



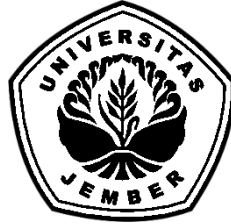
**EVALUASI KINERJA SISTEM DRAINASE PADA WILAYAH
KELURAHAN MEDOKAN AYU KOTA SURABAYA**

SKRIPSI

Oleh

**USAAMAH HADI
NIM 141910301081**

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2018**



**EVALUASI KINERJA SISTEM DRAINASE PADA WILAYAH
KELURAHAN MEDOKAN AYU KOTA SURABAYA**

SKRIPSI

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

Oleh

**USAAMAH HADI
NIM 141910301081**

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2018**

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah atas berkat rahmat Tuhan Yang Maha Esa dan dukungan dari orang-orang tercinta penelitian ini dapat terselesaikan. Oleh karenanya dengan bangga penulis persembahkan skripsi ini untuk :

1. Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U.M selaku dosen pembimbing utama dan Dr. Gusfan Halik, S.T.,M.T. selaku dosen pembimbing anggota yang telah meluangkan waktu dan perhatian guna memberikan bimbingan demi terselesaikannya penulisan laporan tugas akhir ini.
2. Ayahanda Gatot Samsul Hadi dan Ibunda Yulia Farida yang telah memberikan dukungan moral dan material serta pengorbanan yang tak terhingga selama ini.
3. Mbakku tercinta Shabrina Khusuma Hadi yang juga turut mendukung dan mendoakan terselesaikannya skripsi ini.
4. Pak Arip, Pak Sidi, dan segenap anggota divisi kantor Dinas Perumahan Rakyat Dan Kawasan Pemukiman, kantor Cipta Karya Dan Tata Ruang, dan kantor Pengairan Kota Surabaya, yang telah membantu melengkapi data-data yang diperlukan untuk laporan tugas akhir ini.
5. Raden, Aida, Amel, Tina, Ulfa, Mas Wahyu, dan teman-teman seperjuangan Teknik Sipil 2014 yang telah meluangkan waktu untuk membantu menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Teman-teman “Grosir Pitik Sumboan” dan “Morning Tan” yang selalu menghibur dikala jenuh.
7. Monica, Fisca, dan Jessy, teman-teman Universitas Jember yang rela menemani menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Shafira Salsabila, terimakasih atas dukungan dan motivasinya.
9. Guru-guruku TK Siti Aminah, SD Muhammadiyah 16 Surabaya, SMP Al Hikmah Surabaya, SMA Muhammadiyah 2 Surabaya, dan seluruh dosen Jurusan Teknik Sipil Universitas Jember.
10. Keluarga besar Teknik Sipil, terima kasih atas dukungan dan motivasinya
11. Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember

MOTO

Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apa bila kamu telah selesai (dari suatu urusan). Kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain. Dan hanya Kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap.

(Terjemahan Q.S. Al- Insyirah : 6-8) *)

Sesungguhnya, Allah beserta orang-orang yang sabar.

(Terjemahan Q.S Al- Baqarah : 153) *)

*) Departemen Agama Republik Indonesia. 2005. Al Qur'an dan Terjemahannya Special of Women. Jakarta: Yayasan Penterjemah/Pentafsir Al-Qur'an

PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Usaamah Hadi

NIM : 141910301081

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul "Evaluasi Kinerja Sistem Drainase Pada Wilayah Kelurahan Medokan Ayu Kota Surabaya" adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya 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, 24 September 2018

Yang menyatakan

Usaamah Hadi

NIM 141910301081

SKRIPSI

**EVALUASI KINERJA SISTEM DRAINASE PADA WILAYAH
KELURAHAN MEDOKAN AYU KOTA SURABAYA**

Oleh

USAAMAH HADI

NIM 141910301081

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER**

2018

Pembimbing:

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

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Gusfan Halik, S.T., M.T

PENGESAHAN

Karya Ilmiah skripsi berjudul "Evaluasi Kinerja Sistem Drainase Pada Wilayah Kelurahan Medokan Ayu Kota Surabaya" telah diuji dan disahkan pada :

hari, tanggal : Rabu, 17 Oktober 2018

tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji:

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

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

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

Penguji I

Penguji II

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

Retno Utami A W, S.T., M.Eng., Ph.D.
NRP. 760017219

Mengesahkan

Dekan

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

RINGKASAN

Evaluasi Kinerja Sistem Drainase Pada Wilayah Kelurahan Medokan Ayu Kota Surabaya ; Usaamah Hadi, 141910301081; 2014: 49 Halaman: Jurusan Teknik Sipil: Program Studi S1 Fakultas Teknik Universitas Jember.

Laju urbanisasi yang cepat menyebabkan ketimpangan antara kebutuhan perumahan terhadap keterbatasan lahan dan penyediaan infrastruktur, terutama penataan aliran air. Oleh karena itu masalah banjir patut diperhatikan dengan serius karena sangat mempengaruhi kesehatan, hilangnya harta benda, rusaknya sarana dan prasarana, serta laju perekonomian menjadi terhambat. Disisi lain perkembangan peningkatan kapasitas drainase belum mampu mengimbangi perkembangan perubahan lahan tersebut karena terbatasnya anggaran yang tersedia.

Seperti yang terjadi di salah satu perumahan di kelurahan Medokan Ayu di kawasan Surabaya Selatan tepatnya pada Jl. Raya Medokan Sawah. Sistem drainase pada lokasi tersebut perlu dikaji karena air buangan selalu meluap terlebih saat musim penghujan tiba sehingga dapat diperoleh solusi yang tepat. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi kinerja sistem drainase pada jalan tersebut dengan harapan setelah adanya evaluasi kinerja sistem drainase penyebab terjadinya genangan di setiap musim penghujan dapat diketahui dan segera diatasi. Proses evaluasi ini dilakukan dengan menggunakan metode analisis hidrologi untuk menentukan debit pemodelan maksimal yang digunakan untuk mengevaluasi kapasitas saluran drainase yang ada. Di mana *output* perhitungan analisis hidrologi berupa intensitas hujan yang diperlukan sebagai data input untuk pemodelan *SWMM*.

Berdasarkan hasil analisis hitungan debit rencana dan debit kapasitas dengan kala ulang 1 tahun, terdapat beberapa titik saluran yang melebihi kapasitas tampungan saluran drainase, karena terdapat beberapa kinerja sistem drainase yang dinyatakan buruk. Hal ini disebabkan oleh penurunan kapasitas tampungan saluran disebabkan tidak adanya perawatan saluran drainase secara teratur

sehingga terjadinya hambatan pengaliran pada saat menuju *outlet*. Kondisi ini diperburuk oleh masyarakat yang kurang wawasan pentingnya tidak membuang sampah pada saluran drainase yang membuat besarnya peningkatan limpasan. Maka perlu dilakukan pembersihan dan perbaikan saluran – saluran tersebut agar dapat menampung limpasan air hujan.

Berdasarkan titik – titik genangan yang ada, maka perlu dilakukan pembersihan dan perbaikan saluran drainase. Perbaikan saluran diutamakan pada sekitar titik genangan yaitu untuk saluran K3-K4-K5-K6-K7-K8 pada sisi kanan dan Ki2-Ki3-Ki4-Ki5 pada sisi kiri.

SUMMARY

Evaluation of Drainage System Performance at Medokan Ayu District Surabaya City ; Usaamah Hadi ,141910301081; 2014: 49 Halaman: Jurusan Teknik Sipil: Program Studi S1 Fakultas Teknik Universitas Jember.

Rapid urbanization rates lead to imbalances between housing demand for land constraints and the provision of infrastructure, especially the arrangement of water flows. Therefore the problem of flood should be considered seriously because it greatly affects health, loss of property, the destruction of facilities and infrastructure, and the rate of the economy becomes hampered. On the other hand, the development of drainage capacity increase has not been able to compensate for the development of land change due to the limited budget available.

As happened in one residence in the village of Medokan Ayu in South Surabaya precisely on Jl. Raya Medokan Sawah. The drainage system at that location needs to be investigated because the waste water always overflows, actually when the rainy season arrives so that the right solution can be obtained. Therefore, this study was conducted to evaluate the performance of the drainage system on the road. The objective is the evaluation of drainage system performance causes the occurrence of inundation in each rainy season can be known and immediately addressed. The evaluation process is carried out using a hydrological analysis method to determine the maximum modeling discharge used to evaluate the capacity of existing drainage channels. Where the output calculation of hydrological analysis in the form of rain intensity required as input data for SWMM modeling.

The results of the calculation of the plan debit calculation and capacity debit within a year, there are several channel points that exceed the drainage channel capacity, as there are some poorly stated drainage system performance. This is caused by a decrease in channel capacity due to the absence of regular drainage maintenance resulting in drainage resistance at the outlet. This condition is getting worst because people with less insight on the importance of not littering the

drainage channels that lead to increased runoff. Then the channels need to be cleaned and repaired in order to accommodate rainwater runoff.

Based on existing points of inundation, it is necessary to clean and repair drainage channels. The channel improvement is preferably around the inundation point for K3-K4-K5-K6-K7-K8 channels on the right side and Ki2-Ki3-Ki4-Ki5 on the left side.



PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT karena hanya dengan ridho dan karuniaNya semata penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Evaluasi Kinerja Sistem Drainase Pada Wilayah Kelurahan Medokan Ayu Kota Surabaya " sebagai persyaratan menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) di Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak oleh karenaitu penulis menyampaikan terima kasih khususnya kepada :

1. Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U.M selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember.
2. Ir. Hernu Suyoso, M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Jember
3. Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U.M sebagai Dosen Pembimbing Utama dan Dr. Gusfan Halik, S.T., M.T sebagai Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu untuk membimbing penyelesaian tugas akhir ini.

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis menyadari masih banyak kekurangan. Kritik dan saran sangat penulis harapkan untuk selanjutnya agar lebih baik. Akhirnya penulis harap semoga tugas akhir ini bermanfaat.

Jember, 24 September 2018

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL	ii
PERSEMBAHAN.....	iii
MOTTO	iv
PERNYATAAN.....	v
PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	x
PRAKATA	xii
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR GAMBAR.....	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Drainase.....	4
2.2 Hidrologi	
2.2.1 Hujan Rerata Daerah kajian	4
2.2.2 Analisis Frekuensi Hujan.....	6
2.2.3 Pemilihan Jenis Distribusi	8
2.2.4 Analisis Curah Hujan Rencana	9
2.2.5 Periode Kala Ulang Curah Hujan.....	14

2.2.6	Uji Kecocokan.....	15
2.2.7	Intensitas Hujan.....	16
2.2.8	Koefisien Pengaliran.....	17
2.2.9	Debit Rencana.....	18
2.3	Hidrologi	
2.3.1	Penampang Saluran.....	19
2.3.2	Kekasaran Saluran.....	20
2.3.3	Debit Saluran Drainase.....	22
2.4	Model <i>Environmental Protection Agency Storm Water Management Model (EPA SWMM)</i>	

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Lokasi Penelitian	29
3.2	Variabel Penelitian	29
3.3	Data Penelitian	
3.3.1	Data Curah Hujan.....	30
3.3.2	Data Saluran Drainase.....	30
3.4	Analisis Hidrologi	
3.4.1	Analisis Hidrologi.....	30
3.4.2	Analisis Hidrolika.....	31

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Analisis Hidrologi	
4.1.1	Analisis Curah Hujan.....	34
4.1.2	Analisis Frekuensi Hujan	35
4.1.3	Uji Distribusi Probabilitas	37
4.1.4	Analisis Intensitas Hujan Rencana.....	41
4.2	Pemodelan Kondisi Sistem Drainase Eksisting	
4.2.1	Kondisi Saluran Drainase	43
4.2.2	Sistem Jaringan Drainase Pada SWMM	44
4.2.3	Hasil <i>Runing</i> Pada SWMM.....	47

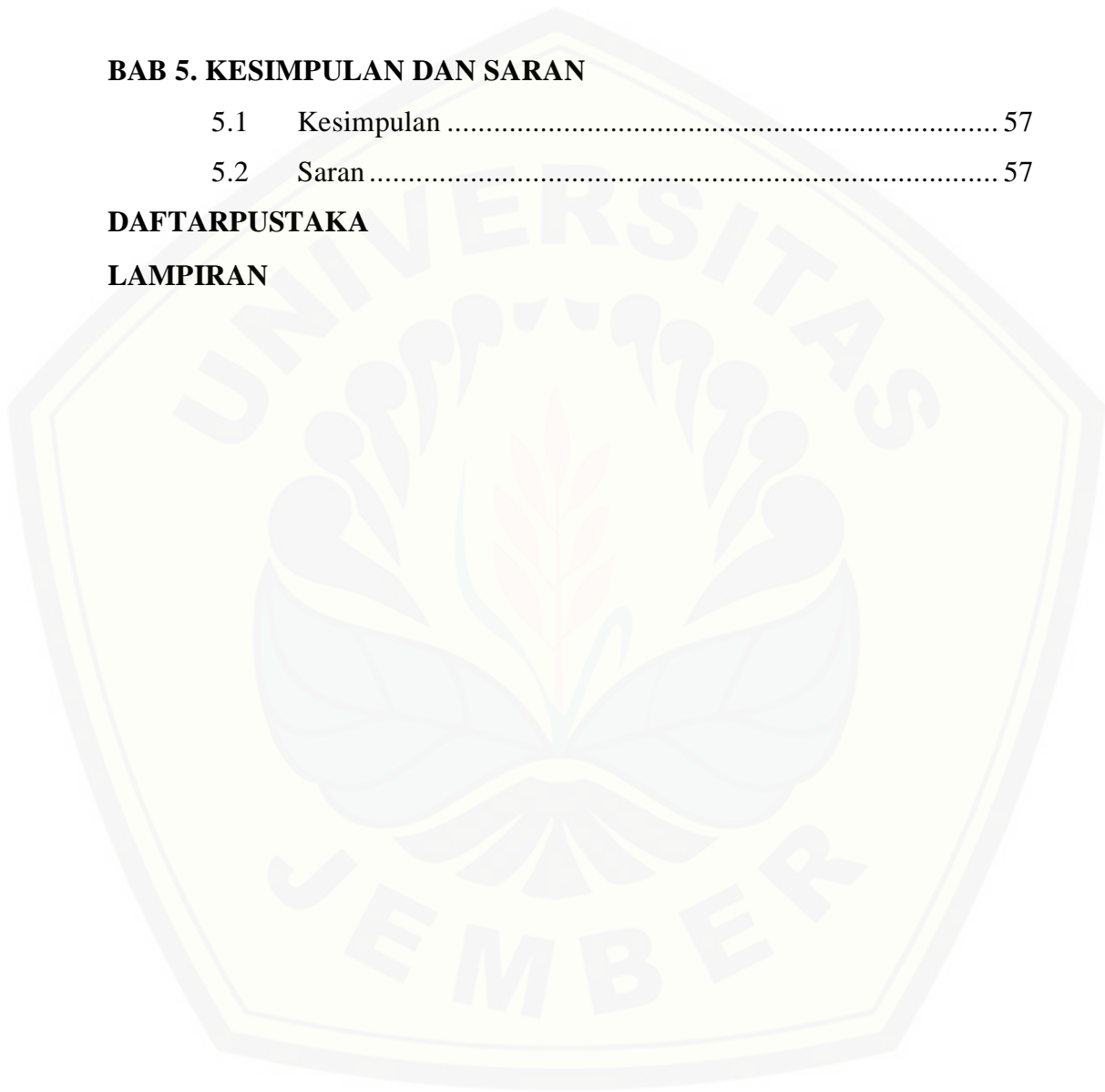
4.2.4	Kalibrasi Pada SWMM	50
4.2.5	Kinerja Saluran Drainase	51
4.3	Perencanaan Sistem Drainase	
4.3.1	Perubahan Dimensi Saluran.....	52

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan	57
5.2	Saran	57

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

2.1	Tabel Syarat-Syarat Distribusi	9
2.2	Tabel <i>Reduced Mean</i> (Y_n)	10
2.3	Tabel <i>Reduced Standard Deviation</i> (S_n).....	11
2.4	Tabel <i>Reduced Variate</i> (Y_t).....	11
2.5	Tabel Nilai Variabel Reduksi <i>Gauss</i>	11
2.6	Tabel Nilai K untuk distribusi Log-Person III	13
2.7	Tabel Penentuan Kala Uang	14
2.8	Tabel Koefisien Pengaliran	18
2.9	Tabel Unsur-Unsur Geometris Penampang Saluran.....	19
2.10	Tabel Nilai koefisien Kekasaran Manning (n)	21
2.11	Tabel Harga Infiltrasi dari Berbagai Jenis Tanah.....	24
2.12	Tabel <i>Curve Number</i> Tutupan Lahan	25
4.1	Data Curah Hujan	35
4.2	Tabel Perhitungan Nilai Besaran Statistik Dasar X, Si, Cs dan Ck Debit Maksimum	36
4.3	Tabel Perhitungan Nilai Parameter untuk Distribusi Normal	37
4.4	Tabel Perhitungan Nilai Parameter untuk Distribusi Log Normal	38
4.5	Tabel Perhitungan Nilai Parameter untuk Distribusi Gumbel.....	38
4.6	Tabel Perhitungan Nilai Parameter untuk Distribusi Log Pearson III.....	39
4.7	Tabel Perhitungan Uji <i>Smirnov-Kolmogorov</i>	40
4.8	Tabel Perhitungan Intensitas Hujan Jam-Jaman untuk Kala Ulang Tertentu	41
4.9	Tabel Elevasi Permukaan Tanah	46
4.10	Tabel Banjir Volume Banjir dan Durasi Banjir.....	47
4.11	Tabel Volume dan durasi	49
4.12	Tabel Rekapitulasi Kalibrasi Pemodelan SWMM	50

4.13	Tabel Dimensi Saluran Yang Banjir.....	52
4.14	Tabel Perubahan Elevasi Saluran Hasil <i>Running</i>	53
4.15	Tabel Perubahan Dimensi Saluran Hasil <i>Running</i>	54
4.16	Tabel Debit Hasil <i>Running</i>	54



DAFTAR GAMBAR

3.1	Lokasi Jl. Raya Medokan Sawah	29
3.2	Diagram Alur Penelitian	32
4.1	Grafik <i>Intensity Duration Frequency (IDF)</i>	42
4.2	Kondisi Saluran di depan Sekolah SDN Medokan Ayu I / 270.....	43
4.3	Kondisi Tampak Atas	45
4.4	Hasil <i>Running</i> Saluran Eksisting Pada Bagian Kanan.....	48
4.5	Hasil <i>Running</i> Saluran Eksisting Pada Bagian Kiri.....	48
4.6	Hasil <i>Running</i> Saluran Eksisting Pada Bagian Pinggir	49
4.7	Kondisi Saluran Drainase	51
4.8	Hasil <i>Running</i> Setelah Perubahan Dimensi Saluran Kanan	55
4.9	Hasil <i>Running</i> Setelah Perubahan Dimensi Saluran Kiri	56

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Curah Hujan STA Wonorejo

Lampiran 2. *Reduced Mean* (Y_n)

Lampiran 3. *Reduced Variate* (Y_t)

Lampiran 4. Nilai Variabel Reduksi *Gauss*

Lampiran 5. Nilai K Untuk Distribusi Log-Person III

Lampiran 6. Foto Genangan

Lampiran 7. Gambar Potongan Memanjang

Lampiran 8. Gambar Potongan Melintang

Lampiran 9. Kontur Tanah

BAB I. 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. Dengan adanya laju urbanisasi yang cepat menyebabkan keterbatasan antara kebutuhan perumahan terhadap keterbatasan lahan dan penyediaan infrastruktur, terutama penataan aliran air. Keterbatasan dan perluasan lahan yang berlebihan menyebabkan berbagai masalah yang terjadi di kota – kota seperti banjir (Gunawan, 2010). Salah satunya seperti yang terjadi di Surabaya Timur daerah Medokan Ayu.

Kota Surabaya merupakan kota terbesar kedua di Indonesia yang memiliki jumlah penduduk sebanyak 3.074.883 jiwa berdasarkan data yang dipublikasikan oleh “Badan Pusat Statistik” (BPS) pada tahun 2017 dan sekaligus kawasan strategis nasional yang juga merupakan daerah tepi air. Maka saluran drainase sangat berpengaruh besar terhadap 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.

Tetapi di sisi lain masalah banjir di Surabaya semakin parah/meningkat karena kondisi topografi, sifat tanah, tingginya curah hujan, meningkatnya pasang surut air laut dan perubahan tata guna lahan yang sangat signifikan. Dengan perkembangan di wilayah Surabaya bagian timur, yang semula lahan terbuka menjadi daerah

perumahan. Di sisi lain perkembangan peningkatan kapasitas drainase belum mampu mengimbangi perkembangan perubahan lahan tersebut karena terbatasnya anggaran yang tersedia (Tanuwidjaja, 2010).

Peristiwa tersebut terjadi di wilayah aliran Kali Kebon Agung tepatnya di Kelurahan Medoan Ayu Kecamatan Rungkut Surabaya. Oleh karena itu masalah banjir patut diperhatikan dengan serius karena sangat mempengaruhi kesehatan, hilangnya harta benda, rusaknya sarana dan prasarana, serta laju perekonomian menjadi terhambat. Kawasan yang tergenang dari tahun ke tahun semakin meningkat. Hal ini menunjukkan bahwa kapasitas saluran saat ini sudah tidak mampu lagi mengalirkan air limpasan yang semakin besar tiap tahunnya karena perubahan fungsi lahan. Dengan permasalahan di atas perlu dilakukan pengkajian ulang terhadap kinerja sistem drainase dan kapasitas saluran tersebut

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat dibuat rumusan masalah yaitu :

1. Bagaimana kinerja saluran drainase di Kelurahan Medoan Ayu pada kala ulang rencana?
2. Bagaimana solusi mengendalikan banjir di Kelurahan Medoan Ayu?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dalam penelitian ini yaitu :

1. Mengetahui kinerja sistem jaringan drainase yang mengakibatkan banjir di Kelurahan Medoan Ayu.
2. Mengetahui solusi pengendalian banjir di Kelurahan Medoan Ayu.

1.4 Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat menjadikan salah satu alternatif penyelesaian masalah banjir kepada Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga dan Pematusan, serta sebagai bahan pembelajaran ilmu drainase pada sekitar Jl. Raya Medokan Sawah.

1.5 Batasan Masalah

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

1. Tidak memperhitungkan rencana anggaran biaya.
2. Simulasi ini hanya menggunakan software EPA-SWMM 5.1

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Drainase

Drainase secara umum dapat didefinisikan sebagai suatu tindakan teknis untuk mengurangi kelebihan air, baik yang berasal dari hujan, rembesan maupun kelebihan air irigasi dari suatu kawasan/lahan, sehingga fungsi kawasan/lahan tidak terganggu (Suripin, 2004)

Adanya drainase, sangat membantu atau memudahkan air mengalir secara langsung dan tidak ada hambatan. Serta tidak mengganggu aktifitas lain yang dilakukan oleh masyarakat di lingkungan tersebut.

2.2 Hidrologi

2.2.1 Hujan Rerata Daerah kajian

Curah hujan yang diperlukan untuk penyusunan suatu rancangan pemanfaatan air dan rancangan pengendalian banjir pada penentuan dimensi drainase (saluran) adalah curah hujan rata-rata di seluruh daerah Kecamatan Karang Pilang, yang bersangkutan, bukan curah hujan di suatu titik tertentu. (Sosrodarsono, 1987).

Curah hujan ini dinyatakan dalam millimeter. Untuk menghitung curah hujan ini, ada beberapa cara yaitu cara rerata aljabar/hitung, cara polygon thiessen dan cara isohyet. Harga rata-rata hitung didapat kandengan menjumlahkan curah hujan dari semua tempat pengukuran selama kala ulang 10 tahun.

Dalam penelitian ini digunakan dengan cara Thiessen dianggap bahwa data curah hujan dari suatu tempat pengamatan dapat dipakai untuk daerah pengaliran di sekitar tempat itu yaitu pada stasiun Wonorejo.

a. Cara perhitungan tinggi rata-rata

Tinggi rata-rata curah hujan didapatkan dengan mengambil nilai rata-rata hitung (arithmetic mean) pengukuran hujan di pos-pos penakar hujan di dalam area tersebut. Dan rumus yang digunakan adalah sebagai berikut (Soemarto, 1995).

$$d = \frac{d_1 + d_2 + d_3 + \dots + d_n}{n} = \sum_{i=1}^n \frac{d_i}{n} \dots \dots \dots (2.1)$$

Dengan :

- d = tinggi curah hujan rata-rata
- d₁...d_n = tinggi curah hujan pada pos penakar (1,2 ... n)
- n = banyaknya pos penakar

Cara ini akan memberikan hasil yang dapat dipercaya jika pos-pos penakar ditempatkan secara merata di area tersebut, dan hasil penakaran masing-masing pos penakar tidak menyimpang jauh dari nilai rata-rata seluruh pos diseluruh area kajian.

b. Cara Poligon Thiessen

Cara ini dipakai jika letak stasiun pencatat hujan di daerah aliran sungai tersebut tidak merata. Rumus yang digunakan sebagai berikut (Suyono, 1985).

$$R = \frac{R_1 \cdot A_1 + R_2 \cdot A_2 + \dots + R_n \cdot A_n}{A} \dots \dots \dots (2.2)$$

$$R = W_1 \cdot d_1 + W_2 \cdot R_2 + \dots + W_n \cdot R_n \dots \dots \dots (2.3)$$

Dengan :

- R = Curah hujan harian rerata maksimum
- R_n = Curah hujan pada stasiun penakar hujan (mm)
- A_n = Luas daerah pengaruh stasiun penakar hujan (km²)
- W₀ = Koefisien poligon (A_n / ∑ A).

2.2.2 Analisis Frekuensi Hujan

Dalam mendesain bangunan drainase perlu memprediksi debit rencana maksimum, dengan tujuan agar bangunan drainase yang direncanakan dapat menampung debit air pada saat terjadinya debit maksimum, untuk itu diperlukan adanya analisa statistik frekuensi hujan untuk waktu yang akan datang.

Menurut Suripin (2004:32) “tujuan analisis frekuensi data hidrologi adalah berkaitan dengan besaran peristiwa-peristiwa ekstrim yang berkaitan dengan frekuensi kejadiannya melalui penerapan distribusi kemungkinan”. Analisis frekuensi ini didasarkan pada sifat statistik data kejadian yang telah lalu untuk memperoleh probabilitas besaran hujan di masa yang akan datang. Dengan anggapan bahwa sifat statistik kejadian hujan yang akan datang masih sama dengan sifat statistik kejadian hujan masa lalu. Adapun distribusi yang biasa digunakan di Indonesia antara lain Distribusi Gumbel, Distribusi Normal, Distribusi Log Normal dan Distribusi Log Pearson tipe III.

Dalam statistik dikenal beberapa parameter yang berkaitan dengan analisis data, berikut merupakan parameter-parameter statistik yang digunakan (Soewarno, 1995:29) :

- a. Harga rata-rata

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \dots\dots\dots(2.4)$$

- b. Standar Deviasi

$$S = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (\log x_1 - \log x)^2}{n-1} \right]^{1/2} \dots\dots\dots(2.5)$$

c. Koefisien *Skewness* (Koefisien Kepencengan)

Kepencengan (*skewness*) adalah suatu nilai yang menunjukkan derajat ketidak simetrisan dari suatu bentuk distribusi. Koefisien skema dinyatakan dalam persamaan bentuk (Soewarno, 1995:29).

$$C_s = \frac{\sum_{i=1}^n n (x_i - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2).s^3} \dots\dots\dots(2.6)$$

d. Koefisien Kurtosis

Pengukuran kurtosis dimaksud untuk mengukur keruncingan dari bentuk kurva distribusi, yang umumnya dibandingkan dengan distribusi normal. Koefisien skema dinyatakan dalam persamaan bentuk (Soewarno, 1995:29).

$$C_k = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)s^4} \dots\dots\dots(2.7)$$

e. Koefisien Variasi

Koefisien variasi adalah nilai perbandingan antara deviasi standar dengan nilai rata-rata hitung suatu distribusi. Koefisien skema dinyatakan dalam persamaan bentuk (Soewarno, 1995:29).

$$C_v = \frac{S}{\bar{X}} \dots\dots\dots(2.8)$$

dalam hal ini :

n = jumlah data

x = nilai data

2.2.3 Pemilihan Jenis Distribusi

“Dalam ilmu statistik dikenal beberapa macam distribusi frekuensi yang banyak digunakan dalam bidang hidrologi, dimana masing-masing distribusi memiliki sifat-sifat khas sehingga setiap data hidrologi harus diuji kesesuaiannya dengan sifat statistik masing-masing distribusi” (Harto, 1993).

Dalam kajian ini digunakan beberapa jenis distribusi yang kemudian dipilih salah satu distribusi yang memenuhi syarat. Distribusi tersebut diantaranya adalah:

a. Distribusi Normal

Dalam analisis hidrologi distribusi normal sering digunakan untuk menganalisis frekuensi curah hujan, analisis statistik dari distribusi curah hujan tahunan dan debit rata-rata tahunan. “Distribusi tipe normal, mempunyai koefisien kemencengan atau $C_s \approx 0$ dan $C_k \approx 3$ ” (Soemarto, dalam Sirait dan Perdana, 2008).

b. Distribusi Log Normal

Distribusi Log Normal, merupakan hasil transformasi dari distribusi Normal, yaitu dengan mengubah varian X menjadi nilai logaritmik varian X . “Distribusi ini dapat diperoleh juga dari distribusi Log Person Tipe III, apabila nilai koefisien kemencengan $C_s = 0$. Distribusi tipe Log Normal mempunyai Koefisien Kemencengan atau $C_s = C_v^3 + 3C_v$. Syarat lain distribusi sebaran Log Normal adalah $C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$ ” (Soemarto, dalam Sirait dan Perdana, 2008).

c. Distribusi Gumbel

Distribusi Gumbel digunakan untuk analisis data maksimum, misalnya untuk analisis frekuensi banjir. “Ciri khas statistik distribusi Gumbel adalah nilai koefisien *skewness* sama dengan 1,14 dan dengan kurtosis (C_k) = 5,4002” (Soemarto, dalam Sirait dan Perdana, 2008).

d. Distribusi Log Person Tipe III

Distribusi Log Person Tipe III digunakan untuk analisis variabel hidrologi dengan nilai varian minimum misalnya analisis frekuensi distribusi dari debit

minimum (*low flows*). “Distribusi Log Person Tipe III, mempunyai Koefisien variasi mendekati dengan 0,3 dan $C_s \neq 0$ ” (Soemarto, dalam Sirait dan Perdana, 2008).

Rekapitulasi syarat-syarat metode distribusi dapat dilihat pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Syarat-Syarat Distribusi

No.	Distribusi	Persyaratan
1	Normal	$C_s \approx 0$ $C_k \approx 3$
2	Log Normal	$C_s = Cv^3 + 3Cv$ $C_k = Cv^8 + 6Cv^6 + 15Cv^4 + 16Cv^2 + 3$
3	Gumbel	$C_s = 1,14$ $C_k = 5,4$
4	Log Pearson III	$C_s \neq 0$ $Cv \approx 0,3$

Sumber: C.D. Soemarto dalam Sirait dan Perdana, 2008

2.2.4 Analisis Curah Hujan Rencana

Dalam menganalisa intensitas hujan, terlebih dahulu harus menghitung periode kala ulang (*return period*) curah hujan pada suatu daerah. “Kala ulang (*return period*) adalah waktu hipotetik dimana hujan dengan besaran tertentu akan disamai atau dilampaui” (Suripin, 2004).

Dalam perencanaan drainase periode kala ulang yang digunakan bergantung pada jenis drainase, fungsi saluran, umur ekonomis serta daerah tangkapan hujan yang akan dikeringkan. Analisa curah hujan rencana ini ditunjukkan untuk mengetahui besarnya curah hujan harian maksimum dalam periode ulang tertentu. Metode yang umum digunakan untuk perhitungan curah hujan rencana ini adalah Metode Gumbel, Metode Normal, Metode Log Normal dan Metode Log Person III (Al Amin).

a. Distribusi Gumbel

Adapun rumus-rumus yang digunakan dalam perhitungan curah hujan rencana dengan metode gumbel adalah sebagai berikut (Suripin, 2004) :

$$\begin{aligned}
 X_t &= X_r + (K * S_x) \\
 K &= \frac{Y_t - Y_n}{S_n} \\
 S_x &= \sqrt{\frac{\sum_{r=1}^n (X_t - X_r)^2}{n - 1}}
 \end{aligned}
 \dots\dots\dots(2.9)$$

Dengan:

- Yn = Harga rata-rata *reduced mean* (Tabel 2.2).
- Sn = *Reduced Standard Deviation* (Tabel 2.3).
- Yt = *Reduced variate* (Tabel 2.4).
- Xt = Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T tahun
- Xr = Curah hujan rata-rata (mm).
- Sx = Standar deviasi.
- n = Banyaknya data

Tabel 2.2 Reduced Mean (Yn)

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0.495	0.499	0.503	0.507	0.510	0.512	0.515	0.518	0.520	0.522
20	0.523	0.525	0.526	0.528	0.529	0.530	0.582	0.588	0.534	0.535
30	0.536	0.537	0.538	0.538	0.539	0.540	0.541	0.541	0.542	0.543
40	0.546	0.544	0.544	0.545	0.545	0.546	0.546	0.547	0.547	0.548
50	0.548	0.548	0.549	0.549	0.550	0.550	0.550	0.551	0.551	0.551
60	0.552	0.552	0.552	0.553	0.553	0.553	0.553	0.554	0.554	0.554
70	0.554	0.555	0.555	0.555	0.555	0.555	0.556	0.556	0.556	0.556
80	0.556	0.557	0.557	0.557	0.557	0.557	0.558	0.558	0.558	0.558
90	0.558	0.558	0.558	0.559	0.559	0.559	0.559	0.559	0.559	0.559
100	0.560	0.560	0.560	0.560	0.560	0.560	0.560	0.560	0.561	0.561

(Sumber : Suripin, 2004:51)

Tabel 2.3 Reduced Standard Deviation (Sn)

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,9496	0,9676	0,9833	0,9971	1,0095	1,0206	1,0316	1,0411	1,0493	1,0565
20	1,0628	1,0696	1,0754	1,0811	1,0864	1,0315	1,0961	1,1004	1,1047	1,1080
30	1,1124	1,1159	1,1193	1,1226	1,1255	1,1285	1,1313	1,1339	1,1363	1,1388
40	1,1413	1,1436	1,1458	1,1480	1,1499	1,1519	1,1538	1,1557	1,1574	1,1590
50	1,1607	1,1923	1,1638	1,1658	1,1667	1,1681	1,1696	1,1708	1,1721	1,1734
60	1,1747	1,1759	1,1770	1,1782	1,1793	1,1803	1,1814	1,1824	1,1834	1,1844
70	1,1854	1,1863	1,1873	1,1881	1,1890	1,1898	1,1906	1,1915	1,1923	1,1930
80	1,1938	1,1945	1,1953	1,1959	1,1967	1,1973	1,1980	1,1987	1,1994	1,2001
90	1,2007	1,2013	1,2026	1,2032	1,2038	1,2044	1,2046	1,2049	1,2055	1,2060
100	1,2065	1,2069	1,2073	1,2077	1,2081	1,2084	1,2087	1,2090	1,2093	1,2096

(Sumber : Suripin, 2004:52)

Tabel 2.4 Reduced Variate (Yt)

Periode	Reduced
2	0,366
5	1,500
10	2,251
20	2,970
25	3,199
50	3,902
100	4,601
200	5,296
500	6,214
1000	6,908
5000	8,518
1000	9,212

(Sumber: Suripin, 2004:52)

b. Distribusi Normal

Rumus yang digunakan dalam perhitungan dengan metode ini adalah sebagai berikut (Suripin, 2004) :

$$X_T \equiv X + K_t * S \dots\dots\dots(2.10)$$

Dengan:

Kt = Faktor frekuensi (variabel reduksi Gauss), yang besarnya diberikan pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Nilai Variabel Reduksi Gauss

Periode Ulang (tahun)					
2	5	10	25	50	100
0,000	0,840	1,280	1,708	2,050	2,330

(Sumber: Suripin, 2004:37)

c. Distribusi Log Normal

Rumus yang digunakan dalam perhitungan dengan metode ini adalah sebagai berikut (Suripin, 2004) :

$$Y_T = Y + K_t * S \dots\dots\dots(2.11)$$

Dengan:

Y_T = Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T tahun

Y = nilai rata-rata hitungan sampel.

d. Distribusi Log Pearson III

Langkah-langkah yang diperlukan adalah sebagai berikut (Suripin, 2004) :

1. Gantilah data $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ menjadi data dalam bentuk logaritma, yaitu : $\log X_1$

2. Hitung harga rata-rata:

$$\log \bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \dots\dots\dots(2.12)$$

3. Hitung harga simpangan baku:

$$S = \left[\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^2 \right]^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots(2.13)$$

4. Hitung koefisien kemencengan:

$$C_S = \frac{n \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)s^3} \dots\dots\dots(2.14)$$

5. Hitung logaritma hujan dengan periode ulang T:

$$\log X_T = \log \bar{X} + K \cdot s \dots\dots\dots(2.15)$$

Dengan:

K = Koefisien (Tabel 2.6).

Tabel 2.6 Nilai K untuk distribusi Log-Person III

Koef. G	Interval kejadian (<i>Recurrence interval</i>), tahun (<i>periode ulang</i>)							
	1,0101	1,2500	2	5	10	25	50	100
	Presentase 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	2,171
-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	1,807
-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)

Distribusi adalah data yang disusun menurut besarnya, misalnya debit banjir dari nilai terbesar dan berakhirnya pada debit banjir terkecil atau sebaliknya. Distribusi yang dipakai adalah Distribusi Probabilitas dan Probabilitas Kumulatif.

2.2.5 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 digunakan tergantung dari fungsi saluran, umur ekonomis bangunan serta daerah tangkapan hujan yang akan dikerjakan. Menurut pengalaman, penggunaan periode ulang adalah (Wesli, 2008:48) :

Untuk acuan kala ulang perencanaan drainase dalam mengatasi banjir pada perkotaan menggunakan tabel penentuan kala ulang di bawah ini.

Tabel 2.7 Penentuan Kala Uang

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 : "Department Pekerjaan Umum, (2014:14)

Perhitung logaritma hujan atau banjir dengan periode ulang T dengan rumus (suripin, 2004) :

$$\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{X} + K.S_i \dots\dots\dots(2.16)$$

Dengan :

X_T = Curah hujan rancangan kala ulang T tahun

\bar{X} = Rerata hitung data hujan

K = Variabel standart untuk X yang besarnya tergantung koefisien kemencengan (lihat tabel 2.6 Nilai K untuk distribusi Log-Person III)

S_i = Standar deviasi

2.2.6 Uji Kecocokan

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

1. Uji Chi-Kuadrat

Rumus yang digunakan dalam perhitungan dengan Metode Uji Chi-Kuadrat adalah sebagai berikut :

$$X^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(O_f - E_f)^2}{E_f} \dots\dots\dots(2.17)$$

Dengan :

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 Smirniv-Kolmogorov

Pengujian distribusi probabilitas dengan metode Smirnov-Kolmogorov dilakukan 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 dengan rumus
- c. Menentukan peluang teoritis masing-masing data yang sudah diurut berdasarkan persamaan distribusi probabilitas yang dipilih
- d. Menghitung selisih (ΔP_1) antara peluang empiris dan teoritis untuk setiap data yang sudah diurut
- e. Menentukan apakah $\Delta P_1 < \Delta P_{kritis}$, jika “tidak” artinya distribusi probabilitas yang dipilih tidak dapat diterima, demikian sebaliknya.

2.2.7 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)

$$I_t = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{\frac{2}{3}} \dots \dots \dots (2.18)$$

Dengan :

I_t = Intensitas hujan untuk lama hujan t (mm/jam)

t_c = Waktu konsentrasi (jam)

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

2.2.8 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).

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) :

$$C = \frac{\sum_{i=1}^n C_i \cdot A_i}{\sum_{i=0}^n A_i} \dots \dots \dots (2.19)$$

Dengan :

C = Koefisien pengaliran rata-rata

A_i = Luas lahan dengan jenis penutup tanah i

C_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 2.8 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

2.2.9 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 dari limpasan air hujan yang membebani saluran-saluran drainase pada penelitian ini adalah metode

rasional karena daerah pengalirannya memiliki luas lebih kecil dari 0,80 km². Rumus untuk mencari debit (Q) rencana sebagai berikut (Subarkah, 1980) :

$$Q = \frac{1}{3,6} \cdot C \cdot I \cdot A \dots\dots\dots(2.20)$$

Dengan :

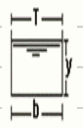

- Q = Debit (m³/detik)
- C = Koefisien pengaliran
- I = Intensitas hujan untuk periode ulang tertentu (mm/jam)
- A = Luasan yang akan dialiri (km²)

2.3 Hidrolika

2.3.1 Penampang Saluran

Untuk merencanakan dimensi saluran drainase digunakan rumus-rumus sebagai berikut :

Tabel 2.9 Unsur-Unsur Geometris Penampang Saluran

Bentuk Penampang	Luas (A)	Keliling Basah (P)	Jari-jari hidrolis (R)	Lebar puncak (T)	Kedalaman hidrolis (D)	Faktor apenampang (Z)
Persegi 	$A = b \cdot h$	$P = b + 2 \cdot h$	$R = \frac{b \cdot h}{b + 2 \cdot h}$	$T = b$	$D = h$	$Z = b \cdot h^{1.5}$
Trapesium 	$A = (b + Z \cdot h) \cdot h$	$P = b + 2 \cdot h \cdot \sqrt{1 + z^2}$	$R = \frac{(b + 2 \cdot h) \cdot h}{b + 2 \cdot h \cdot \sqrt{1 + z^2}}$	$T = b + 2 \cdot z \cdot h$	$D = \frac{(b + z \cdot h) \cdot h}{b + 2 \cdot h \cdot z}$	$Z = \frac{[(b + z \cdot h) \cdot h]^{1.5}}{\sqrt{b + 2 \cdot z \cdot h}}$

Sumber : Ven Te Chow, (1992:19)

2.3.2 Kekasaran Saluran

Kekasaran permukaan ditandai dengan ukuran dan bentuk butiran bahan yang membentuk luas basah dan menimbulkan efek hambatan terhadap aliran (Ven Te Chow, 1997). Koefisien kekasaran 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 2.10 Nilai koefisien Kekasaran Manning (n)

Tipe 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 Te Chow, (1992:100)

2.3.3 Debit Saluran Drainase

Debit saluran drainase adalah jumlah air yang mengalir dalam satuan volume per waktu. Debit adalah satuan besaran air yang keluar dari Daerah Aliran Sungai (DAS). Debit aliran adalah laju aliran air (dalam bentuk volume air) yang melewati suatu penampang melintang sungai per satuan waktu (Asdak,2002). Dapat diketahui dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Q = V.A \dots\dots\dots(2.21)$$

Dengan :

Q = Debit aliran dalam saluran (m³/detik)

V = Kecepatan aliran dalam saluran (m/detik)

A = Penampang basah saluran (m²)

2.4 Model SWMM

Debit banjir dihitung dengan software EPA SWMM (Environmental Protection Agency Storm Water Management Model) Versi 5.1. 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.

Program SWMM bersifat gratis (public domain) dan versi terakhir yaitu versi 5.1 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.

Dalam software ini, diperlukan input data agar dapat mensimulasikan limpasan yang terjadi. Adapun input tersebut adalah sebagai berikut :

a. *Rain Gauge*

SWMM menggunakan objek *rain gauge* untuk menampilkan input data ke sistem. *Rain gauge* menyuplai data presipitasi untuk satu atau lebih *subtachment* area pada studi wilayah. Data yang diinputkan dalam *rain gauge* adalah sebagai berikut:

1. *Rain format* :Data hujan yang di input berupa intensitas atau kumulatif
2. *Rain interval* :Interval waktu pengamatan antara pembacaan *gauge*
3. *Data source* :Sumber data hujan dapat berupa *time series* atau *file external*

b. *Subcatchment*

Subcatchment adalah luasan yang menerima hujan dan mengalami infiltrasi atau mengubahnya menjadi limpasan. Data yang diinputkan dalam *subcatchment* adalah sebagai berikut :

- 1) *Area* : luas *subcatchment*.
- 2) *Width* : panjang aliran.
- 3) *% slope* : persentase kemiringan *subcatchment*.
- 4) *% Imperv* : presentase area tanah yang *impervious*.
- 5) *N-Imperv* : nilai *n manning* untuk aliran permukaan di daerah *impervious*.
- 6) *N-Perv* : nilai *n manning* untuk aliran permukaan di daerah *previous*.
- 7) *% Zero-Imperv* : persentase dari *impervious* area tanpa *depression storage*.
- 8) *Infiltration* : pilihan untuk metode perhitungan infiltrasi dan parameternya.
- 9) *Rain Gauge* : nama *rain gauge* yang berkaitan dengan *subcatchment*.
- 10) *Outlet* : nama node yang menerima *runoff subcatchment*.

Dalam penelitian ini, metode yang digunakan untuk memperhitungkan harga infiltrasi dalam simulasi menggunakan metode SCS_Curve Number. Metode ini mengasumsikan bahwa infiltrasi tanah yang terjadi didapatkan melalui pemilihan jenis tata guna lahan yang digolongkan berdasarkan kelompoknya yang dapat dilihat pada tabel 2.5 dan total kapasitas infiltrasi pada tanah dicari pada tabel *curve number* pada tabel 2.6.

Tabel 2.11 Harga Infiltrasi dari Berbagai Jenis Tanah

Kel	Pengertian	Infiltrasi (in/hr)	Infiltrasi (mm/hr)
A	Potensi limpasan yang rendah, tanah mempunyai tingkat infiltrasi yang tinggi meskipun ketika tergenang dan kedalaman genangan yang tinggi, pengeringan/penyerapan baik untuk pasir dan batuan	≥ 0,45	≥11,43
B	Tanah mempunyai tingkat infiltrasi biasa/medium/tengah tengah ketikatergenang dan mempunyai tingkat dengan keadaan biasa ke baik didapat darimoderately to modareteley coarse	0,30 - 0,15	7,62 - 3,81
C	Tanah mempunyai tingkat infiltrasi rendah jika lapisan tanah untuk pengaliran air dengan tingkat texture bisa ke texture baik. Contoh lempung, pasir berlanau	0,15 - 0,05	3,81 - 1,27
D	Potensi limpasan yang tinggi mempunyai tingkat infiltrasi rendah ketikatergenang tanah lempung dengan potensi swelling yang tinggi, tanah dengan ketinggian air tanah yang tinggi, tanah dengan lapisan lempung dekat dengan permukaan dan shalow soil yang berdekatan dengan material yang kedap air	0,05 - 0,00	1,27 - 0,00

Sumber: *SWMM User's Manual Book, 2010.*

Tabel 2.12 *Curve Number* Tutupan Lahan

Deskripsi Tutupan Lahan		Curve Number			
		Kelompok Tanah			
		A	B	C	D
- Lahan Terbuka Tutupan rumput	< 50%	68	79	86	89
	50 < 75%	49	69	79	84
	> 75%	39	61	74	80
<hr/>					
- Impervious Areas					
Jalan, Atap, Area Parkir		98	98	98	98
Aspal/Beton		98	98	98	98
Bebatuan		76	85	89	91
Tanah		72	82	87	89
<hr/>					
- Daerah Perkotaan					
Kawasan Bisnis/Komersil		89	92	94	95
Industri		81	88	91	93
<hr/>					
- Daerah Perumahan					
Kepadatan dengan Luas	< 0,05 ha	77	85	90	92
	0,05 < 0,1 ha	61	75	83	87
	0,1 < 0,13 ha	57	72	81	86
	0,13 < 0,2 ha	54	70	80	85
	0,2 < 0,4 ha	51	68	79	84
	0,4 < 0,8 ha	46	65	77	82

Sumber: *SWMM User's Manual Book, 2010.*

Pada *EPA SWMM* tinggi genangan atau limpasan hujan pada masing-masing *subcatchment* menggunakan konsep yang ditunjukkan pada persamaan berikut (SWMM User's Manual Book, 2010) :

$$D_1 = D_t + R_t \dots \dots \dots (2.21)$$

Dengan :

D_1 : kedalaman air setelah terjadi hujan (mm)

D_t : kedalaman air pada subdas pada saat waktu t (mm)

R_t : intensitas hujan pada interval waktu t (mm/jam)

Pada *subcatchment* terdapat dua macam jenis area, yaitu *impervious* (kedap air) dan *pervious* (dapat dilalui air). Metode perhitungan infiltrasi pada *pervious area* menggunakan metode Horton sebagai berikut (SWMM User's Manual Book, 2010):

$$F_p = F_c + (F_o - F_c) e^{-kt} \dots\dots\dots(2.22)$$

Dengan :

F_p : angka infiltrasi dalam tanah (mm/jam)

F_c : angka infiltrasi minimum (mm/jam)

F_o : angka infiltrasi maksimum (mm/jam)

t : lama hujan (det)

k : koefisien penurunan head (1/sec)

Debit outflow dari limpasan *subcatchment* dihitung dengan persamaan Manning (SWMM User's Manual Book, 2010):

$$V = 1/n D_2^{2/3} S^{1/2} \dots\dots\dots(2.23)$$

$$Q = V B D_2 \dots\dots\dots(2.24)$$

Dengan :

v : kecepatan (m/s)

n : koefisien Manning

S : kemiringan lahan

B : lebar lahan/panjang pengaliran (m)

Q : debit (m³/s)

c. *Juction/Node*

Juction/node merupakan titik pertemuan aliran atau sebuah unit yang dimodelkan sebagai penerima *inflow* dan limpasan dari *subcatchment*. Data yang diinputkan pada *junction/node* adalah sebagai berikut:

- 1) *Invert elevation* : elevasi *invert* dari *junction*.
- 2) *Max depth* : kedalaman *junction* maksimum (misalnya dari permukaan tanah ke *invert*).
- 3) *Initial depth* : kedalaman air di *junction* pada awal simulasi.
- 4) *Surcharge depth* : kedalaman tambahan yang melebihi kedalaman maksimum yang diijinkan sebelum *junction* meluap.

d. *Conduit/Links*

Conduit merupakan saluran yang berhubungan antara *junction* satu dengan *junction* lainya atau dari *junction* ke *outfall* dalam hal ini berupa saluran terbuka ataupun tertutup. Data-data yang perlu dimasukkan adalah

- 1) *Inlet node* : nama *node* yang terletak pada *inlet* saluran.
- 2) *Outlet node* : nama *node* yang terletak pada *outlet* saluran.
- 3) *Shape* : bentuk geometri penampang melintang saluran.
- 4) *Max depth* : kedalaman maksimum melintang saluran.
- 5) *Length* : panjang saluran.
- 6) *Roughness* : koefisien kekasaran manning.
- 7) *Inlet offset* : kedalaman atau elevasi *invert* saluran diatas *node invert* pada daerah hulu (*upstream*) saluran.
- 8) *Outlet offset* : kedalaman saluran diatas *node invert* pada daerah hilir.

Debit yang masuk ke dalam saluran dihitung dengan menambahkan debit dari lahan (Q_{oi}) dengan debit dari hulu saluran (Q_{gi}).

$$Q_{in} = \Sigma Q_{oi} + \Sigma Q_{gi} \dots \dots \dots (2.25)$$

(SWMM *User's Manual Book*, 2010)

Conduit dengan sistem gravitasi menggunakan persamaan *Manning*:

$$Q = 1.0 * \frac{S^{1/2} * R^{2/3} * A}{n} \dots \dots \dots (2.26)$$

(SWMM *User's Manual Book*, 2010)

Dengan:

Q : *outflowsubcatchment* ($m^3/detik$)

V : kecepatan *cross section* ($m/detik$)

A_x : luas *cross section* (m^2)

S : kemiringan

n : koefisien kekasaran *manning* dapat dilihat pada tabel 2.10

R : jari – jari hidrolis = $\frac{A_x}{W + 2d_x}$

= d_x dengan $2d_x$ dapat diabaikan menjadi W.

e. *Outfalls*

Outfalls merupakan titik pemberhentian terakhir dari sistem drainase yang digunakan sebagai batas hilir berupa akhir sistem drainase ataupun sungai. Data yang diinputkan dalam *outfall* adalah sebagai berikut :

1) *Invert elevation* : elevasi *invert* dari *outfall*.

2) *Tide gate* : merupakan parameter optional , yes (ada *tide gate*) dan no (tidak ada *tide gate*).

3) *Fixed stage* : elevasi muka air untuk tipe *outfall* yang tetap.

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi studi pada penelitian ini adalah Jl. Raya Medokan Sawah, Kelurahan Medokan Ayu, Kecamatan Rungkut, Kota Surabaya, Provinsi Jawa Timur. Peta lokasi penelitian tertera pada Gambar 3.1 tepatnya garis yang berwarna merah.



Gambar 3.1 Lokasi Jl. Raya Medokan Sawah

(Sumber: Google Earth 2018)

3.2 Variabel Penelitian

Variable yang diamati dalam studi kajian ini adalah curah hujan maksimum di Daerah Jl. Raya Medokan Sawah yang ber-area di Kelurahan Medokan Ayu dari tahun 2007 sampai tahun 2017 yang diperoleh dari Dinas PEMATUSAN Kota Surabaya.

3.3 Data Penelitian

Adapun data – data penelitian yang diperlukan adalah sebagai berikut :

3.3.1 Data Curah Hujan

Data – data hasil pengukuran stasiun curah hujan merupakan data sekunder dan data yang sangat dibutuhkan untuk memperkirakan debit yang diterima pada saluran drainase. Cara terbaik untuk memenuhi persyaratan ini adalah dengan melakukan pengukuran Curah Hujan Harian.

3.3.2 Data Saluran Drainase

Data saluran drainase ini merupakan data primer karena didapat melalui survei langsung pada daerah penelitian. Data tersebut berupa dimensi saluran eksisting dan batas area pengaliran.

3.4 Analisis Data

3.4.1 Analisis Hidrologi

Analisa data hujan ini diperlukan untuk mendapatkan hujan rata - rata pada daerah tinjauan. Yaitu sebagai berikut :

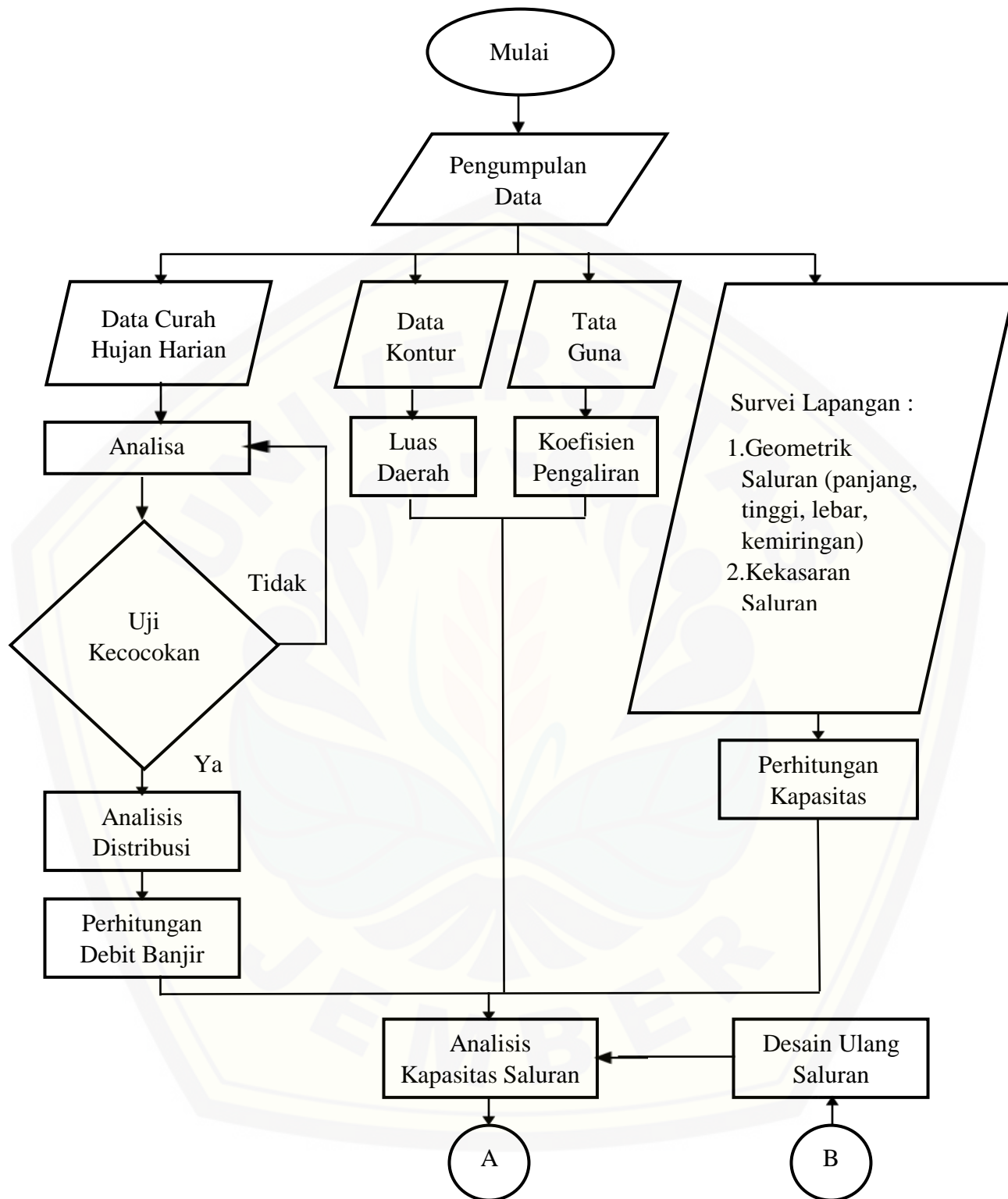
1. Analisis frekuensi untuk curah hujan rancangan dengan periode ulang tertentu.
2. Uji kecocokan data diperlukan untuk menguji kebenaran data lapangan yang tidak dipengaruhi kesalahan pada saat pengiriman atau pengukuran (Harto, 1993: 59).
3. Menghitung intensitas curah hujan rata – rata dan selanjutnya digunakan untuk perhitungan debit rencana pada drainase.

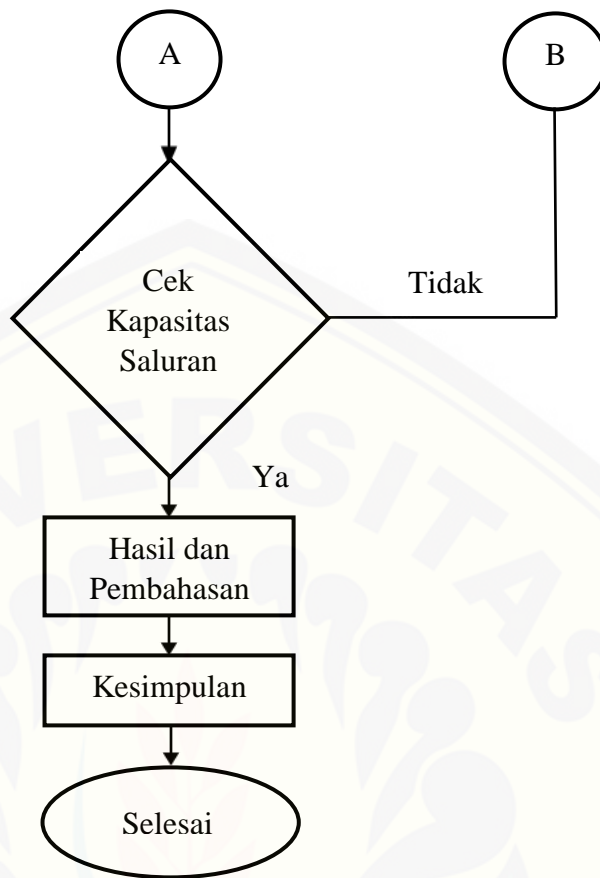
4. Menghitung kecepatan aliran dalam saluran patut diperhitungkan juga, karena apabila kecepatan aliran terlalu tinggi dapat memperpendek usia penampang saluran tersebut (Suripin, 2004:125).

3.4.2 Analisis Hidrolika

Analisis hidrolika ini diperlukan untuk mendapatkan kapasitas saluran drainase yang digunakan sebagai pembandingan debit aliran yang membebani saluran drainase. Maka dilakukan survei langsung di lapangan untuk mendapatkan data sebagai berikut:

1. Penampang Saluran
2. Kekasaran Saluran
3. Kapasitas Saluran Drainase





Gambar 3.2 Diagram Alur Penelitian

BAB V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian pada bab sebelumnya, maka dapat dibuat kesimpulan sebagai berikut:

1. Beberapa saluran eksisting sudah tidak mampu menampung debit limpasan untuk banjir kala ulang 5 tahun. Menyebabkan saluran tersebut terjadi pada saluran K3-K4-K5-K6-K7-K8 pada sisi kanan dan Ki2-Ki3-Ki4-Ki5-Ki6 pada sisi kiri.
2. Dalam mengatasi banjir diperlukan perencanaan ulang drainase guna mencegah timbulnya genangan. Perencanaan ulang ini dilakukan dengan mengubah dimensi pada saluran yang mengalami banjir pada kala ulang 5 tahun. Perubahan tersebut adalah dimensi saluran yang mengalami luapan yang pada awalnya berukuran $0,7 \text{ m} \times 0,5 \text{ m}$ diubah menjadi $1,5 \text{ m} \times 1 \text{ m}$ sisi bagian kanan dan $0,7 \text{ m} \times 0,6 \text{ m}$ diubah menjadi $0,9 \text{ m} \times 0,8 \text{ m}$ sisi bagian kiri.

5.2 Saran

Untuk menanggulangi tersumbatnya saluran drainase akibat sampah yang tidak terurus diperlukan banyak pihak yang terkait seperti masyarakat dan pemerintah dalam menanggulangi masalah banjir.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Amin, Baitullah., 2009. Diktat Drainase Perkotaan. Jurusan Teknik Sipil, Palembang.
- Chow, V.T., 1997, *Hidrolika Saluran Terbuka*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Departemen Pekerjaan Umum. 2014. Tata Cara Perencanaan Sistem Drainase Perkotaan. Jakarta. Kementrian Pekerjaan Umum.
- Harto, S., 1993, *Analisis Hidrologi*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Jember University Press, 2011, *Pedoman Penulisan Karya Ilmiah*. Jember: Jember University Press.
- Kamiana, I.M., 2011. Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air. Yogyakarta: Penerbit Graha Ilmu.
- Saud, Ismail, 2007, *Kajian Penanggulangan Banjir di Wilayah Pematusan Surabaya Barat*, Surabaya.
- Soemarto, C.D., 1987, *Hidrologi Teknik*. Surabaya: Penerbit Usaha Nasional.
- Soewarno. 1995. *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data, Jilid I*. Bandung: Penerbit Nova.
- Sosrodarsono S, Kensaku Takeda, “ Hidrologi untuk Pengairan “, edisi IV tahun 1987, PT Pradya Paramita, Jakarta.
- Subarkah, I., 1980, *Hidrologi Untuk Perencanaan Bangunan Air*. Bandung: Idea Dharma.
- Suhardjono, 1984, *Drainase*. Malang: UPT Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
- Suripin, 2004, *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi Triatmojo.
- Tanuwidjaja, 2010, *Integrasi Tata Ruang Dan Tata Air Untuk Mengurangi Banjir Di Surabaya*.

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 1. Curah Hujan STA Wonorejo

Tahun 2000

TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	9	0	0	18	56	0	0	0	0	0	0	0
2	75	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	30	0	9	11	25	40	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90	0
6	11	0	0	0	50	0	0	0	0	0	97	0
7	15	0	3	9	0	0	0	0	0	0	95	0
8	80	0	27	0	0	0	0	0	0	0	20	0
9	25	40	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0
10	40	25	0	0	0	0	0	0	0	0	51	0
11	95	0	49	9	0	0	0	0	0	0	0	25
12	5	0	0	0	0	0	0	0	0	35	0	7
13	47	31	17	18	0	25	0	0	0	0	11	0
14	0	9	0	0	6	0	0	0	0	11	25	20
15	32	0	31	15	0	0	0	0	0	0	17	15
16	0	6	0	0	0	0	5	0	0	8	0	68
17	20	0	0	0	0	0	11	0	0	0	24	40
18	87	0	0	0	0	0	0	0	0	16	8	70
19	0	23	0	0	17	14	0	0	0	7	11	85
20	0	0	0	23	37	0	0	0	0	41	40	12
21	9	0	0	17	9	0	0	0	0	15	11	50
22	0	0	0	52	0	0	0	0	0	0	35	0
23	15	0	115	0	42	0	0	0	0	0	15	60
24	20	0	0	14	0	0	0	0	0	20	5	15
25	15	43	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	40	27	0	62	0	0	0	0	0	75	30	0
27	0	3	0	5	63	0	0	0	0	16	14	0
28	14	11	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0
29	10	25	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	25		0	0	0	0	0	0	0	65	0	0
31	28		0		0		0	0		0		0

Tahun 2001

TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	0	0	110	0	17	0	0	0	0	0	0	0
2	0	70	200	55	0	0	0	0	0	0	17	58
3	0	0	24	0	0	0	0	0	0	5	0	0
4	0	0	21	6	0	0	0	0	0	0	0	0
5	17	0	0	15	0	0	0	0	0	12	0	0
6	21	0	76	0	0	0	0	0	0	0	10	0
7	9	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0
8	30	21	0	31	0	0	0	0	0	0	0	0
9	15	0	29	0	0	0	0	0	0	29	15	0
10	40	11	0	0	57	0	0	0	0	0	0	0
11	0	7	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0
12	0	40	36	0	0	0	25	0	0	0	0	0
13	0	0	5	20	0	0	0	0	0	0	0	57
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	0
15	25	0	30	57	0	0	0	0	0	0	13	0
16	4	0	11	25	0	0	0	0	0	12	0	0
17	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64
18	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	54	22
19	30	5	0	0	0	0	18	0	0	6	0	5
20	0	6	11	0	0	0	0	0	0	20	15	32
21	60	0	0	0	0	0	0	0	0	7	4	75
22	90	0	35	0	0	0	0	0	0	0	0	35
23	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	4
24	0	0	18	25	0	0	0	0	0	0	22	0
25	0	35	14	0	0	0	0	0	0	11	0	0
26	10	0	0	0	32	0	0	0	0	0	0	0
27	0	0	26	0	0	0	0	0	0	0	0	34
28	0	29	41	0	0	0	0	0	0	0	60	0
29	0		5	0	0	0	0	0	0	0	0	41
30	15		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	5		0		0		0		0			50

Tahun 2002

TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	25	4	0	15	0	0	0	0	0	0	0	5
2	0	10	12	0	15	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
4	75	20	0	0	9	0	0	0	0	0	0	60
5	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	75
6	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	73	19	0	0	0	0	0	0	0	0
9	11	12	9	0	0	0	0	0	0	0	0	5
10	4	32	56	0	0	0	0	0	0	0	0	4
11	51	0	45	0	8	0	0	0	0	0	0	0
12	0	4	0	0	42	0	0	0	0	0	0	0
13	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30
14	49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	10
15	0	20	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0
16	24	26	0	21	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0
18	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	28	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	69	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	8	25	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0
25	15	0	0	14	0	0	0	0	0	0	39	0
26	21	19	9	25	0	0	0	0	0	0	0	51
27	5	8	2	0	0	0	0	0	0	0	6	0
28	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	87
29	60		0	0	0	0	0	0	0	0	24	15
30	115		61	0	5	0	0	0	0	0	0	0
31	0		28		0		0	0		0		3

Tahun 2003

TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	0	64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	25	12	19	20	62	0	0	0	0	0	2	15
3	21	24	22	0	0	10	0	0	0	0	0	0
4	0	12	35	0	0	0	0	0	0	0	0	12
5	20	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	14	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0
7	0	10	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	10	22	8	0	0	0	0	0	3
9	0	0	14	8	9	0	0	0	0	0	0	0
10	7	50	76	51	10	0	0	0	0	0	0	0
11	0	11	52	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	21	0	0	0	0	23	0	0	0	0	0	0
13	13	0	3	0	15	0	0	0	0	0	0	0
14	11	13	0	0	0	0	0	0	0	0	75	0
15	15	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	45	0	0	0	0	0	0	0	3	0
17	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0
18	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	30	0
19	0	43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	54	0	28	0	0	0	0	2	0	0	0	0
22	6	0	16	0	0	0	0	0	0	0	20	0
23	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0
24	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	45	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	0
27	0	5	4	0	0	0	0	0	0	0	20	0
28	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0
29	9		26	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	19		0	5	0	0	0	0	0	0	0	0
31	36		0		0		0	0		0		0

Tahun 2004

TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	0	27	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	10
3	0	3	15	0	0	0	0	0	0	0	0	32
4	0	11	25	9	0	0	0	0	0	0	0	25
5	0	0	45	5	0	0	0	0	0	0	0	0
6	85	0	0	0	26	0	0	0	0	0	0	0
7	71	0	14	0	0	0	0	0	0	0	3	0
8	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	10	17	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	5	0	55	0	0	0	0	0	0	0	0	10
11	15	0	59	43	0	10	0	0	0	0	0	0
12	5	0	35	16	5	3	0	0	0	0	0	5
13	20	0	45	4	0	0	0	0	0	0	0	0
14	32	0	55	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	5	11	59	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	5	0	6	25	0	0	0	0	0	0	0
17	10	3	0	5	29	0	0	0	0	0	0	0
18	3	0	6	5	0	0	0	0	0	0	0	0
19	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
20	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	4	19	0	0	0	0	0	0	0	0	23
22	0	10	10	12	6	0	0	0	0	0	0	0
23	0	8	25	6	0	0	0	0	0	0	0	8
24	0	15	0	0	3	0	0	0	0	0	3	25
25	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	50	6	35	4	0	0	0	0	0	46	15
27	6	8	25	0	0	0	0	0	0	0	17	0
28	0	3	20	2	6	0	0	0	0	0	30	44
29	29	35	0	2	10	0	0	0	0	0	0	0
30	4		4	0	0	0	0	0	0	0	14	0
31	13		18		0		0		0			0

Tahun 2005

TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	20	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0
2	0	10	0	40	15	0	0	0	0	0	0	40
3	0	25	70	0	6	0	0	0	0	0	0	49
4	10	30	12	28	0	0	0	0	0	0	0	0
5	6	0	75	20	15	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	25	0	5	35	57	0	0	0	0	0
7	5	0	85	10	42	20	10	0	0	0	0	25
8	20	0	65	15	0	34	0	0	0	0	0	0
9	0	69	31	0	0	0	5	0	0	0	0	0
10	10	19	38	0	10	0	0	0	0	0	0	10
11	39	0	0	2	10	0	42	0	13	0	5	0
12	0	33	0	0	0	0	63	0	0	0	0	0
13	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	55
14	20	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35
15	15	20	10	24	0	11	0	0	0	15	0	90
16	5	0	0	0	0	7	0	0	0	38	0	0
17	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19
18	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	67	0	6	0	0	0	0	0	0	40	0	0
20	20	0	12	0	0	0	0	0	0	20	20	27
21	7	52	27	0	0	15	0	0	0	0	30	35
22	14	7	17	0	0	10	0	0	0	0	0	45
23	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	60
24	0	10	0	0	0	0	0	0	0	5	25	0
25	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
27	25	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
28	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0		3	0	0	4	0	0	0	0	0	21
30	20		19	0	0	9	0	0	0	0	0	0
31	40		0		0		0	0		0		0

Tahun 2006

TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	1	13	15	36	40	3	0	0	0	0	0	0
2	3	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	25	0	0	2	0	0	0	0	0	16
4	153	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
5	9	11	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	21	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	7	30	53	0	25	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	11	0	46	4	0	0	0	0	0	0	0
10	0	25	0	19	25	0	0	0	0	0	0	0
11	13	20	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	4	14	50	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	75	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	28	0	14	0	12	0	0	0	0	0	0	0
17	0	24	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	23	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	94	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	32	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	10	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	5	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	3	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	11	3	0	0	0	0	0	0	0
27	0	18	0	0	10	0	0	0	0	0	2	0
28	20	4	54	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0		29	0	7	0	0	0	0	0	0	38
30	0		0	53	3	0	0	0	0	0	0	56
31	0		0		7		0	0		0		0

Tahun 2007

TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	0	0	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	32	0	27	0	0	0	0	0	0	6	0
4	0	27	0	0	0	0	0	0	0	0	3	60
5	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0
6	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
7	0	27	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	52	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	60	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	32	0	0	3	0	0	0	0	0	0	2	0
16	0	0	38	18	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	31	0	12	0	0	0	0	0	0	37
18	8	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	48
19	29	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	30
20	0	0	0	27	0	4	0	0	0	0	0	0
21	0	24	41	31	47	0	0	0	0	0	0	62
22	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
23	38	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0
24	54	12	0	18	0	0	0	0	0	0	0	16
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
26	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	71
27	31	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0	47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	10		0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
30	0		19	0	0	0	0	0	0	0	0	10
31	51		37		7		0	0		0		6

Tahun 2009

TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	7	0	15	42	0	7	0	0	0	0	0	0
2	4	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	29	23	0	0	3	0	0	0	0	0	0
4	0	0	12	0	0	12	0	0	0	0	0	7
5	16	25	46	0	0	4	0	0	0	0	0	0
6	0	0	74	5	0	0	0	0	0	0	0	3
7	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	98	18	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	53	0	0	0	0	0	0	0
11	1	5	12	0	30	7	0	0	0	0	0	0
12	49	0	57	0	15	0	0	0	0	0	0	25
13	52	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19
15	0	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26
16	0	45	0	0	11	0	0	0	0	0	0	31
17	18	0	0	6	14	0	0	0	0	0	0	40
18	0	0	0	9	20	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	24	25	0	0	0	0	0	0	0
20	2	0	0	0	19	0	0	0	0	0	0	36
21	4	13	0	16	0	0	0	0	0	0	0	27
22	0	45	0	24	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	16	0	0	24	0	0	0	0	0	0	15
24	0	8	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0
25	0	4	0	0	18	0	0	0	0	0	0	0
26	0	70	0	0	40	0	0	0	0	0	10	0
27	0	0	0	0	21	0	0	0	0	0	0	12
28	0	34	0	0	9	0	0	0	0	0	17	0
29	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	23
30	0		46	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	70		0	0	5		0	0		0		0

Tahun 2010

TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	29	0	32	31	10	0	0	0	0	0	12	13
2	31	2	27	0	0	0	0	0	0	0	0	2
3	0	43	0	23	34	0	12	0	0	0	3	98
4	0	58	0	0	28	5	0	0	0	0	2	0
5	0	26	18	0	0	10	0	0	0	0	10	0
6	37	47	20	0	0	0	0	0	14	0	14	52
7	29	20	36	0	0	38	0	0	7	0	49	0
8	20	0	0	4	2	5	0	0	5	17	0	0
9	0	0	0	0	8	18	0	0	0	32	0	2
10	13	0	18	2	51	0	0	0	0	0	0	7
11	14	0	0	26	7	11	0	0	2	0	6	0
12	12	9	10	54	2	0	0	0	16	0	0	4
13	8	7	0	9	28	2	0	0	3	0	0	0
14	0	11	0	17	14	0	0	0	0	0	20	0
15	0	3	0	14	0	0	0	0	0	58	0	12
16	0	0	0	62	0	7	0	0	0	14	0	3
17	0	6	0	3	17	0	0	0	0	0	12	0
18	0	17	34	18	0	5	0	0	0	0	0	0
19	0	38	26	0	4	0	0	0	0	0	0	0
20	39	76	0	0	18	0	0	0	11	0	0	0
21	38	35	0	0	0	0	0	0	6	27	0	0
22	20	0	0	12	13	0	0	0	10	0	9	0
23	0	27	0	7	19	0	0	0	13	0	0	0
24	41	0	38	34	34	0	0	0	5	0	5	0
25	30	23	75	18	21	0	0	0	13	0	18	0
26	15	34	0	23	0	0	23	0	0	0	0	16
27	24	30	0	28	0	0	0	0	0	0	0	24
28	10	38	0	23	0	0	15	0	0	0	0	0
29	0		0	25	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0		0	0	0	0	0	0	0	0	4	12
31	0		0		0		0	0		23		0

Tahun 2011

TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	25	48	21	15	21	0	0	0	0	0	0	0
2	12	27	5	43	7	0	0	0	0	0	0	0
3	17	14	0	7	36	0	0	0	0	0	10	31
4	15	0	6	14	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	31	34
6	5	0	0	11	7	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	20	17	0	0	0	0	0	0	8	23
8	2	17	11	10	0	0	0	0	0	0	0	0
9	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	94	0
10	15	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0
11	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	32	71	6	27	0	0	0	0	0	4	20
13	0	8	46	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	30	40	5	19	15	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	23
16	0	12	7	0	5	0	0	0	0	0	0	0
17	3	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	24	23
19	0	10	0	37	0	0	0	0	0	0	0	42
20	6	0	2	0	15	0	0	0	0	0	0	0
21	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
22	5	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0
24	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
25	8	0	71	40	0	0	0	0	0	0	0	15
26	16	11	34	0	0	0	0	0	0	0	0	27
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30
28	8	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0
29	15		28	20	0	9	0	0	0	0	0	0
30	21		0	29	0	0	0	0	0	0	0	0
31	14		0		0		0	0	0	0		0

Tahun 2012

TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	75	12	14	0	0	0	0	0	0	0	0	45
2	80	23	0	10	0	0	0	0	0	0	0	30
3	0	19	0	0	10	0	0	0	0	0	0	25
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	50	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	60
6	24	7	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	65	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	45	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	32	10	0	0	0	0	0	0	0	0	1	22
11	0	28	19	0	0	0	0	0	0	0	0	23
12	5	21	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0
13	0	8	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	10	0	23	0	0	0	0	0	0	0
15	52	12	7	21	18	0	0	0	0	0	0	30
16	62	30	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	11
18	8	4	19	0	0	0	0	0	0	0	15	12
19	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0
20	37	3	20	0	0	0	0	0	0	0	46	8
21	0	5	0	20	0	0	0	0	0	0	0	20
22	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19
23	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	5	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	13	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	18	7	0	0	0	0	0	0	0	0	27
27	0	0	36	6	0	0	0	0	0	0	0	65
28	0	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
30	95		0	0	0	0	0	0	0	0	0	40
31	18		0		0		0	0		0		45

Tahun 2013

TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	35	0	0	40	12	0	0	0	0	0	0	35
2	30	15	0	10	0	0	0	0	0	0	0	30
3	0	25	8	0	0	12	60	0	0	0	0	0
4	0	40	10	11	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	12	35	0	20	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	25	23	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	11	20	12	10	0	0	0	0	0	0
10	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	8	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	30	0	20	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	25	10	0	5	0	0	0	0	0	0
14	0	25	25	10	40	40	0	0	0	0	0	0
15	50	18	30	20	0	0	0	0	0	0	0	50
16	0	42	20	25	0	0	0	0	0	0	5	0
17	0	21	21	0	0	0	0	0	0	0	10	0
18	25	0	30	0	0	40	0	0	0	0	5	25
19	40	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	40
20	0	0	0	6	21	0	0	0	0	0	17	0
21	28	0	0	7	8	0	0	0	0	0	0	28
22	29	0	0	0	10	0	7	0	0	0	8	29
23	16	0	0	85	12	5	0	0	0	0	8	16
24	0	0	10	0	72	0	13	0	0	0	0	0
25	12	30	0	0	0	0	1	0	0	0	35	12
26	0	18	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0
27	76	53	0	7	42	15	0	0	0	0	0	76
28	64	47	40	0	26	45	0	0	0	0	15	64
29	46		20	0	0	0	0	0	0	0	22	46
30	0		0	5	0	0	0	0	0	0	0	0
31	0		0		0		0	0		0		0

Tahun 2014

TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	0	6	19	18	4	0	0	0	0	0	0	0
2	0	10	20	20	0	0	0	12	0	0	0	0
3	20	11	25	25	26	0	0	0	0	0	0	0
4	60	0	35	34	13	0	0	0	0	0	0	0
5	10	0	61	60	0	0	0	0	0	0	0	17
6	12	0	12	13	0	0	0	0	0	0	0	100
7	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
8	0	0	0	17	0	25	0	0	0	0	0	0
9	0	0	19	10	0	17	0	0	0	0	0	0
10	15	5	48	19	0	24	0	0	0	0	0	8,5
11	0	0	12	22	0	1,5	0	0	0	0	0	23
12	0	10	27	20	0	0	0	0	0	0	0	0
13	10	0	41	20	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	10	51	13,5	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	30	0	10,5	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	3	1,5	15	0	0	0	0	0	6,5	0
17	0	75	11	0	10	36	0	0	0	0	0	27,5
18	5	10	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0
19	0	15	16	0	0	17	0	0	0	0	0	94
20	7	10	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0
21	0	30	2	0	0	25	0	0	0	0	0	37,5
22	0	0	0	17	0	19	0	0	0	0	0	2,5
23	0	20	0	17	0	0	0	0	0	0	1	4
24	0	0	0	24	5	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	35	8	0	0	0	0	0	0	0	0	6	11
27	5	0	0	3	13	0	0	0	0	0	25	28
28	0	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
29	6		17	0	0	0	0	0	0	0	14	8,5
30	0		10	0	0	0	0	0	0	0	0	10
31	0		7		0		0	0		0		0

Digital Repository Universitas Jember

Tahun 2015

TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	7	0	28	0	43,5	0	0	0	0	0	0	0
2	11	60	28	14	3,5	0	0	0	0	0	0	0
3	20	3	2	25	81	0	0	0	0	0	0	0
4	0	42,5	16	6,5	6,5	0	0	0	0	0	0	35
5	2	56	75	15,5	28	0	0	0	0	0	0	33
6	4	12	0	10	0	0	0	0	0	0	0	59,5
7	0	13	40,5	9	0	0	0	0	0	0	0	28
8	0	0	0	29	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	5	0
11	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4
12	0	109	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	7	3	0	3,5	0	0	0	0	0	0	0	0
14	12	13	6,5	3	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	50	0	51,5	0	0	0	0	0	0	0	8
16	6	22,5	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	50	15,5	64	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	35	12,5	8	6	0	0	0	0	0	0	0	0
19	57	31,5	40,5	2,5	0	0	0	0	0	0	0	16
20	4	41	2	0	0	0	0	0	0	0	12	0
21	0	62,5	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	1,5	22	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	15	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
25	9	0	0	6,5	0	0	0	0	0	0	0	0
26	12	5	10,5	0	13	0	0	0	0	0	29	16
27	0	24	0	0	8	0	0	0	0	0	19	22
28	56,5	38,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40
29	39,5		0	29	0	0	0	0	0	0	2	66
30	32		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	6		10		0		0		0			1

Tahun 2016

TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	0	12	0	0	8	0	0	0	0	1,5	0	0
2	0	7	0	34	5	3	0	0	0	5	0	5
3	0	4	10	7	0	0	1	0	0	7	0	10
4	28,5	0	0	15	0	0	0	0	5	49	0	6
5	0	98	0	17	0	0	0	0	0	0	0	32
6	0	9	17	0	0	0	0	14	3	0	0	0
7	0	25	0	0	4	19	0	0	0	0	0	6,5
8	0	11	0	0	0	16	0	0	0	14,5	67	3
9	0	21	0	0	0	0	0	0	0	96	0	3
10	0	7	5	16,5	3,5	0	0	0	0	27,5	11,5	3
11	29	40	6	11	0	0	0	0	0	0	0	2
12	0	0	0	2	1,5	0	12	0	0	24,5	0	0
13	0	5	7	2	0	0	25	22	0	0	0	5
14	36	0	5	16	0	25	0	22,5	0	21	0	0
15	0	17	3	24	0	27,5	17	0	0	0	0	3
16	0	46	5	45	10	0	65	0	0	0	17,5	5
17	0	2	15	5	16,5	19	0	0	0	0	79,5	5
18	0	0	0	0	0	13	38	0	0	0	17	0
19	7	34	0	0	6	4,5	22	0	7	0	0	30,5
20	0	0	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	12	5	0	0	121	0	8	0	0	0	0	0
22	20	7	0	0	59,5	0	20	0	0	0	0	0
23	7	0	4	0	0	0	33	0	0	10	0	0
24	1,5	31	0	0	50	0	0	0	60,5	69	8,5	0
25	0	25	11	0	0	0	0	0	6,5	0	3,5	0
26	15	19	1	0	0	0	0	0	46,5	13	16	40
27	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42
28	16	4	0	0	0	0	2	0	2,5	0	0	9
29	0	5	0	0	10	6	0	0	0	0	0	42
30	10		0	0	120	0	0	0	0	0	40	33
31	15		0		0		0	0		0		25

Tahun 2017

TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	5	0	0	7,5	0	0	0	0	0	0	0	10
2	18	41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
3	3,5	30	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	76	0	10	0	0	0	0	0	0	10	0
5	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	7
7	0	0	45	0	0	0	0	0	0	0	2	35
8	0	0	40	8	27	5	0	0	0	0	0	36
9	0	0	0	27	4	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	18
11	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	50	0	12	0	0	4	0	0	0	0	0	12
13	43	0	40	0	0	0	0	0	0	0	21	0
14	0	40	45	60,5	0	0	0	0	0	0	0	0
15	42	49	4	0	0	0	0	0	0	0	3	0
16	0	30	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0
17	0	20	4	0	0	0	0	0	0	0	15	57
18	0	40	0	0	0	0	4	0	0	0	18	60
19	0	0	5	24	0	0	0	0	0	0	0	5
20	0	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
21	50	0	0	25	0	12	0	0	0	0	15	0
22	53	6	2	8,5	0	0	0	0	0	0	50	0
23	18	0	0	0	0	0	0	0	0	57	66	0
24	7	6	0	0	0	0	0	0	0	0	122	0
25	0	6	55	5	0	0	0	0	39	0	0	0
26	24	0	28	3	0	12	0	0	0	0	81	4
27	0	0	0	0	17	0	11	0	0	10	0	2
28	10	0	6	0	0	0	8	0	0	0	26	0
29	10		8	0	0	0	0	0	0	0	13	0
30	15		5	0	10	0	0	0	0	0	0	34
31	3		0		0		0	0	0	0		0

Lampiran 2. Reduced Mean (Yn)

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,5070	0,5100	0,5128	0,5157	0,5181	0,5202	0,5220
20	0,5236	0,5252	0,5268	0,5283	0,5296	0,5300	0,5820	0,5882	0,5343	0,5353
30	0,5363	0,5371	0,5380	0,5388	0,5396	0,5400	0,5410	0,5418	0,5424	0,5430
40	0,5463	0,5442	0,5448	0,5453	0,5458	0,5468	0,5468	0,5473	0,5477	0,5481
50	0,5485	0,5489	0,5493	0,5497	0,5501	0,5504	0,5508	0,5511	0,5515	0,5518
60	0,5521	0,5524	0,5527	0,5530	0,5533	0,5535	0,5538	0,5540	0,5543	0,5545
70	0,5548	0,5550	0,5552	0,5555	0,5557	0,5559	0,5561	0,5563	0,5565	0,5567
80	0,5569	0,5570	0,5572	0,5574	0,5576	0,5578	0,5580	0,5581	0,5583	0,5585
90	0,5586	0,5587	0,5589	0,5591	0,5592	0,5593	0,5595	0,5596	0,5598	0,5599
100	0,5600	0,5602	0,5603	0,5604	0,5606	0,5607	0,5608	0,5609	0,5610	0,5611

(Sumber : Suripin, 2004:52)

Lampiran 3. Reduced Variate (Yt)

Periode Ulang	Reduced Variate
2	0,3668
5	1,5004
10	2,2510
20	2,9709
25	3,1993
50	3,9028
100	4,6012
200	5,2969
500	6,2149
1000	6,9087
5000	8,5188
10000	9,2121

(Sumber: Suripin, 2004:52)

Lampiran 4. Nilai Variabel Reduksi *Gauss*

Periode Ulang (tahun)					
2	5	10	25	50	100
0,000	0,840	1,280	1,708	2,050	2,330

(Sumber: Suripin, 2004:37)

Lampiran 5. 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
	Presentase 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	2,171
-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	1,807
-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)

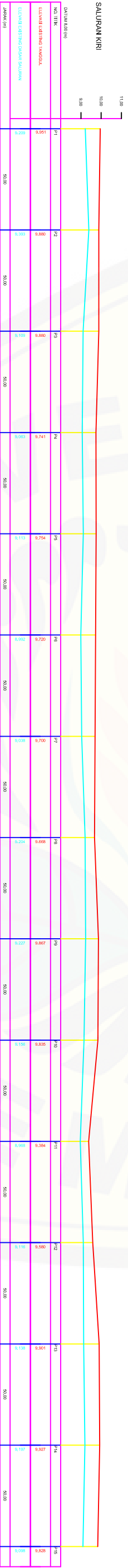
Lampiran 6. Foto Genangan






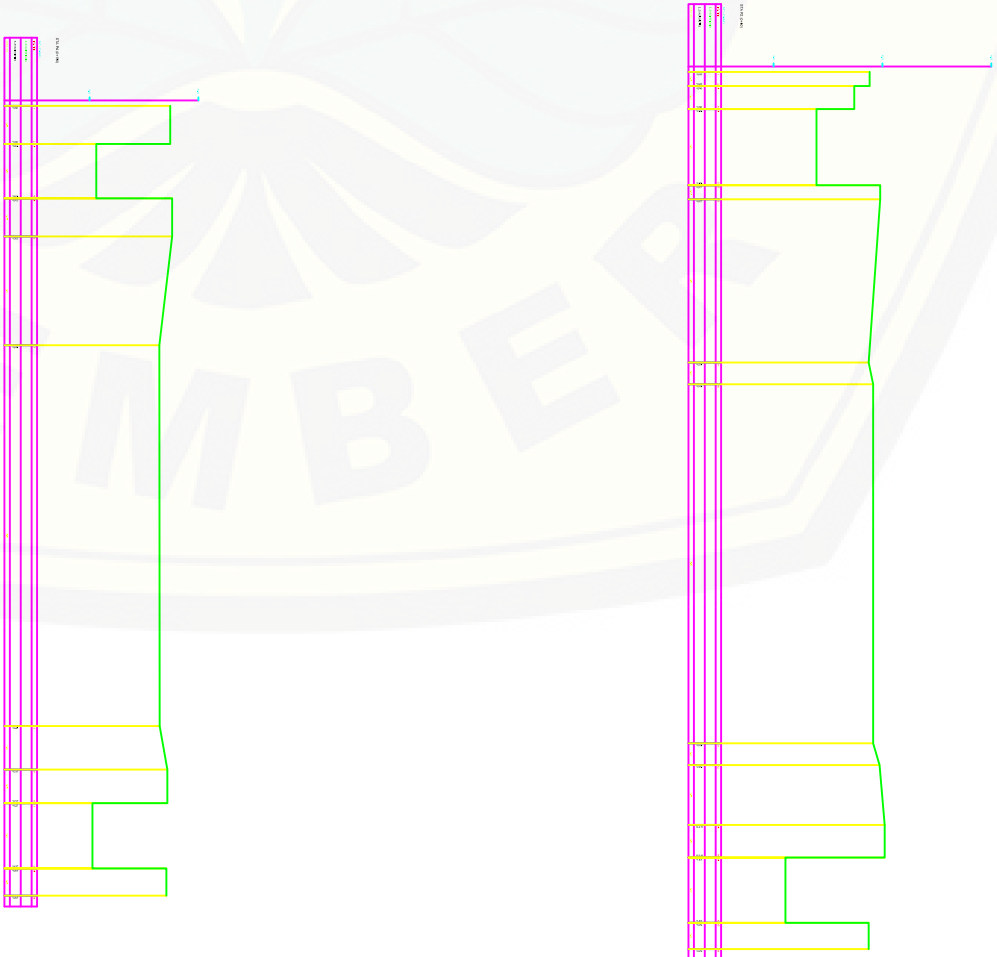
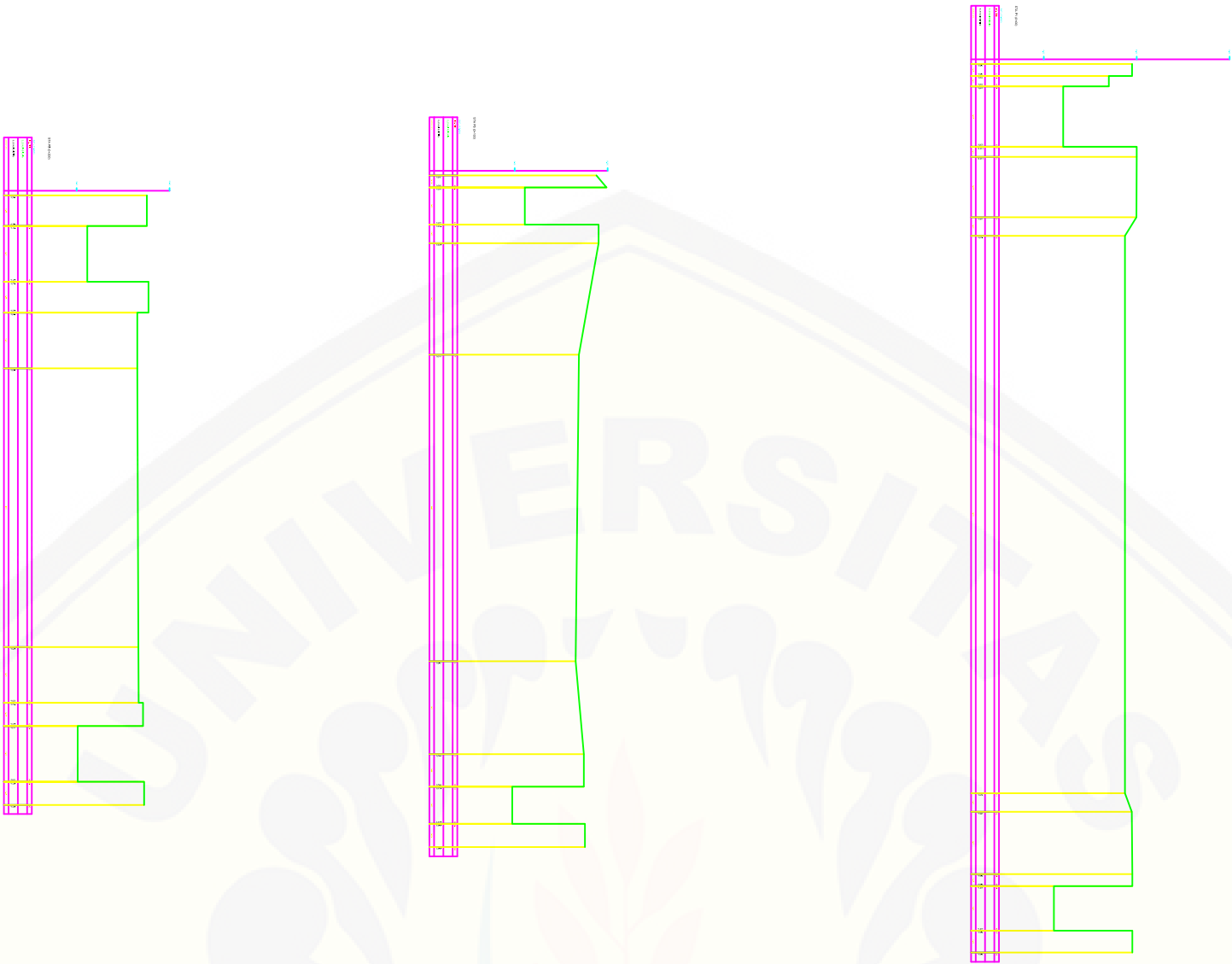



Lampiran

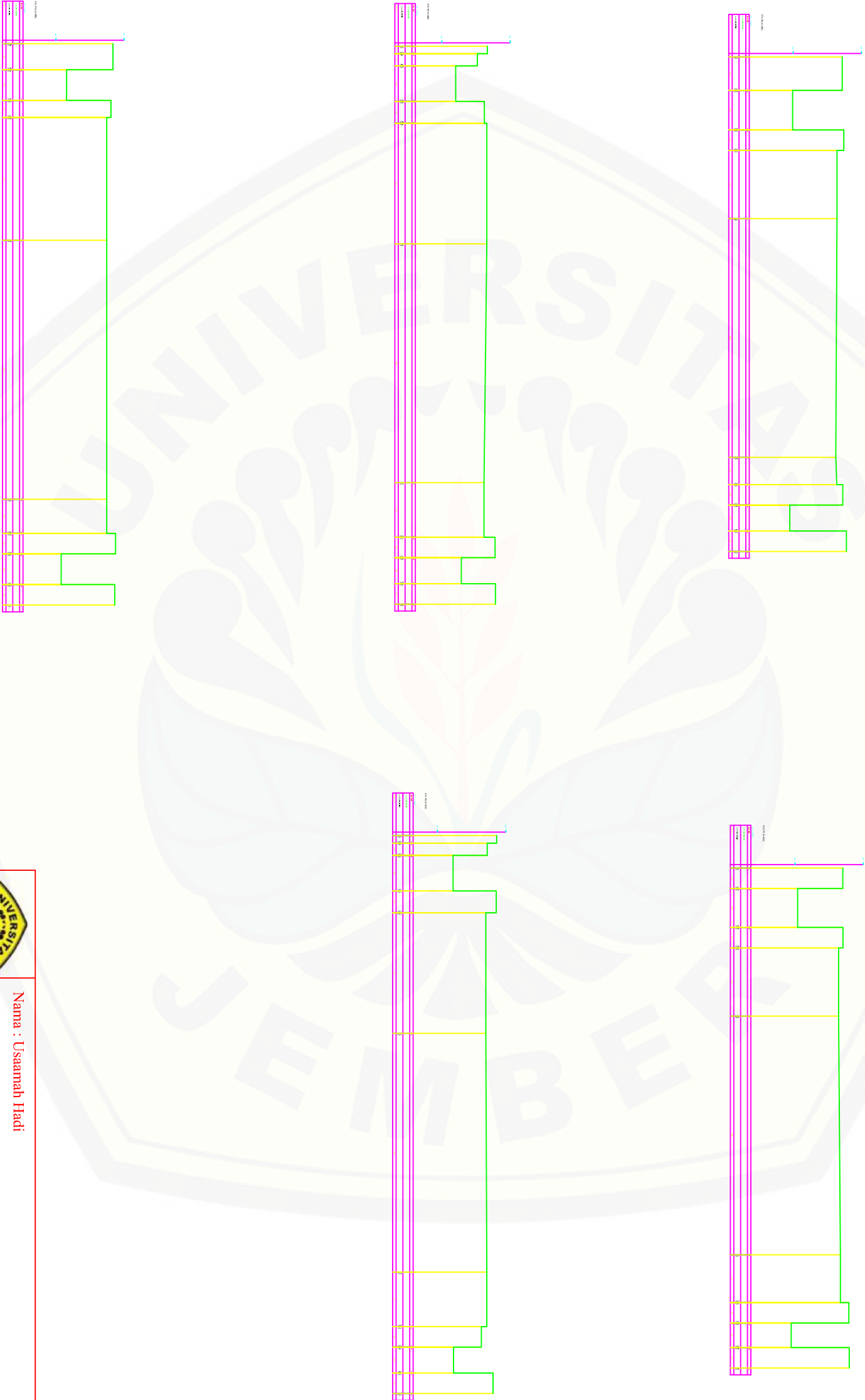


	Nama : Usaamah Hadi		Lampiran
	Nim : 141910301081		

Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Jember	Gambar Potongan Saluran Memanjang	No.
---	---	-----



	Nama : Usaamah Hadi		Lampiran
	Nim : 141910301081		
Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Jember	Gambar Potongan Saluran Melintang	No. 1	



Nama : Usaamah Hadi

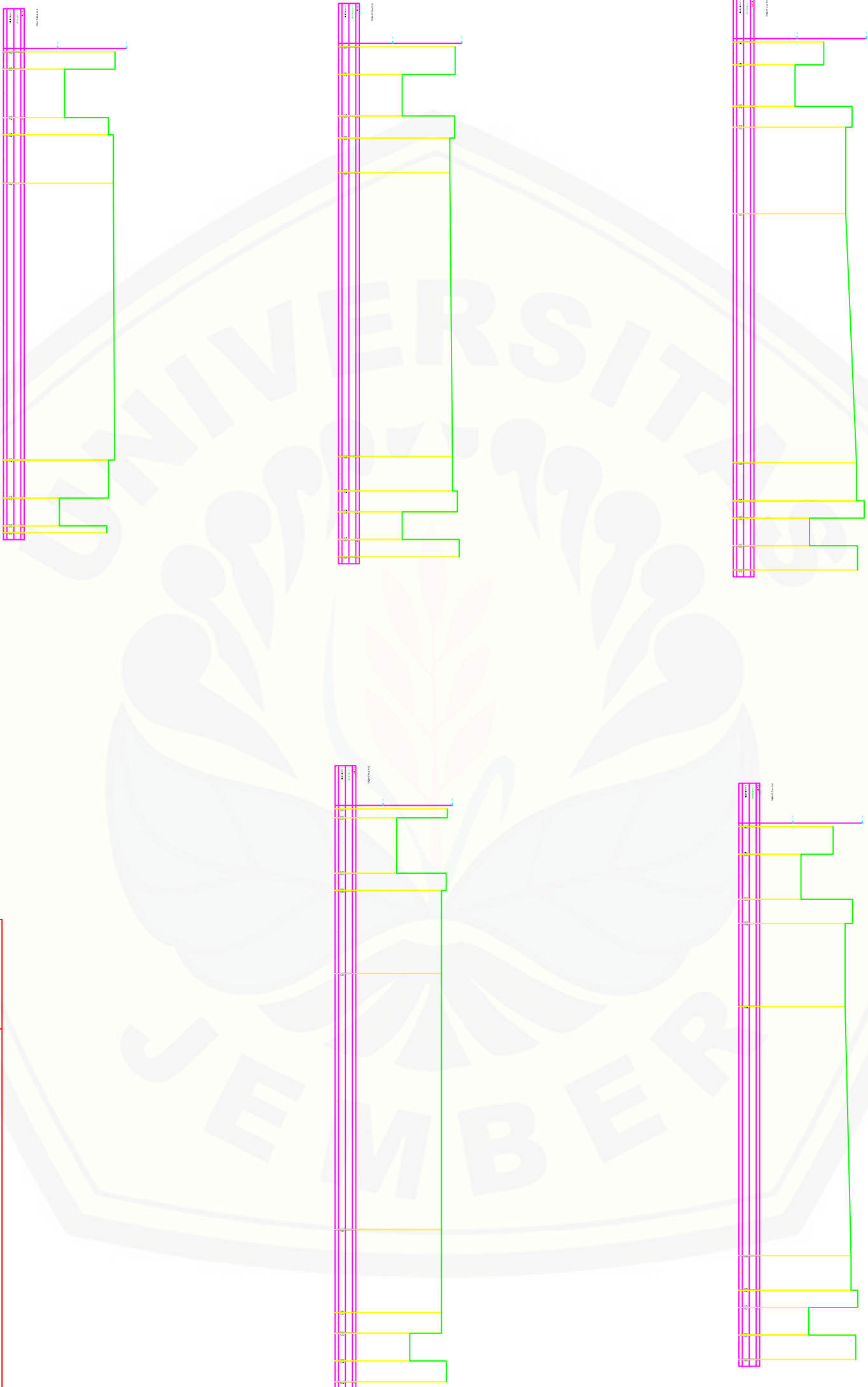
Nim : 141910301081

Lampiran

Fakultas Teknik
Jurusan Teknik Sipil
Universitas Jember

Gambar
Potongan Saluran
Melintang

No. 2



Nama : Usaamah Hadi

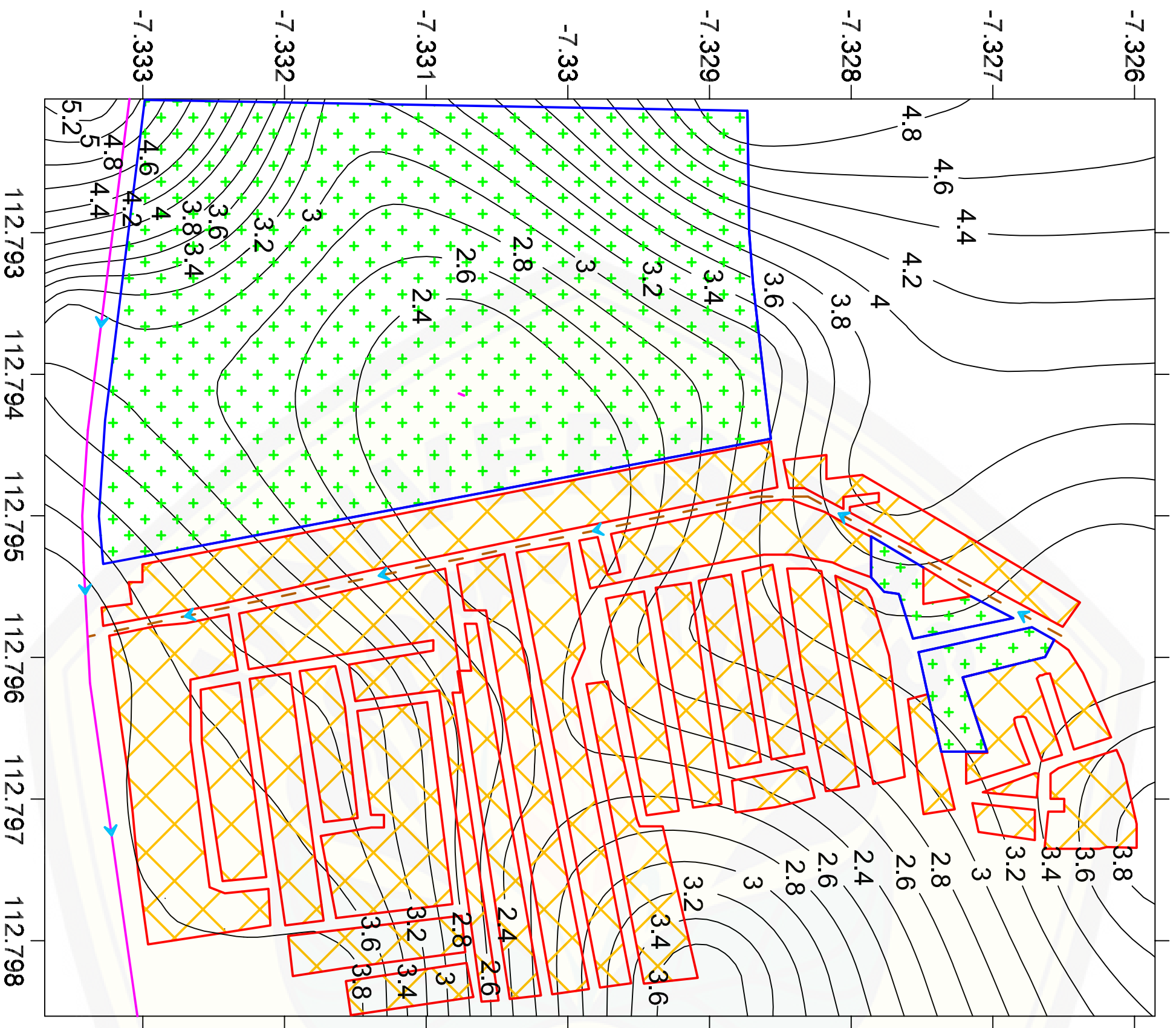
Nim : 141910301081

Lampiran


Fakultas Teknik
Jurusan Teknik Sipil
Universitas Jember

Gambar
Potongan Saluran
Melintang

No. 3



Keterangan :

-  : Lahan Resapan
-  : Pemukiman
-  : Jl. Raya Medokan Sawah
-  : Saluran Primer
-  : Arah Aliran



Nama : Usamah Hadi

Nim : 141910301081

Lampiran

Fakultas Teknik
Jurusan Teknik Sipil
Universitas Jember

Gambar
Kontur Tanah

No.