – J90 dan J94-J96 (Kiri) Kala Ulang 5 tahunan	87
4.49 Potongan Melintang J81 – J83 (Kanan) Kala Ulang 10 tahunan	89
4.50 Potongan Melintang J84 – J90 dan J92-J96 (Kiri) Kala Ulang 10 tahunan	89
4.51 Node J111- J158	93
4.52 Node J117-J160	93
4.53 Node J112- J153	94
4.54 Node J155- J140	94
4.55 Node J50- J44	96
4.56 Node J58- J65	96
4.57 Node J57- J66	97
4.58 Node J49- J45	97
4.59 Node J43- J45	97
4.60 Node J42- J70	99
4.61 Node J41- J69	99
4.62 Node J79- J85	101
4.63 Node J82- J106	101
4.64 Node J144- J145	102

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Lampiran Gambar Layout Jalan	106
B. Lampiran Dokumentasi Penelitian dan Kondisi Lapangan	107



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Drainase merupakan salah satu fasilitas dasar bangunan air yang dirancang sebagai suatu sistem yang dapat membuang atau mengurangi kelebihan air, juga sebagai usaha untuk mengontrol kualitas air tanah dari suatu kawasan tertentu agar lahan dapat difungsikan secara maksimal. Dalam sebuah daerah drainase merupakan salah satu prasarana umum yang sangat penting guna menciptakan suasana yang nyaman juga bersih. Suatu sistem drainase yang baik sangatlah dibutuhkan di daerah perkotaan, dikarenakan jumlah penduduk perkotaan yang padat, maka haruslah mempunyai sistem drainase yang sangat baik untuk menanggulangi masalah air pembuangan, masalah erosi pada tanah, dan kerusakan jalan juga untuk mencegah terjadinya banjir.

Jika dilihat, akar permasalahan banjir di perkotaan berawal dari penambahan penduduk yang sangat cepat akibat urbanisasi. Banyak penduduk di daerah ingin berpindah ke kota untuk mengadu nasib demi mendapat kesejahteraan yang lebih baik. Pertambahan penduduk yang tidak diimbangi dengan penyediaan prasarana dan sarana perkotaan yang memadai mengakibatkan pemanfaatan lahan perkotaan menjadi semrawut. Pemanfaatan lahan yang tidak tertib inilah yang menyebabkan persoalan drainase di perkotaan menjadi sangat kompleks. Hal ini barangkali juga disebabkan oleh tingkat kesadaran dari masyarakat yang masih rendah, acuh tak acuh terhadap permasalahan yang sedang dihadapi kota, khususnya dalam permasalahan drainase. Juga masalah lain yang dihadapi dalam pembangunan drainase adalah lemahnya koordinasi dan sinkronisasi dengan komponen infrastruktur yang lain. Sehingga sering dijumpai tiang listrik di tengah saluran drainase dan pipa air bersih (PDAM) memotong saluran. Sering juga dihadapi penggalian saluran drainase dengan tak sengaja merusak prasarana yang telah lebih dulu tertanam dalam tanah.

Melihat kondisi drainase di perkotaan saat ini, kondisi drainase perkotaan di kota Jember tampaknya masih memprihatinkan. Dengan berbagai mobilitas yang tinggi yang menjadikan kota jember sebagai pusat perekonomian di wilayah timur dari Jawa Timur sendiri, menuntut pembangunan kota harus berkembang tapi masalah lingkungan ternyata kurang mendapat antisipasi yang lebih. Hal ini terbukti dengan banyaknya genangan air di jalan raya saat hujan turun. Genangan air ini tampak terlihat di beberapa titik lokasi. Salah satu titik lokasi yang mengalami genangan saat hujan turun adalah pada wilayah drainase Sungai Antirogo dan Sungai Cakol. Terdapat setidaknya lima jalan yang termasuk dalam kawasan antar sungai tersebut, yakni Jalan Karimata, Jalan Letjen Panjaitan, Jalan S. Parman, Jalan Letjen Suprpto dan Perumahan Gunung Batu. Dari kelima jalan tersebut masing masing jalan memiliki titik titik lokasi genangan, kecuali pada pada Jalan S. Parman. Kondisi tersebut tentunya sangat meresahkan warga sekitar tersebut, pasalnya genangan air tersebut sangatlah mengganggu jalannya aktifitas warga yang melintasi jalanan tersebut. Tidak sedikit kendaraan yang mencoba untuk menerobos genangan banjir yang mogok ditengah jalan. Dengan kondisi diatas maka perlu adanya dilakukan studi sistem drainase di wilayah sungai Antirogo dan Sungai Cakol

Dalam penelitian tugas akhir (TA) ini, juga mengevaluasi suatu sistem drainase jalan yang telah ada dan factor factor yang mempengaruhi genangan dan banjir pada jalan dengan memanfaatkan pemodelan *software* EPA SWMM 5.0. Sehingga genangan dan banjir yang diakibatkan oleh hujan tidak menggenangi jalan dan pemukiman sekitar.

1.2 Rumusan Masalah

Perumusan masalah pada penulisan Tugas Akhir (TA) ini adalah:

- a. Bagaimana kinerja sistem drainase pada saat ini sehingga menyebabkan terjadinya genangan/banjir di Jalan Letjen Panjaitan, Letjen Suprpto, Perum Gunung Batu, Karimata dan S. Parman ?

- b. Bagaimana menghasilkan suatu sistem drainase yang optimal di Jalan Letjen Panjaitan, Letjen Suprpto, Perum Gunung Batu, Karimata dan S. Parman sehingga tidak terjadi lagi adanya genangan air banjir?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penulisan Tugas Akhir (TA) ini adalah:

- a. Mengevaluasi kinerja sistem drainase di Jalan Letjen Panjaitan, Letjen Suprpto, Perum Gunung Batu, Karimata dan S. Parman saat ini.
- b. Memberikan solusi pada permasalahan genangan air atau banjir yang terjadi pada Jalan Letjen Panjaitan, Letjen Suprpto, Perum Gunung Batu, Karimata dan S. Parman.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini untuk menjadikan Jalan Letjen Panjaitan, Letjen Suprpto, Perum Gunung Batu, Karimata dan S. Parman yang terhindar dari genangan dan banjir, juga mengoptimalkan kembali kerja sistem drainase di kawasan tersebut.

1.5 Batasan Masalah

Tinjauan terhadap masalah drainase sangat kompleks, untuk itu penelitian ini hanya dibatasi hal hal berikut:

- a. Lokasi yang ditinjau hanya di Jalan Letjen Panjaitan, Letjen Suprpto, Perum Gunung Batu, Karimata dan S. Parman
- b. Daerah tangkapan hujan (catchment area) yang ditinjau hanya pada kawasan yang air limpasannya kemungkinan akan membebani saluran drainase jalan raya.
- c. Pada penulisan Tugas Akhir (TA) ini tidak memperhitungkan rencana anggaran biaya (RAB) dalam pengerjaan saluran drainase
- d. Data hujan yang digunakan antara tahun 2004-2013
- e. Sedimentasi pada saluran dalam simulasi SWMM dianggap tidak ada pengaruh.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Drainase

Drainase yang berasal dari bahasa Inggris yaitu Drainage mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang atau mengalihkan air. secara umum didefinisikan sebagai suatu tindakan teknis untuk mengurangi kelebihan air, baik yang berasal dari air hujan, rembesan, maupun kelebihan air irigasi dari suatu kawasan/lahan, sebagai fungsi kawasan/lahan tidak terganggu. Drainase dapat juga diartikan sebagai usaha untuk mengontrol kualitas air tanah dalam kaitannya dengan salinitas. Jadi, drainase tidak hanya menyangkut air permukaan namun air tanah juga. (Suripin, 2004: 7) Berdasarkan tujuan dan sasarannya, drainase dibagi menjadi beberapa bagian salah satunya drainase perkotaan dan jalan raya. Drainase perkotaan memfokuskan pada pengeringan atau pengaliran air dari wilayah perkotaan menuju sungai dan melintasi wilayah perkotaan tersebut (Wesli, 2008:6) Sedangkan untuk drainase jalan raya adalah pengeringan atau pengaliran air di permukaan jalan yang bertujuan untuk menghindari kerusakan pada badan jalan dan menghindari kecelakaan lalu lintas. Drainase jalan raya biasanya berupa saluran di kiri kanan jalan serta gorong gorong yang melintas di bawah badan jalan (Wesli, 2008:6)

2.2 Fungsi Drainase

- a. Mengeringkan daerah yang becek atau tergenang oleh air
- b. Mengendalikan erosi tanah, kerusakan jalan dan bangunan
- c. Mengendalikan air hujan yang berlebihan sehingga tidak terjadi genangan atau banjir

2.3 Sistem Drainase

Sistem Drainase bisa didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan/atau membuang kelebihan air dari satu kawasan atau lahan, sehingga dapat difungsikan secara optimal.

2.4 Genangan

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, Genangan berasal dari kata “genang” yang artinya terhenti mengalir. Sehingga pengertian genangan air adalah air yang berhenti mengalir pada suatu area tertentu yang bukan merupakan badna air atau tempat air. Namun demikian bagi masyarakat secara umum, baik genangan maupun banjir disamaratakan istilahnya sebagai banjir.

Banjir dan genangan yang terjadi di suatu lokasi diakibatkan antara lain oleh sebab berikut ini

- 1) Sebab pengaruh manusia:
 - a) Perubahan tata guna lahan
 - b) Pembuangan sampah
 - c) Kawasan kumuh disepanjang sunagai/Drainase
 - d) Penurunan tanah
 - e) Perencanaan sistem banjir tidak tepat
 - f) Tidak berfungsinya sistem drainase lahan
 - g) Kerusakan bangunan pengendali banjir
- 2) Sebab alami:
 - a) Erosi dan sedimentasi
 - b) Curah hujan
 - c) Pengaruh fisiografi/geofisik sungai
 - d) Kapasitas sungai dan drainase yang tidak memadai
 - e) Pengaruh air pasang
 - f) Penurunan tanah

2.5 Analisa Hidrologi

Analisis hidrologi dilakukan guna mendapatkan besarnya intensitas curah hujan, sebagai dasar perhitungan debit rencana pada suatu daerah untuk perencanaan pembangunan sistem drainase. Dengan menggunakan analisis hidrologi, kala ulang

hujan 1, 2, 5, dan 10 tahun untuk mengevaluasi dan perencanaan drainase. Hal ini berguna untuk menganalisis desain hidrolika drainase, dimana dibutuhkan debit rencana agar desain drainase mencukupi kebutuhan debit rencana (debit maksimum).

Dalam analisis hidrologi dilakukan beberapa tahap untuk memperoleh debit sampai pada tahun rencana yaitu :

- a. Pengumpulan data hidrologi yakni data curah hujan
- b. Analisis frekuensi
- c. Analisis periode kala ulang curah hujan
- d. Analisis intensitas dan waktu hujan
- e. Analisis debit rencana

Hasil dari analisis hidrologi berupa perkiraan atau prediksi banjir rancangan untuk mendesain suatu bangunan hidrolis tertentu secara maksimal dan efisien (Sri Harto, 1993).

2.5.1 Analisis Frekuensi

Dalam mendesain bangunan drainase perlu memprediksi debit rencanamaximum, dengan tujuan agar bangunan drainase yang direncanakan bisa menampung debit air pada saat terjadi debit maksimum, untuk itu diperlukan adanyaanalisa statistik penafsiran hujan atau debit diwaktu yang akan datang.

Analisa statistik penafsiran hujan atau debit diwaktu yang akandating didasarkan pada sifat statistik data kejadian hujan dimasa lalu untuk mendapatkanprobabilitas besaran hujan diwaktu yang akan datang. Dengan harapan sifat statistic data kejadian hujan dimasa lalu sama dengan yang akan datang. Metode yangdigunakan antara lain distribusi Normal, distribusi Log Normal distribusi Gumbel dandistribusi Log Pearson Tipe III.

Parameter-parameter statistik yang digunakan adalah (Suripin, 2004:42) :

- Harga Rata-rata

$$\log x = \frac{\sum_{i=0}^n \log x_i}{n} \dots\dots\dots 2.1$$

- Standar Deviasi

$$Si = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^n (\log x_i - \log x)^2}{n-1}} \dots\dots\dots 2.2$$

- Koefisien Kepencengan

$$G = \frac{\sum_{i=0}^n (\log x_i - \log x)^3}{(n-1).(n-2).(s_1)^3} \dots\dots\dots 2.3$$

Keterangan :

n = jumlah tahun

si = standart deviasi

G = koefisien kepencengan

Nilai K pada distribusi Log-Person III dapat dilihat pada table dibawah ini :

Tabel 2.1. Nilai k untuk distribusi Log-Person III

Koef, G	Interval kejadian (<i>Recurrence interval</i>), tahun (periode ulang)							
	1, 0101	1,2500	2	5	10	25	50	100
	Persentase peluang terlampaui (<i>Percent chance of being exceeded</i>)							
	99	80	50	20	10	4	2	1
3,0	-0,667	-0,636	-0,396	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051
2,8	-0,714	-0,666	-0,384	0,460	1,210	2,275	3,114	3,973
2,6	-0,769	-0,696	-0,368	0,499	1,238	2,267	3,071	2,889
2,4	-0,832	-0,725	-0,351	0,537	1,262	2,256	3,023	3,800
2,2	-0,905	-0,752	-0,330	0,574	1,284	2,240	2,970	3,705
2,0	-0,990	-0,777	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,192	3,605
1,8	-1,087	-0,799	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499
1,6	-1,197	-0,817	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	3,388
1,4	-1,318	-0,832	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271
1,2	-1,449	-0,844	-0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149
1,0	-1,588	-0,852	-0,164	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022
0,8	-1,733	-0,856	-0,132	0,780	1,336	1,993	2,453	2,891
0,6	-1,880	-0,857	-0,099	0,800	1,328	1,939	2,359	2,755
0,4	-2,029	-0,855	-0,066	0,816	1,317	1,880	2,261	2,615
0,2	-2,178	-0,850	-0,033	0,830	1,301	1,818	2,159	2,472
0,0	-2,326	-0,842	0,000	0,842	1,282	1,751	2,051	2,326
-0,2	-2,472	-0,830	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178
-0,4	-2,615	-0,816	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029
-0,6	-2,755	-0,800	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880
-0,8	-2,891	-0,780	0,132	0,856	1,166	1,448	1,606	1,733
-1,0	-3,022	-0,758	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588
-1,2	-2,149	-0,732	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449
-1,4	-2,271	-0,705	0,225	0,832	1,041	1,198	1,270	1,318
-1,6	-2,388	-0,675	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,197
-1,8	-3,499	-0,643	0,282	0,799	0,945	1,035	1,069	1,087
-2,0	-3,605	-0,609	0,307	0,777	0,895	0,959	0,980	0,990
-2,2	-3,705	-0,574	0,330	0,752	0,844	0,888	0,900	0,905
-2,4	-3,800	-0,537	0,351	0,725	0,795	0,823	0,830	0,832
-2,6	-3,889	-0,490	0,368	0,696	0,747	0,764	0,768	0,769
-2,8	-3,973	-0,469	0,384	0,666	0,702	0,712	0,714	0,714
-3,0	-7,051	-0,420	0,396	0,636	0,660	0,666	0,666	0,667

Sumber : Suripin, (2004:43)

2.5.2 Periode Kala Ulang Curah Hujan

Sebelum menganalisa intensitas hujan terlebih dahulu harus menghitung periode kala ulang (*return period*) curah hujan pada suatu daerah. Kala ulang (*return period*) adalah waktu hipotetik di mana hujan dengan suatu besaran tertentu akan disamai atau dilampaui (Suripin, 2004:32).

Dalam perencanaan saluran drainase periode ulang yang dipergunakan tergantung dari fungsi saluran, umur ekonomis bangunan serta daerah tangkapan hujan yang akan dikeringkan. Menurut pengalaman, penggunaan periode ulang adalah (Wesli, 2008:48) :

- Untuk perencanaan saluran kwarter (periode ulang 1 tahun)
- Untuk perencanaan saluran tersier (periode ulang 2 tahun)
- Untuk perencanaan saluran sekunder (periode ulang 5 tahun)
- Untuk perencanaan saluran primer (periode ulang 10 tahun)

Hitung logaritma hujan atau banjir dengan priode ulang T dengan rumus :
(Suripin, 2004:42)

$$\text{Log } X_T = \text{Log } X + K \cdot S_i \dots\dots\dots 2.4$$

Keterangan:

X_T = Curah hujan rancangan kala ulang T tahun

X = Rerata hitung data hujan

K = Variabel standart untuk x yang besarnya tergantung koefisien kemencengan (*koefisien skewnes*) (lihat table 2.1 Nilai K untuk distribusi Log-person III)

S_i = Standar deviasi

2.5.3 Uji Kecocokan

Parameter data hasil uji beberapa metode analisa frekuensi yang akandigunakan untuk menghitung intensitas hujan perlu diuji. Ada dua cara yang seringdigunakan untuk pengujian distribusi frekuensi sampel, yaitu :

1). Uji Chi-Kuadrat

Rumus yang digunakan dalam perhitungan dengan Metode Uji Chi Kuadratadalah sebagai berikut: (Made Kamiana, 2011: 36)

$$X^2 = \sum_{i=0}^n \frac{(O_F - E_F)^2}{E_F} \dots\dots\dots 2.5$$

Keterangan :

X^2 = parameter chi-kuadrat terhitung

n = jumlah sub kelompok

O_F = jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok ke f

E_F = jumlah nilai teoritis pada sub kelompok ke f

2). Uji Smirnov-Kolmogorov

Pengujian distribusi probabilitas dengan metode Smirnov-Kolmogorovdilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- a. Mengurutkan data (X_i) dari yang besar ke kecil atau sebaliknya
- b. Menentukan peluang empiris masing-masing data yang sudah diurut denganrumus.
- c. Menentukan peluang teoritis masing-masing data yang sudah diurutberdasarkan persamaan distribusi probabilitas yang dipilih.
- d. Menghitung selisih (P_1) antara peluang empiris dan teoritis untuk setiapdata yang sudah diurut.

- e. Menentukan apakah $P_1 < P$ kritis, jika “tidak” artinya distribusi probabilitas yang dipilih tidak dapat diterima, demikian sebaliknya.

2.5.4 Intensitas Hujan

Dalam perencanaan pembangunan saluran drainase, membutuhkan data debit (Q) maksimum limpasan air hujan yang akan membebani saluran drainase, dengan tujuan agar bisa merencanakan bentuk dan dimensi penampang saluran drainasenya, sedangkan debit (Q) rencana maksimum ditentukan oleh intensitas hujan.

Mengingat data hujan jangka pendek tidak tersedia, yang ada hanya data hujan harian, maka intensitas hujan dapat dihitung dengan persamaan Mononobe (Suripin, 2004: 67).

$$it = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24^{\frac{2}{3}}}{t_c} \right) \dots\dots\dots 2.6$$

Keterangan :

It = Intesitas hujan untuk lama hujan t (mm/jam)

t_c = Waktu konsentrasi (jam)

R_{24} = Curah hujan maksimum selama 24 jam (mm)

2.5.5 Koefisien Pengaliran

Koefisien aliran permukaan (C) adalah nisbah antara puncak aliran permukaan terhadap intensitas hujan. Faktor – faktor yang mempengaruhi besar kecilnya koefisien aliran permukaan (C) adalah kemiringan lahan, intensitas hujan, tanaman penutup tanah, laju infiltrasi tanah. (Suripin, 2004:81)

Untuk menentukan harga koefisien pengaliran suatu daerah terdapat beberapa jenis tata guna lahan yang dapat ditentukan dengan mengambil harga rata-rata koefisien pengaliran dari setiap tata guna lahan, yaitu dengan memperhitungkan bobot masing-masing bagian sesuai dengan luas daerah yang diwakili (Suhardjono, 1984:23) :

$$C = \frac{\sum_{i=1}^n C_i \cdot A_i}{\sum_{i=0}^n A_i} \dots\dots\dots 2.7$$

Keterangan :

A_i = Luas lahan dengan jenis penutup tanah i

E_i = Koefisien aliran permukaan jenis penutup tanah i

n = jumlah jenis penutup lahan

Terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi koefisien pengaliran, besarnya koefisien pengaliran ini dilakukan beberapa pendekatan, antara lain berdasarkan tata guna lahan dan jenis permukaan seperti terlihat pada tabel 2.2 berikut ini :

Tabel 2.2 Koefisien Pengaliran Berdasarkan Jenis Permukaan dan Tata Guna Lahan

Jenis Permukaan / Tata Guna Lahan	Koefisien Pengaliran (C)
● Rerumputan	
○ Tanah pasir, slope 2 %	0,05 – 0,10
○ Tanah pasir, slope 2 % – 7 %	0,10 – 0,15
○ Tanah pasir, slope 7 %	0,15 – 0,20
○ Tanah gemuk, slope 2 %	0,13 – 0,17
○ Tanah gemuk, slope 2 % – 7 %	0,17 – 0,22
○ Tanah gemuk, slope 7 %	0,25 – 0,35
● Perdagangan	
○ Daerah kota	0,75 – 0,95
○ Daerah dekat kota	0,50 – 0,70
● Perumahan	
○ Kepadatan < 20 rumah / ha	0,50 – 0,60
○ Kepadatan 20 – 60 rumah / ha	0,60 – 0,80
○ Kepadatan 60 – 160 rumah / ha	0,70 – 0,90
● Perindustrian	
○ Industri ringan	0,50 – 0,80
○ Industri berat	0,60 – 0,90
● Pertanian	0,45 – 0,55
● Perkebunan	0,20 – 0,30
● Pertanaman, kuburan	0,10 – 0,25
● Tempat bermain	0,20 – 0,35
● Jalan	
○ Beraspal	0,70 – 0,95
○ Beton	0,80 – 0,95
○ Batu	0,70 – 0,85
● Daerah yang tidak dikerjakan	0,10 – 0,30

Sumber : Imam Subarkah, 1980 : 45

2.5.6 Debit Rencana

Sebelum mendisain dimensi penampang saluran drainase, membutuhkan debit(Q) rencana air limpasan yang akan dialirkan. Dengan harapan saluran drainase yang telah direncanakan mampu menampung besarnya debit (Q) air limpasan yang membebani saluran tersebut.

Metode yang digunakan untuk menghitung debit (Q) yang berasal darilimpasan air hujan yang membebani saluran-saluran drainase pada penelitian ini adalah metode rasional karena daerah pengalirannya memiliki luas lebih kecil dari 0,80 km² (Subarkah,1980:28).

Rumus untuk mencari debit (Q) rencana sebagaiberikut ini:

$$Q = \frac{1}{3,6} \cdot C \cdot I \cdot A \dots\dots\dots 2.8$$

Keterangan :

- Q = Debit (m^3 /detik)
- C = Koefisien pengaliran
- I = Intensitas hujan untuk priode ulang tertentu (mm/jam)
- A = Luasan yang akan dialiri (km²)

2.5.7 Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi adalah waktu yang dibutuhkan oleh air yang masukkesaluran drainase untuk menuju saluran outlet.Waktu konsentrasi dapat juga dihitung dengan membedakannya menjadi 2komponen, yaitu waktu yang diperlukan air untuk mengalir dipermukaan lahansampai saluran terdekat (to) dan waktu perjalanan dari pertama masuk saluran sampaititik keluaran (td) (Suripin, 2004:80).

Maka waktu konsentrasi dihitung dengan menggunakan rumus yang dikembangkan oleh Kirpich (1940).

$$t_c = t_o + t \dots\dots\dots 2.9$$

Keterangan :

t_c = waktu konsentrasi (jam)

t_o = waktu yang diperlukan mengalir untuk mencapai inlet (jam)

t_d – waktu yang diperlukan untuk mengalir sepanjang saluran (jam)

dimana,

$$t_o = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times Lx \cdot \frac{n}{\sqrt{s}} \right) \dots\dots\dots 2.10$$

dan,

$$t = \frac{Ls}{60V} \dots\dots\dots 2.11$$

Keterangan :

n = Angka kekasaran Manning

s = Kemiringan lahan

L = Panjang lintasan aliran di atas permukaan lahan (m)

L_s = Panjang lintasan aliran di dalam saluran (m)



V = Kecepatan aliran di dalam saluran (m/detik)

2.6 Analisa Hidrolika

2.6.1 Penampang Saluran

Merencanakan dimensi saluran drainase digunakan rumus-rumus sebagai berikut :

Tabel 2.3 Unsur-Unsur Geometris Penampang Saluran

Bentuk Penampang	LUAS (A)	Keliling Basah (P)	Jari-jari hidrolis (R)	Lebar puncak (T)	kedalaman hidrolis (D)	faktor penampang (Z)
Persegi 	$A = b \cdot h$	$P = b + 2 \cdot h$	$R = \frac{b \cdot h}{b + 2 \cdot h}$	$T = b$	$D = h$	$Z = b \cdot h^{1.48}$
Trapezium 	$A = (b + z \cdot h) \cdot h$	$P = b + 2 \cdot h \cdot \sqrt{1 + z^2}$	$R = \frac{(b + z \cdot h) \cdot h}{b + 2 \cdot h \cdot \sqrt{1 + z^2}}$	$T = b + 2 \cdot z \cdot h$	$D = \frac{(b + z \cdot h) \cdot h}{b + 2 \cdot z \cdot h}$	$Z = \frac{[(b + z \cdot h) \cdot h]^{1.48}}{\sqrt{b + 2 \cdot z \cdot h}}$

Sumber: Ven Te Chow, (1992:19)

2.6.2 Kekasaran Saluran

Kekasaran permukaan ditandai dengan ukuran dan bentuk butiran bahan yang membentuk luas basah dan menimbulkan efek hambatan terhadap aliran (Ven TeChow, 1997:92). Koefisien kekerasan permukaan dapat dipengaruhi oleh beberapa hal, antara lain material padat yang terangkut dan terendap pada saluran, bahan/material saluran, umur saluran dan aliran lateral yang mengganggu.

Tabel 2.4 Nilai koefisien Kekasaran Manning (n)

Type saluran dan deskripsinya	minimum	normal	maksimum
B-2. Bukan logam			
a. Semen			
1. Acian	0,010	0,011	0,013
2. Adukan	0,011	0,013	0,015
b. Kayu			
1. Diserut, tidak diawetkan	0,010	0,012	0,014
2. Diserut, diawetkan dengan creosoted	0,011	0,012	0,015
3. Tidak diserut	0,011		0,015
4. Papan	0,012	0,015	0,018
5. Dilapisi dengan kertas kedap air	0,010	0,014	0,017
c. Beton			
1. Dipoles dengan sendok kayu	0,011	0,013	0,015
2. Dipoles sedikit	0,013	0,015	0,016
3. Dipoles	0,015	0,017	0,020
4. Tidak dipoles	0,014	0,017	0,020
5. Adukan semprot, penampang rata	0,016	0,019	0,023
6. Adukan semprot, penampang bergelombang	0,018	0,022	0,025
7. Pada galian batu yang teratur	0,017	0,020	
8. Pada galian batu yang tak teratur	0,022	0,027	
d. Dasar beton dipoles sedikit dengan tebing dari			
1. Batu teratur dalam adukan	0,015	0,017	0,020
2. Batu tak teratur dalam adukan	0,017	0,020	0,024
3. Adukan batu, semen, diplester	0,016	0,020	0,024
4. Adukan batu dan semen	0,020	0,025	0,030
5. Batu kosong atau rip-rap	0,020	0,030	0,035
e. Dasar kerikil dengan tebing dari			
1. Beton Acuan	0,017	0,020	0,025
2. Batu tak teratur dalam adukan	0,020	0,023	0,026
3. Batu kosong atau rip-rap	0,023	0,033	0,036
f. Bata			
1. Diglasir	0,011	0,013	0,015
2. Dalam adukan semen	0,012	0,015	0,018
g. Pasangan batu			
1. Batu pecah disemen	0,017	0,025	0,030
2. Batu kosong	0,023	0,032	0,035
h. Batu potong, diatur	0,013	0,015	0,017
i. Aspal			
1. Halus	0,0132	0,013	
2. Kasar	0,016	0,016	
j. Lapisan dari tanaman	0,030		0,500

sumber: Ven The Chow, (1992, 100)

2.6.3 Kecepatan Aliran

Kecepatan aliran dalam saluran biasanya sangat bervariasi dari satu titik ke titik lainnya. Hal ini disebabkan adanya tegangan geser di dasar dan dinding saluran dan keberadaan permukaan bebas (Suripin, 2004:125).

Kecepatan aliran harus diperhitungkan, agar tidak terlalu tinggi dan tidak terlalu lambat, apabila kecepatan aliran terlalu tinggi, air dapat memperpendek usi penampang saluran, sedangkan apabila kecepatan aliran terlalu rendah, akan mengakibatkan mengendapnya sedimen yang terbawa oleh air nidan tumbuhnya tanaman pengganggu.

Perhitungan kecepatan aliran pada aliran terbuka menggunakan rumus sebagai berikut (Chow, 1992:89) :

Rumus Manning :

$$V = \frac{1}{N} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2} \dots\dots\dots 2.12$$

Keterangan,

- V = kecepatan aliran rata-rata dalam saluran (m/det)
- n = koefisien kekasaran Manning
- R = jari-jari hidrolis saluran (m)
- S = kemiringan dasar saluran

2.6.4 Kapasitas Saluran Drainase

Kapasitas saluran drainase dapat diketahui dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Q = V \cdot A \dots\dots\dots 2.13$$

dalam hal ini,

- Q = Debit aliran dalam saluran (m^3 /det)
- V = Kecepatan aliran dalam saluran (m/det)
- A = Penampang basah saluran (m^2)

2.7 Pemodelan Drainase dengan SWMM

Debit banjir dihitung dengan *software* EPA SWMM (*Environmental Protection Agency Storm Water Management Model*) Versi 5.0. *Software* EPA SWMM merupakan pemodelan simulasi limpasan (*runoff*) curah hujan yang digunakan untuk mensimulasi kejadian tunggal atau kejadian terus-menerus dengan kuantitas dan kualitas limpasan dari luas wilayah yang ditinjau. Beban limpasan permukaan dialirkan melalui sistem saluran pipa, saluran terbuka, tampungan, pompa, dan sebagainya. SWMM menghitung kuantitas dan kualitas limpasan permukaan dari setiap daerah tangkapan hujan, dan debit aliran, kedalaman aliran, dan kualitas air di setiap pipa dan saluran selama periode simulasi. (Al Amin, 2009: VIII-1)

Program SWMM bersifat gratis (*public domain*) dan versi terakhir yaitu versi 5.0 yang telah beredar sejak Juli 2009. Program SWMM tersedia di website resmi United States Environmental Protection Agency (US EPA). Pemilihan *software* SWMM dalam penelitian ini karena *software* ini mampu mensimulasikan antara hidrologi dan hidrolika dalam sekali *running*. Sedangkan *software* yang setara hanya mampu mensimulasikan satu komponen saja, hidrologi atau hidrolika.

Adapun *input* data yang diperlukan, agar dapat mensimulasikan limpasan yang terjadi adalah sebagai berikut :

a. *Rain Gage*

Rain gage dapat menyuplai data presipitasi untuk satu atau lebih *subcatchment area* di satu wilayah penelitian. Parameter yang dibutuhkan adalah data curah hujan dapat berupa intensitas, volume maupun kumulatif volume, dan waktu interval (jam-jaman, 5 menit dll). (*Manual EPA SWMM*)

b. *Subcatchment*

Subcatchment adalah luasan yang menerima hujan dan mengalami infiltrasi atau mengubahnya menjadi limpasan (*SWMM User's Manual*). Data yang dimasukkan dalam *subcatchment* adalah sebagai berikut :

- a) Rain gage (nama rain gage yang digunakan)
- b) Outlet (nama node yang menerima *run off subcatchment*)
- c) Area (luas *subcatchment*)
- d) Width (panjang pengaliran)
- e) % Slope (persentase kemiringan *subcatchment*)
- f) % Imperv (persentase kedap air/koeffisien pengaliran dan tata guna lahan)
- g) N-Imperv (nilai n manning untuk aliran permukaan di daerah *impervious*)
- h) N-Perviousness (nilai n manning untuk aliran permukaan di daerah *perviousness*)
- i) % Zero *imperviousness* (persentase dari *impervious* area tanpa *depression storage*)
- j) Infiltration (pilihan untuk metode perhitungan infiltrasi dan parameternya)

c. *Nodes/Links*

Nodes/Links adalah unit yang dimodelkan sebagai penerima *inflow* dan limpasan dari *subcatchment*. Data yang dimasukkan pada *nodes/links* adalah sebagai berikut.

- a) *Node Invert*
- b) *Node Max Depth*
- c) *Node Pounded Area*
- d) *Conduit Length*
- e) *Conduit Geometry*
- f) *Conduit Roughness*
- g) *Flow Units*
- h) *Link Offset*
- i) *Routing Method*

d. *Junction*

Junction mewakili pertemuan saluran permukaan alam, lubang got dari sistem

pembuangan, atau pipa pembuangan yang berfungsi menggabungkan saluran satu dengan saluran lain. (Manual EPA SWMM)

e. *Outfalls*

Outfalls merupakan titik pemberhentian dari sistem drainase yang digunakan sebagai batas hilir berupa akhir sistem drainase ataupun sungai. (Manual EPA SWMM)

f. *Divider*

Divider berfungsi sebagai pembagi aliran ke *conduit* tertentu, digunakan sebagai pengganti *junction* jika aliran air menuju dua cabang *conduit*. (Manual EPA SWMM)

Pengaliran *divider* dihitung dengan persamaan

$$Q_{\text{div}} = C_w (f H_w)^{1,5} \dots\dots\dots 2.14$$

Dimana :

Q_{div} : Debit yang dialihkan

C_w : Koefisien weir

H_w : tinggi weir

f, dihitung dengan rumus :

$$f = \frac{Q_{\text{in}} - Q_{\text{min}}}{Q_{\text{max}} - Q_{\text{min}}} \dots\dots\dots 2.15$$

Keterangan :

Q_{in} : *inflow* yang menuju *divider*

Q_{min} : aliran dimana pengalihan dimulai

Q_{max} dihitung dengan rumus

$$Q_{\text{max}} = C_w H_w^{1,5}$$

g. *Conduit*

Conduit adalah pipa atau saluran yang menghubungkan satu node ke node lain. Bentuk saluran dapat dipilih dari berbagai standar geometri terbuka maupun

tertutup. (Manual EPA SWMM)

SWMM menggunakan persamaan manning untuk menghitung debit yang terjadi di semua *junction*,

$$Q = 1,49/n.A.R^{2/3}.S^{1/2} \dots\dots\dots 2.16$$

Dimana,

- Q : debit (m³/s)
- n : koefisien manning
- A : luas (m²)
- R : penampang basah (m)
- S : Kemiringan lahan

Dalam penelitian ini untuk menghitung harga infiltrasi tanah dalam simulasi menggunakan metode *SCS_Curve Number*. Metode ini mengasumsikan bahwa infiltrasi tanah yang terjadi didapatkan melalui pemilihan jenis tata guna lahan dan jenis tanah yang dikembangkan dan dipublikasikan oleh *USDA Natural Resources Conservation Service* dalam bentuk tabel.

$$Q = \frac{(P-1)^2}{P-1+I} \dots\dots\dots 2.17$$

Keterangan,

- Q : Debit Limpasan
- P : Curah hujan
- I : Infiltrasi
- S : Kadar air maksimum tanah

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada pada wilayah sungai Antirogo dan sungai Cakol, Kecamatan Sumber Sari, Kabupaten Jember, Provinsi Jawa Timur.

Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar 3.1. Penelitian dimulai pada Bulan Desember 2013 sampai selesai.



Gambar 3.1 Peta wilayah sungai Antirogo dan sungai Cakol, Kecamatan Sumbersari, Kabupaten Jember

3.2 Pekerjaan Persiapan

Sebelum melaksanakan penelitian adapun pekerjaan persiapan yang akan dilakukan, antara lain :

- a. Persiapan studi literatur, yaitu persiapan berbagai literatur yang berhubungan dengan judul penelitian dan pemahaman terhadap materi-materi yang tertuang pada literatur.
- b. Persiapan survei, yaitu persiapan yang dilakukan sebelum melaksanakan survei di lokasi penelitian, persiapan itu berupa keperluan yang akan digunakan dalam melaksanakan survei, seperti alat ukur, alat tulis dan sebagainya.

3.3 Pengumpulan Data

- a. Identifikasi Lokasi Genangan

Bertujuan untuk mengetahui titik terjadinya genangan dan kondisi yang ada di lapangan yang nantinya digunakan untuk memperkirakan alternatif solusi untuk pemecahan genangan.

- b. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari peneliti lain atau sumber yang dipublikasikan. Data sekunder yang dibutuhkan pada penelitian ini adalah :

- 1) Data Hujan

Perhitungan analisis hidrologi untuk merencanakan debit rencana data utama yang harus ada adalah berupa data curah hujan harian . Data curah hujan harian didapat dari Dinas Pekerjaan Umum Pengairan Kabupaten Jember.

- 2) Peta RBI (Rupa Bumi Indonesia)/Citra Satelit

Peta dapat diperoleh/diambil dari google map dan google earth kemudian digambar pada Autocad dengan skala 1:1 sehingga panjang dan luasan menggunakan pendekatan skala tersebut.

c. Data Primer

Data yang diperoleh langsung dari hasil survey lapangan. Data data yang diperoleh yaitu topografi di lokasi penelitian yang dilakukan dengan mengukur kontur kontur dan saluran yang di teliti. Seperti dimensi saluran, tinggi air normal, kecepatan aliran dan arah aliran. Selain itu dilakukan pengamatan untuk mendapatkan tata guna lahan yang akan digunakan untuk menentukan koefisiensi pengaliran yang nantinya digunakan dalam perhitungan yang berkaitan dengan input data dalam software EPA SWMM.

3.4 Analisa Data

3.4.1 Analisa Hidrologi

Analisis data hujan diperlukan untuk mendapatkan karakteristik hujan, antara lain sebagai berikut :

- a. Analisis frekuensi untuk mendapatkan curah hujan rancangan dengan periodeulang tertentu menggunakan empat metode distribusi yaitu Log-Normal, Normal Gumbel dan Log-Pearson.
- b. Uji kecocokan data dengan menggunakan Uji Smirnov-Kolmogorov dan Uji Chi-Kuadrat
- c. Menghitung kala ulang sesuai kebutuhan saluran primer, sekunder maupun tersier.
- d. Hasil akhir nanti berupa debit curah hujan dengan kala ulang tertentu yang digunakan sebagai input *rain gage* pada *software* EPA SWMM.

3.5 Pemodelan Menggunakan SWMM

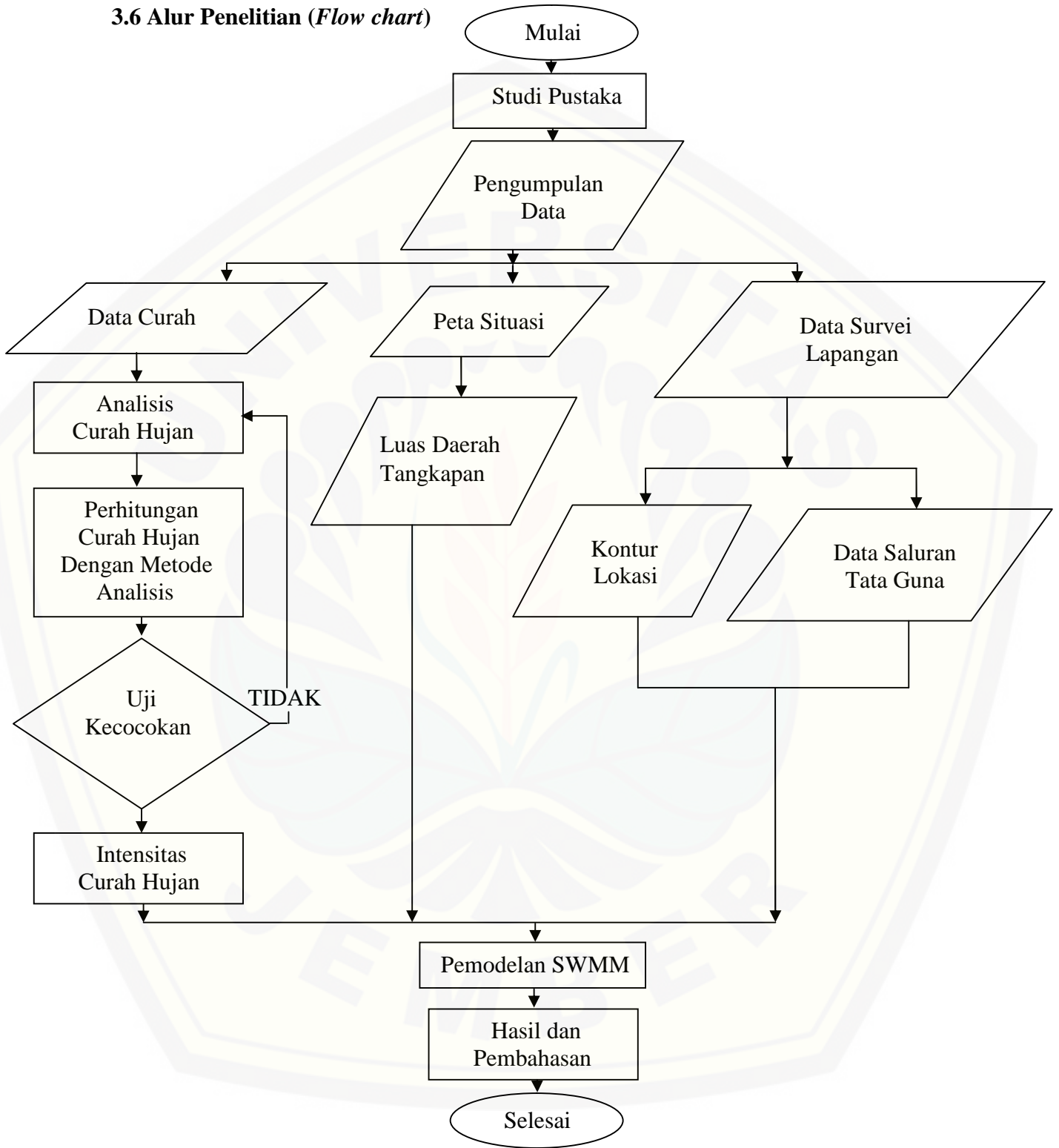
Pemodelan SWMM dilakukan setelah semua data terkumpul, yaitu *rain gage*, *subcatchment*, *conduit*, *junction*, *outfalls* dan *divider*. Langkah pengerjaannya antara lain :

- a. Pengaturan *Project Setup Default*, untuk memudahkan pemasukan data

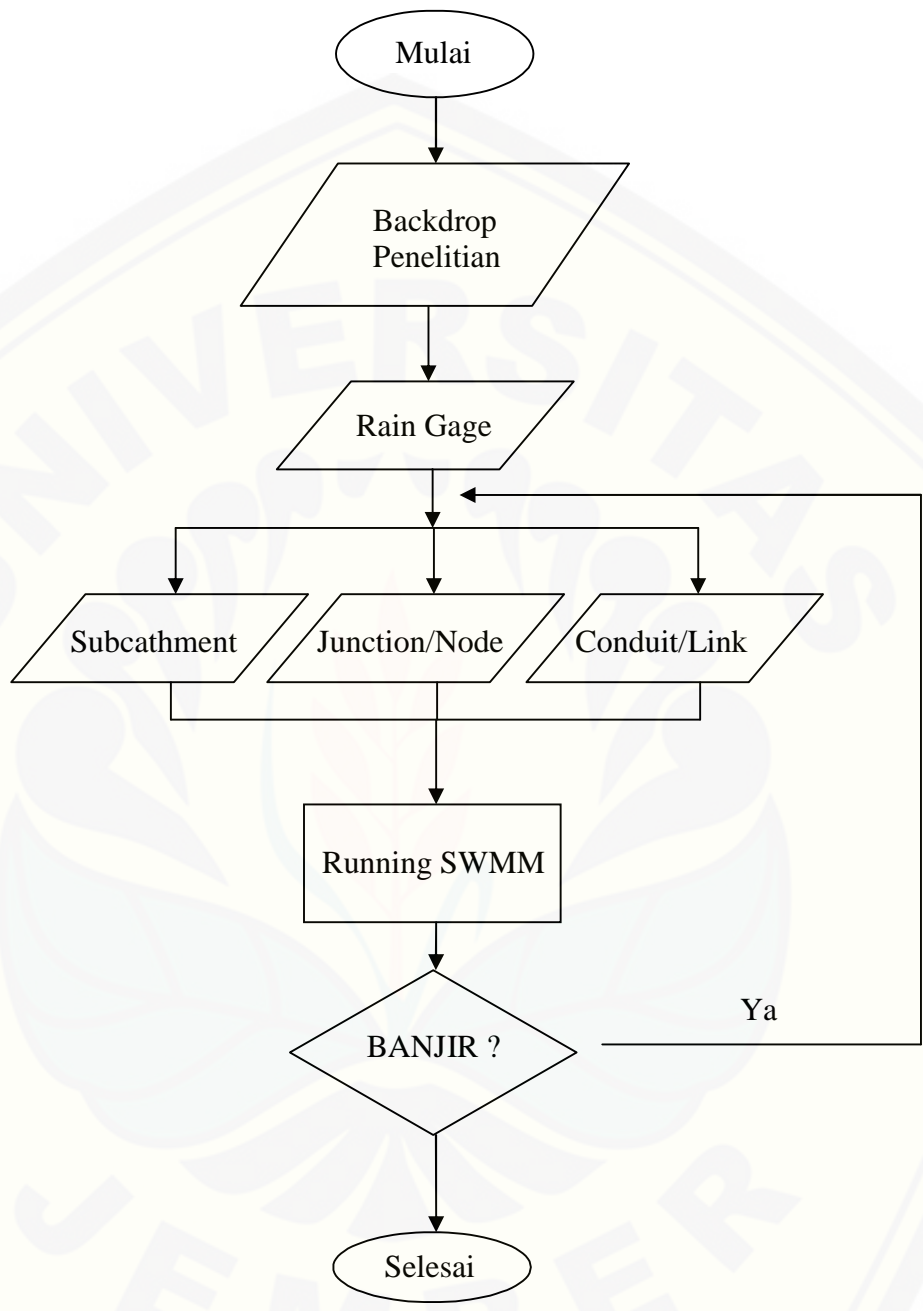
untuk setiap objek dalam sistem.

- b. *Backdrop Map*. Langkah ini dilakukan untuk memudahkan penggambaran objek selanjutnya. Citra satelit yang sudah disesuaikan skalanya dengan perbandingan 1:1 menggunakan *software* CAD, kemudian di import melalui menu *backdrop*.
- c. Penggambaran Objek, Setelah data survei lapangan terkumpul, langkah selanjutnya menggambar objek, yaitu *subcatchment*, *junctiont*, *conduit*, *divider*, dan *outfalls*.
- d. *Edit Object Properties*, SWMM secara otomatis menerapkan nilai *default* pada semua objek, untuk menggantinya dilakukan melalui jendela *property editor* sesuai dengan kondisi perobjek.
- e. *Running SWMM*, setelah semua data dimasukkan, langkah selanjutnya adalah menjalankan simulasi. Untuk melakukannya pilih Object kemudian *Run simulation*. Setelah proses running berhasil, simulasi dilihat melalui menu *report*, kemudian pilih status.

3.6 Alur Penelitian (*Flow chart*)



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.3 Diagram Alir Pemodelan SWMM

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Hidrologi

Analisis Hidrologi digunakan untuk mengetahui besar curah hujan maksimum yang terjadi di lokasi penelitian. Analisis yang dilakukan meliputi uji probabilitas dan perhitungan kala ulang curah hujan. Perhitungan akan diselesaikan dengan metode analisis frekuensi. Hasil perhitungan akan digunakan untuk input *software* EPA SWMM sebagai data *rain gage*.

4.1.1 Analisis Curah Hujan

Data Curah Hujan yang digunakan pada penelitian ini adalah data yang diambil dari pos penakar curah hujan terdekat lokasi penelitian selama sepuluh tahun terakhir, yakni dari tahun 2004-2013. Data Curah Hujan STA Jember selama sepuluh tahun terakhir disajikan pada tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.1 Data Curah Hujan STA Jember

No	Tahun	R (mm)
1	2004	103.5
2	2005	93.5
3	2006	102.5
4	2007	100
5	2008	94.5
6	2009	82.6
7	2010	66.5
8	2011	79.5
9	2012	93.5
10	2013	83.5

Sumber : *Dinas Pengairan Kabupaten Jember*

Berdasarkan tabel 4.1 data curah hujan maksimal harian yang tercatat pada pos penakar curah hujan STA Jember terjadi pada 2004 sebesar 103.5 mm, sedangkan yang terendah adalah 66.5 mm yaitu pada 2010.

4.1.2 Uji Probabilitas

Uji probabilitas bertujuan untuk mengetahui apakah distribusi probabilitas yang dipilih dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisisi (Kaimana, 2011:36). Metode yang digunakan pada penelitian ini menggunakan metode Chi Square dan metode Smirnov-Kolmogorof

a. Uji *Chi Square*

Pengujian probabilitas dengan metode *Chi Square* dilakukan terhadap empat metode distribusi probabilitas untuk memperoleh satu distribusi yang paling tepat untuk mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Berikut hasil perhitungan pengujian masing-masing metode distribusi probabilitas.

Tabel 4.2 Perhitungan Nilai Parameter *Chi Square* untuk Distribusi Normal

Kelas	$P(x \geq X_m)$	Ef	Debit (m^3/dt)	Of	Ef - Of	$(Ef-Of)^2 / Ef$	
5	,200	$0 < P \leq ,200$	2	99.582	3,00	1	0,5
	,400	$,200 < P \leq ,400$	2	92.941	3,00	1	0,5
	,600	$,400 < P \leq ,600$	2	86.988	0,00	2	2,0
	,800	$,600 < P \leq ,800$	2	80.077	2,00	0	0,0
	0,999	$,800 < P \leq 0,999$	2	53.661	2,00	0	3,0
		10		10,00	Chi-Kuadrat =	3,0	
					DK =	2	
					Chi-Kritik =	5,991	

Distribusi NORMAL Diterima
Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasar Tabel 4.2 hasil analisis nilai parameter *Chi Square* untuk distribusi Normal adalah 3, derajat kebebasan 2, dan derajat kepercayaan 5% didapat dari nilai chi-kritik 5,991

Tabel 4.3 Perhitungan Nilai Parameter *Chi Square* untuk Distribusi Log Normal

Kelas	$P(x \geq X_m)$	Ef	Debit (m^3/dt)	Of	Ef - Of	$(Ef-Of)^2 / Ef$	
5	,200	$0 < P \leq ,200$	2	100.231	2,00	0	0,0
	,400	$,200 < P \leq ,400$	2	92.403	4,00	2	2,0
	,600	$,400 < P \leq ,600$	2	86.153	0,00	2	2,0
	,800	$,600 < P \leq ,800$	2	79.425	3,00	1	0,5
	0,999	$,800 < P \leq 0,999$	2	58.208	1,00	1	0,5
		10		10,00	Chi-Kuadrat =	5,0	
					DK =	2	
Distribusi LOG-NORMAL							
Diterima						Chi-Kritik =	5,991

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasar Tabel 4.3 hasil analisis nilai parameter *Chi Square* untuk distribusi Log Normal adalah 5, derajat kebebasan 2, dan derajat kepercayaan 5% didapat dari nilai chi-kritik 5,991

Tabel 4.4 Perhitungan Nilai Parameter *Chi Square* untuk Distribusi Gumbel

Kelas	$P(x \geq X_m)$	Ef	Debit (m^3/dt)	Of	Ef - Of	$(Ef-Of)^2 / Ef$	
5	,200	$0 < P \leq ,200$	2	98.461	3,00	1	0,5
	,400	$,200 < P \leq ,400$	2	90.830	3,00	1	0,5
	,600	$,400 < P \leq ,600$	2	85.478	0,00	2	2,0
	,800	$,600 < P \leq ,800$	2	80.318	2,00	0	0,0
	0,999	$,800 < P \leq 0,999$	2	66.975	1,00	1	0,5
		10		9,00	Chi-Kuadrat =	3,5	
					DK =	2	
Distribusi GUMBEL							
Diterima						Chi-Kritik =	5,991

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasar Tabel 4.4 hasil analisis nilai parameter *Chi Square* untuk distribusi Gumbel adalah 3,5 derajat kebebasan 2, dan derajat kepercayaan 5% didapat dari nilai chi-kritik 5,991

Tabel 4.5 Perhitungan Nilai Parameter *Chi Square* untuk Distribusi Log Pearson III

Kelas	$P(x \geq X_m)$	Ef	Debit (m^3/dt)	Of	Ef - Of	$(Ef-Of)^2 / Ef$	
5	,200	$0 < P \leq ,200$	100.300	2,00	0	0,0	
	,400	$,200 < P \leq ,400$	94.247	2,00	0	0,0	
	,600	$,400 < P \leq ,600$	88.237	2,00	0	0,0	
	,800	$,600 < P \leq ,800$	80.457	2,00	0	0,0	
	0,999	$,800 < P \leq 0,999$	46.937	2,00	0	0,0	
			10	10,00	Chi-Kuadrat =	0,0	
					DK =	1	
Distribusi LOG PEARSON III							
Diterima						Chi-Kritik =	3,841

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan Tabel 4.5 hasil analisis nilai parameter *Chi Square* untuk distribusi Log Pearson III adalah 0, derajat kebebasan 1, dan derajat kepercayaan 5% didapat dari nilai chi-kritik 3,841

b. Uji Smirnov-Kolmogorof

Uji Smirnov-Kolmogorof disebut juga uji kecocokan non parametrik, karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu (Suripin, 2004:58). Hasil analisis pengujiannya disajikan pada tabel 4.6 berikut.

Tabel 4.6 Perhitungan Uji Smirnov-Kolmogorof

Debit (m^3/dt)	m	$P = m/(N+1)$	NORMAL		LOG-NORMAL		GUMBEL		LOG-PEARSON III	
			$P(x \geq X_m)$	Do	$P(x \geq X_m)$	Do	$P(x \geq X_m)$	Do	$P(x \geq X_m)$	Do
103.5	1	0.091	0.125	0.034	0.141	0.051	0.120	0.029	0.114	0.023
102.5	2	0.182	0.143	0.039	0.158	0.024	0.133	0.049	0.139	0.043
100	3	0.273	0.196	0.076	0.205	0.068	0.171	0.102	0.209	0.064
94.5	4	0.364	0.350	0.014	0.339	0.025	0.290	0.074	0.391	0.028
93.5	5	0.455	0.382	0.073	0.367	0.087	0.317	0.137	0.426	0.029
93.5	6	0.545	0.382	0.164	0.367	0.178	0.317	0.228	0.426	0.120
83.5	7	0.636	0.709	0.073	0.684	0.048	0.679	0.043	0.732	0.095
82.64285	8	0.727	0.733	0.006	0.710	0.017	0.713	0.014	0.752	0.025
79.5	9	0.818	0.813	0.005	0.798	0.020	0.828	0.010	0.819	0.001
66.5	10	0.909	0.977	0.068	0.983	0.074	0.999	0.090	0.964	0.055
DKritik =	0.41			0.164		0.178		0.228		0.120
				Diterima		Diterima		Diterima		Diterima

Ket. : m = Peringkat
P = Peluang di lapangan
Do = Selisih peluang lapangan dengan peluang teoritis

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari hasil perhitungan uji distribusi Metode Smirnov-Kolmogorof didapat nilai P Maksimal untuk masing-masing metode distribusi, Seperti yang terlihat pada tabel 4.6 yaitu Metode Normal = 0,164; Metode Log-Normal= 0,178; Metode Gumbel=0,228; MetodeLog-PearsonIII=0,120.

Tabel 4.7 Rekapitulasi Hasil UjiChi-Kuadrat dan Smirnov-Kolmogorof

Distribusi Probabilitas	Metode Chi Square			Metode Smirnov-Kolmogorov		
	X2	X2cr	Keterangan	P	P kritis	Keterangan
Normal	3	5,991	Diterima	0,164	0,41	Diterima
Log-Normal	3	5,991	Diterima	0,178	0,41	Diterima
Gumbel	3	5,991	Diterima	0,228	0,41	Diterima
Log-Pearson III	3	3,841	Diterima	0,120	0,41	Diterima

Dari hasil pengujian masing-masing metode distribusi probabilitas seperti yang terlihat pada tabel 4.7, maka dapat disimpulkan bahwa untuk perhitungan intensitas hujan menggunakan X_T (hujan rencana dengan periode ulang T) dari hasil perhitungan analisis frekuensi dengan Metode Log-Pearson III, karena distribusi probabilitas dengan menggunakan Metode Log-Pearson III mempunyai nilai simpangan maksimal terkecil yaitu 0,120

4.1.3 Perhitungan Distribusi Curah Hujan Analisis Frekuensi

Hasil analisis frekuensi disajikan pada tabel berikut

Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Distribusi Curah Hujan

P(x >= X _m) Probabilitas	T Kala- Ulang	Karakteristik Debit (m ³ /dt) Menurut Probabilitasnya							
		NORMAL		LOG-NORMAL		GUMBEL		LOG-PEARSON III	
		X _T	K _T	X _T	K _T	X _T	K _T	X _T	K _T
0,99	1,	62,591	2,330	64,656	2,154	70,669	1,642	58,398	3,067
0,5	2,	89,964	0,000	89,224	0,063	88,034	0,164	91,329	0,169
0,2	5,	99,852	0,842	100,231	0,874	98,416	0,719	100,300	0,847
0,1	10,	105,020	1,282	106,515	1,409	105,290	1,305	104,131	1,118

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasar Tabel 4.8 diperoleh curah hujan dengan metode Log-Pearson III untuk kala ulang 1 tahun sebesar 58,389 mm; kala ulang 2 tahun = 91,329 mm; kala ulang 5 tahun = 100,300 mm; dan kala ulang 10 tahun sebesar 104,131 mm.

4.1.4 Analisis Intensitas Hujan

Intensitas hujan diperlukan dalam penelitian ini sebagai input *rain gage* yang berupa *time series*. Data *time series* ini berupa data curah hujan jam-jaman. Jika data curah hujan yang ada adalah data curah hujan harian, maka untuk menghitung intensitas hujan dapat dihitung dengan rumus *mononobe* (Suripin, 2004:67).

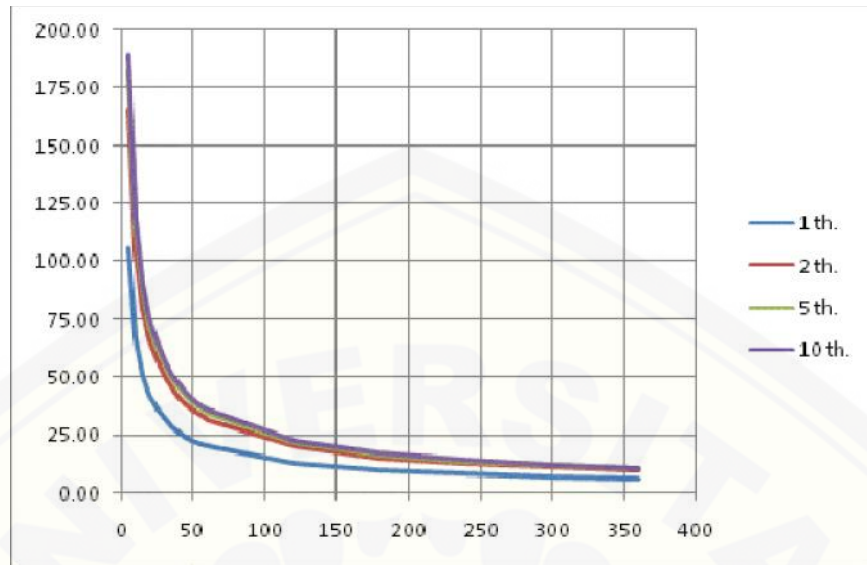
Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Intensitas Hujan

Durasi Menit	Periode Ulang (Tahun)			
	1	2	5	10
5	106.117	165.956	182.256	189.219
10	66.850	104.546	114.814	119.200
15	51.016	79.783	87.620	90.967
20	42.113	65.860	72.328	75.092
25	36.292	56.756	62.331	64.712
30	32.138	50.260	55.197	57.306
35	28.999	45.352	49.806	51.709
40	26.529	41.489	45.564	47.305
45	24.526	38.356	42.123	43.732
50	22.862	35.754	39.266	40.766
55	21.455	33.553	36.849	38.256
60	20.246	31.662	34.772	36.100
120	12.754	19.946	21.905	22.742
180	9.733	15.222	16.717	17.355
240	8.034	12.565	13.799	14.326
300	6.924	10.828	11.892	12.346
360	6.131	9.589	10.531	10.933

Sumber : *Hasil Perhitungan*

Sifat umum hujan adalah makin singkat hujan berlangsung intensitasnya cenderung makin tinggi dan makin besar periode ulangnya makin tinggi pula intensitasnya (Suripin,2004:66).

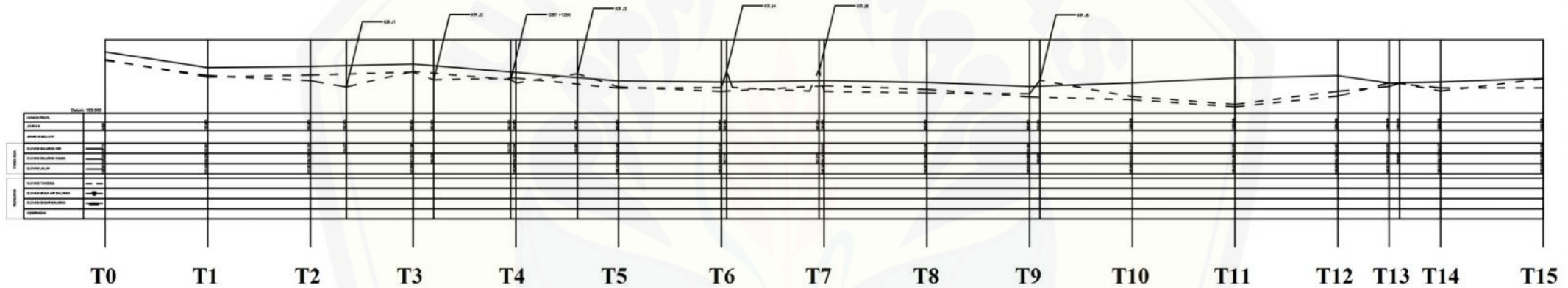
Dari hitungan diatas, dapat digambarkan kurva *Intensity Duration Frequency (IDF)* seperti pada gambar 4.1



Gambar 4.1 Kurva *Intensity Duration Frequency*

4.2 Evaluasi Drainase Eksisting Jalan Karimata Sumpersari Kabupaten Jember

Evaluasi sistem drainase yang ada pada penelitian ini disimulasikan dengan menggunakan software SWMM. Aplikasi ini mensimulasikan pengaruh hujan-runoff suatu wilayah pada sistem drainase.



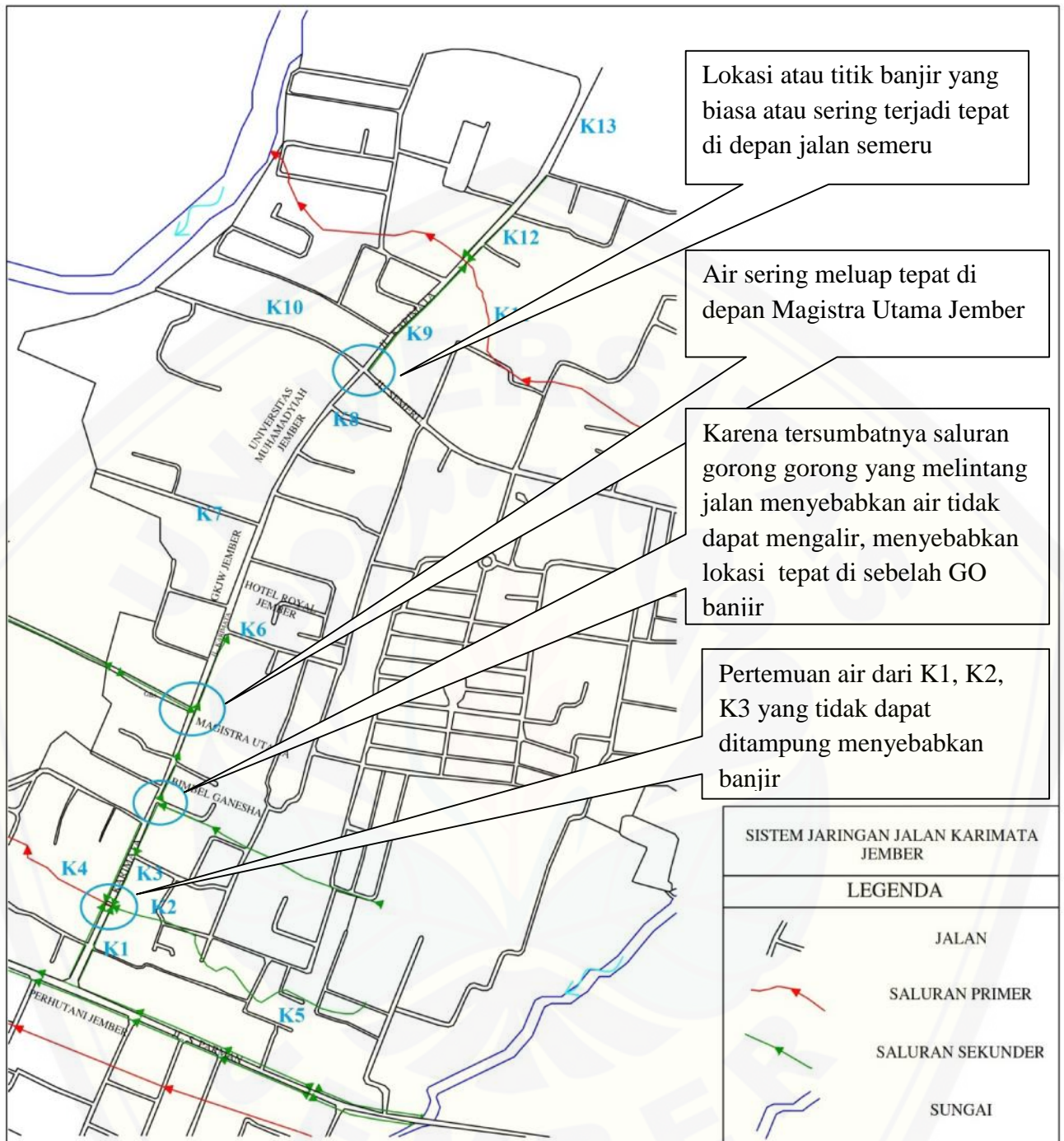
Gambar 4.2 Long Section Jalan Karimata

Berdasar Gambar long section jalan Karimata dapat diketahui bahwa titik tertinggi berada persimpangan antara jalan Karimata dengan Letjen Panjaitan, sedangkan yang terendah adalah berada disekitar tempat persewaan alat pesta Linggarjati. Titik pengamatan T0-T5 dilakukan tiap lima puluh meter, sedangkan titik pengamatan T6-T14 dilakukan per seratus meter. Berikut disajikan detail hasil survai total station.

Tabel 4.10 Topografi Kiri, Tengah, dan Kanan Jalan Karimata

Titik	Kiri	Tengah	Kanan
T0	108,173	108,997	108,237
T1	106,681	107,451	106,528
T2	106,152	107,561	106,739
T3	107,088	107,806	107,011
T4	105,940	106,996	106,430
T5	105,558	106,481	105,451
T6	105,137	106,041	105,502
T7	105,678	106,163	105,141
T8	105,330	105,997	104,987
T9	104,582	105,618	104,906
T10	104,319	105,965	104,615
T11	103,629	106,443	103,861
T12	104,661	106,665	105,155
T13	105,957	105,927	105,605
T14	105,473	106,048	105,173
T15	105,468	106,403	106,353

Tabel 4.10 menunjukkan titik tertinggi kiri adalah T0, yaitu 108,173 m dan terendah T11, 103,629 m. Tengah titik tertingginya adalah titik T0, yaitu 108,997 m, sedangkan terendah adalah T13 dengan ketinggian 105,927 m. Bagian kanan T0 merupakan titik tertinggi dengan 108,237 m dan terendah adalah T11 dengan 103,861 m.



Gambar 4.3 Sistem Jaringan Drainase Jalan Karimata

Sistem jaringan drainase Jalan Karimata pada Gambar 4.3 menunjukkan arah aliran air. Penggambaran arah aliran air berdasar pada survai kondisi lapangan. Tanda melingkar yang ada pada Gambar 4.3 menunjukkan lokasi atau titik banjir pada jalan tersebut. Aliran pada K1 berada di sebelah kanan yang mengalir dari arah per-simpangan lampu merah jalan Panjaitan-S Parman, pada aliran K2 berada di dalam komplek perumahan yang sebagian besar airnya berasal dari pembuangan sisa rumah tangga, pada aliran K3 berada di sebelah kanan jalan yang mengalir dari arah Utara jalan Karimata tepatnya sumber aliran ini berasal dari saluran irigasi sawah dan sisa pembuangan limbah rumah tangga yaitu pada K5, dari ke tiga saluran tersebut berkumpul pada satu titik yang lokasinya tepat di seberang Masjid Summersari. K4 adalah merupakan aliran yang berasal dari keempat aliran yaitu K1, K2, K3, K5 yang nantinya K4 akan mengalir ke dalam perumahan Gunung batu

Pada pertemuan titik saluran antara saluran K5 dengan K3 yang lokasinya tepat berada di sebelah Bimbel (Bimbingan belajar) Ganesha Operation sering terjadinya luapan air saat hujan turun, hal ini disebabkan karena aliran yang berasal dari K5 yaitu yang berupa irigasi dan limbah yang seharusnya di alirkan menuju saluran Gunung Batu melalui saluran drainase yang ada di bawah jalan tidak dapat mengalir, sebab saluran drainase jalan yang ada tertutup. Hal ini yang mengakibatkan setiap kali turun hujan titik ini selalu banjir.

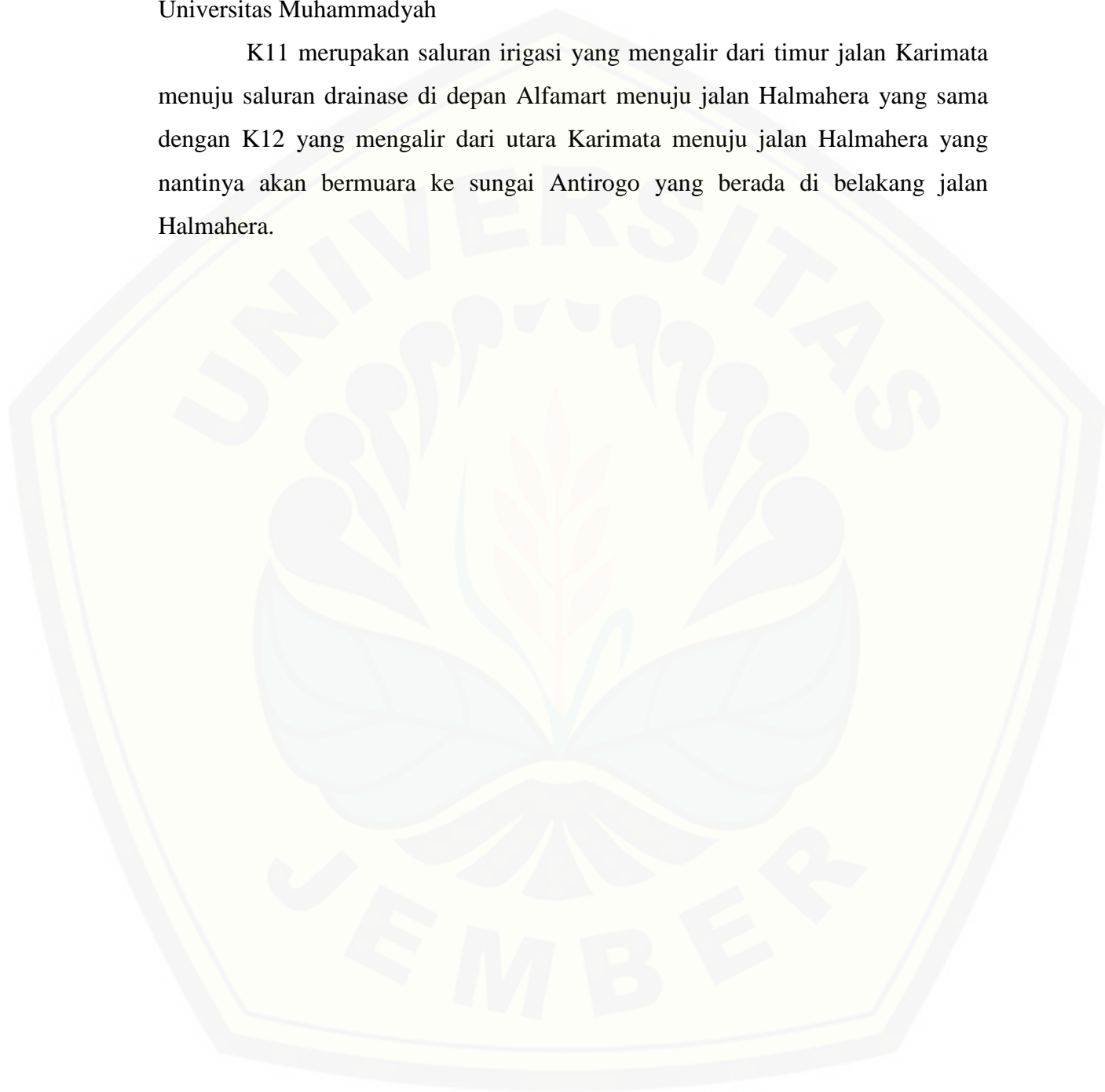
Saluran K6 yang berasal dari pecahan K5 mengalir kearah utara menuju ke Hotel Royal. Sepanjang saluran K6 terdapat titik di depan Magistra Utama dimana saluran drainasenya mengalami pendangkalan, hal ini menyebabkan meluapnya air sampai ke jalan

Pada saluran K7 merupakan saluran drainase jalan yang turun ke dalam perumahan warga yang nantinya air saluran tersebut langsung mengalir ke sungai Antirogo melalui saluran yang berada tepat di belakang Universitas Muhammadiyah

Saluran K8 dengan K9 saluran yang berasal dari selatan dan utara jalan Karimata, dimana bertemu pada satu titik tepat di depan jalan Semeru. Pada pertemuan kedua saluran ini mengakibatkan persimpangan di depan jalan Sumatra sering terjadi genangan air dikarenakan saluran drainase yang ada terjadi endapan.

Pada K10 sama halnya dengan K7 merupakan saluran drainase jalan yang turun ke dalam perumahan warga yang nantinya air saluran tersebut langsung mengalir ke sungai Antirogo melalui saluran yang berada tepat di belakang Universitas Muhammadiyah

K11 merupakan saluran irigasi yang mengalir dari timur jalan Karimata menuju saluran drainase di depan Alfamart menuju jalan Halmahera yang sama dengan K12 yang mengalir dari utara Karimata menuju jalan Halmahera yang nantinya akan bermuara ke sungai Antirogo yang berada di belakang jalan Halmahera.

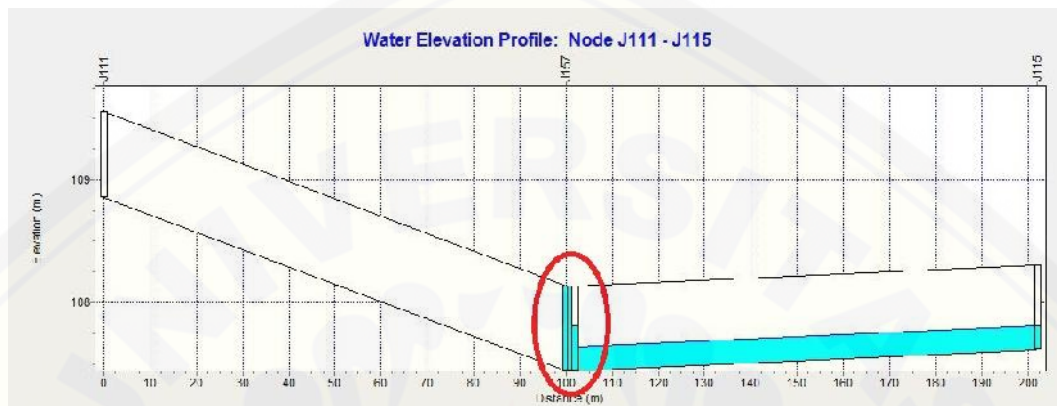


4.2.1 Hasil *Running* SWMM untuk Kala Ulang 1 TahunTabel 4.11 Node Banjir Hasil *Running* SWMM untuk Kala Ulang 1 Tahun

Node	Hours Flooded	Maximum Rate CMS	Time of Max Occurrence days hr:min	Total Flood Volume 10 ⁶ ltr	Maximum Ponded Volume 1000 m ³
J29	0.20	0.119	0 00:10	0.057	0.000
J31	0.41	0.222	0 00:15	0.208	0.000
J33	0.93	0.204	0 00:10	0.409	0.000
J34	0.13	0.011	0 00:20	0.004	0.000
J35	0.97	0.093	0 00:10	0.134	0.000
J36	0.38	0.124	0 00:15	0.105	0.000
J39	1.03	0.171	0 00:10	0.502	0.000
J40	0.53	0.057	0 00:12	0.090	0.000
J47	1.99	0.499	0 00:10	1.066	0.000
J48	1.20	0.165	0 00:10	0.340	0.000
J51	0.24	0.105	0 00:10	0.044	0.000
J55	1.65	0.716	0 00:15	1.762	0.000
J56	1.29	0.323	0 00:15	0.765	0.000
J61	1.32	0.241	0 00:10	0.498	0.000
J62	1.11	0.233	0 00:10	0.424	0.000
J63	1.08	0.197	0 00:10	0.330	0.000
J64	1.22	0.170	0 00:10	0.359	0.000
J81	0.21	0.035	0 00:10	0.012	0.000
J84	1.13	0.025	0 00:07	0.097	0.000
J86	1.07	0.253	0 00:10	0.493	0.000
J88	0.12	0.011	0 00:15	0.004	0.000
J114	1.33	0.077	0 00:10	0.136	0.000
J116	1.33	0.318	0 00:07	1.294	0.000
J126	0.43	0.064	0 00:15	0.052	0.000
J130	0.99	0.443	0 00:15	0.722	0.000
J142	1.27	0.656	0 00:10	1.349	0.000
J146	1.02	0.081	0 00:15	0.158	0.000
J152	0.28	0.037	0 00:15	0.021	0.000
J153	1.03	0.876	0 00:15	1.581	0.000
J156	1.34	0.675	0 00:20	2.148	0.000
J157	0.83	0.111	0 00:15	0.139	0.000
J159	0.71	0.123	0 00:10	0.128	0.000

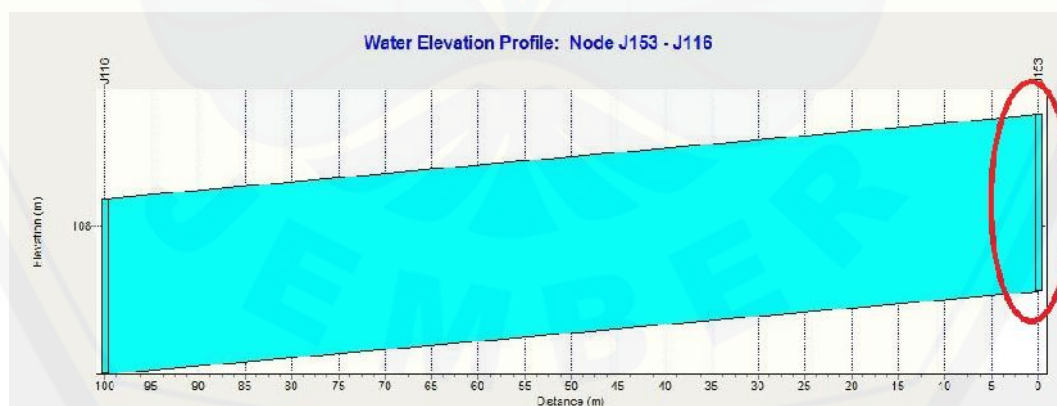
Sumber : Hasil *Running* EPA SWMM 5.0

Berdasar Tabel 4.11, terdapat tujuh *node* banjir pada jalan Karimata dari hasil running SWMM untuk kala ulang tahunan, dimana terlihat dari *node* yang mendapat tanda melingkar. Volume total banjir terbesar di J153 yaitu $1,581.10^6$ L dan terendah J126 dengan $0,052.10^6$ L.



Gambar 4.4 Potongan Melintang J157 Kala Ulang 1 Tahun

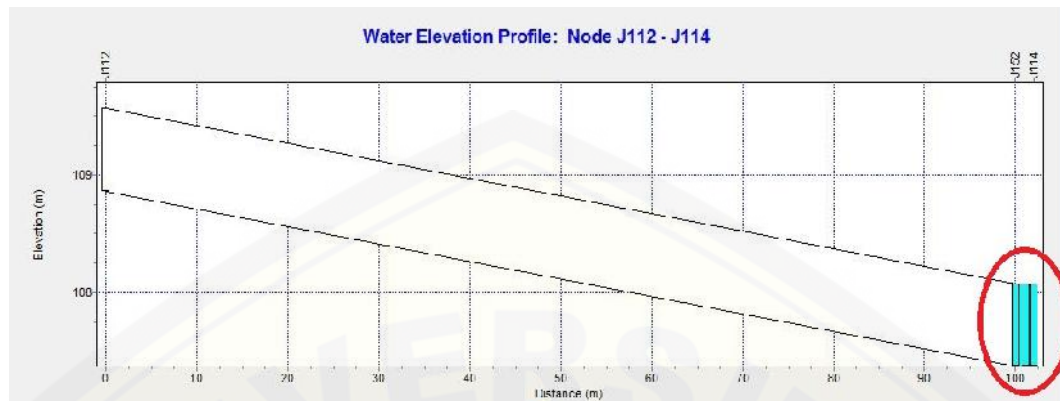
Pada Gambar 4.4 terlihat bahwa saluran J157 penuh, hal ini disebabkan karena mengecilnya dimensi saluran di node pertemuan antara J111 dan J115, pada node J157 kondisi topografi saluran dilihat dari potongan melintang yang ada berbentuk cekung, hal ini yang menyebabkan banjir karena air berkumpul pada satu titik.



Gambar 4.5 Potongan Melintang J153 Kala Ulang 1 Tahun

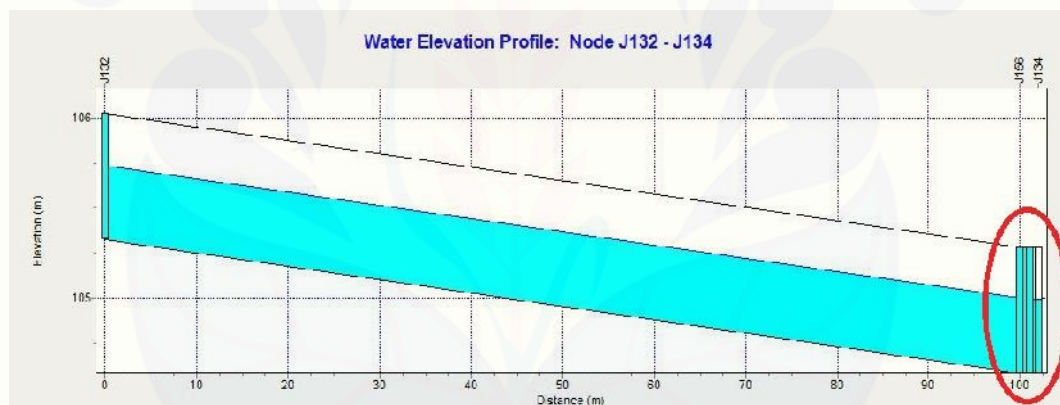
Pada Gambar 4.5 terlihat bahwa saluran J153 penuh, hal ini disebabkan karena mengecilnya dimensi saluran di node pertemuan antara J116 dan J153,

juga dalam kondisi di lapangan diperparah dengan sampah yang menyumbat saluran dan sedimen yang menumpuk.



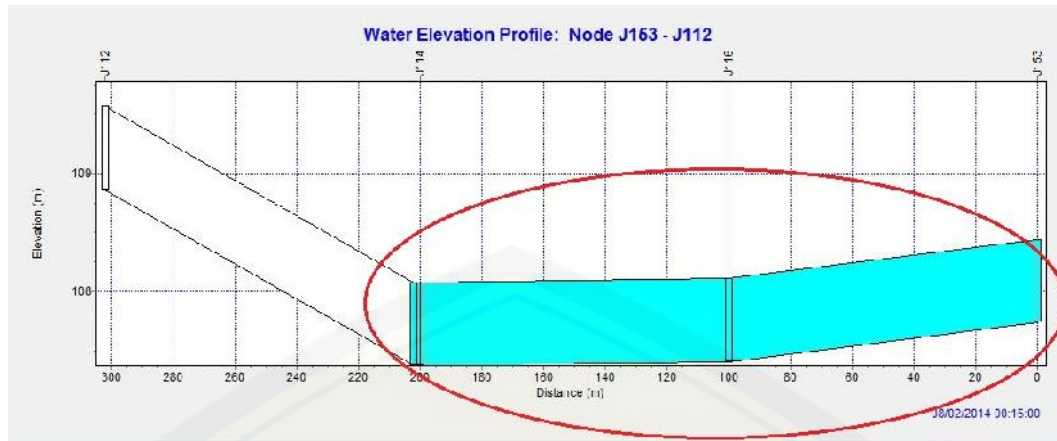
Gambar 4.6 Potongan Melintang J152 Kala Ulang 1 Tahun

Pada Gambar 4.6 terlihat bahwa saluran J152 penuh, hal ini disebabkan karena adanya sedimentasi yang terjadi antara J112 dan J114.



Gambar 4.7 Potongan Melintang J156 Kala Ulang 1 Tahun

Pada Gambar 4.7 terlihat bahwa saluran J156 penuh, hal ini disebabkan sama yang terjadi pada Gambar 4.6 dikarenakan kondisi saluran yg mengalami pendangkalan akibat sedimentasi.



Gambar 4.8 Potongan Melintang J114, J116, J153 Kala Ulang 1 Tahun

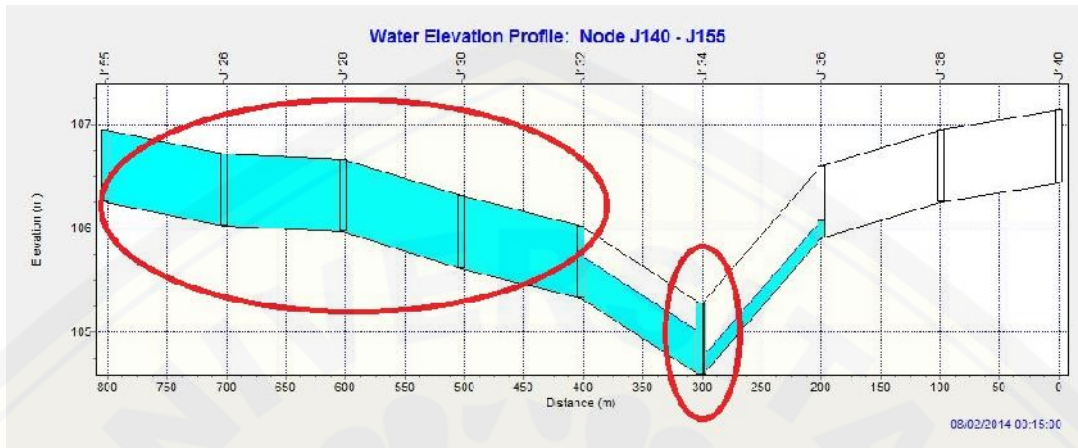
Pada Gambar 4.8 terlihat bahwa saluran J114, J116, J153 penuh, penyebabnya terjadi pertemuan titik saluran antara saluran K5 dengan K3 yaitu yang berupa irigasi dan limbah yang seharusnya di alirkan menuju saluran Gunung Batu melalui saluran drainase yang ada di bawah jalan tidak dapat mengalir, sebab saluran drainase jalan yang ada tertutup.

4.2.2 Hasil *Running* SWMM untuk Kala Ulang 2 TahunTabel 4.12 *Node* Banjir Hasil *Running* SWMM untuk Kala Ulang 2 Tahun

Node	Hours Flooded	Maximum Rate CMS	Time of Max Occurrence days hr:min	Total Flood Volume 10 ⁶ ltr	Maximum Flooded Volume 1000 m ³
J13	0.15	0.145	0 00:10	0.037	0.000
J15	0.26	0.088	0 00:09	0.060	0.000
J21	0.14	0.135	0 00:10	0.033	0.000
J25	0.40	0.326	0 00:15	0.279	0.000
J27	0.58	0.135	0 00:08	0.230	0.000
J28	0.36	0.269	0 00:15	0.180	0.000
J29	0.99	0.231	0 00:08	0.669	0.000
J30	0.97	0.274	0 00:10	0.611	0.000
J31	1.03	0.508	0 00:10	1.076	0.000
J33	1.08	0.250	0 00:10	0.756	0.000
J34	0.99	0.050	0 00:08	0.177	0.000
J35	1.08	0.264	0 00:10	0.465	0.000
J36	1.04	0.331	0 00:15	0.785	0.000
J39	1.13	0.258	0 00:10	0.695	0.000
J40	1.07	0.057	0 00:08	0.215	0.000
J45	0.20	0.235	0 00:10	0.078	0.000
J47	2.98	0.935	0 00:10	2.375	0.000
J48	1.65	0.405	0 00:10	0.825	0.000
J51	1.00	0.495	0 00:10	0.572	0.000
J53	0.55	0.253	0 00:10	0.184	0.000
J54	0.70	0.320	0 00:15	0.344	0.000
J55	2.65	1.195	0 00:10	3.459	0.000
J56	1.69	0.459	0 00:10	1.536	0.000
J57	0.17	0.106	0 00:10	0.033	0.000
J58	0.15	0.116	0 00:10	0.028	0.000
J61	2.03	0.576	0 00:10	1.182	0.000
J62	1.30	0.473	0 00:10	1.039	0.000
J63	1.23	0.370	0 00:10	0.846	0.000
J64	1.68	0.420	0 00:10	0.869	0.000
J81	0.98	0.125	0 00:10	0.110	0.000
J84	1.30	0.025	0 00:06	0.107	0.000
J86	1.18	0.253	0 00:08	0.936	0.000
J88	0.82	0.022	0 00:08	0.061	0.000
J90	0.72	0.021	0 00:08	0.051	0.000
J94	0.64	0.028	0 00:08	0.058	0.000
J96	0.55	0.329	0 00:10	0.283	0.000
J102	0.14	0.073	0 00:10	0.020	0.000
J113	0.18	0.018	0 00:15	0.008	0.000
J114	1.93	0.168	0 00:10	0.303	0.000
J116	1.99	0.318	0 00:06	1.555	0.000
J126	1.04	0.159	0 00:09	0.465	0.000
J128	0.50	0.153	0 00:15	0.134	0.000
J130	1.13	1.050	0 00:10	2.480	0.000
J134	0.21	0.046	0 00:10	0.017	0.000
J142	1.77	1.578	0 00:10	3.030	0.000
J146	1.18	0.249	0 00:15	0.553	0.000
J152	1.02	0.221	0 00:10	0.339	0.000
J153	1.18	2.439	0 00:10	5.534	0.000
J155	0.44	0.150	0 00:15	0.125	0.000
J156	1.91	1.263	0 00:15	3.908	0.000
J157	1.10	0.376	0 00:15	0.777	0.000
J159	1.07	0.439	0 00:10	0.722	0.000

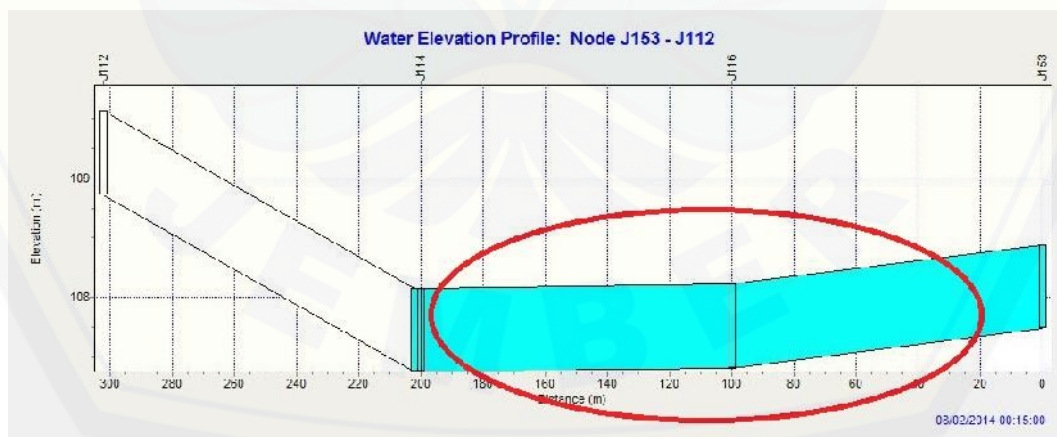
Sumber : Hasil *Running* EPA SWMM 5.0

Berdasar Tabel 4.12, terdapat tiga belas *node* banjir dari hasil running SWMM untuk kala ulang dua tahun, dimana terlihat dari *node* yang mendapat tanda melingkar. Volume total banjir terbesar di J153 dan terendah J134.



Gambar 4.9 Potongan Melintang J155-J140 Kala Ulang 2 Tahun

Pada Gambar 4.9 terlihat bahwa saluran J155-132 penuh, hal ini disebabkan karena sedimen yang terjadi pada saluran di node pertemuan antara J126 dan J128 juga pada J130-J132. Untuk J134 melihat kontur topografi jalan dan wilayah yang cenderung cekung juga karena volume debit air pada kala ulang 2 tahun lebih besar dari kala ulang 1 tahun, dimana terjadi penambahan titik banjir pada J155-126 dan pada J128-130.



Gambar 4.10 Potongan Melintang J114, J116, J153 Kala Ulang 2 Tahun

Pada Gambar 4.10 terlihat bahwa saluran J114, J116, J153 penuh, hal ini disebabkan karena bersatunya air dari K5 menuju ke K3 yang menyebabkan terjadi peningkatan volume yang besar sehingga saluran tidak dapat menampung debit air yang besar. Sehingga pada J114, J116, J153 pada simulasi dengan kala ulang dua tahun terjadi banjir.

Pada node J113, J156-J159 untuk kala hujan 2 tahun kondisi potongan melintang sama dengan kala hujan tahunan, namun hanya terjadi perbedaan jumlah debit volume air.



4.2.3 Hasil *Running* SWMM untuk Kala Ulang 5 Tahun

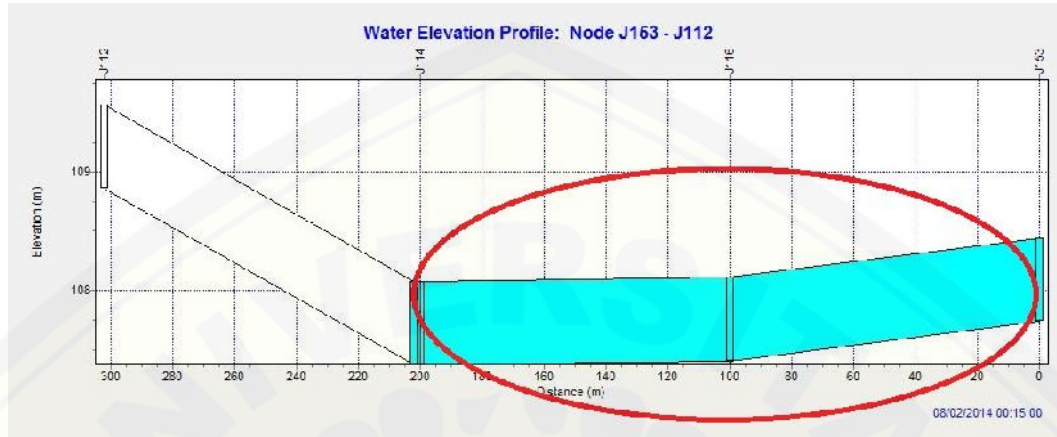
Tabel 4.13 Node Banjir Hasil *Running* SWMM untuk Kala Ulang 5 Tahun

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 1000 m3
J13	0.15	0.145	0 00:10	0.037	0.000
J15	0.26	0.088	0 00:09	0.060	0.000
J21	0.14	0.135	0 00:10	0.033	0.000
J25	0.40	0.326	0 00:15	0.279	0.000
J27	0.58	0.135	0 00:08	0.230	0.000
J28	0.36	0.269	0 00:15	0.180	0.000
J29	0.99	0.231	0 00:08	0.669	0.000
J30	0.97	0.274	0 00:10	0.611	0.000
J31	1.03	0.508	0 00:10	1.076	0.000
J33	1.08	0.250	0 00:10	0.756	0.000
J34	0.99	0.050	0 00:08	0.177	0.000
J35	1.08	0.264	0 00:10	0.465	0.000
J36	1.04	0.331	0 00:15	0.785	0.000
J39	1.13	0.258	0 00:10	0.695	0.000
J40	1.07	0.057	0 00:08	0.215	0.000
J45	0.20	0.235	0 00:10	0.078	0.000
J47	2.98	0.935	0 00:10	2.375	0.000
J48	1.65	0.405	0 00:10	0.825	0.000
J51	1.00	0.495	0 00:10	0.572	0.000
J53	0.55	0.253	0 00:10	0.184	0.000
J54	0.70	0.320	0 00:15	0.344	0.000
J55	2.65	1.195	0 00:10	3.459	0.000
J56	1.69	0.459	0 00:10	1.536	0.000
J57	0.17	0.106	0 00:10	0.033	0.000
J58	0.15	0.116	0 00:10	0.028	0.000
J61	2.03	0.576	0 00:10	1.182	0.000
J62	1.30	0.473	0 00:10	1.039	0.000
J63	1.23	0.370	0 00:10	0.846	0.000
J64	1.68	0.420	0 00:10	0.869	0.000
J81	0.98	0.125	0 00:10	0.110	0.000
J84	1.30	0.025	0 00:06	0.107	0.000
J88	0.82	0.022	0 00:08	0.061	0.000
J90	0.72	0.021	0 00:08	0.051	0.000
J94	0.64	0.028	0 00:08	0.058	0.000
J96	0.55	0.329	0 00:10	0.283	0.000
J102	0.14	0.073	0 00:10	0.020	0.000
J113	0.18	0.018	0 00:15	0.008	0.000
J114	1.93	0.168	0 00:10	0.303	0.000
J116	1.99	0.318	0 00:06	1.555	0.000
J126	1.04	0.159	0 00:09	0.465	0.000
J128	0.50	0.153	0 00:15	0.134	0.000
J130	1.13	1.050	0 00:10	2.480	0.000
J134	0.21	0.046	0 00:10	0.017	0.000
J142	1.77	1.578	0 00:10	3.030	0.000
J146	1.18	0.249	0 00:15	0.553	0.000
J152	1.02	0.221	0 00:10	0.339	0.000
J153	1.18	2.439	0 00:10	5.534	0.000
J155	0.44	0.150	0 00:15	0.125	0.000
J156	1.91	1.263	0 00:15	3.908	0.000
J157	1.10	0.376	0 00:15	0.777	0.000
J159	1.07	0.439	0 00:10	0.722	0.000

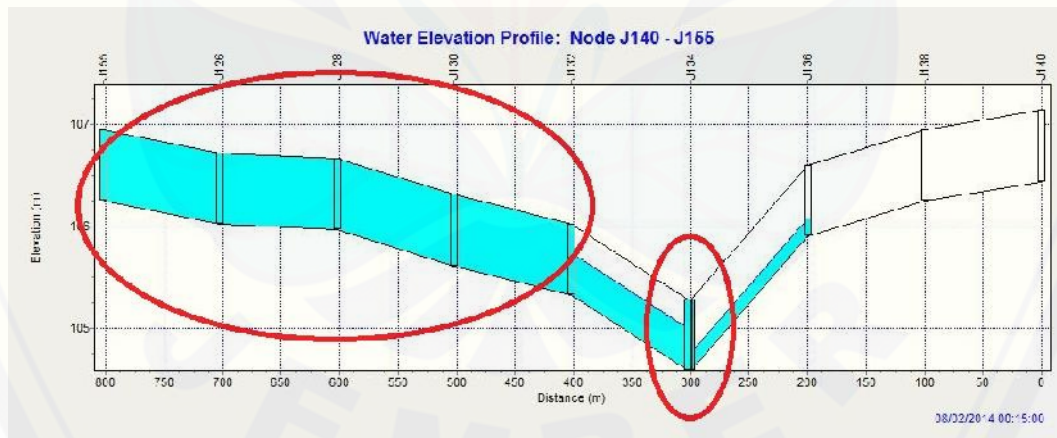
Sumber : Hasil *Running* EPA SWMM 5.0

Berdasar Tabel 4.13, terdapat tiga belas *node* banjir dari hasil running SWMM untuk kala ulang lima tahun, dimana terlihat dari *node* yang mendapat tanda melingkar. Volume total banjir terbesar di J53 dan terendah J134.



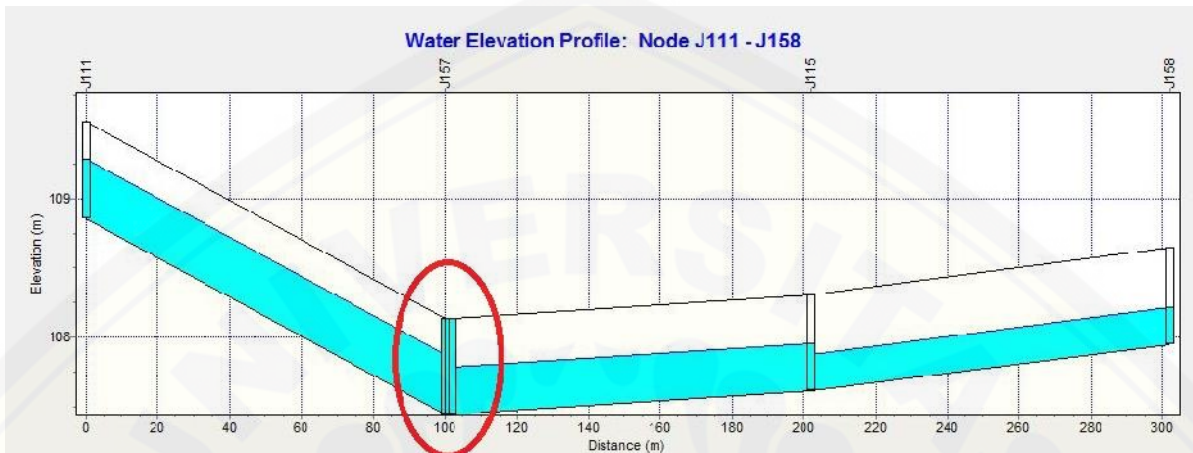
Gambar 4.11 Potongan Melintang J114, J116, J153 Kala Ulang 5 Tahun

Pada Gambar 4.11 terlihat bahwa saluran J114, J116, J153 penuh, hal ini sama dengan yang disebabkan pada kala ulang 2 tahun, disebabkan karena bersatunya air dari K5 menuju ke K3 namun pada kala ulang 5 tahun terjadi peningkatan volume yang besar dibanding dengan kala ulang 2 tahun.



Gambar 4.12 Potongan Melintang J155-J140 Kala Ulang 5 Tahun

Pada Gambar 4.12 terlihat bahwa saluran J155 sampai J132 penuh, penyebabnya adalah kecilnya dimensi saluran dan banyaknya endapan pada J155 sampai J132 sehingga besarnya debit yang terjadi tidak dapat mengalir sempurna tetapi meluap dan menggenangi jalan.



Gambar 4.13 Potongan Melintang J157 Kala Ulang 5 Tahun

Pada Gambar 4.13 terlihat bahwa saluran J157 penuh, penyebabnya adalah bertumpuknya saluran yang dari arah J158 dan J111 menjadi satu titik di J157, dengan beda tinggi antara J111 dengan J157 juga dengan J158 membuat J157 nampak seperti cekungan, hal inilah yang menyebabkan J157 terjadi banjir.

4.2.4 Hasil *Running* untuk Kala Ulang 10 Tahun

Tabel 4.14 *Node* Banjir Hasil *Running* SWMM untuk Kala Ulang 10 Tahun

```

*****
Node Flooding Summary
*****

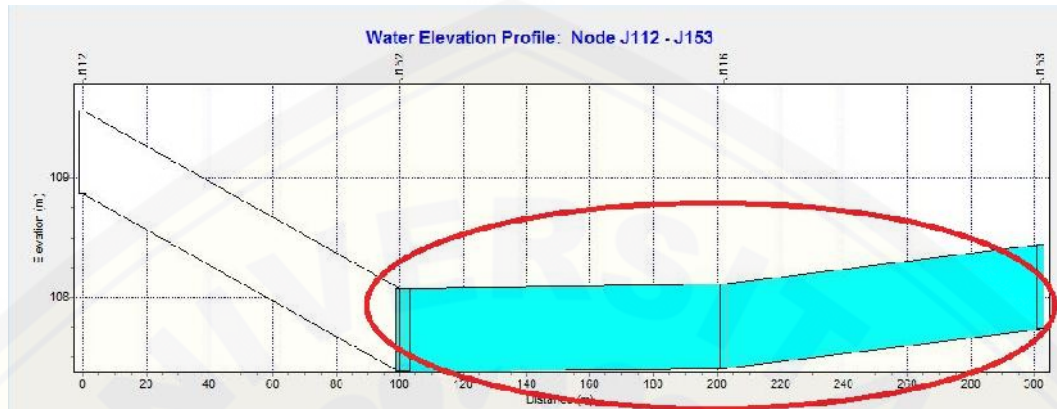
Flooding refers to all water that overflows a node, whether it ponds or not.
-----

```

Node	Hours Flooded	Maximum Rate CMS	Time of Max Occurrence days hr:min	Total Flood Volume 10 ⁶ ltr	Maximum Ponded Volume 1000 m3
J4	0.04	0.036	0 00:10	0.003	0.000
J11	0.07	0.068	0 00:10	0.008	0.000
J13	0.20	0.156	0 00:10	0.068	0.000
J15	0.34	0.088	0 00:09	0.081	0.000
J21	0.20	0.203	0 00:10	0.066	0.000
J25	0.52	0.372	0 00:15	0.408	0.000
J27	0.73	0.135	0 00:08	0.299	0.000
J28	0.47	0.393	0 00:15	0.332	0.000
J29	1.01	0.231	0 00:08	0.763	0.000
J30	0.99	0.274	0 00:10	0.754	0.000
J31	1.04	0.570	0 00:10	1.205	0.000
J33	1.08	0.260	0 00:10	0.780	0.000
J34	1.02	0.050	0 00:08	0.182	0.000
J35	1.09	0.301	0 00:10	0.536	0.000
J36	1.06	0.375	0 00:15	0.902	0.000
J39	1.14	0.276	0 00:10	0.733	0.000
J40	1.09	0.057	0 00:07	0.219	0.000
J45	0.27	0.328	0 00:10	0.135	0.000
J47	3.09	0.984	0 00:10	2.615	0.000
J48	1.77	0.457	0 00:10	0.930	0.000
J51	1.02	0.577	0 00:10	0.723	0.000
J53	0.69	0.315	0 00:10	0.270	0.000
J54	0.89	0.402	0 00:15	0.513	0.000
J55	2.79	1.294	0 00:10	3.742	0.000
J56	1.79	0.471	0 00:10	1.610	0.000
J57	0.23	0.149	0 00:10	0.058	0.000
J58	0.20	0.169	0 00:10	0.055	0.000
J61	2.13	0.648	0 00:10	1.330	0.000
J62	1.36	0.503	0 00:10	1.156	0.000
J63	1.27	0.378	0 00:10	0.937	0.000
J64	1.80	0.473	0 00:10	0.979	0.000
J81	1.00	0.143	0 00:10	0.141	0.000
J84	1.36	0.025	0 00:06	0.110	0.000
J86	1.19	0.253	0 00:07	0.957	0.000
J88	0.98	0.022	0 00:07	0.075	0.000
J90	0.88	0.021	0 00:08	0.063	0.000
J94	0.78	0.028	0 00:08	0.072	0.000
J96	0.68	0.360	0 00:10	0.386	0.000
J102	0.19	0.141	0 00:10	0.053	0.000
J113	0.24	0.032	0 00:15	0.018	0.000
J114	2.10	0.186	0 00:10	0.341	0.000
J116	2.20	0.318	0 00:06	1.619	0.000
J126	1.06	0.159	0 00:08	0.518	0.000
J128	0.67	0.202	0 00:10	0.207	0.000
J130	1.14	1.184	0 00:10	2.810	0.000
J134	0.27	0.065	0 00:10	0.029	0.000
J142	1.88	1.776	0 00:10	3.387	0.000
J146	1.19	0.284	0 00:15	0.639	0.000
J152	1.03	0.264	0 00:10	0.425	0.000
J153	1.21	2.814	0 00:10	6.410	0.000
J155	0.58	0.202	0 00:10	0.203	0.000
J156	2.11	1.388	0 00:15	4.299	0.000
J157	1.12	0.432	0 00:15	0.920	0.000
J159	1.08	0.506	0 00:10	0.853	0.000

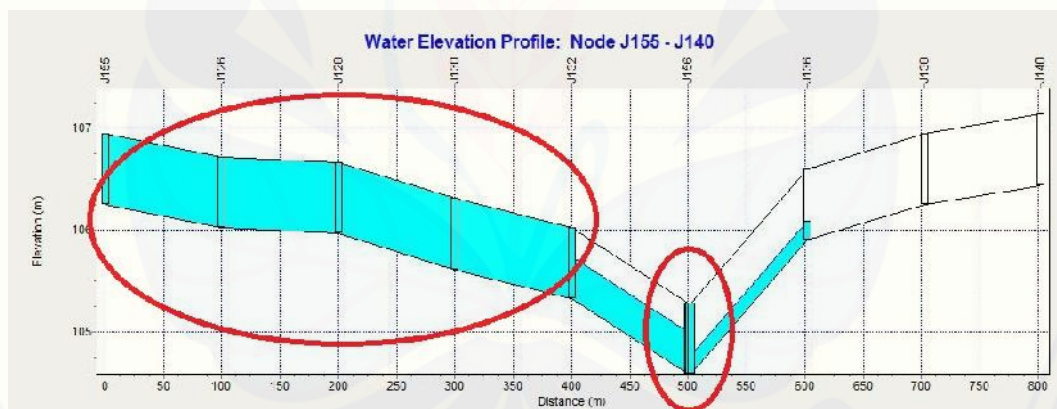
Sumber : Hasil *Running* EPA SWMM 5.

Berdasar Tabel 4.14, terdapat tiga belas *node* yang banjir, dimana terlihat dari *node* yang mendapat tanda melingkar. Jika menggunakan kala ulang 10 tahun dengan simulasi SWMM, titik-titik daerah yang banjir sama dengan kala ulang 5 tahun, perbedaannya terletak pada total volume banjir.



Gambar 4.14 Potongan Melintang J152-J153 Kala Ulang 10 Tahun

Pada Gambar 4.14 terlihat bahwa saluran J152-J153 penuh, sama halnya dengan kala ulang 5 tahun terjadi meluapnya air ke badan jalan.

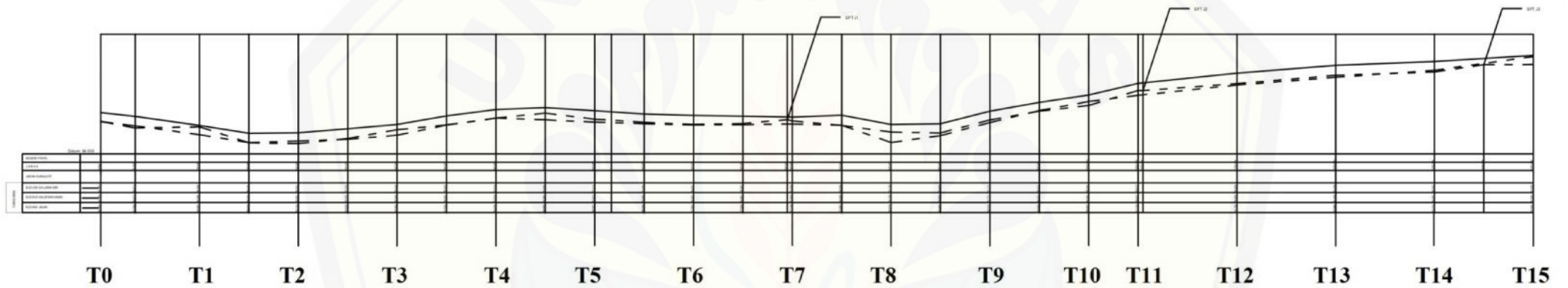


Gambar 4.15 Potongan Melintang J155-J140 Kala Ulang 10 Tahun

Pada Gambar 4.15 terlihat bahwa saluran J155 sampai J132 penuh, penyebabnya adalah kecilnya dimensi saluran dan banyaknya endapan pada J155 sampai J132 sehingga besarnya debit yang terjadi tidak dapat mengalir sempurna tetapi meluap dan menggenangi jalan

4.3 Evaluasi Drainase Eksisting Jalan Letjen Suprpto Summersari Kabupaten Jember

Evaluasi sistem drainase yang ada pada penelitian ini disimulasikan dengan menggunakan software SWMM. Aplikasi ini mensimulasikan pengaruh hujan-runoff suatu wilayah pada sistem drainase



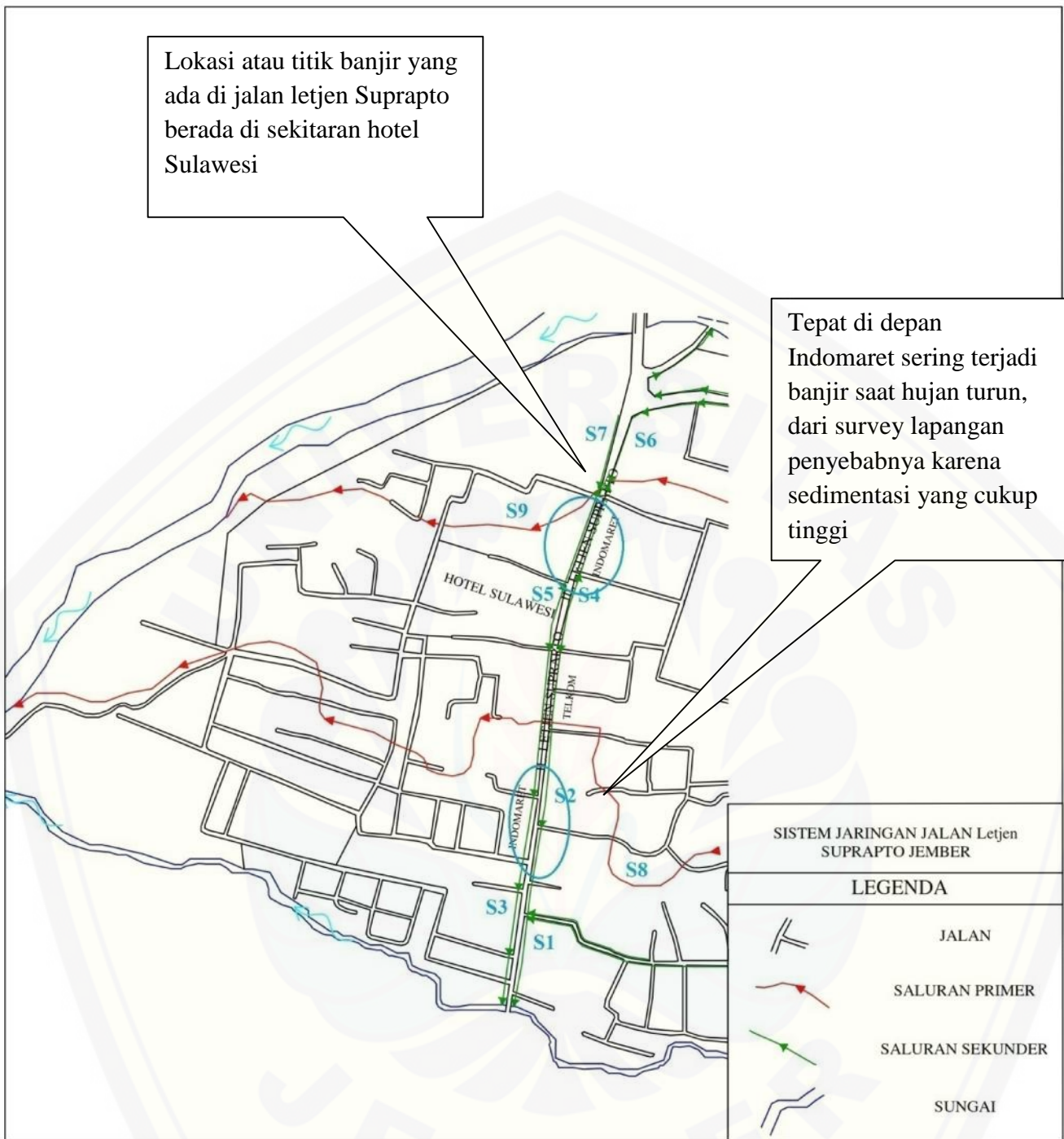
Gambar 4.16 Long Section Jalan Letjen Suprpto

Berdasar Gambar *long section* jalan Letjen Suprpto dapat diketahui bahwa titik tertinggi berada sekitar Telkom Kebonsari, sedangkan yang terendah adalah berada disekitar Indomaret Hotel Sulawesi. Titik pengamatan T0-T15 dilakukan tiap lima puluh meter. Berikut disajikan detail hasil survai *total station*

Tabel 4.15 Topografi Kiri, Tengah, dan Kanan Jalan Letjen Suprpto

Titik	Kiri	Tengah	Kanan
T0	87,293	88,164	87,293
T1	86,999	86,884	86,999
T2	85,121	86,075	85,121
T3	85,051	86,134	85,051
T4	85,552	86,535	85,552
T5	86,444	86,984	86,444
T6	86,927	87,835	86,927
T7	87,616	88,476	87,616
T8	87,441	88,666	87,441
T9	87,214	88,357	87,214
T10	87,053	88,036	87,053
T11	86,927	87,893	86,927
T12	86,961	87,820	86,961
T13	87,033	87,716	87,033
T14	86,898	87,897	86,898
T15	85,158	86,979	85,158

Tabel 4.15 menunjukkan titik tertinggi kiri adalah T7, yaitu 87,616 m dan terendah T3, 85,051 m. Tengah titik tertingginya adalah titik T8, yaitu 88,666 m, sedangkan terendah adalah T3 dengan ketinggian 86,134 m. Bagian kanan T7 merupakan titik tertinggi dengan 87,616 m dan terendah adalah T3 dengan 85,051 m.



Gambar 4.17 Sistem Jaringan Drainase Jalan Letjen Suprpto

Sistem jaringan drainase Jalan Letjen Suprpto pada Gambar 4.17 menunjukkan arah aliran air. Penggambaran arah aliran air berdasar pada survei kondisi lapangan. Tanda melingkar yang ada pada Gambar 4.17 menunjukkan lokasi atau titik banjir pada jalan tersebut. Aliran pada S1 merupakan aliran yang berasal dari atas pemukiman Bukit Permai dan dari drainase jalan letjen Suprpto sendiri, aliran S1 langsung bermuara atau langsung terbuang masuk ke Sungai Cakol.

Pada aliran S2 dan S3 hanya berupa aliran yang berasal dari drainase jalan dan tidak ada percabangan aliran, tetapi terdapat titik dimana tepat di depan Indomaret Kebonsari sering terjadi banjir saat hujan. Hal ini disebabkan karena terjadi sedimen/endapan di dalam saluran drainase. Selain terjadi endapan/sedimen juga tersumbatnya lubang lubang outlet oleh sampah, sehingga menghambat laju air untuk masuk kedalam saluran. Dari kedalam 70cm saluran kedalaman sedimen itu sendiri yang ada mencapai 35cm.

Aliran S3 dan S4 mengalir dari depan kantor Telkom menuju kearah utara, disini terdapat titik banjir. Banjir pada titik ini yang berada di sekitaran depan hotel Sulawesi terjadi dikarenakan kontur topografi jalan ini cenderung berbentuk cekung sehingga air seperti tertampung, selain topografi juga kondisi saluran yang ada terdapat sedimen juga lubang outlet yang banyak terdapat sampah sampah yang mnghambat.

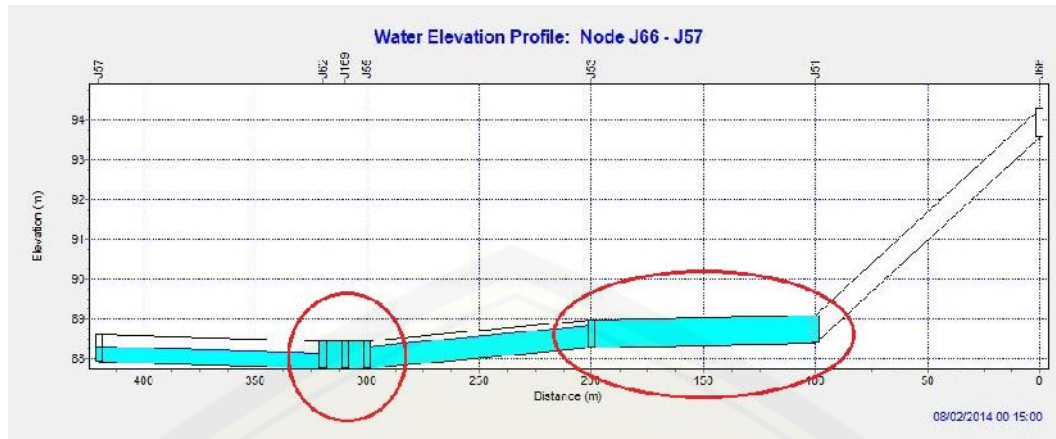
Untuk Saluran S9 merupakan saluran primer yang nantinya bermuara ke sungai bedadung. Saluran primer ini menerima buangan air dari S6 dan S7 juga sebagian air dari S3 dan S4

4.3.1 Hasil *Running* SWMM untuk Kala Ulang 1 TahunTabel 4.16 *Node* Banjir Hasil *Running* SWMM untuk Kala Ulang 1 Tahun

Node	Hours Flooded	Maximum Rate CMS	Time of Max Occurrence days hr:min	Total Flood Volume 10 ⁶ ltr	Maximum Ponded Volume 1000 m ³
J29	0.20	0.119	0 00:10	0.057	0.000
J31	0.41	0.222	0 00:15	0.208	0.000
J33	0.93	0.204	0 00:10	0.409	0.000
J34	0.13	0.011	0 00:20	0.004	0.000
J35	0.97	0.093	0 00:10	0.134	0.000
J36	0.38	0.124	0 00:15	0.105	0.000
J39	1.03	0.171	0 00:10	0.502	0.000
J40	0.53	0.057	0 00:12	0.090	0.000
J47	1.99	0.499	0 00:10	1.066	0.000
J48	1.20	0.165	0 00:10	0.340	0.000
J51	0.24	0.105	0 00:10	0.044	0.000
J55	1.65	0.716	0 00:15	1.762	0.000
J56	1.29	0.323	0 00:15	0.765	0.000
J61	1.32	0.241	0 00:10	0.498	0.000
J62	1.11	0.233	0 00:10	0.424	0.000
J63	1.08	0.197	0 00:10	0.330	0.000
J64	1.22	0.170	0 00:10	0.359	0.000
J81	0.21	0.035	0 00:10	0.012	0.000
J84	1.13	0.025	0 00:07	0.097	0.000
J86	1.07	0.253	0 00:10	0.493	0.000
J88	0.12	0.011	0 00:15	0.004	0.000
J114	1.33	0.077	0 00:10	0.136	0.000
J116	1.33	0.318	0 00:07	1.294	0.000
J126	0.43	0.064	0 00:15	0.052	0.000
J130	0.99	0.443	0 00:15	0.722	0.000
J142	1.27	0.656	0 00:10	1.349	0.000
J146	1.02	0.081	0 00:15	0.158	0.000
J152	0.28	0.037	0 00:15	0.021	0.000
J153	1.03	0.876	0 00:15	1.581	0.000
J156	1.34	0.675	0 00:20	2.148	0.000
J157	0.83	0.111	0 00:15	0.139	0.000
J159	0.71	0.123	0 00:10	0.128	0.000

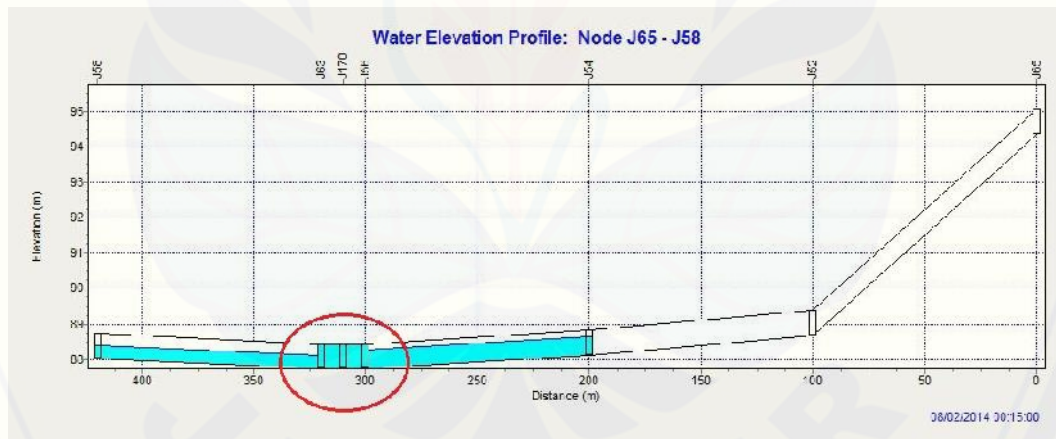
Sumber : Hasil *Running* EPA SWMM 5.0

Berdasar Tabel 4.16, terdapat sembilan *node* banjir, dimana terlihat dari *node* yang mendapat tanda melingkar pada jalan Letjen Suprpto dari hasil *running* SWMM untuk kala ulang tahunan. Volume total banjir terbesar di J63 yaitu $0,330.10^6$ L dan terendah J51 dengan $0,044.10^6$ L

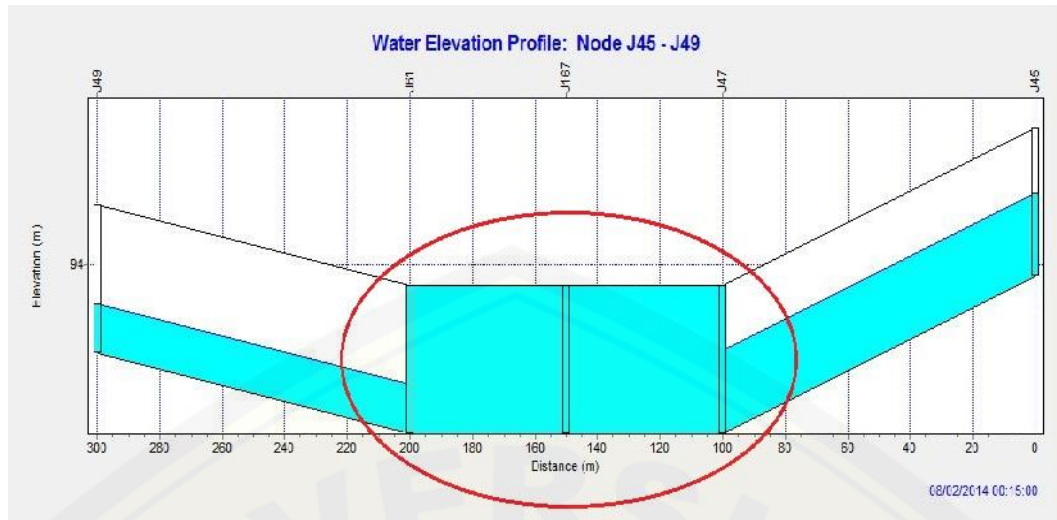


Gambar 4.18 Potongan Melintang J62, J169, J65 dan J53-J51 Kala Ulang 1 Tahun (Kiri)

Pada Gambar 4.18 terlihat bahwa saluran J62, J169, J55 penuh, hal ini disebabkan karena terjadi sedimen dan tertutupnya lubang outlet oleh sampah yang tepat lokasinya berada di depan Indomaret kebonsari, juga terjadi sama halnya pada J53-J51. Untuk *node* J62 dan J55 pada saluran ini sama halnya dengan *node* J56 dan J63 hanya letak dari *node* J56 dan J63 berada pada sebelah kanan jalan Suprpto

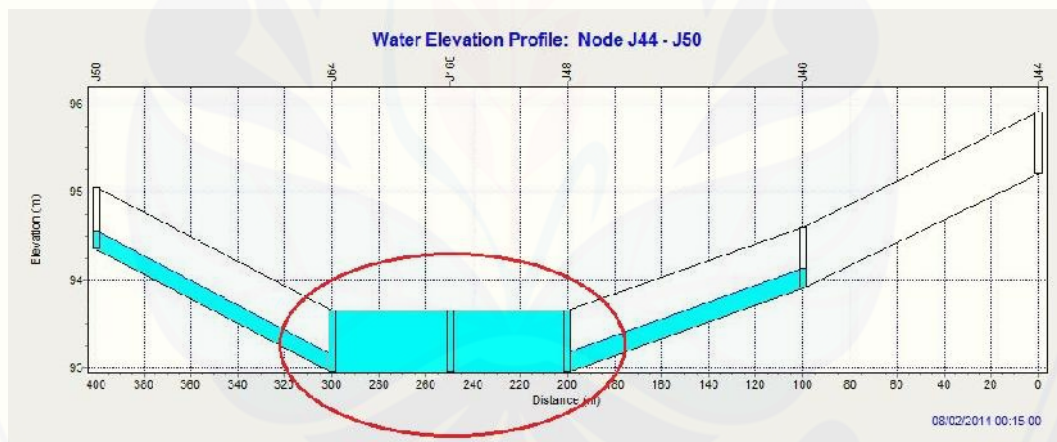


Gambar 4.19 Potongan Melintang J55-J63 Kala Ulang 1 Tahun (Kanan)



Gambar 4.20 Potongan Melintang J61-J47 Kala Ulang 1 Tahun (Kiri)

Pada Gambar 4.20 terlihat bahwa saluran J61-J47 penuh, hal ini disebabkan karena terjadi sedimen dan tertutupnya lubang outlet oleh juga dengan melihat kondisi topografi yang cenderung cekung sehingga air seperti tertampung. Untuk node J61 dan J47 pada saluran ini sama halnya dengan *node* J48 dan J64 hanya letak dari *node* J48 dan J64 berada pada sebelah kanan jalan Suprpto



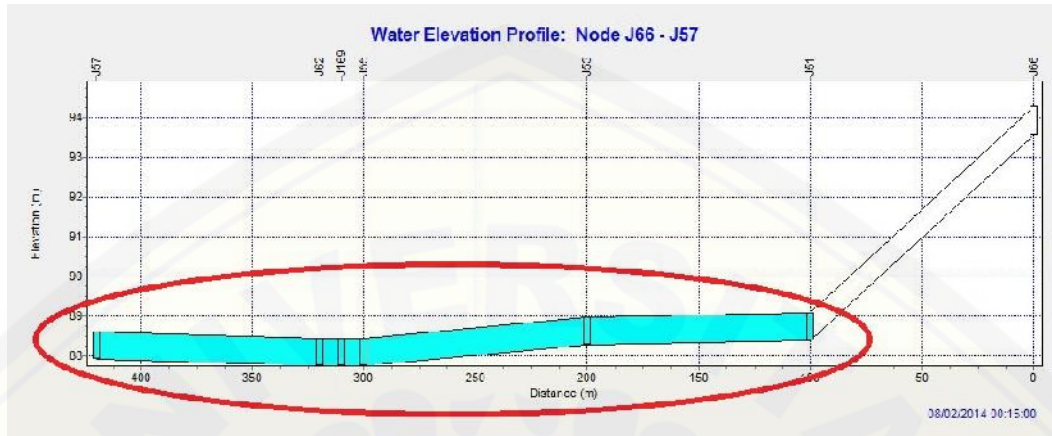
Gambar 4.21 Potongan Melintang J64-J48 Kala Ulang 1 Tahun (Kanan)

4.3.2 Hasil *Running* SWMM untuk Kala Ulang 2 TahunTabel 4.17 *Node* Banjir Hasil *Running* SWMM untuk Kala Ulang 2 Tahun

Node	Hours Flooded	Maximum Rate CMS	Time of Max Occurrence days hr:min	Total Flood Volume 10 ⁶ ltr	Maximum Ponded Volume 1000 m ³
J13	0.15	0.145	0 00:10	0.037	0.000
J15	0.26	0.088	0 00:09	0.060	0.000
J21	0.14	0.135	0 00:10	0.033	0.000
J25	0.40	0.326	0 00:15	0.279	0.000
J27	0.58	0.135	0 00:08	0.230	0.000
J28	0.36	0.269	0 00:15	0.180	0.000
J29	0.99	0.231	0 00:08	0.669	0.000
J30	0.97	0.274	0 00:10	0.611	0.000
J31	1.03	0.508	0 00:10	1.076	0.000
J33	1.08	0.250	0 00:10	0.756	0.000
J34	0.99	0.050	0 00:08	0.177	0.000
J35	1.08	0.264	0 00:10	0.465	0.000
J36	1.04	0.331	0 00:15	0.785	0.000
J39	1.13	0.258	0 00:10	0.695	0.000
J40	1.07	0.057	0 00:08	0.215	0.000
J45	0.20	0.235	0 00:10	0.078	0.000
J47	2.98	0.935	0 00:10	2.375	0.000
J48	1.65	0.405	0 00:10	0.825	0.000
J51	1.00	0.495	0 00:10	0.572	0.000
J53	0.55	0.253	0 00:10	0.184	0.000
J54	0.70	0.320	0 00:15	0.344	0.000
J55	2.65	1.195	0 00:10	3.459	0.000
J56	1.69	0.459	0 00:10	1.536	0.000
J57	0.17	0.106	0 00:10	0.033	0.000
J58	0.15	0.116	0 00:10	0.028	0.000
J61	2.03	0.576	0 00:10	1.182	0.000
J62	1.30	0.473	0 00:10	1.039	0.000
J63	1.23	0.370	0 00:10	0.846	0.000
J64	1.68	0.420	0 00:10	0.869	0.000
J81	0.98	0.125	0 00:10	0.110	0.000
J84	1.30	0.025	0 00:06	0.107	0.000
J86	1.18	0.253	0 00:08	0.936	0.000

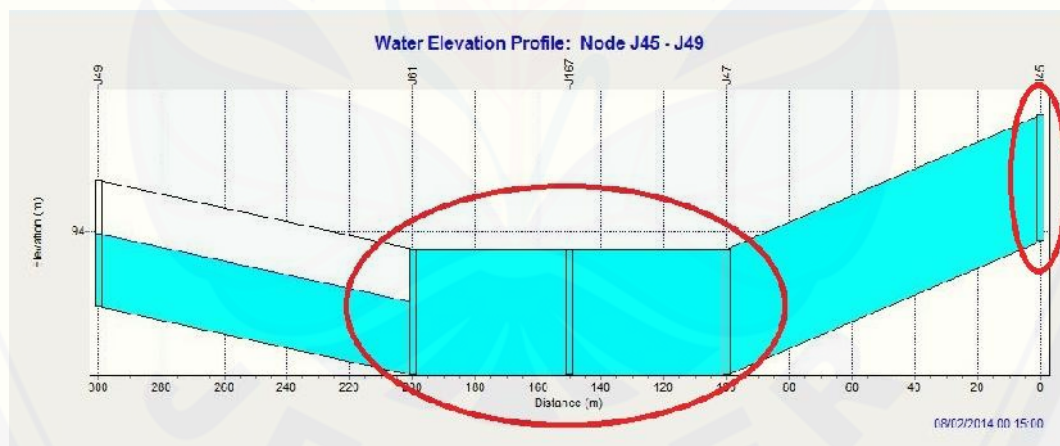
Sumber : Hasil *Running* EPA SWMM 5.0

Berdasar Tabel 4.17, terdapat empat belas *node* banjir, dimana terlihat dari *node* yang mendapat tanda melingkar pada jalan Letjen Suprpto dari hasil running SWMM untuk kala ulang 2 tahun. Volume total banjir terbesar di J63 yaitu $0,846.10^6$ L dan terendah J58 dengan $0,028.10^6$ L



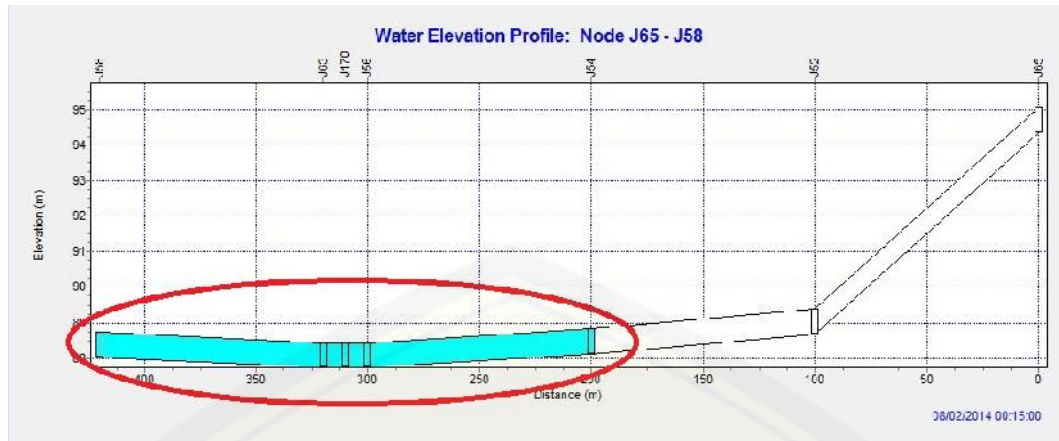
Gambar 4.22 Potongan Melintang J57-J51 Kala Ulang 2 Tahun (kiri)

Pada Gambar 4.22 terlihat bahwa saluran J57-J51 penuh hal ini sama dengan yang disebabkan pada kala hujan tahunan 1 tahun, namun pada kala hujan 2 tahun terjadi peningkatan jumlah volume debit pada saluran.

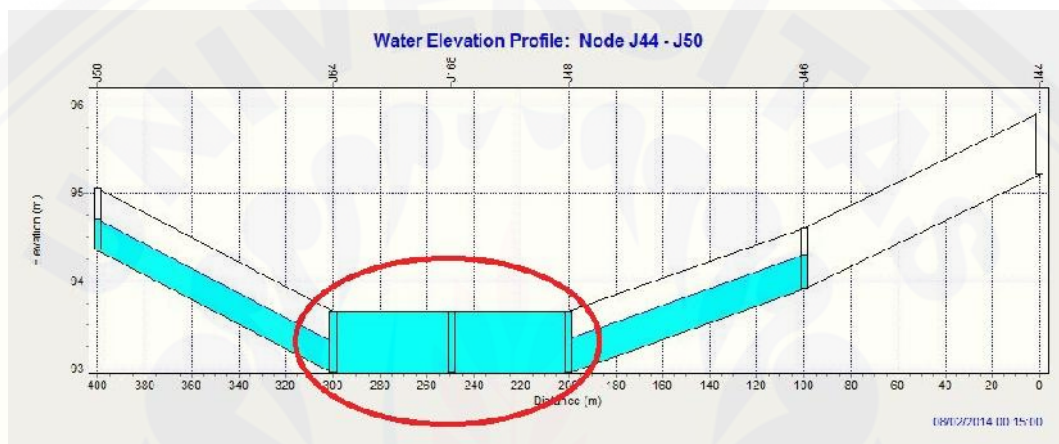


Gambar 4.23 Potongan Melintang J61-J47 dan J145 Kala Ulang 2 Tahun (kiri)

Pada Gambar 4.23 terlihat bahwa saluran J61-J47 penuh dan J145, sama juga dengan halnya pada Gambar 4.23 yang terjadi peningkatan volume debit dari kala ulang 1 tahun ke kala ulang 2 tahun.



Gambar 4.24 Potongan Melintang J54-J58 Kala Ulang 2 Tahun (kanan)



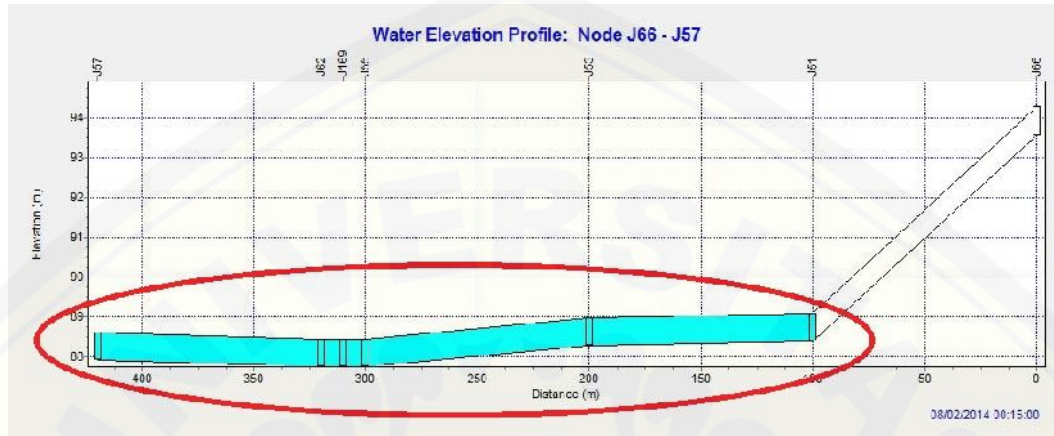
Gambar 4.25 Potongan Melintang J64-J48 Kala Ulang 2 Tahun (kanan)

4.3.3 Hasil *Running* SWMM untuk Kala Ulang 5 TahunTabel 4.18 *Node* Banjir Hasil *Running* SWMM untuk Kala Ulang 5 Tahun

Node	Hours Flooded	Maximum Rate CMS	Time of Max Occurrence days hr:min	Total Flood Volume 10 ⁶ ltr	Maximum Ponded Volume 1000 m ³
J13	0.15	0.145	0 00:10	0.037	0.000
J15	0.26	0.088	0 00:09	0.060	0.000
J21	0.14	0.135	0 00:10	0.033	0.000
J25	0.40	0.326	0 00:15	0.279	0.000
J27	0.58	0.135	0 00:08	0.230	0.000
J28	0.36	0.269	0 00:15	0.180	0.000
J29	0.99	0.231	0 00:08	0.669	0.000
J30	0.97	0.274	0 00:10	0.611	0.000
J31	1.03	0.508	0 00:10	1.076	0.000
J33	1.08	0.250	0 00:10	0.756	0.000
J34	0.99	0.050	0 00:08	0.177	0.000
J35	1.08	0.264	0 00:10	0.465	0.000
J36	1.04	0.331	0 00:15	0.785	0.000
J39	1.13	0.258	0 00:10	0.695	0.000
J40	1.07	0.057	0 00:08	0.215	0.000
J45	0.20	0.235	0 00:10	0.078	0.000
J47	2.98	0.935	0 00:10	2.375	0.000
J48	1.65	0.405	0 00:10	0.825	0.000
J51	1.00	0.495	0 00:10	0.572	0.000
J53	0.55	0.253	0 00:10	0.184	0.000
J54	0.70	0.320	0 00:15	0.344	0.000
J55	2.65	1.195	0 00:10	3.459	0.000
J56	1.69	0.459	0 00:10	1.536	0.000
J57	0.17	0.106	0 00:10	0.033	0.000
J58	0.15	0.116	0 00:10	0.028	0.000
J61	2.03	0.576	0 00:10	1.182	0.000
J62	1.30	0.473	0 00:10	1.039	0.000
J63	1.23	0.370	0 00:10	0.846	0.000
J64	1.68	0.420	0 00:10	0.869	0.000
J67	0.98	0.125	0 00:10	0.110	0.000
J84	1.30	0.025	0 00:06	0.107	0.000
J86	1.18	0.253	0 00:08	0.936	0.000

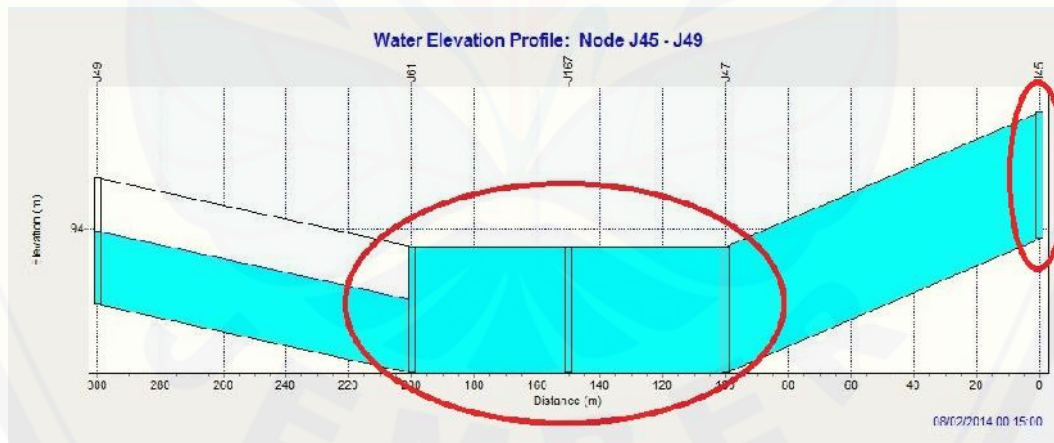
Sumber : Hasil *Running* EPA SWMM 5.

Berdasarkan Tabel 4.18, terdapat empat belas *node* banjir, dimana terlihat dari *node* yang mendapat tanda melingkar pada jalan Letjen Suprpto dari hasil running SWMM untuk kala ulang 5 tahunan. Volume total banjir terbesar di J55 yaitu $3,459.10^6$ L dan terendah J53 dengan $0,184.10^6$ L



Gambar 4.26 Potongan Melintang J57-J51 Kala Ulang 5 Tahun

Pada Gambar 4.23 terlihat bahwa saluran J57-J51 penuh hal ini sama dengan yang disebabkan pada kala hujan tahunan 2 tahun, namun pada kala hujan 5 tahun terjadi peningkatan jumlah volume debit pada saluran.



Gambar 4.27 Potongan Melintang J61-J47 dan J145 Kala Ulang 5 Tahun

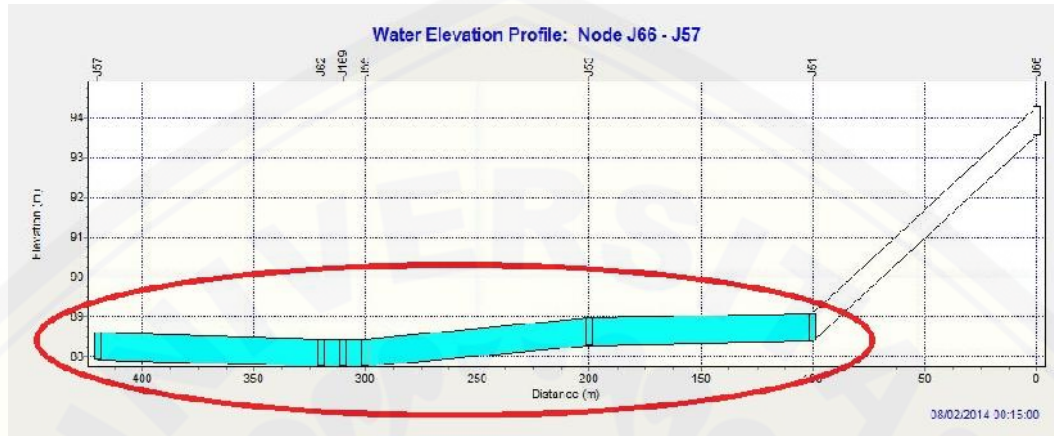
Pada Gambar 4.27 terlihat bahwa saluran J61-J47 dan J145 penuh, sama juga dengan halnya pada Gambar 4.26 yang terjadi peningkatan volume debit dari kala ulang 2 tahun ke kala ulang 5 tahun.

4.3.4 Hasil *Running* SWMM untuk Kala Ulang 10 TahunTabel 4.19 *Node* Banjir Hasil *Running* SWMM untuk Kala Ulang 10 Tahun

Node	Hours Flooded	Maximum Rate CMS	Time of Max Occurrence days hr:min	Total Flood Volume 10 ⁶ ltr	Maximum Ponded Volume 1000 m3
J4	0.04	0.036	0 00:10	0.003	0.000
J11	0.07	0.068	0 00:10	0.008	0.000
J13	0.20	0.156	0 00:10	0.068	0.000
J15	0.34	0.088	0 00:09	0.081	0.000
J21	0.20	0.203	0 00:10	0.066	0.000
J25	0.52	0.372	0 00:15	0.408	0.000
J27	0.73	0.135	0 00:08	0.299	0.000
J28	0.47	0.393	0 00:15	0.332	0.000
J29	1.01	0.231	0 00:08	0.763	0.000
J30	0.99	0.274	0 00:10	0.754	0.000
J31	1.04	0.570	0 00:10	1.205	0.000
J33	1.08	0.260	0 00:10	0.780	0.000
J34	1.02	0.050	0 00:08	0.182	0.000
J35	1.09	0.301	0 00:10	0.536	0.000
J36	1.06	0.375	0 00:15	0.902	0.000
J39	1.14	0.276	0 00:10	0.733	0.000
J40	1.09	0.057	0 00:07	0.219	0.000
J45	0.27	0.328	0 00:10	0.135	0.000
J47	3.09	0.984	0 00:10	2.615	0.000
J48	1.77	0.457	0 00:10	0.930	0.000
J51	1.02	0.577	0 00:10	0.723	0.000
J53	0.69	0.315	0 00:10	0.270	0.000
J54	0.89	0.402	0 00:15	0.513	0.000
J55	2.79	1.294	0 00:10	3.742	0.000
J56	1.79	0.471	0 00:10	1.610	0.000
J57	0.23	0.149	0 00:10	0.058	0.000
J58	0.20	0.169	0 00:10	0.055	0.000
J61	2.13	0.648	0 00:10	1.330	0.000
J62	1.36	0.503	0 00:10	1.156	0.000
J63	1.27	0.378	0 00:10	0.937	0.000
J64	1.80	0.473	0 00:10	0.979	0.000
J65	1.00	0.143	0 00:10	0.141	0.000

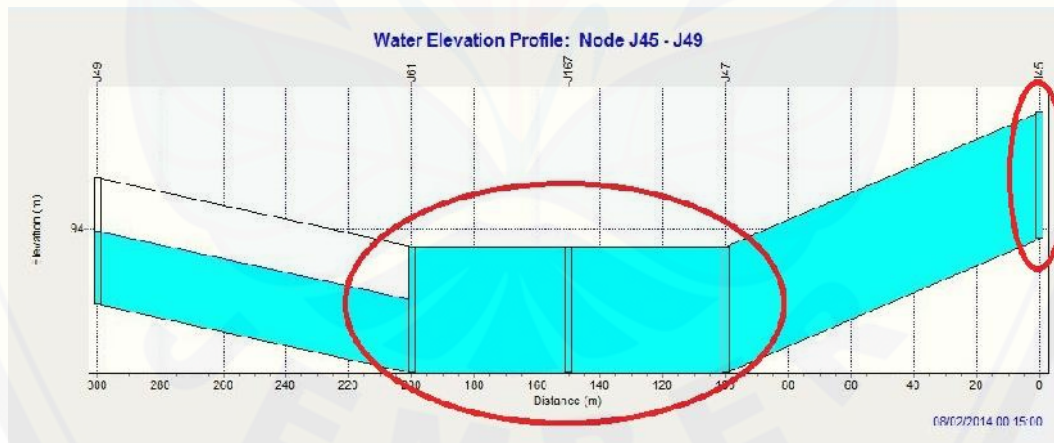
Sumber : Hasil *Running* EPA SWMM 5.

Berdasarkan Tabel 4.19, terdapat empat belas *node* banjir, dimana terlihat dari *node* yang mendapat tanda melingkar pada jalan Letjen Suprpto dari hasil running SWMM untuk kala ulang 10 tahunan. Volume total banjir terbesar di J55 yaitu $3,742.10^6$ L dan terendah J53 dengan $0,270.10^6$ L



Gambar 4.28 Potongan Melintang J57-J51 Kala Ulang 10 Tahun

Pada Gambar 4.28 terlihat bahwa saluran J57-J51 penuh hal ini sama dengan yang disebabkan pada kala hujan tahunan, 2 tahun dan terjadi peningkatan volume pada kala hujan 5 tahun, juga demikian sama halnya di kala 10 tahun terjadi peningkatan jumlah volume debit pada saluran.

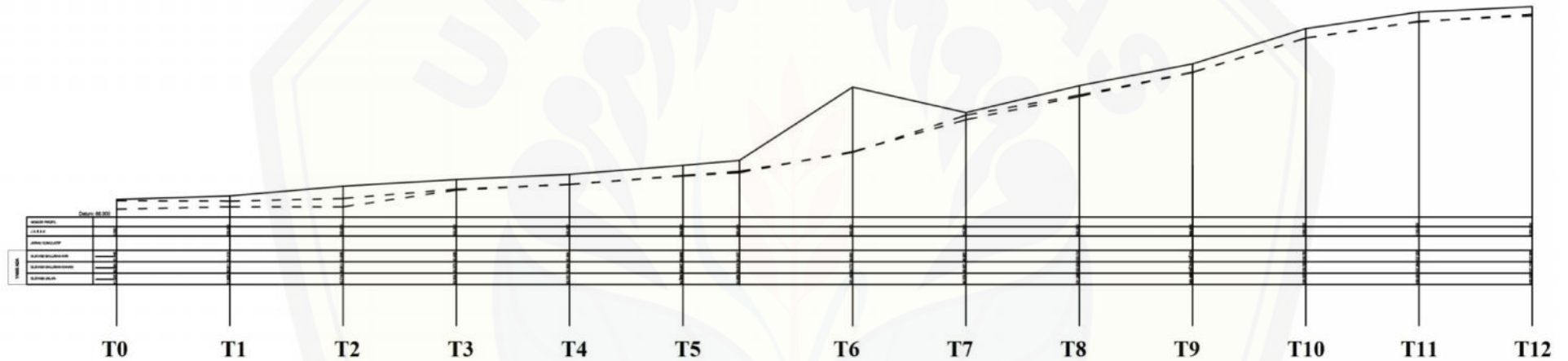


Gambar 4.29 Potongan Melintang J61-J47 Kala Ulang 10 Tahun

Pada Gambar 4.29 terlihat bahwa saluran J61-J47 penuh, sama juga dengan halnya pada Gambar 4.27 yang terjadi peningkatan volume debit dari kala ulang 5 tahun ke kala ulang 10 tahun.

4.4 Evaluasi Drainase Eksisting Jalan Letjen Panjaitan Sumpersari Kabupaten Jember

Evaluasi sistem drainase yang ada pada penelitian ini disimulasikan dengan menggunakan software SWMM. Aplikasi ini mensimulasikan pengaruh hujan-runoff suatu wilayah pada sistem drainase



Gambar 4.30 *Long Section* Jalan Letjen Panjaitan

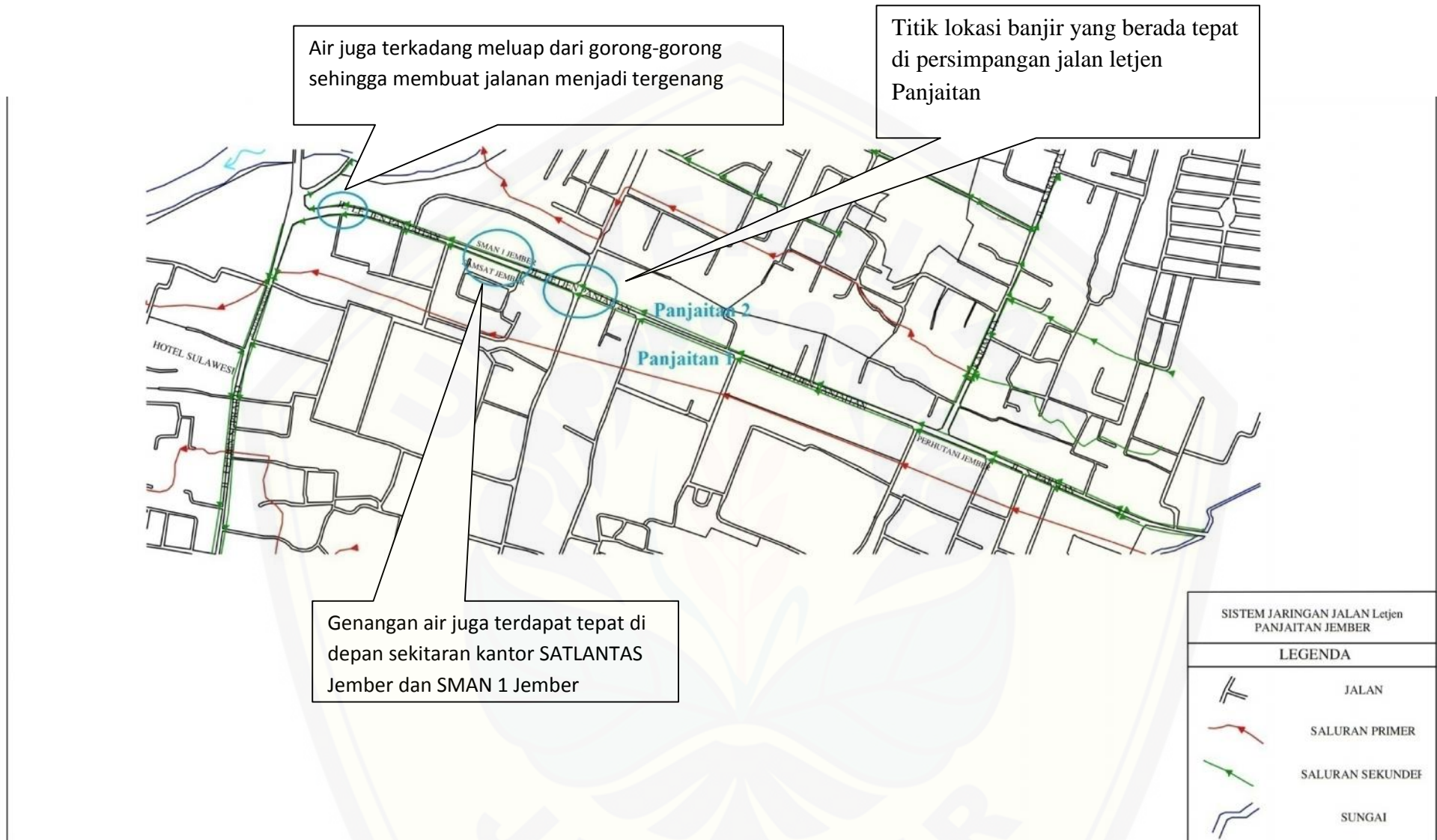
Berdasar Gambar *long section* jalan Letjen Panjaitan dapat diketahui bahwa titik tertinggi berada sekitar persimpangan antara jalan Karimata, Letjen Panjaitan, dan S Parman. Sedangkan yang terendah adalah berada disekitar persimpangan Gladak Kembar.

Tabel 4.20 Topografi Kiri, Tengah, dan Kanan Jalan Letjen Panjaitan

Titik	Kiri	Tengah	Kanan
T0	91,446	91.552	90.694
T1	91,41	91.855	90.911
T2	91,638	92.715	90.911
T3	92,456	93.304	92.373
T4	92,864	93.767	92.893
T5	93,663	94.56	93.607
T6	94,027	94.985	93.915
T7	95,691	101.467	95.772
T8	98,981	99.2	98.581
T9	100,743	101.588	100.632
T10	102,774	103.498	102.751
T11	105,781	106.625	105.782
T12	107,225	108.081	107.264
T13	107,884	108.55	107.749

Tabel 4.20 menunjukkan titik tertinggi kiri adalah T13, yaitu 107,884 m dan terendah T1, yaitu 91,41 m. Tengah titik tertingginya adalah titik T13, yaitu 108,55 m, sedangkan terendah adalah T0 dengan ketinggian 91,552 m. Bagian kanan T13 merupakan titik tertinggi dengan 107,749 m dan terendah adalah T0 dengan 90,694 m.

Digital Repository Universitas Jember



Gambar 4.31 sistem jaringan Jalan Letjen Panjaitan

Sistem jaringan drainase Jalan Letjen Panjaitan pada Gambar 4.31 menunjukkan arah aliran air. Penggambaran arah aliran air berdasar pada survei kondisi lapangan. Tanda melingkar yang ada pada Gambar 4.31 menunjukkan lokasi atau titik banjir pada jalan tersebut. Aliran pada Panjaitan 1 dan Panjaitan 2 merupakan aliran yang berasal dari atas tepatnya dari persimpangan antara jalan Karimata, Letjen Panjaitan dan S Parman, menuju ke bawah sampai pada persimpangan jalan Sumatera dengan Letjen Suprpto.

Seharusnya dengan melihat kontur/kondisi topografi dari jalan Letjen Panjaitan yang menurun kearah barat, aliran Panjaitan 1 dan Panjaitan 2 seharusnya langsung bermuara atau langsung terbuang ke Sungai Bedadung. Namun pada kondisi lapangan aliran Panjaitan 1 dan 2 tidak dapat mengalir secara lancar ke sungai Bedadung.

Terdapat titik titik banjir atau genangan yang ada di Jalan Letjen Panjaitan. Salah satu lokasi yang terjadi berada di persimpangan jalan dari arah kantor SATLANTAS Jember yang akan mengarah ke jalan S Parman begitu sebaliknya dengan jalan dari arah Perum Gunung Batu dan Bukit Permai. Tepat di persimpangan inilah sering terjadi banjir saat hujan turun. Penyebabnya kemungkinan selama ini karena sedimen yang terjadi pada saluran yang berada di bawah trotoar dan juga disebabkan karena penumpukan sampah yang menutupi lubang lubang outlet.

Salah satu lokasi atau titik banjir berikutnya berada tepat di sekitaran SMAN 1 Jember. Sama dengan halnya lokasi yang berada di persimpangan, lokasi banjir yang berada di depan SMAN 1 Jember juga disebabkan karena sedimen yang terjadi pada saluran juga outlet outlet yang ada tersumbat oleh sampah. Tidak sedikit outlet yang buntu, tidak hanya sekedar sampah terkadang para pedagang kaki lima yang sengaja jualan di sekitaran jalan ini sengaja membuang sisa dagangan atau sampah ke dalam outlet.

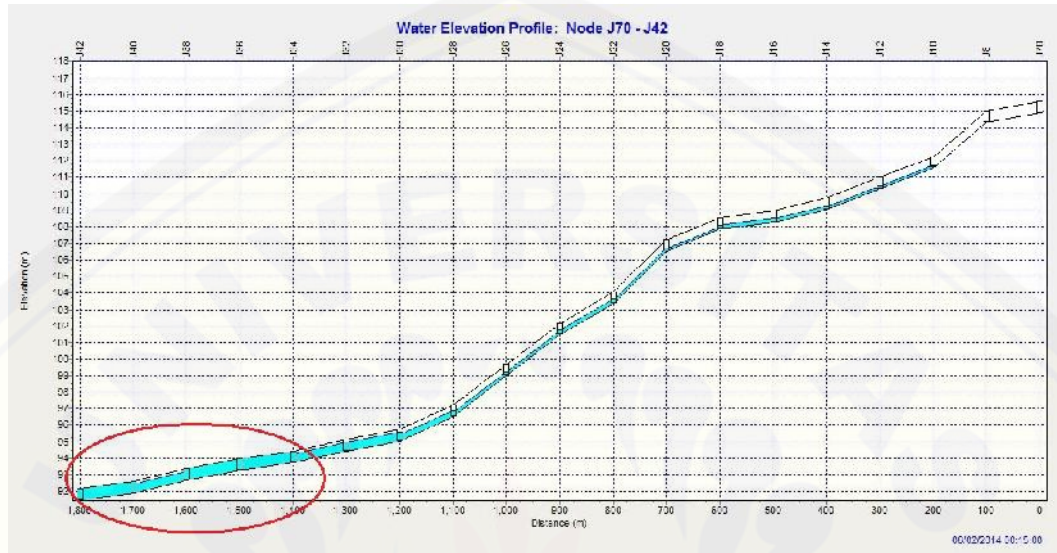
Tingkat peduli dan kesadaran dari masyarakat yang cenderung kurang untuk menjaga fasilitas yang ada dapat menyebabkan sebuah kerugian bagi semua orang.

4.4.1 Hasil *Running* SWMM untuk Kala Ulang 1 TahunTabel 4.21 *Node* Banjir Hasil *Running* SWMM untuk Kala Ulang 1 Tahun

Node	Hours Flooded	Maximum Rate CMS	Time of Max Occurrence days hr:min	Total Flood Volume 10 ⁶ ltr	Maximum Ponded Volume 1000 m ³
J29	0.20	0.119	0 00:10	0.057	0.000
J31	0.41	0.222	0 00:15	0.208	0.000
J33	0.93	0.204	0 00:10	0.409	0.000
J34	0.13	0.011	0 00:20	0.004	0.000
J35	0.97	0.093	0 00:10	0.134	0.000
J36	0.38	0.124	0 00:15	0.105	0.000
J39	1.03	0.171	0 00:10	0.502	0.000
J40	0.53	0.057	0 00:12	0.090	0.000
J47	1.99	0.499	0 00:10	1.066	0.000
J48	1.20	0.165	0 00:10	0.340	0.000
J51	0.24	0.105	0 00:10	0.044	0.000
J55	1.65	0.716	0 00:15	1.762	0.000
J56	1.29	0.323	0 00:15	0.765	0.000
J61	1.32	0.241	0 00:10	0.498	0.000
J62	1.11	0.233	0 00:10	0.424	0.000
J63	1.08	0.197	0 00:10	0.330	0.000
J64	1.22	0.170	0 00:10	0.359	0.000
J81	0.21	0.035	0 00:10	0.012	0.000
J84	1.13	0.025	0 00:07	0.097	0.000
J86	1.07	0.253	0 00:10	0.493	0.000
J88	0.12	0.011	0 00:15	0.004	0.000
J114	1.33	0.077	0 00:10	0.136	0.000
J116	1.33	0.318	0 00:07	1.294	0.000
J126	0.43	0.064	0 00:15	0.052	0.000
J130	0.99	0.443	0 00:15	0.722	0.000
J142	1.27	0.656	0 00:10	1.349	0.000
J146	1.02	0.081	0 00:15	0.158	0.000
J152	0.28	0.037	0 00:15	0.021	0.000
J153	1.03	0.876	0 00:15	1.581	0.000
J156	1.34	0.675	0 00:20	2.148	0.000
J157	0.83	0.111	0 00:15	0.139	0.000
J159	0.71	0.123	0 00:10	0.128	0.000

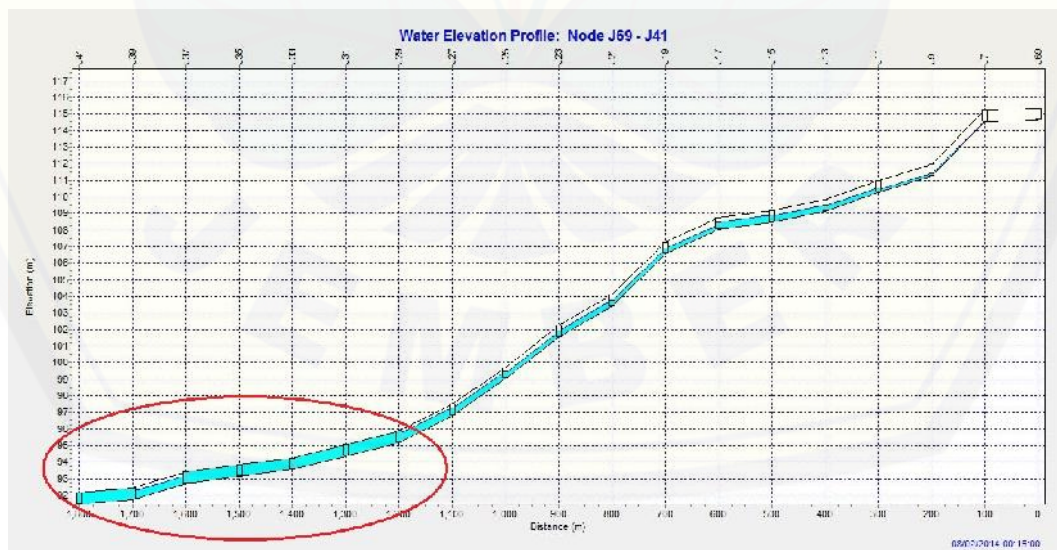
Sumber : Hasil *Running* EPA SWMM 5.

Berdasar Tabel 4.21, terdapat delapan *node* banjir, dimana terlihat dari *node* yang mendapat tanda melingkar pada jalan Letjen Panjaitan dari hasil *running* SWMM untuk kala ulang tahunan. Volume total banjir terbesar di J39 yaitu $0,502.10^6$ L dan terendah J34 dengan $0,004.10^6$ L



Gambar 4.32 Potongan Melintang J42 – J70 (Kanan) Kala Ulang tahunan

Pada Gambar 4.32 terlihat bahwa saluran J42 – J70 pada sebelah kanan berisi debit air, tapi pada *node* J34 - J38 dan J40 – J42 yang debit salurannya melebihi kapasitas tampung saluran.



Gambar 4.33 Potongan Melintang J41 – J69(Kiri) Kala Ulang tahunan

Pada Gambar 4.33 terlihat sama halnya dengan gambar 4.32 namun pada gambar 4.33 salurannya berada pada posisi sebelah kiri dari jalan Letjen Panjaitan. Bagian hulu adalah node J69 dan hilir node J41, pada node J29 – J37 terlihat bahwa debit air meluap juga terjadi pada node J39 – J41.

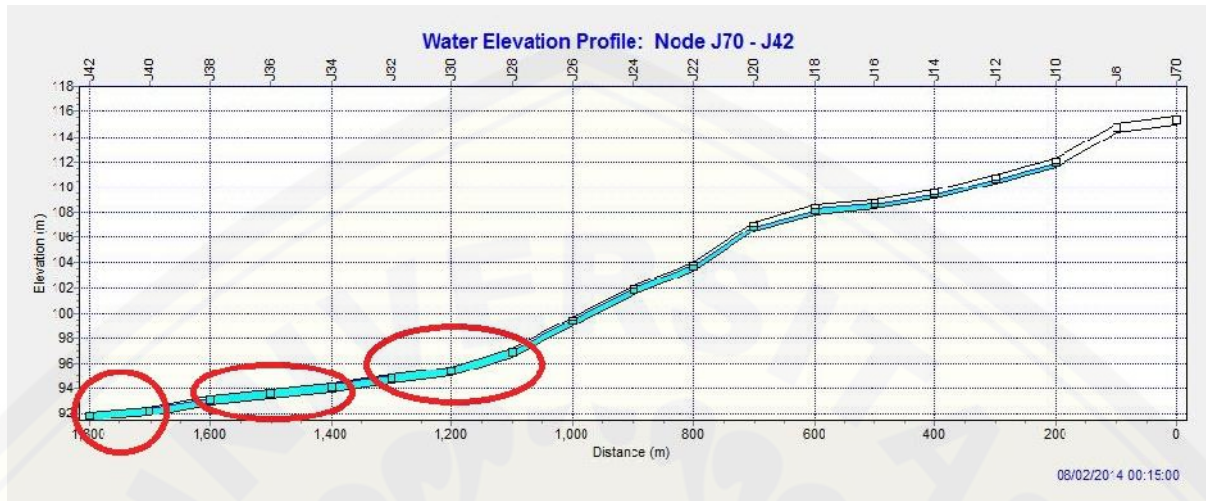
4.4.2 Hasil *Running* SWMM untuk Kala Ulang 2Tahun

Tabel 4.22 *Node Banjir Hasil Running* SWMM untuk Kala Ulang 2 Tahun

Node	Hours Flooded	Maximum Rate CMS	Time of Max Occurrence days hr:min	Total Flood Volume 10 ⁶ ltr	Maximum Ponded Volume 1000 m3
J13	0.15	0.145	0 00:10	0.037	0.000
J15	0.26	0.088	0 00:09	0.060	0.000
J21	0.14	0.135	0 00:10	0.033	0.000
J25	0.40	0.326	0 00:15	0.279	0.000
J27	0.58	0.135	0 00:08	0.230	0.000
J28	0.36	0.269	0 00:15	0.180	0.000
J29	0.99	0.231	0 00:08	0.669	0.000
J30	0.97	0.274	0 00:10	0.611	0.000
J31	1.03	0.508	0 00:10	1.076	0.000
J33	1.08	0.250	0 00:10	0.756	0.000
J34	0.99	0.050	0 00:08	0.177	0.000
J35	1.08	0.264	0 00:10	0.465	0.000
J36	1.04	0.331	0 00:15	0.785	0.000
J39	1.13	0.258	0 00:10	0.695	0.000
J40	1.07	0.057	0 00:08	0.215	0.000
J41	0.20	0.235	0 00:10	0.078	0.000
J47	2.98	0.935	0 00:10	2.375	0.000
J48	1.65	0.405	0 00:10	0.825	0.000
J51	1.00	0.495	0 00:10	0.572	0.000
J53	0.55	0.253	0 00:10	0.184	0.000
J54	0.70	0.320	0 00:15	0.344	0.000
J55	2.65	1.195	0 00:10	3.459	0.000
J56	1.69	0.459	0 00:10	1.536	0.000
J57	0.17	0.106	0 00:10	0.033	0.000
J58	0.15	0.116	0 00:10	0.028	0.000
J61	2.03	0.576	0 00:10	1.182	0.000
J62	1.30	0.473	0 00:10	1.039	0.000
J63	1.23	0.370	0 00:10	0.846	0.000
J64	1.68	0.420	0 00:10	0.869	0.000
J81	0.98	0.125	0 00:10	0.110	0.000
J84	1.30	0.025	0 00:06	0.107	0.000
J86	1.18	0.253	0 00:08	0.936	0.000

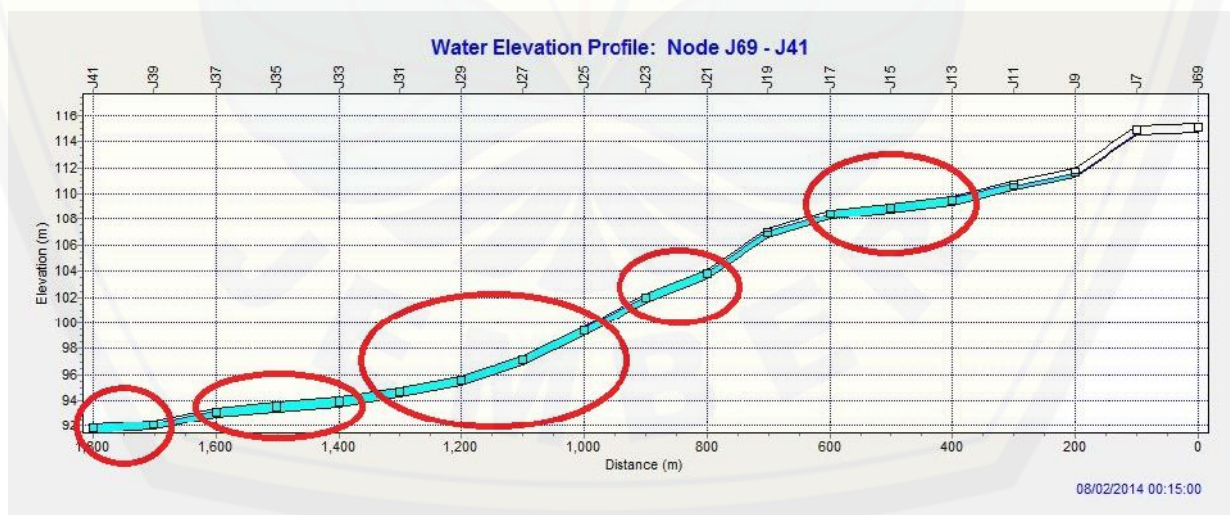
Sumber : Hasil *Running* EPA SWMM 5.

Berdasar Tabel 4.22, terdapat lima belas *node* banjir, dimana terlihat dari *node* yang mendapat tanda melingkar pada jalan Letjen Panjaitan dari hasil *running* SWMM untuk kala ulang 2 tahunan. Volume total banjir terbesar di J31 yaitu $1,076.10^6$ L dan terendah J21 dengan $0,033.10^6$ L



Gambar 4.34 Potongan Melintang J42 – J70 (Kanan) Kala Ulang 2 tahunan

Pada Gambar 4.34 terlihat bahwa pada node J28 – J32, J34 – J38 dan J40 – J42 dari hasil *running* SWMM menunjukkan debit yang melebihi kapasitas saluran pada kala ulang 2 tahunan, juga terjadi peningkatan volume debit dari kala ulang 1 tahunan.



Gambar 4.35 Potongan Melintang J41 – J69 (Kiri) Kala Ulang 2 tahunan

Pada Gambar 4.35 terlihat bahwa pada node J13 – J17, J21 – J23, J25 – J31, J33 – J37 dan J39 – J41 dari hasil *running* SWMM menunjukkan debit yang

melebihi kapasitas saluran pada kala ulang 2 tahunan, juga terjadi peningkatan volume debit dari kala ulang 1 tahunan.

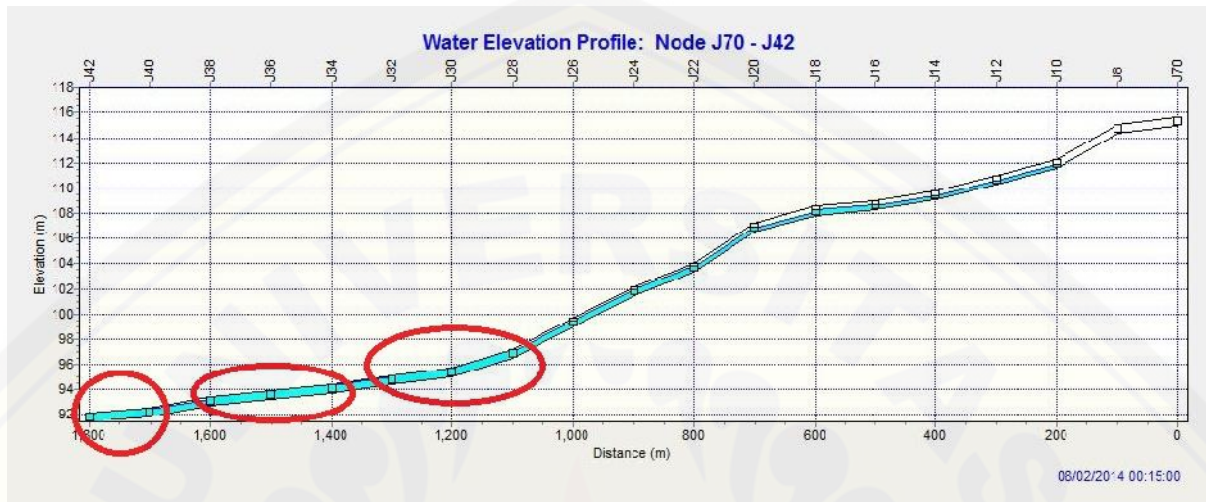
4.4.3 Hasil *Running* SWMM untuk Kala Ulang 5 Tahun

Tabel 4.23 *Node* Banjir Hasil *Running* SWMM untuk Kala Ulang 5 Tahun

Node	Hours Flooded	Maximum Rate CMS	Time of Max Occurrence days hr:min	Total Flood Volume 10 ⁶ ltr	Maximum Ponded Volume 1000 m3
J13	0.15	0.145	0 00:10	0.037	0.000
J15	0.26	0.088	0 00:09	0.060	0.000
J21	0.14	0.135	0 00:10	0.033	0.000
J25	0.40	0.326	0 00:15	0.279	0.000
J27	0.58	0.135	0 00:08	0.230	0.000
J28	0.36	0.269	0 00:15	0.180	0.000
J29	0.99	0.231	0 00:08	0.669	0.000
J30	0.97	0.274	0 00:10	0.611	0.000
J31	1.03	0.508	0 00:10	1.076	0.000
J33	1.08	0.250	0 00:10	0.756	0.000
J34	0.99	0.050	0 00:08	0.177	0.000
J35	1.08	0.264	0 00:10	0.465	0.000
J36	1.04	0.331	0 00:15	0.785	0.000
J39	1.13	0.258	0 00:10	0.695	0.000
J40	1.07	0.057	0 00:08	0.215	0.000
J41	0.20	0.235	0 00:10	0.078	0.000
J47	2.98	0.935	0 00:10	2.375	0.000
J48	1.65	0.405	0 00:10	0.825	0.000
J51	1.00	0.495	0 00:10	0.572	0.000
J53	0.55	0.253	0 00:10	0.184	0.000
J54	0.70	0.320	0 00:15	0.344	0.000
J55	2.65	1.195	0 00:10	3.459	0.000
J56	1.69	0.459	0 00:10	1.536	0.000
J57	0.17	0.106	0 00:10	0.033	0.000
J58	0.15	0.116	0 00:10	0.028	0.000
J61	2.03	0.576	0 00:10	1.132	0.000
J62	1.30	0.473	0 00:10	1.039	0.000
J63	1.23	0.370	0 00:10	0.846	0.000
J64	1.68	0.420	0 00:10	0.869	0.000
J81	0.98	0.125	0 00:10	0.110	0.000
J84	1.30	0.025	0 00:06	0.107	0.000
J86	1.18	0.253	0 00:08	0.936	0.000

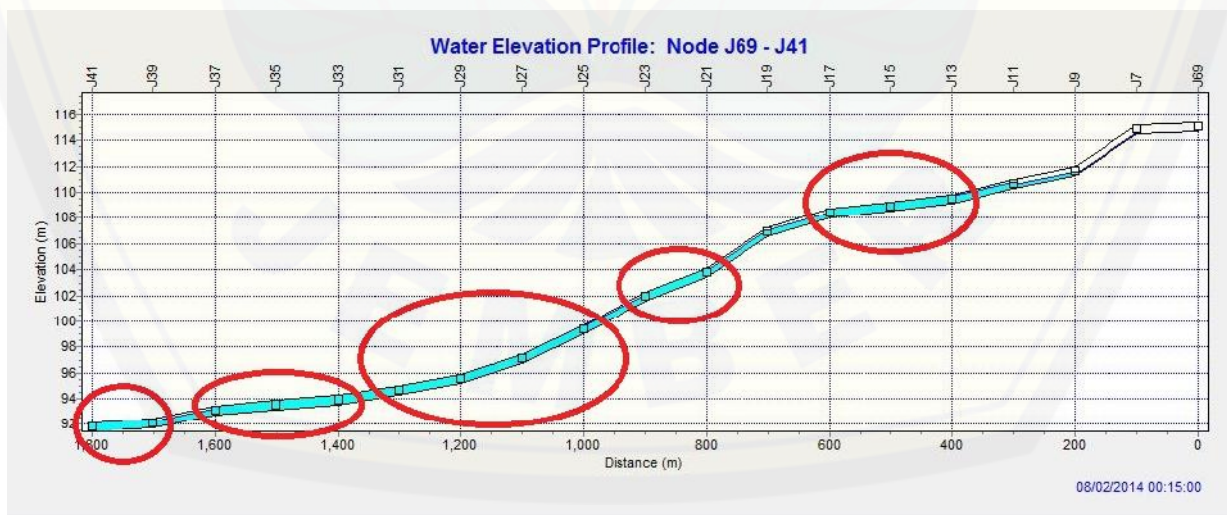
Sumber : Hasil *Running* EPA SWMM 5.

Berdasar Tabel 4.23, terdapat lima belas *node* banjir, dimana terlihat dari *node* yang mendapat tanda melingkar pada jalan Letjen Panjaitan dari hasil *running* SWMM untuk kala ulang 5 tahunan. Volume total banjir terbesar di J31 yaitu $1,076.10^6$ L dan terendah J21 dengan $0,033.10^6$ L



Gambar 4.36 Potongan Melintang J42 – J70 (Kanan) Kala Ulang 5 tahunan

Pada Gambar 4.36 terlihat bahwa pada node J28 – J32, J34 – J38 dan J40 – J42 dari hasil *running* SWMM menunjukkan debit yang melebihi kapasitas saluran pada kala ulang 5 tahunan, juga terjadi peningkatan volume debit dari kala ulang 1 tahunan.



Gambar 4.37 Potongan Melintang J41 – J69 (Kiri) Kala Ulang 5 tahunan

Pada Gambar 4.37 terlihat bahwa pada node J13 – J17, J21 – J23, J25 – J31, J33 – J37 dan J39 – J41 dari hasil running SWMM menunjukkan debit yang melebihi kapasitas saluran pada kala ulang 5 tahunan, juga terjadi peningkatan volume debit dari kala ulang 1 tahunan.

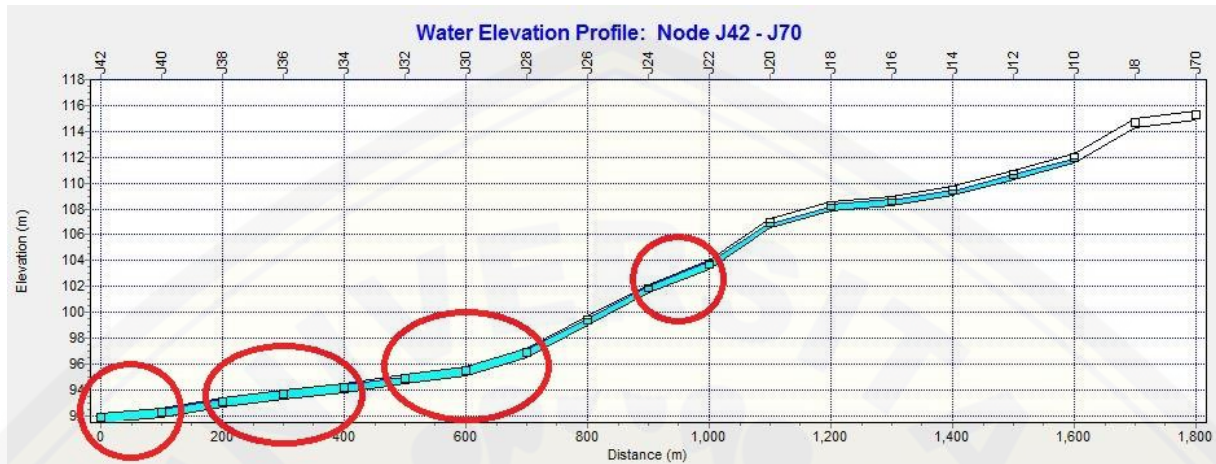
4.4.4 Hasil *Running* SWMM untuk Kala Ulang 10 Tahun

Tabel 4.24 Node Banjir Hasil *Running* SWMM untuk Kala Ulang 10 Tahun

Node	Hours Flooded	Maximum Rate CMS	Time of Max Occurrence days hr:min	Total Flood Volume 10 ⁶ ltr	Maximum Ponded Volume 1000 m ³
J4	0.04	0.036	0 00:10	0.003	0.000
J11	0.07	0.068	0 00:10	0.008	0.000
J13	0.20	0.156	0 00:10	0.068	0.000
J15	0.34	0.088	0 00:09	0.081	0.000
J21	0.20	0.203	0 00:10	0.066	0.000
J25	0.52	0.372	0 00:15	0.408	0.000
J27	0.73	0.135	0 00:08	0.299	0.000
J28	0.47	0.393	0 00:15	0.332	0.000
J29	1.01	0.231	0 00:08	0.763	0.000
J30	0.99	0.274	0 00:10	0.754	0.000
J31	1.04	0.570	0 00:10	1.205	0.000
J33	1.08	0.260	0 00:10	0.780	0.000
J34	1.02	0.050	0 00:08	0.182	0.000
J35	1.09	0.301	0 00:10	0.536	0.000
J36	1.06	0.375	0 00:15	0.902	0.000
J39	1.14	0.276	0 00:10	0.733	0.000
J41	1.09	0.057	0 00:07	0.219	0.000
J45	0.27	0.328	0 00:10	0.135	0.000
J47	3.09	0.984	0 00:10	2.615	0.000
J48	1.77	0.457	0 00:10	0.930	0.000
J51	1.02	0.577	0 00:10	0.723	0.000
J53	0.69	0.315	0 00:10	0.270	0.000
J54	0.89	0.402	0 00:15	0.513	0.000
J55	2.79	1.294	0 00:10	3.742	0.000
J56	1.79	0.471	0 00:10	1.610	0.000
J57	0.23	0.149	0 00:10	0.058	0.000
J58	0.20	0.169	0 00:10	0.055	0.000
J61	2.13	0.648	0 00:10	1.330	0.000
J62	1.36	0.503	0 00:10	1.156	0.000
J63	1.27	0.378	0 00:10	0.937	0.000
J64	1.80	0.473	0 00:10	0.979	0.000
J81	1.00	0.143	0 00:10	0.141	0.000

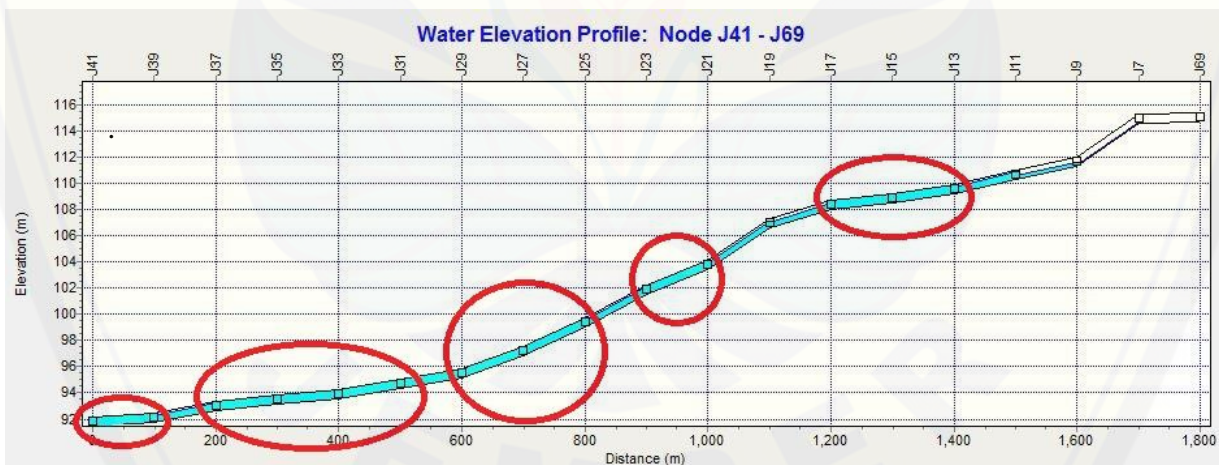
Sumber : Hasil *Running* EPA SWMM 5.

Berdasar Tabel 4.24, terdapat enam belas *node* banjir, dimana terlihat dari *node* yang mendapat tanda melingkar pada jalan Letjen Panjaitan dari hasil *running* SWMM untuk kala ulang 10 tahunan. Volume total banjir terbesar di J31 yaitu $1,205.10^6$ L dan terendah J4 dengan $0,003.10^6$ L



Gambar 4.38 Potongan Melintang J42 – J70 (Kanan) Kala Ulang 10 tahunan

Pada Gambar 4.38 terlihat bahwa pada node J22 – J24, J28 – J32, J34 – J38 dan J40 – J42 dari hasil *running* SWMM menunjukkan debit yang melebihi kapasitas saluran pada kala ulang 10 tahunan, juga terjadi peningkatan volume debit dari kala ulang sebelumnya

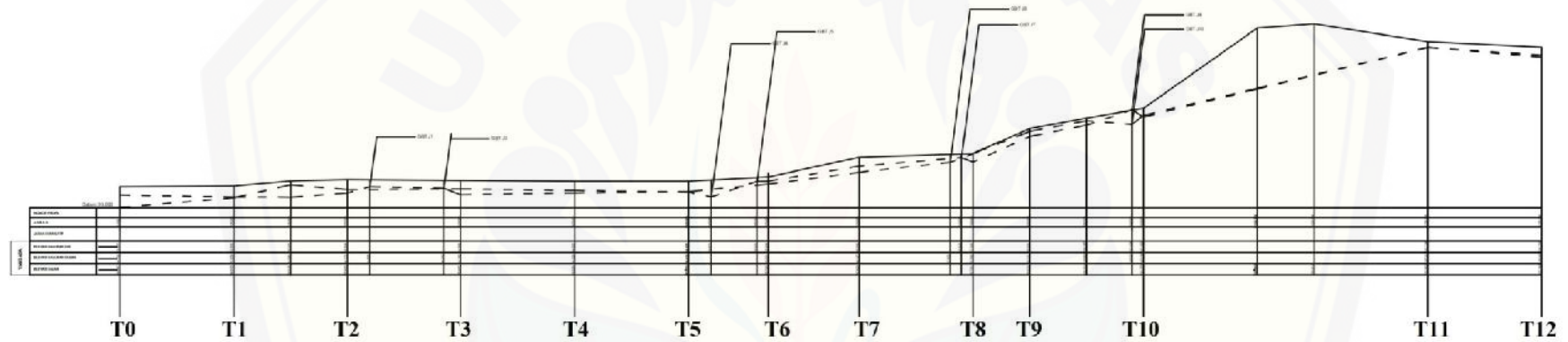


Gambar 4.39 Potongan Melintang J41 – J69 (Kiri) Kala Ulang 10 tahunan

Pada Gambar 4.39 terlihat bahwa pada node J13 – J17, J21 – J23, J25 – J29, J31 – J37 dan J39 – J41 dari hasil *running* SWMM menunjukkan debit yang melebihi kapasitas saluran pada kala ulang 10 tahunan, juga terjadi peningkatan volume debit dari kala ulang sebelumnya.

4.5 Evaluasi Drainase Eksisting Perum Gunung Batu Sumpersari Kabupaten Jember

Evaluasi sistem drainase yang ada pada penelitian ini disimulasikan dengan menggunakan software SWMM. Aplikasi ini mensimulasikan pengaruh hujan-runoff suatu wilayah pada sistem drainase



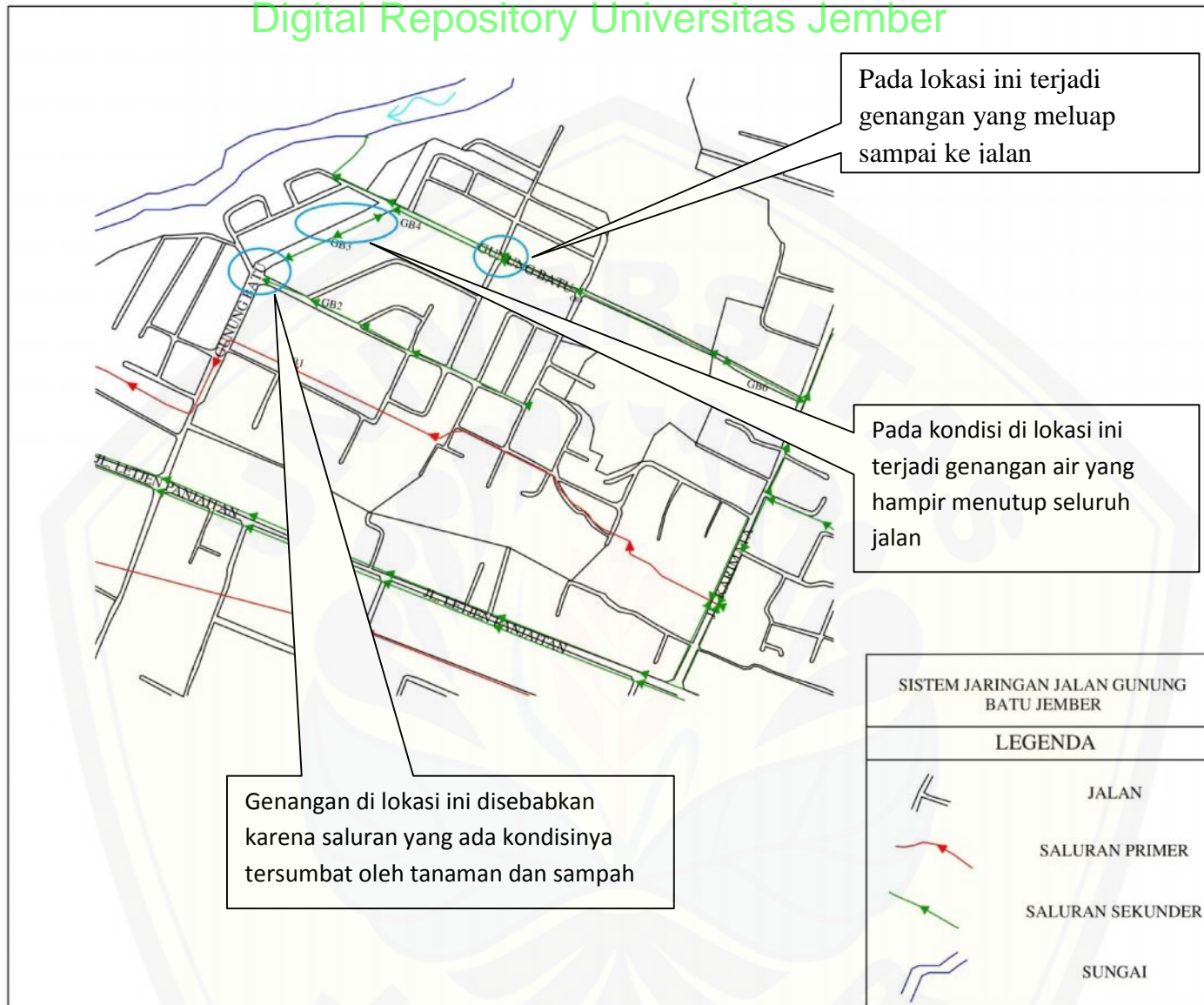
Gambar 4.40 Long Section Perum Gunung Batu

Berdasar Gambar *long section* Perum Gunung Batu dapat diketahui bahwa titik tertinggi berada sekitar seratus meter antara persimpangan jalan keluar dari Perum Gunung Batu dengan jalan Karimata. Sedangkan yang terendah adalah berada disekitar jalan masuk Perum Gunung Batu.

Tabel 4.25 Topografi Kiri, Tengah, dan Kanan Jalan Perum Gunung Batu

Titik	Kiri	Tengah	Kanan
T0	93,027	94,132	94,847
T1	93,893	93,959	94,915
T2	94,604	94,321	95,499
T3	94,662	94,160	95,405
T4	94,525	94,329	95,359
T5	94,395	94,430	95,350
T6	95,354	95,091	95,725
T7	96,666	96,137	97,459
T8	97,029	97,766	97,791
T9	99,293	99,737	99,973
T10	101,003	101,146	101,775
T11	107,134	107,111	107,622
T12	106,270	106,449	107,148

Tabel 4.25 menunjukkan titik tertinggi kiri adalah T11, yaitu 107,134 m dan terendah T0, yaitu 93,027 m. Tengah titik tertingginya adalah titik T11, yaitu 107,111 m, sedangkan terendah adalah T1 dengan ketinggian 93,959 m. Bagian kanan T11 merupakan titik tertinggi dengan 107,622 m dan terendah adalah T0 dengan 94,847 m.



Gambar 4.41 Sistem Jaringan Perum Gunung Batu Jember

Sistem jaringan drainase Perum Gunung Batu pada Gambar 4.41 menunjukkan arah aliran air. Penggambaran arah aliran air berdasar pada survei kondisi lapangan. Tanda melingkar yang ada pada Gambar 4.41 menunjukkan lokasi atau titik banjir pada jalan tersebut. Aliran pada GB1 merupakan aliran Primer yang berasal dari buangan saluran sekunder drainase dan irigasi yang ada pada jalan Karimata, aliran ini masuk ke dalam lingkup/wilayah Perum Gunung Batu yang nantinya diteruskan untuk bermuara pada sungai Antirogo.

Untuk arah aliran GB2 berasal dari saluran tersier yang ada di Perum Gunung Batu diantaranya berasal dari rumah rumah sekitar, aliran GB2 masuk kedalam saluran drainase jalan utama dari Perum Gunung Batu.

GB3 merupakan drainase jalan dari perum gunung batu, dari GB3 sendiri berdasarkan survey lapangan yang ada bahwa arah aliran yang ada tidak mengarah pada satu arah melainkan berlawanan, ada yang mengarah ke arah utara dan selatan. Hal ini disebabkan karena terjadi penumpukan sedimen yang berada di tengah saluran jadi arah dari utara yang seharusnya ke selatan terhalang oleh sedimen mengakibatkan saluran itu berbalik.

Kondisi buangan dari arah aliran GB2 dan GB3 ini mengakibatkan jalan utama Perum Gunung Batu menjadi banjir, melihat kondisi dari lapangan saluran yang ada terjadi pendakalan akibat sedimen, juga kejadian ini diperparah dengan minimnya lubang outlet pada sisi median jalan utama perum Gunung Batu. Dikarenakan melihat kontur topografi lapangan maupun survey yang ada sisi bagian kanan dari jalan Perum Gunung Batu untuk arah aliran GB3 mempunyai kontur yang lebih tinggi dari pada sisi seberang. Sedangkan masalah banjir yang muncul terjadi pada jalan sisi kanan disini perlu adanya outlet pada median antar kedua jalan agar air yang berada pada jalan sisi kanan dapat terbuang ke sisi kiri sehingga tidak hanya terjadi penumpukan air pada jalan sisi kanan.

GB4 merupakan arah aliran dari atas wilayah gunung batu sendiri yang nantinya akan bermuara pada sungai antirogo yang berada pada belakang Perum Gunung Batu. Pada G5 sama dengan halnya G4 yang berasal dari atas gunung batu, tetapi pada persimpangan antara G5 dengan G4 ada satu titik genangan air, dimana ini biasa disebabkan karena saluran dalam tanah yang tersumbat sampah. Sehingga air sebelum memasuki saluran bawah akan meluap terlebih dahulu.

GB6 merupakan aliran yang mengalir kearah jalan Karimata, dikarenakan terjadi perbedaan kondisi kontur pada gunung batu, yang mengakibatkan GB6 mengalir ke jalan Karimata.

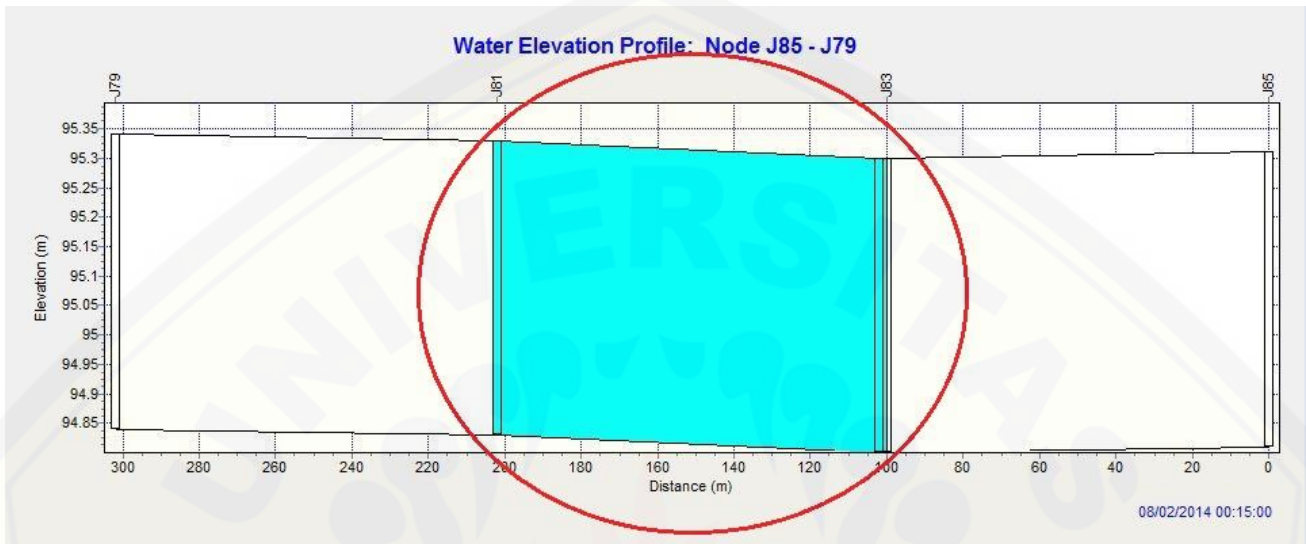
4.5.1 Hasil *Running* SWMM untuk Kala Ulang 1 Tahun

Tabel 4.26 *Node* Banjir Hasil *Running* SWMM untuk Kala Ulang 1 Tahun

Node	Hours Flooded	Maximum Rate CMS	Time of Max Occurrence days hr:min	Total Flood Volume 10 ⁶ ltr	Maximum Ponded Volume 1000 m ³
J29	0.20	0.119	0 00:10	0.057	0.000
J31	0.41	0.222	0 00:15	0.208	0.000
J33	0.93	0.204	0 00:10	0.409	0.000
J34	0.13	0.011	0 00:20	0.004	0.000
J35	0.97	0.093	0 00:10	0.134	0.000
J36	0.38	0.124	0 00:15	0.105	0.000
J39	1.03	0.171	0 00:10	0.502	0.000
J40	0.53	0.057	0 00:12	0.090	0.000
J47	1.99	0.499	0 00:10	1.066	0.000
J48	1.20	0.165	0 00:10	0.340	0.000
J51	0.24	0.105	0 00:10	0.044	0.000
J55	1.65	0.716	0 00:15	1.762	0.000
J56	1.29	0.323	0 00:15	0.765	0.000
J61	1.32	0.241	0 00:10	0.498	0.000
J62	1.11	0.233	0 00:10	0.424	0.000
J63	1.08	0.197	0 00:10	0.330	0.000
J64	1.22	0.170	0 00:10	0.359	0.000
J81	0.21	0.035	0 00:10	0.012	0.000
J84	1.13	0.025	0 00:07	0.097	0.000
J86	1.07	0.253	0 00:10	0.493	0.000
J88	0.12	0.011	0 00:15	0.004	0.000
J114	1.33	0.077	0 00:10	0.136	0.000
J116	1.33	0.318	0 00:07	1.294	0.000
J126	0.43	0.064	0 00:15	0.052	0.000
J130	0.99	0.443	0 00:15	0.722	0.000
J142	1.27	0.656	0 00:10	1.349	0.000
J146	1.02	0.081	0 00:15	0.158	0.000
J152	0.28	0.037	0 00:15	0.021	0.000
J153	1.03	0.876	0 00:15	1.581	0.000
J156	1.34	0.675	0 00:20	2.148	0.000
J157	0.83	0.111	0 00:15	0.139	0.000
J159	0.71	0.123	0 00:10	0.128	0.000

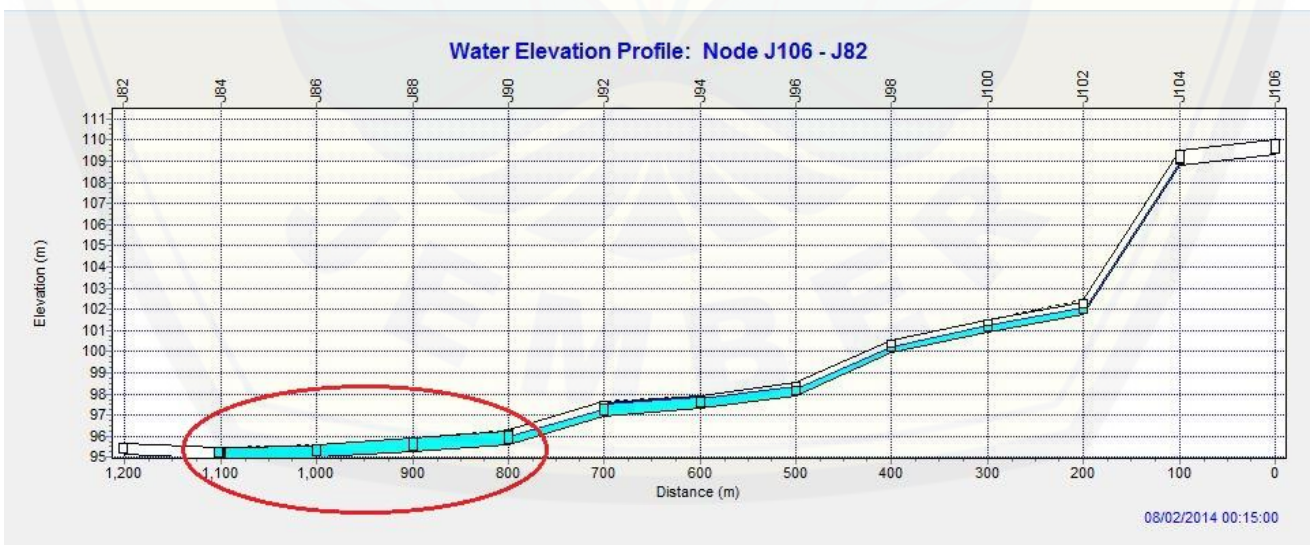
Sumber : Hasil *Running* EPA SWMM 5

Berdasar Tabel 4.26, terdapat enam *node* banjir, dimana terlihat dari *node* yang mendapat tanda melingkar pada Perum Gunung Batu dari hasil *running* SWMM untuk kala ulang tahunan. Volume total banjir terbesar di J142 yaitu $1,349.10^6$ L dan terendah J88 dengan $0,004.10^6$ L



Gambar 4.42 Potongan Melintang J81 – J83 (Kanan) Kala Ulang tahunan

Pada Gambar 4.42 terlihat bahwa saluran J81-J83 penuh, hal ini disebabkan karena saluran pada node J81-J83 dari hasil survey lapangan mengalami penyumbatan yang disebabkan oleh rumput-rumput juga tanaman yang ada.



Gambar 4.43 Potongan Melintang J84 – J90 (Kiri) Kala Ulang tahunan

Pada Gambar 4.43 terlihat bahwa saluran J84-J90 penuh, inilah merupakan aliran GB3 yang dimana genangan banjir terjadi pada sisi sebelah kiri dari arah jalan Karimata atau sebelah kanan dari pintu depan Perum Gunung Batu. GB3 atay node J83-J90 tiap tahun mengalami banjir saat hujan mengguyur.

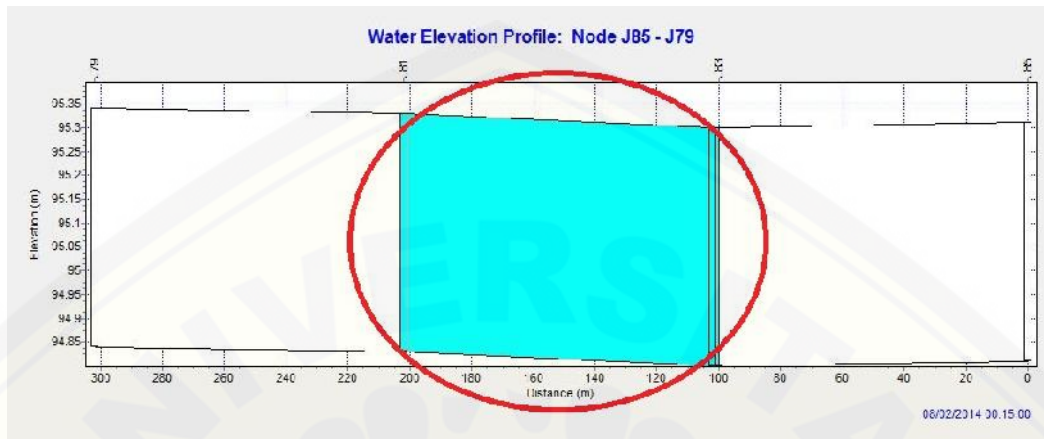
4.5.2 Hasil *Running* SWMM untuk Kala Ulang 2 Tahun

Tabel 4.27 *Node* Banjir Hasil *Running* SWMM untuk Kala Ulang 2 Tahun

Node	Hours Flooded	Maximum Rate CMS	Time of Max Occurrence days hr:min	Total Flood Volume 10 ⁻⁶ ltr	Maximum Ponded Volume 1000 m3
J13	0.15	0.145	0 00:10	0.037	0.000
J15	0.26	0.088	0 00:09	0.060	0.000
J21	0.14	0.135	0 00:10	0.033	0.000
J25	0.40	0.326	0 00:15	0.279	0.000
J27	0.58	0.135	0 00:08	0.230	0.000
J28	0.36	0.269	0 00:15	0.180	0.000
J29	0.99	0.231	0 00:08	0.669	0.000
J30	0.97	0.274	0 00:10	0.611	0.000
J31	1.03	0.508	0 00:10	1.076	0.000
J33	1.08	0.250	0 00:10	0.756	0.000
J34	0.99	0.050	0 00:08	0.177	0.000
J35	1.08	0.264	0 00:10	0.465	0.000
J36	1.04	0.331	0 00:15	0.785	0.000
J39	1.13	0.258	0 00:10	0.695	0.000
J40	1.07	0.057	0 00:08	0.215	0.000
J45	0.20	0.235	0 00:10	0.078	0.000
J47	2.98	0.935	0 00:10	2.375	0.000
J48	1.65	0.405	0 00:10	0.825	0.000
J51	1.00	0.495	0 00:10	0.572	0.000
J53	0.55	0.253	0 00:10	0.184	0.000
J54	0.70	0.320	0 00:15	0.344	0.000
J55	2.65	1.195	0 00:10	3.459	0.000
J56	1.69	0.459	0 00:10	1.536	0.000
J57	0.17	0.106	0 00:10	0.033	0.000
J58	0.15	0.116	0 00:10	0.028	0.000
J61	2.03	0.576	0 00:10	1.182	0.000
J62	1.30	0.473	0 00:10	1.039	0.000
J63	1.23	0.370	0 00:10	0.846	0.000
J64	1.68	0.420	0 00:10	0.869	0.000
J81	0.98	0.125	0 00:10	0.110	0.000
J84	1.30	0.025	0 00:06	0.107	0.000
J86	1.18	0.253	0 00:08	0.936	0.000
J88	0.82	0.022	0 00:08	0.061	0.000
J90	0.72	0.021	0 00:08	0.051	0.000
J94	0.64	0.028	0 00:08	0.058	0.000
J96	0.55	0.329	0 00:10	0.283	0.000
J102	0.14	0.073	0 00:10	0.020	0.000
J113	0.18	0.018	0 00:15	0.008	0.000
J114	1.93	0.168	0 00:10	0.303	0.000
J116	1.99	0.318	0 00:06	1.555	0.000
J126	1.04	0.159	0 00:09	0.465	0.000
J128	0.50	0.153	0 00:15	0.134	0.000
J130	1.13	1.050	0 00:10	2.480	0.000
J141	0.21	0.046	0 00:10	0.017	0.000
J142	1.77	1.578	0 00:10	3.030	0.000
J146	1.18	0.249	0 00:15	0.553	0.000
J152	1.02	0.221	0 00:10	0.339	0.000
J153	1.18	2.439	0 00:10	5.534	0.000
J155	0.44	0.150	0 00:15	0.125	0.000
J156	1.91	1.263	0 00:15	3.908	0.000
J157	1.10	0.376	0 00:15	0.777	0.000
J159	1.07	0.439	0 00:10	0.722	0.000

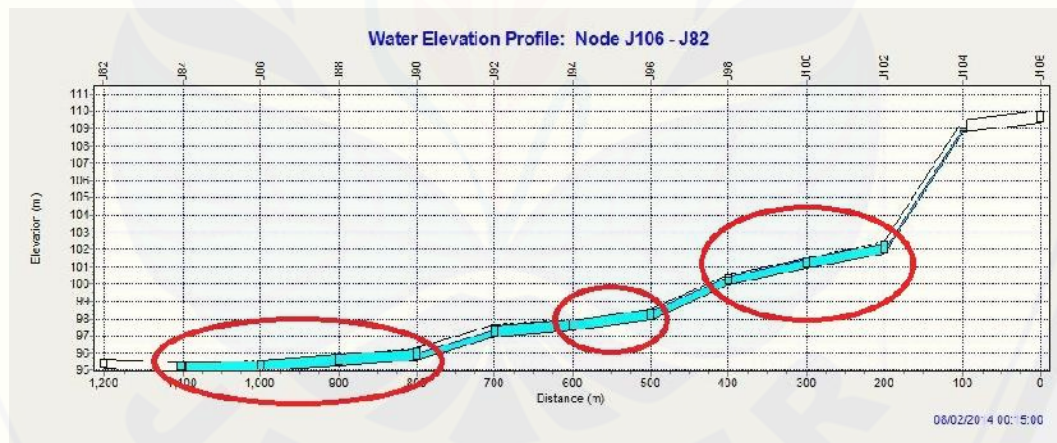
Sumber : Hasil *Running* EPA SWMM 5

Berdasar Tabel 4.27, terdapat sepuluh *node* banjir, dimana terlihat dari *node* yang mendapat tanda melingkar pada Perum Gunung Batu dari hasil *running* SWMM untuk kala ulang 2 tahunan. Volume total banjir terbesar di J142 yaitu $3,030.10^6$ L dan terendah J102 dengan $0,020.10^6$ L



Gambar 4.44 Potongan Melintang J81 – J83 (Kanan) Kala Ulang 2 tahunan

Pada Gambar 4.44 terlihat bahwa saluran J81-J83 penuh, sama pada halnya yang terjadi pada hasil *running* dengan menggugurkan kala ulang tahunan, namun pada kala ulang 2 tahun terjadi peningkatan volume debit banjir.



Gambar 4.45 Potongan Melintang J84 – J90 dan J94-J96 (Kiri) Kala Ulang 2 tahunan

Pada Gambar 4.45 terlihat bahwa saluran J84-J90 penuh juga pada J94-J96, untuk node J84-J90 penyebabnya sama dengan apa yang terjadi pada kala ulang tahunan namun disini terjadi peningkatan volume debit air, untuk J94-J96 lokasi ini berada pada persimpangan yang dari arah jalan Perum Gunung Batu

menuju ke Jalan Karimata. Pada kala ulang tahunan node J94-J96 memang tidak terjadi banjir tapi pada kala ulang 2 tahunan, node J94-J96 terjadi banjir/genangan.

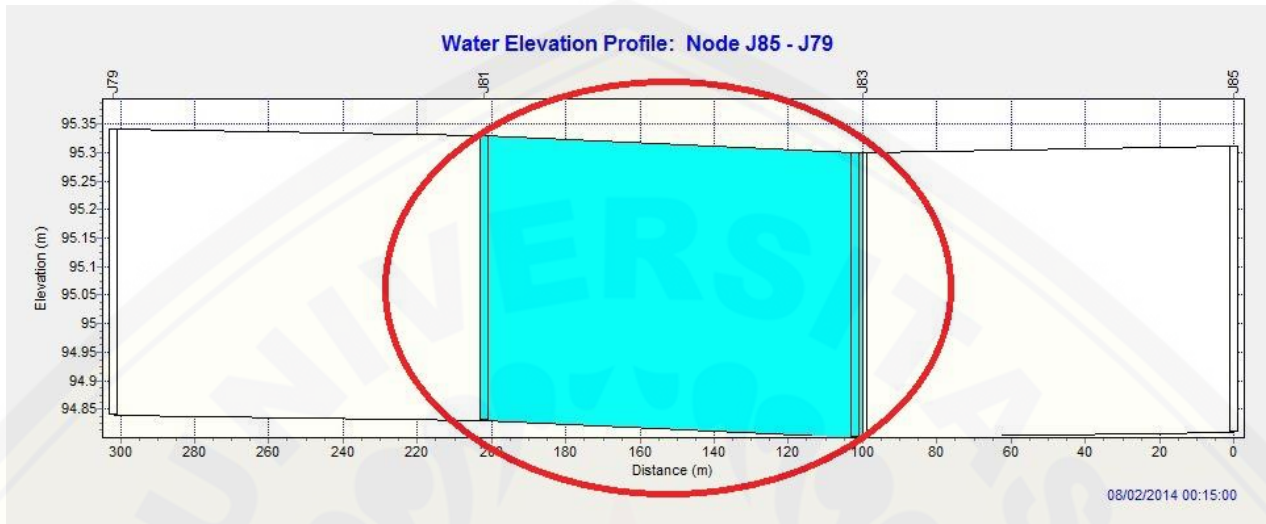
4.5.3 Hasil *Running* SWMM untuk Kala Ulang 5 Tahun

Tabel 4.28 *Node* Banjir Hasil *Running* SWMM untuk Kala Ulang 5 Tahun

Node	Hours Flooded	Maximum Rate CMS	Time of Max Occurrence days hr:min	Total Flood Volume 10 ⁶ ltr	Maximum Ponded Volume 1000 m3
J13	0.15	0.145	0 00:10	0.037	0.000
J15	0.26	0.088	0 00:09	0.060	0.000
J21	0.14	0.135	0 00:10	0.033	0.000
J25	0.40	0.326	0 00:15	0.279	0.000
J27	0.58	0.135	0 00:08	0.230	0.000
J28	0.36	0.269	0 00:15	0.180	0.000
J29	0.99	0.231	0 00:08	0.669	0.000
J30	0.97	0.274	0 00:10	0.611	0.000
J31	1.03	0.508	0 00:10	1.076	0.000
J33	1.08	0.250	0 00:10	0.756	0.000
J34	0.99	0.050	0 00:08	0.177	0.000
J35	1.08	0.264	0 00:10	0.465	0.000
J36	1.04	0.331	0 00:15	0.785	0.000
J39	1.13	0.258	0 00:10	0.695	0.000
J40	1.07	0.057	0 00:08	0.215	0.000
J45	0.20	0.235	0 00:10	0.078	0.000
J47	2.98	0.935	0 00:10	2.375	0.000
J48	1.65	0.405	0 00:10	0.825	0.000
J51	1.00	0.495	0 00:10	0.572	0.000
J53	0.55	0.253	0 00:10	0.184	0.000
J54	0.70	0.320	0 00:15	0.344	0.000
J55	2.65	1.195	0 00:10	3.459	0.000
J56	1.69	0.459	0 00:10	1.536	0.000
J57	0.17	0.106	0 00:10	0.033	0.000
J58	0.15	0.116	0 00:10	0.028	0.000
J61	2.03	0.576	0 00:10	1.182	0.000
J62	1.30	0.473	0 00:10	1.039	0.000
J63	1.23	0.370	0 00:10	0.846	0.000
J64	1.68	0.420	0 00:10	0.869	0.000
J81	0.98	0.125	0 00:10	0.110	0.000
J84	1.30	0.025	0 00:06	0.107	0.000
J86	1.18	0.253	0 00:08	0.936	0.000
J88	0.82	0.022	0 00:08	0.061	0.000
J90	0.72	0.021	0 00:08	0.051	0.000
J94	0.64	0.028	0 00:08	0.058	0.000
J96	0.55	0.329	0 00:10	0.283	0.000
J102	0.14	0.073	0 00:10	0.020	0.000
J103	0.18	0.018	0 00:15	0.008	0.000
J114	1.93	0.168	0 00:10	0.303	0.000
J116	1.99	0.318	0 00:06	1.555	0.000
J126	1.04	0.159	0 00:09	0.465	0.000
J128	0.50	0.153	0 00:15	0.134	0.000
J130	1.13	1.050	0 00:10	2.480	0.000
J131	0.21	0.046	0 00:10	0.017	0.000
J142	1.77	1.578	0 00:10	3.030	0.000
J146	1.18	0.249	0 00:15	0.553	0.000
J150	1.02	0.221	0 00:10	0.339	0.000
J153	1.18	2.439	0 00:10	5.534	0.000
J155	0.44	0.150	0 00:15	0.125	0.000
J156	1.91	1.263	0 00:15	3.908	0.000
J157	1.10	0.376	0 00:15	0.777	0.000
J159	1.07	0.439	0 00:10	0.722	0.000

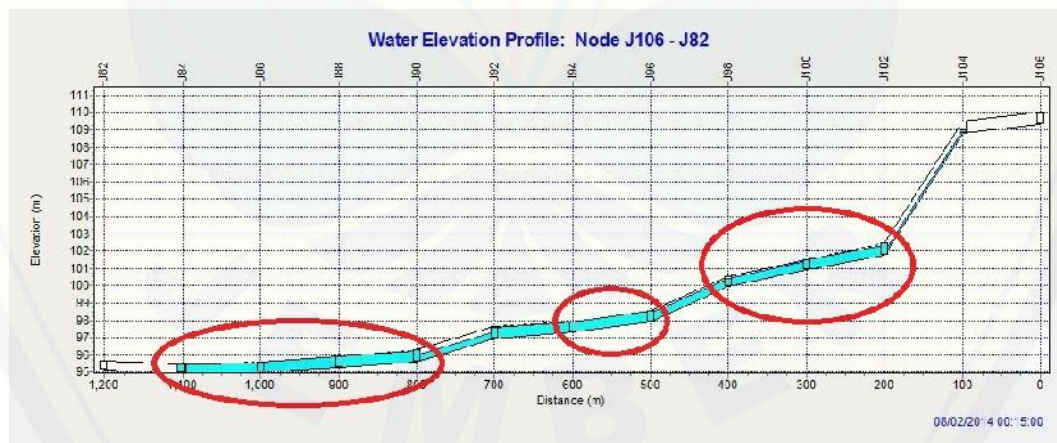
Sumber : Hasil *Running* EPA SWMM 5

Berdasar Tabel 4.28, terdapat sepuluh *node* banjir, dimana terlihat dari *node* yang mendapat tanda melingkar pada Perum Gunung Batu dari hasil *running* SWMM untuk kala ulang 5 tahunan. Volume total banjir terbesar di J142 yaitu $3,030.10^6$ L dan terendah J102 dengan $0,020.10^6$ L



Gambar 4.46 Potongan Melintang J81 – J83 (Kanan) Kala Ulang 2 tahunan

Pada Gambar 4.46 terlihat bahwa saluran J81-J83 penuh, sama pada halnya yang terjadi pada hasil running dengan menggugurkan kala ulang 2 tahunan.



Gambar 4.47 Potongan Melintang J84 – J90 dan J94-J96 (Kiri) Kala Ulang 5 tahunan

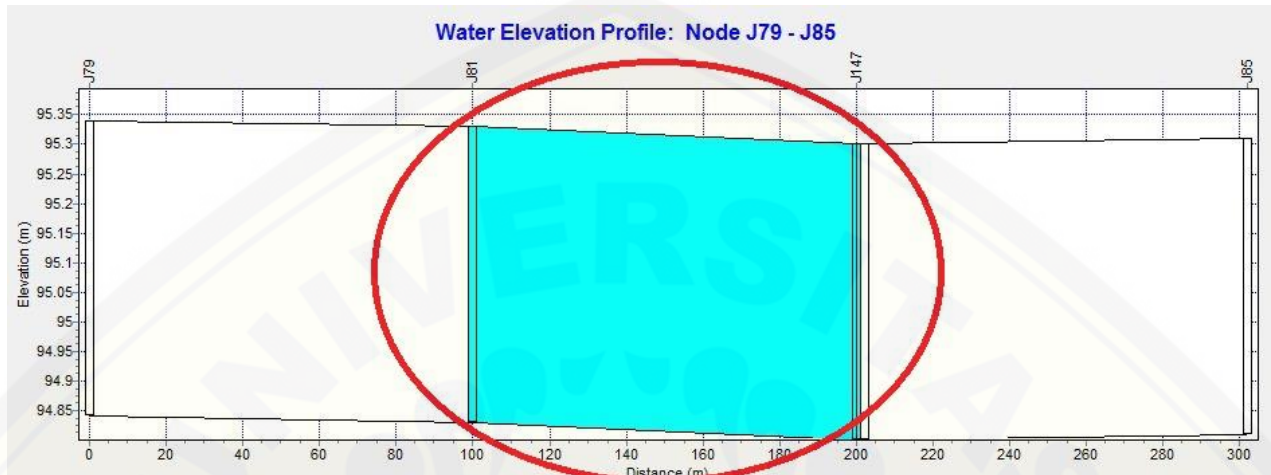
Pada Gambar 4.47 terlihat bahwa saluran J84-J90 penuh juga pada J94-J96, penyebab yang sama pada yang terjadi pada kala ulang 2 tahunan.

4.5.4 Hasil *Running* SWMM untuk Kala Ulang 10 TahunTabel 4.29 *Node* Banjir Hasil *Running* SWMM untuk Kala Ulang 10 Tahun

Node	Hours Flooded	Maximum Rate CMS	Time of Max Occurrence days hr:min	Total Flood Volume 10 ⁶ ltr	Maximum Ponded Volume 1000 m ³
J4	0.04	0.036	0 00:10	0.003	0.000
J11	0.07	0.068	0 00:10	0.008	0.000
J13	0.20	0.156	0 00:10	0.068	0.000
J15	0.34	0.088	0 00:09	0.081	0.000
J21	0.20	0.203	0 00:10	0.066	0.000
J25	0.52	0.372	0 00:15	0.408	0.000
J27	0.73	0.135	0 00:08	0.299	0.000
J28	0.47	0.393	0 00:15	0.332	0.000
J29	1.01	0.231	0 00:08	0.763	0.000
J30	0.99	0.274	0 00:10	0.754	0.000
J31	1.04	0.570	0 00:10	1.205	0.000
J33	1.08	0.260	0 00:10	0.780	0.000
J34	1.02	0.050	0 00:08	0.182	0.000
J35	1.09	0.301	0 00:10	0.536	0.000
J36	1.06	0.375	0 00:15	0.902	0.000
J39	1.14	0.276	0 00:10	0.733	0.000
J40	1.09	0.057	0 00:07	0.219	0.000
J45	0.27	0.328	0 00:10	0.135	0.000
J47	3.09	0.984	0 00:10	2.615	0.000
J48	1.77	0.457	0 00:10	0.930	0.000
J51	1.02	0.577	0 00:10	0.723	0.000
J53	0.69	0.315	0 00:10	0.270	0.000
J54	0.89	0.402	0 00:15	0.513	0.000
J55	2.79	1.294	0 00:10	3.742	0.000
J56	1.79	0.471	0 00:10	1.610	0.000
J57	0.23	0.149	0 00:10	0.058	0.000
J58	0.20	0.169	0 00:10	0.055	0.000
J61	2.13	0.648	0 00:10	1.330	0.000
J62	1.36	0.503	0 00:10	1.156	0.000
J63	1.27	0.378	0 00:10	0.937	0.000
J64	1.80	0.473	0 00:10	0.979	0.000
J81	1.00	0.143	0 00:10	0.141	0.000
J84	1.36	0.025	0 00:06	0.110	0.000
J86	1.19	0.253	0 00:07	0.957	0.000
J88	0.98	0.022	0 00:07	0.075	0.000
J90	0.88	0.021	0 00:08	0.063	0.000
J94	0.78	0.028	0 00:08	0.072	0.000
J96	0.68	0.360	0 00:10	0.386	0.000
J102	0.19	0.141	0 00:10	0.053	0.000
J113	0.24	0.032	0 00:15	0.018	0.000
J114	2.10	0.186	0 00:10	0.341	0.000
J116	2.20	0.318	0 00:06	1.619	0.000
J126	1.06	0.159	0 00:08	0.518	0.000
J128	0.67	0.202	0 00:10	0.207	0.000
J130	1.14	1.184	0 00:10	2.810	0.000
J134	0.27	0.065	0 00:10	0.029	0.000
J142	1.88	1.776	0 00:10	3.387	0.000
J146	1.19	0.284	0 00:15	0.639	0.000
J152	1.03	0.264	0 00:10	0.425	0.000
J153	1.21	2.814	0 00:10	6.410	0.000
J155	0.58	0.202	0 00:10	0.203	0.000
J156	2.11	1.388	0 00:15	4.299	0.000
J157	1.12	0.432	0 00:15	0.920	0.000
J159	1.08	0.506	0 00:10	0.853	0.000

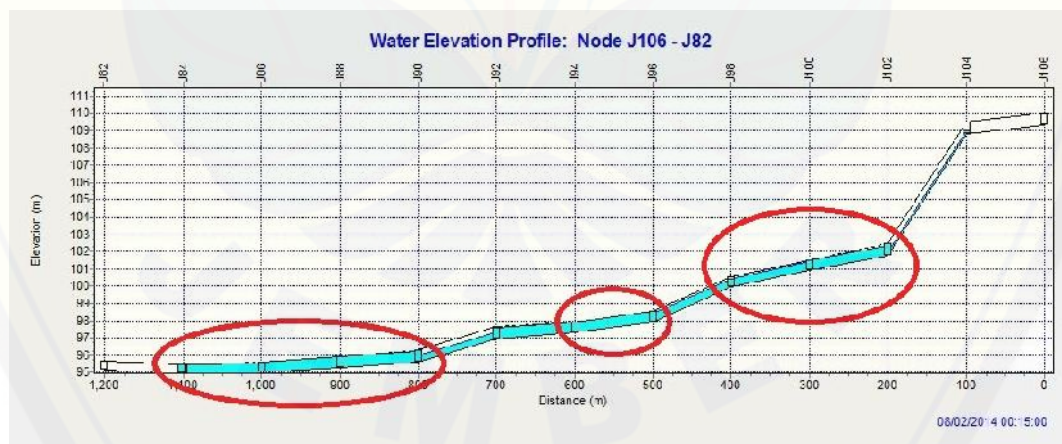
Sumber : Hasil *Running* EPA SWMM 5

Berdasar Tabel 4.29, terdapat sepuluh *node* banjir, dimana terlihat dari *node* yang mendapat tanda melingkar pada Perum Gunung Batu dari hasil *running* SWMM untuk kala ulang 5 tahunan. Volume total banjir terbesar di J142 yaitu $3,387.10^6$ L dan terendah J102 dengan $0,053.10^6$ L



Gambar 4.48 Potongan Melintang J81 – J83 (Kanan) Kala Ulang 10 tahunan

Pada Gambar 4.48 terlihat bahwa saluran J81-J83 penuh, sama pada halnya yang terjadi pada hasil *running* dengan menggugurkan kala ulang tahunan, 2 tahun/5 tahun, pada kala ulang 10 tahun ini penyebab sama melainkan hanya terjadi peningkatan jumlah volume debit air.



Gambar 4.49 Potongan Melintang J84 – J90 dan J92-J96 (Kiri) Kala Ulang 10 tahunan

Pada Gambar 4.49 terlihat bahwa saluran J84-J90 penuh juga pada J94-J96, penyebab yang sama pada yang terjadi pada kala ulang sebelumnya tetapi

pada kala ulang 10 tahun selain jumlah debit yang lebih besar dibanding dengan kala ulang tahunan, 2 tahun ataupun 5 tahun, terlihat ada penambahan titik/*node* banjir yakni *node* J92-J96.



4.6 Usulan Rencana Drainase Jalan daerah wilayah Sungai Antirogo – Sungai Cakol Summersari Kabupaten Jember

4.6.1 Perubahan dimensi saluran

Perencanaan ulang drainase jalan untuk daerah wilayah sungai Antirogo-sungai Cakol sangat diperlukan karena sering terjadi banjir pada saat musim hujan tiba. Perencanaan ulang dilakukan dengan menggunakan *software SWMM* dengan mengubah dimensi saluran yang ada yang terjadi banjir.

Hasil *running* dengan data saluran eksisting untuk kala ulang 1, 2, 5, dan 10 tahun memiliki kesamaan, namun perbedaannya dari tiap kala ulang hanya pada volume debit air. untuk lokasi saluran yang tidak mampu menampung limpasan terjadi pada *conduit* yang sama.

Dalam melakukan perencanaan ulang saluran drainase acuan kala ulang untuk wilayah Sungai Antirogo-Sungai Cakol menggunakan tabel penentuan kala ulang di bawah ini.

Tabel 4.30 Tabel Penentuan Kala Ulang

Tipologi Kota	Daerah Tangkapan Air (Ha)			
	< 10	10-100	100-500	>500
Kota Metropolitan	2 Th	2-5 Th	5-10 Th	10-25 Th
Kota Besar	2 Th	2-5 Th	2-5 Th	5-20 Th
Kota Sedang	2 Th	2-5 Th	2-5 Th	5-10 Th
Kota Kecil	2 Th	2 Th	2 Th	2-5 Th

Sumber : “*Urban Drainage Guidelines and Technical Design Standards*” dan Keputusan Direktur Jenderal Cipta Karya No: 07/KPTS/ CK/ 1999 Tentang Petunjuk Teknis Perencanaan, Pembangunan dan Pengelolaan Bidang Ke-Plp-an Perkotaan dan Perdesaan

Berdasarkan Tabel 4.30 untuk wilayah drainase Sungai Antirogo-Sungai Cakol sendiri mempunyai daerah luas tangkapan air 171.03 Ha, dan sedangkan untuk Kota/Kabupaten Jember termasuk dalam kategori Kota sedang. Dengan demikian maka pemodelan untuk perubahan saluran drainase dapat menggunakan kala ulang 2-5 tahun.

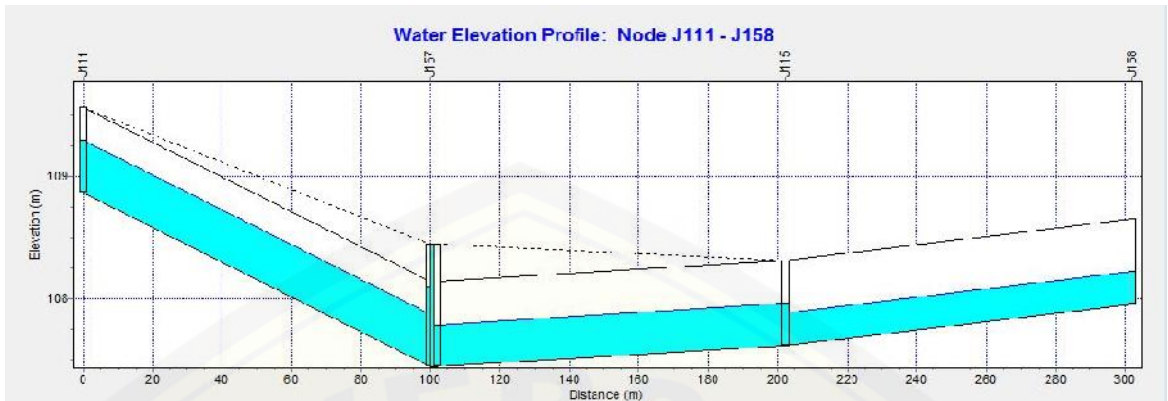
Tabel 4.31 Hasil Rekapitulasi Dimensi Saluran Banjir pada Jalan Karimata pada Simulasi SWMM

NODE	LINK	Lama			Baru				
		h	b	elevasi	h	b	h	b	elevasi
J113	C121	0.7	0.6	107.44	1	0.6	0.3	0	107.14
J114	C107	0.7	0.6	107.38	1.2	0.6	0.5	0	106.88
J116	C106	0.7	0.6	107.41	2	0.6	1.3	0	106.11
J126	C98	0.7	0.6	106.02	1.85	0.6	1.15	0	104.87
J128	C99	0.7	0.6	105.97	1.5	0.6	0.8	0	105.17
J130	C100	0.7	0.6	105.61	1.5	0.6	0.8	0	104.81
J132	C101	0.7	0.6	105.32	1.4	0.6	0.7	0	104.62
J134	C97	0.7	0.6	104.58	0.7	0.6	0	0	104.58
J152	C108	0.7	0.6	107.38	1.2	0.6	0.5	0	106.88
J153	C106	0.7	0.6	107.74	1.2	1	0.5	0.4	107.24
J155	C98	0.7	0.6	106.25	1	0.6	0.3	0	105.95
J156	C102	0.7	0.6	104.58	1.2	0.6	0.5	0	104.08
J157	C122	0.7	0.6	107.44	1	0.6	0.3	0	107.14
J159	C119	0.7	0.6	105.91	1	0.6	0.3	0	105.61

Sumber : Hasil running SWMM dan analisa lapangan

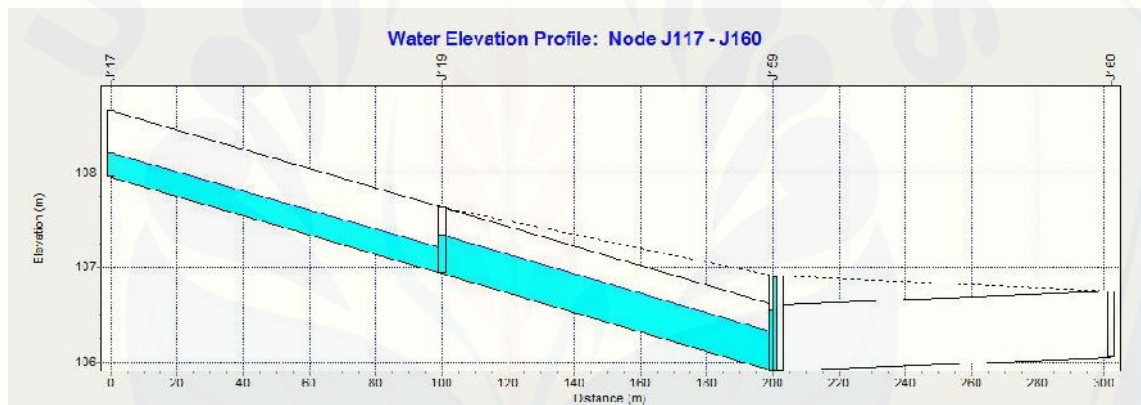
Tabel 4.31 diatas menunjukkan perubahan dimensi saluran dan elevasi saluran yang banjir setelah melakukan percobaan perubahan pada dimensi saluran yang banjir pada *running* SWMM. Perubahan dimensi saluran disesuaikan dengan kondisi di lapangan, dimana perubahan lebar saluran disesuaikan karena terbentur dengan pembebasan lahan yang ada, maka hal yang paling memungkinkan untuk melakukan perubahan hanya merubah pada kedalaman saluran.

a. Jalan Karimata



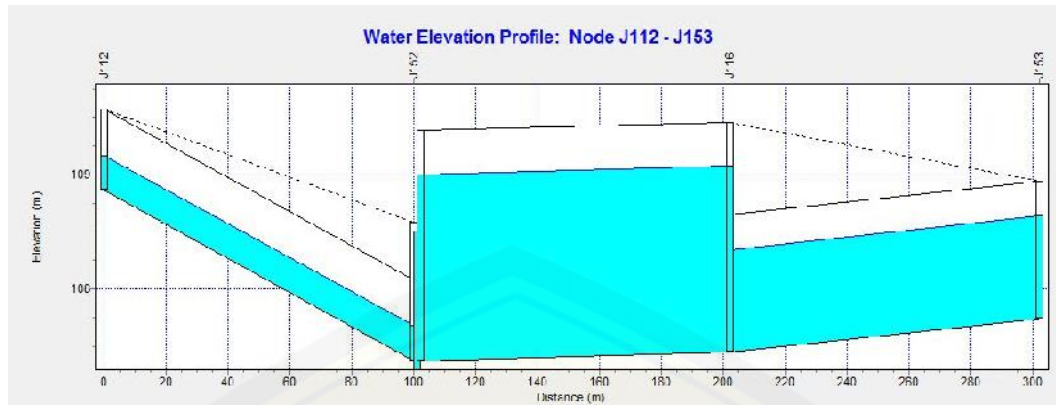
Gambar 4.50 Node J111- J158

Disini terlihat pada J157 yang semula banjir, dengan perubahan dimensi saluran yang dilakukan terlihat J157 tidak terjadi banjir



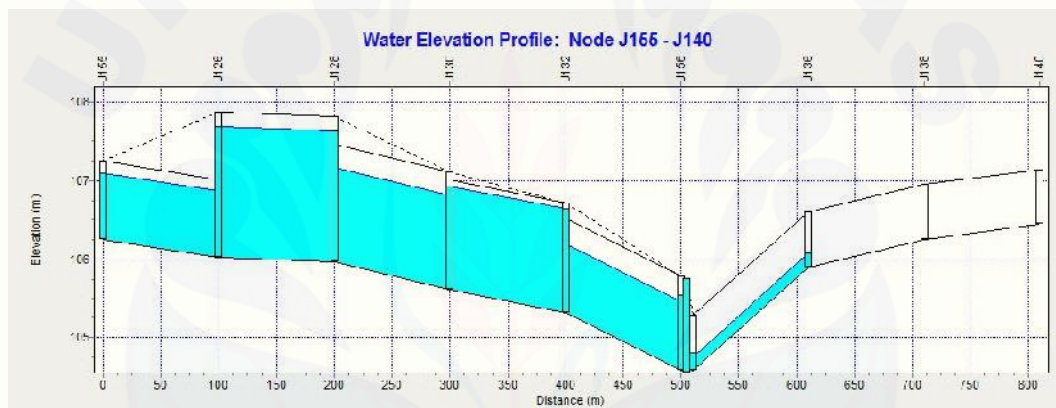
Gambar 4.51 Node J117-J160

Pada J159 yang semula banjir setelah dilakukan perubahan dimensi terlihat J159 tidak banjir.



Gambar 4.52 Node J112- J153

Pada J112 samapai J153 semual terjadi banjir pada J152, J116 dan J153, namun setelah dilakuakn perubahan terhadap dimensi saluran menggunakan SWMM terlihat J152, J116 dan J153 tidak banjir lagi.



Gambar 4.53 Node J155- J140

Terlihat untuk J115, J126, J128, J130, J132, dan J156 yang semula terjadi banjir setelah dilakukan perubahan dimensi, sekarang tampak tidak banjir kembali.

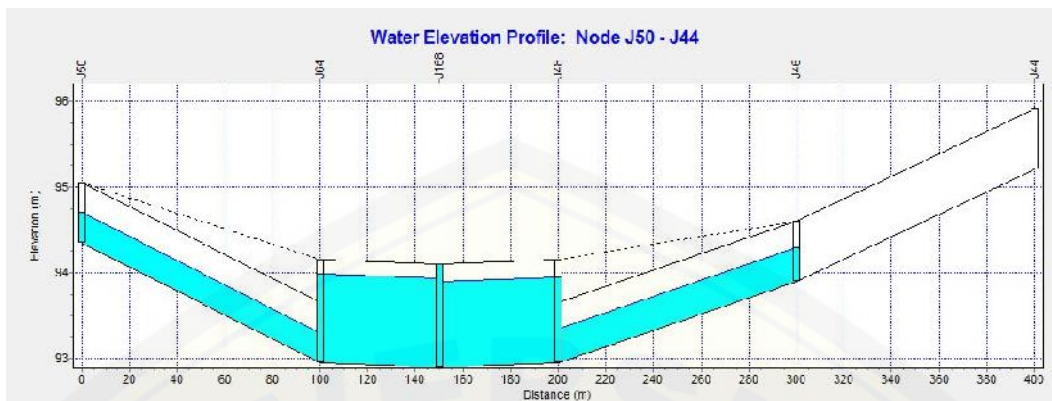
Tabel 4.32 Hasil Rekapitulasi Dimensi Saluran Banjir pada Jalan Letjen Suprpto pada Simulasi SWMM

NODE	LINK	Lama			Baru				
		h	b	elevasi	h	b	h	b	elevasi
J45	C42	0.7	0.6	93.94	1	0.6	0.3	0	93.64
J47	C42	0.7	0.6	93.2	1.6	0.6	0.9	0	92.3
J48	C50	0.7	0.6	92.95	1.2	0.6	0.5	0	92.45
J51	C44	0.7	0.6	88.39	1.4	0.6	0.7	0	87.69
J53	C46	0.7	0.6	88.28	1.4	0.6	0.7	0	87.58
J54	C54	0.7	0.6	88.12	1.2	0.6	0.5	0	87.62
J55	C135	0.7	0.6	87.74	1.7	0.6	1	0	86.74
J56	C137	0.7	0.6	87.74	1.2	0.6	0.5	0	87.24
J57	C47	0.7	0.6	87.91	1	0.6	0.3	0	87.61
J58	C55	0.7	0.6	88.03	1	0.6	0.3	0	87.73
J61	C43	0.7	0.6	93.2	1.6	0.6	0.9	0	92.3
J62	C136	0.7	0.6	87.74	0.8	0.6	0.1	0	87.64
J63	C138	0.7	0.6	87.74	1	0.6	0.3	0	87.44
J64	C134	0.7	0.6	92.95	1.2	0.6	0.5	0	92.45

Sumber : Hasil running SWMM dan analisa lapangan

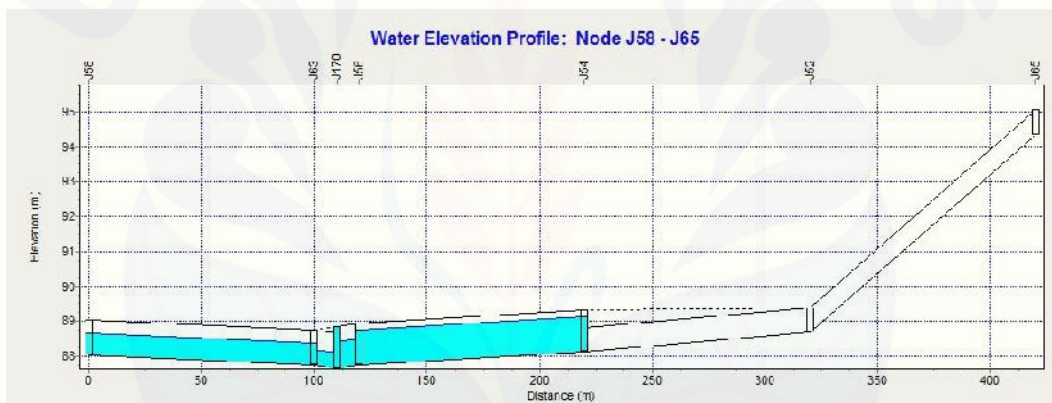
Tabel 4.32 diatas menunjukkan perubahan dimensi saluran dan elevasi saluran yang banjir setelah melakukan percobaan perubahan pada dimensi saluran yang banjir pada *running* SWMM. Perubahan dimensi saluran disesuaikan dengan kondisi di lapangan, dimana perubahan lebar saluran disesuaikan karena terbentur dengan pembebasan lahan yang ada, maka hal yang paling memungkinkan untuk melakukan perubahan hanya merubah pada kedalaman saluran.

b. Jalan letjen Suprpto



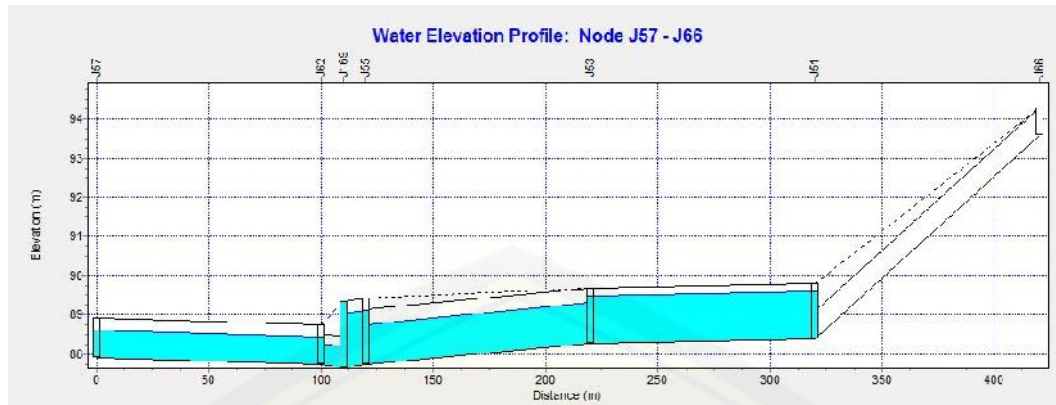
Gambar 4.54 Node J50- J44

Untuk J64 dan J48 pada sisi sebelah kanan dari jalan letjen Suprpto yang semula nampak banjir, setelah dilakukan perubahan pada dimensinya sekarang terlihat tidak terjadi banjir lagi.



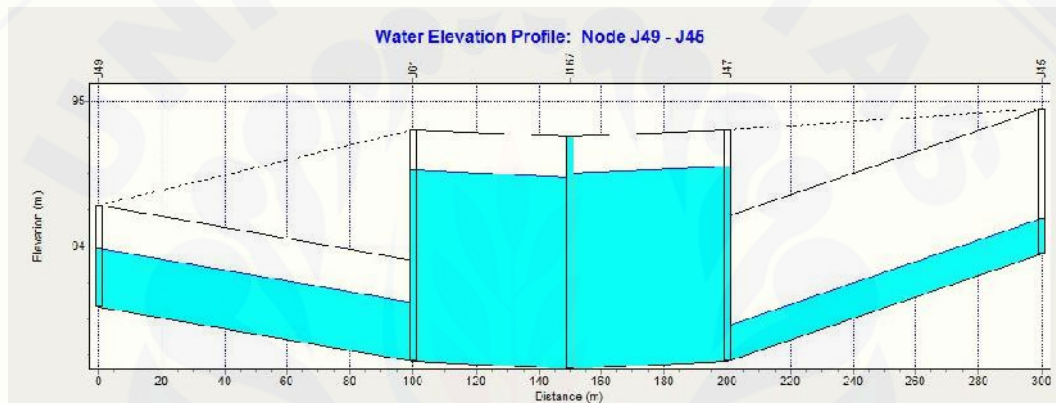
Gambar 4.55 Node J58- J65

Untuk J58 sampai J54 pada sisi kanan jalan letjen Suprpto terlihat tidak banjir setelah dilakukan perubahan pada dimensi saluran.



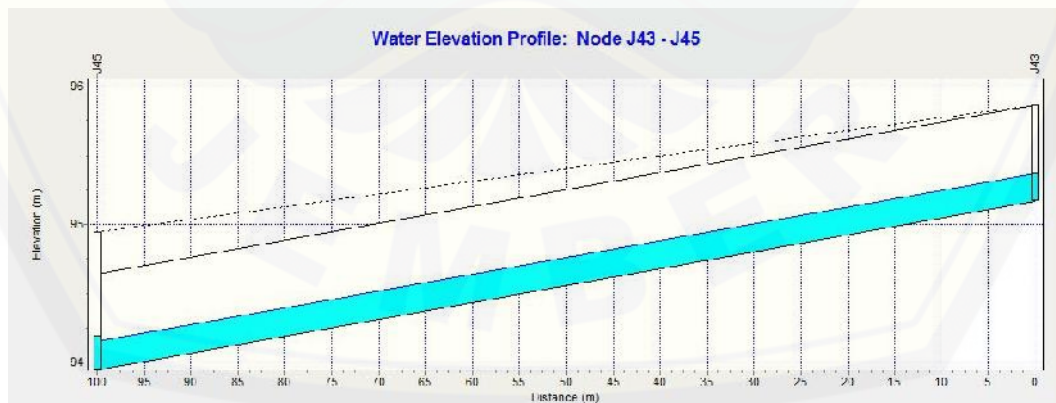
Gambar 4.56 Node J57- J66

Sama halnya dengan Gambar 4.55 hanya sisi saluran ini berada pada sisi kiri jalan letjen Suprpto, terlihat juga bahwa saluran yang ada tidak banjir.



Gambar 4.57 Node J49- J45

Sama halnya dengan Gambar 4.54 hanya sisi saluran ini berada pada sisi kiri jalan letjen Suprpto, terlihat juga bahwa saluran yang ada tidak banjir.



Gambar 4.58 Node J43- J45

J45 yang semula terlihat banjir, setelah dilakukan perubahan dimensi saluran terlihat sekarang tidak terjadi banjir.

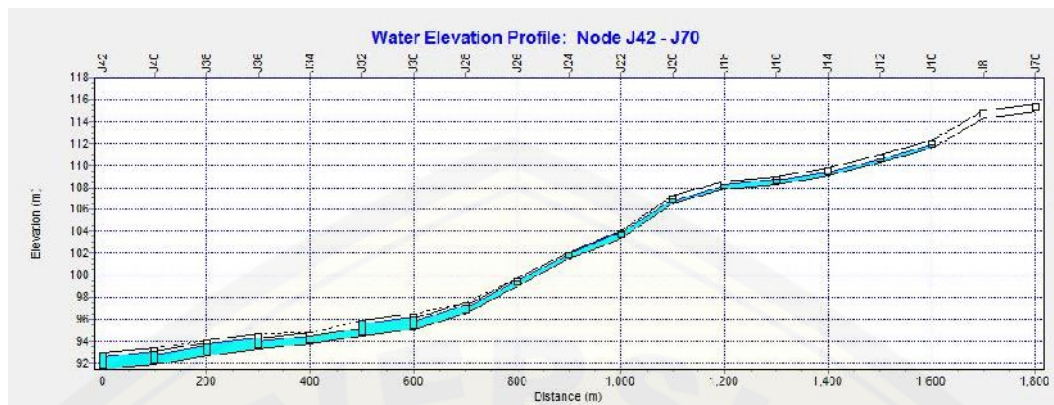
Tabel 4.33 Hasil Rekapitulasi Dimensi Saluran Banjir pada Jalan Letjen Panjaitan pada Simulasi SWMM

NODE	LINK	Lama			Baru			Δ	
		h	b	elevasi	h	b	h	b	elevasi
J13	C9	0.7	0.6	109.14	1	0.6	0.3	0	108.84
J15	C10	0.7	0.6	108.48	1	0.6	0.3	0	108.18
J21	C13	0.7	0.6	103.42	1	0.6	0.3	0	103.12
J25	C15	0.7	0.6	99.02	1.2	0.6	0.5	0	98.52
J27	C16	0.7	0.6	96.79	1.2	0.6	0.5	0	96.29
J28	C34	0.7	0.6	96.53	1	0.6	0.3	0	96.23
J29	C17	0.7	0.6	95.16	1.7	0.6	1	0	94.16
J30	C35	0.7	0.6	95.04	1.4	0.6	0.7	0	94.34
J31	C18	0.7	0.6	94.34	2	0.6	1.3	0	93.04
J33	C19	0.7	0.6	93.56	2.7	0.6	2	0	91.56
J34	C37	0.7	0.6	93.75	1	0.6	0.3	0	93.45
J35	C20	0.7	0.6	93.17	2.5	0.6	1.8	0	91.37
J36	C38	0.7	0.6	93.26	1.4	0.6	0.7	0	92.56
J39	C22	0.7	0.6	93.73	3.2	0.6	2.5	0	91.23
J40	C40	0.7	0.6	91.89	1.5	0.6	0.8	0	91.09

Sumber : Hasil running SWMM dan analisa lapangan

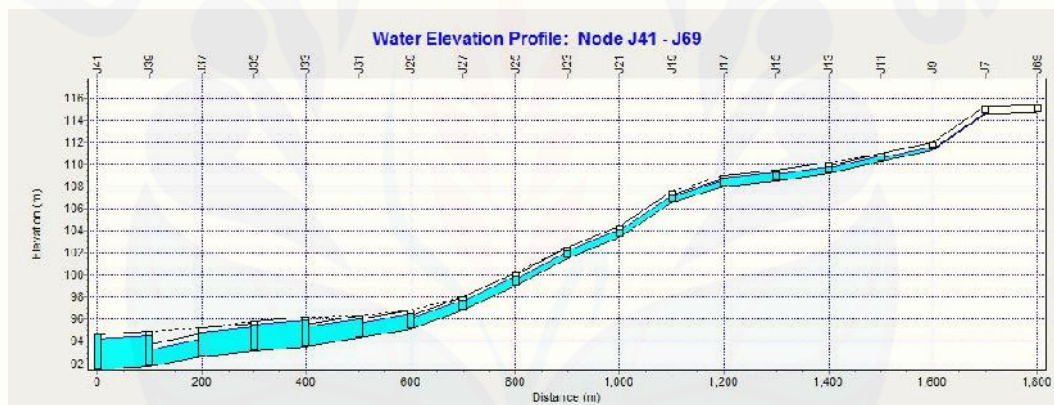
Tabel 4.33 diatas menunjukkan perubahan dimensi saluran dan elevasi saluran yang banjir setelah melakukan percobaan perubahan pada dimensi saluran yang banjir pada *running* SWMM. Perubahan dimensi saluran disesuaikan dengan kondisi di lapangan, dimana perubahan lebar saluran disesuaikan karena terbentur dengan pembebasan lahan yang ada, maka hal yang paling memungkinkan untuk melakukan perubahan hanya merubah pada kedalaman saluran.

c. Jalan Letjen Panjaitan



Gambar 4.59 Node J42- J70

Untuk jalan letjen Panjaitan pada sisi sebelah kanan yang semula terlihat beberapa titik banjir setelah dilakukan perubahan dimensi saluran, sekarang tidak terlihat saluran yang banjir.



Gambar 4.60 Node J41- J69

Sama dengan halnya pada Gambar 4.59, jalan Letjen Panjaitan pada sisi sebelah kiri yang mulanya banjir, setelah dilakukan perubahan dimensi salurannya, sekarang tidak terlihat saluran yang banjir.

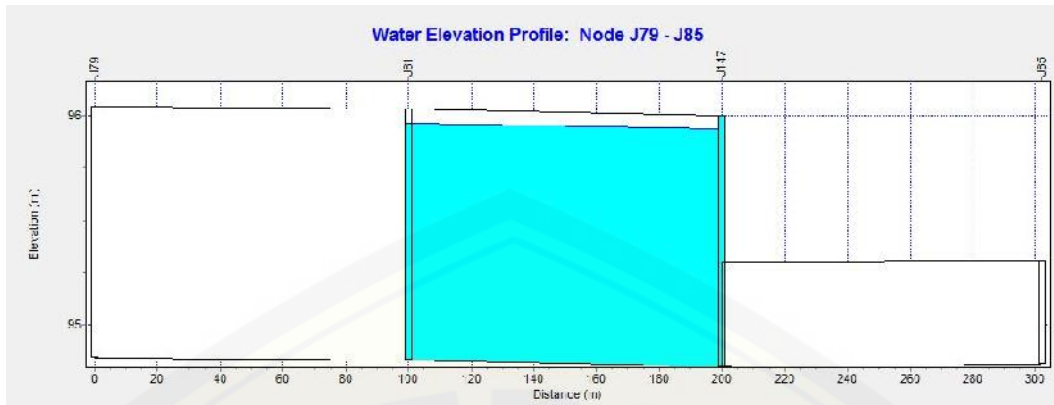
Tabel 4.34 hasil rekapitulasi dimensi saluran banjir pada Perum Gunung Batu pada simulasi SWMM

NODE	LINK	Lama			Baru			Δ	
		h	b	elevasi	h	b	h	b	elevasi
J81	C85	0.5	0.4	94.83	1.2	0.4	0.7	0	94.13
J84	C144	0.5	0.4	94.96	1	0.4	0.5	0	94.46
J86	C67	0.5	0.4	95.03	2	0.4	1.5	0	93.53
J88	C66	0.6	0.4	95.31	1	0.4	0.4	0	94.91
J90	C65	0.6	0.4	95.63	1	0.4	0.4	0	95.23
J94	C63	0.6	0.4	97.32	1	0.4	0.4	0	96.92
J96	C62	0.6	0.4	97.93	0.8	0.4	0.2	0	97.73
J102	C59	0.6	0.4	101.75	0.8	0.4	0.2	0	101.55
J142	C146	0.5	0.4	94.57	1	0.4	0.5	0	94.07
J146	C143	0.6	0.4	94.96	0.8	0.4	0.2	0	94.76

Sumber : Hasil running SWMM dan analisa lapangan

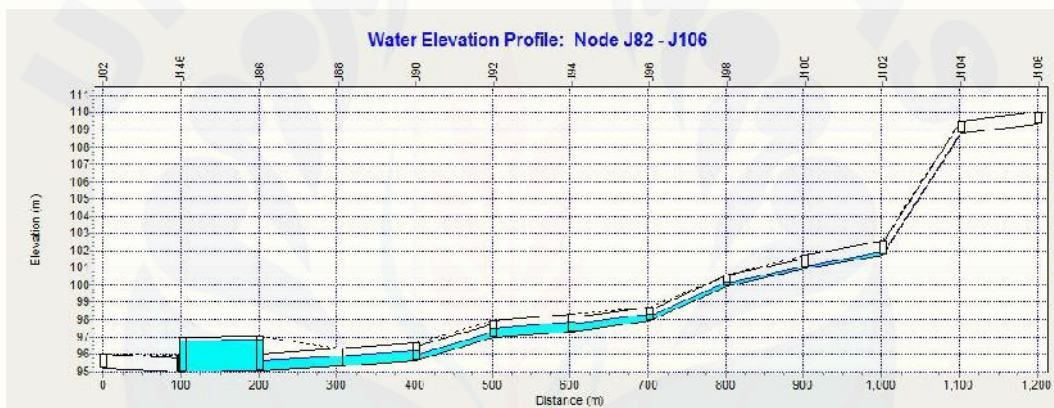
Tabel 4.34 diatas menunjukkan perubahan dimensi saluran dan elevasi saluran yang banjir setelah melakukan percobaan perubahan pada dimensi saluran yang banjir pada *running* SWMM. Perubahan dimensi saluran disesuaikan dengan kondisi di lapangan, dimana perubahan lebar saluran disesuaikan karena terbentur dengan pembebasan lahan yang ada, maka hal yang paling memungkinkan untuk melakukan perubahan hanya merubah pada kedalaman saluran.

d. Perum Gunung Batu



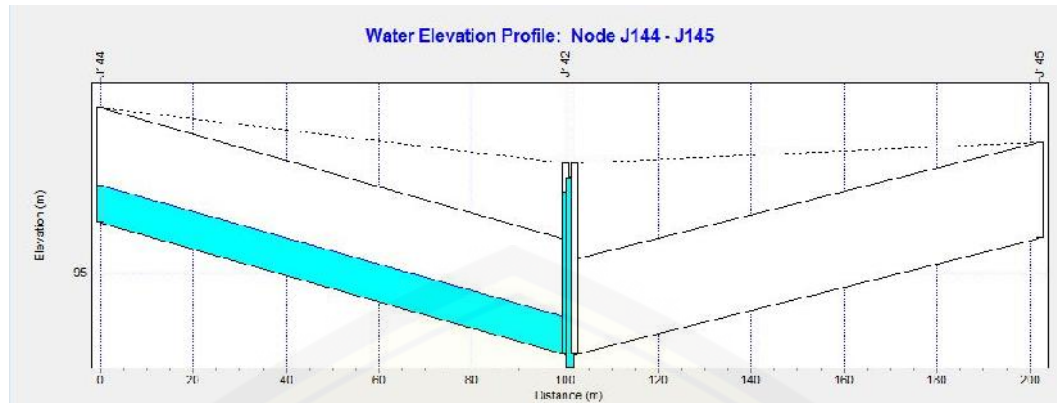
Gambar 4.61 Node J79- J85

Pada saluran sisi sebelah kanan untuk J81 Perum Gunung Batu yang semula banjir, sekarang tidak terjadi banjir lagi.



Gambar 4.62 Node J82- J106

Untuk saluran sisi sebelah kiri pada Perum Gunung Batu, semula terlihat terdapat saluran yang banjir (J84, J86, J88, J90, J94, J96, J98 dan J102) namun sekarang setelah dilakukan perubahan pada dimensi salurannya tidak terlihat lagi adanya banjir.



Gambar 4.63 Node J144- J145

Untuk J142 pada Perum Gunung Batu yang semula banjir, sekarang terlihat tidak banjir setelah dilakukan perubahan dimensi saluran.

4.6.2 Kalibrasi Pemodelan

Kalibrasi ini dilakukan untuk menyesuaikan hasil fakta di lokasi penelitian dan hasil simulasi SWMM dengan membandingkan tinggi air pada saluran. Tinggi air yang digunakan sebagai data fakta di lokasi penelitian adalah tanggal 8 November 2014, data tinggi air pada stasiun Jember saat itu dengan curah hujan sebesar 45 mm.

Tabel 4.35 Rekapitulasi Kalibrasi Pemodelan SWMM

Conduit	Tinggi SWMM	Tinggi Survey	% Error
C97	10.5	10.6	0.95%
C106	70	71	1.43%
C64	27.6	28	1.45%

Sumber : Hasil Survey Lapangan dan Perhitungan

Berdasarkan tabel 4.35, untuk C97 dan C106 lokasinya berada pada Jalan Karimata dengan kondisi saluran terbuka, sedangkan untuk C64 lokasi pengambilan hasil survey berada di Gunung Batu. Untuk pemodelan di atas bisa diterima, dikarenakan nilai % error bisa dibilang kecil dan kalibrasi dengan kesalahan tertentu dapat disesuaikan dengan mengubah parameter nilai *%impervious* pada SWMM.

BAB 5. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan dapat disimpulkan bahwa :

- a. Terdapat beberapa saluran pada wilayah drainase jalan raya pada sungai Antirogo – sungai Cakol yang tidak dapat menampung debit air hujan untuk kala ulang 1, 2, 5, dan 10 tahun. Untuk lokasi saluran yang tidak dapat menampung debit air limpasan yang berada pada jalan Karimata diantaranya C121 (berada disekitaran Sekolah Dasar Sumpersari 1), C106 (berada disamping dari Bimbel Ganesha Operation), C100 (berada tepat di persimpangan antara jalan Semeru dengan jalan Karimata), C102 (tepat berada di depan alfamart jalan karimata). Untuk jalan Letjen Suprpto diantaranya C43/C51 (lokasi ini berada di sekitaran Hotel Sulawesi), C54/C46 (lokasi ini berada di sekitaran Indomaret dekat dari kantor kelurahan Kebonsari). Untuk jalan Letjen Panjaitan diantaranya C35 (tepat berada di persimpangan antara jalan Letejn Panjaitan-Gunung Batu dan Perum Bukit Permai), C37/C19 (tepat berada di depan dari kantor SATLANTAS Jember dan SMAN 1 Jember), C40 (berada sekitaran dari depan Perpustakaan Daerah Jember). Untuk Perum Gunung Batu diantaranya C70 (berada kisaran kurang lebih 300 m dari pintu masuk Perum Gunung Batu, tepat berada pada tikungan pertama), C86 (berada pada kisaran 450 m dari pintu utama Gunung Batu), C67 (tepat berada di depan sekitaran Masjid Utama Perum Gunung Batu).
- b. Untuk mencegah terjadinya banjir kembali, maka dilakukan perubahan dimensi baik dari elevasi, kedalaman saluran maupun lebar saluran dari tiap saluran yang ada dengan menggunakan bantuan *software* SWMM.

Bahwa dari hasil running SWMM dengan merubah dimensi elevasi pada saluran yang terjadi banjir atau genangan menunjukkan saluran tersebut tidak tampak lagi adanya genangan atau banjir.

5.2 Saran

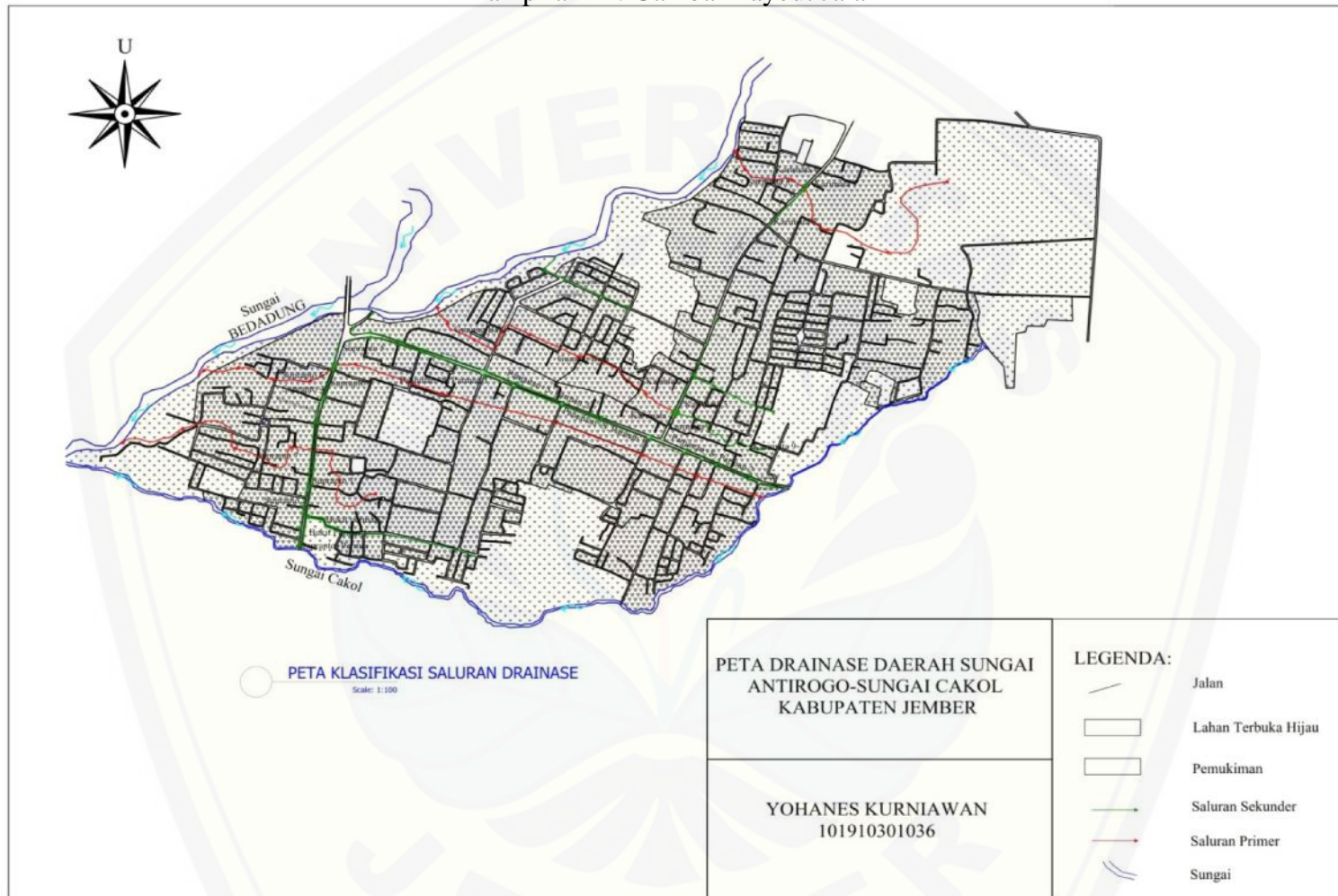
Pada penelitian selanjutnya, untuk hasil running dari SWMM bisa di bandingkan dengan software sejenis



DAFTAR PUSTAKA

- Al Amin, Baitullah., 2009. *Diktat Drainase Perkotaan*. Jurusan Teknik Sipil, Palembang.
- Chow,V.T.,1997. *Hidrolika Saluran Terbuka*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Harto,S., 1993. Analisis Hidrologi. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Kamiana,I.M., 2011. *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*. Yogyakarta: Penerbit Graha Ilmu.
- Subarkah,I. 1980. *Hidrologi Untuk Perencanaan Bangunan Air*. Bandung: Idea Dharma.
- Suripin. 2004. *Sistem Saluran Drainase Perkotaan Berkelanjutan*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Wesli. 2008. *Drainase Perkotaan*. Yogyakarta: Penerbit Graha Ilmu. “Urban Drainage Guidelines and Technical Design Standards” dan Keputusan Direktur Jenderal Cipta Karya No: 07/KPTS/ CK/ 1999 Tentang Petunjuk Teknis Perencanaan, Pembangunan dan Pengelolaan Bidang Ke-Plp-an Perkotaan dan Perdesaan

Lampiran A : Gambar Layout Jalan



Lampiran B: Dokumentasi Penelitian dan Kondisi Lapangan



Gambar 1. Kondisi Genangan pada jalan Karimata pada tanggal 8 April 2014



Gambar 2. Kondisi Genangan pada jalan Karimata pada tanggal 8 April 2014



Gambar 3. Kondisi Genangan pada jalan Letjen Suprpto



Gambar 4. Keadaan saluran pada jalan Letjen Suprpto



Gambar 5. Kondisi genangan di Perum Gunung Batu



Gambar 6. Kondisi genangan di Gunung Batu



Gambar 7. Kondisi genangan di Perum Gunung Batu



Gambar 8. Kondisi genangan di Perum Gunung Batu



Gambar 9. Kondisi genangan di jalan Letjen Panjaitan



Gambar 10. Kondisi genangan di jalan Letjen Panjaitan