



**PENGUKURAN KAPASITAS SALURAN DRAINASE DI JALAN
MOHAMMAD YAMIN KECAMATAN KALIWATES
KABUPATEN JEMBER**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Oleh

Diah Kusuma Hartina

NIM 141903103033

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2017**

PERSEMBAHAN

Laporan tugas akhir ini merupakan langkah awal menuju kesuksesan dalam kehidupan saya. Untuk itu saya ingin mempersembahkan Proyek Akhir ini kepada:

1. Allah SWT, karena atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya saya dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini dengan baik;
2. Baginda Nabi Muhammad SAW, atas segala semangat tauladan yang insyaAllah akan selalu menjadi pedoman dalam menjalani kehidupan ini;
3. Orang tuaku tercinta, yang senantiasa memberikan doa dan kasih sayangnya yang tiada hent, dengan pengorbanan besar berupa materi serta dukungan semangat dari awal perkuliahan hingga proses penyelesaian proyek akhir;
4. Kakakku tercinta, yang selalu memberikan semangat dan perhatiannya.
5. Teman-temanku yang senantiasa memberikan saran-saran dan semangatnya.
6. Almamater Fakultas Teknik, Universitas Jember.

MOTTO

“Keberhasilan adalah kemampuan untuk melewati dan mengatasi dari satu kegagalan berikutnya tanpa kehilangan semangat”

(Winston Churchill)

“Pendidikan adalah senjata paling ampuh yang dapat digunakan untuk mengubah dunia”

(Nelson Mandela)

“Pendidikan merupakan perlengkapan paling baik untuk hari tua”

(Aristoteles)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Diah Kusuma Hartina

NIM : 141903103033

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Pengukuran kapasitas saluran drainase di Jalan Mohammad Yamin Kecamatan Kaliwates Kabupaten Jember” adalah benar-benar karya sendiri, kecuali kutipan yang telah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada instansi mana pun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan kebenaran isinya sesuai sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, 13 Juni 2017

Yang Menyatakan,

Diah Kusuma Hartina

NIM. 141903103033

LAPORAN TUGAS AKHIR

PENGUKURAN KAPASITAS SALURAN DRAINASE DI JALAN MOHAMMAD YAMIN KECAMATAN KALIWATES KABUPATEN JEMBER

Oleh

Diah Kusuma Hartina

NIM 141903103033

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Wiwik Yunarni W., S.T., M.T

Dosen Pembimbing Anggota : Sri Sukmawati, S.T., M.T

PERSETUJUAN

PENGUKURAN KAPASITAS SALURAN DRAINASE DI JALAN MOHAMMAD YAMIN KECAMATAN KALIWATES KABUPATEN JEMBER

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Dipertahankan di Depan Tim Penguji Guna Menyelesaikan
Program Diploma III, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik,
Universitas Jember

Oleh

Nama Mahasiswa	: Diah Kusuma Hartina
NIM	: 141903103033
Jurusan	: Teknik Sipil
Program Studi	: Diploma III Teknik Sipil
Angkatan Tahun	: 2014
Daerah Asal	: Jember
Tempat, Tanggal Lahir	: Jember, 24 Juni 1996

Disetujui,

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Wiwik Yunarni W., S.T., M.T

NIP. 19700613 199802 2 001

Sri Sukmawati, S.T., M.T

NIP. 19650622 199803 2 001

PENGESAHAN

Laporan tugas akhir yang berjudul “Pengukuran Kapasitas Saluran Drainase Di Jalan Mohammad Yamin Kecamatan Kaliwates Kabupaten Jember” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : 13 Juni 2017

tempat : Jurusan Teknk Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember

Tim Penguji:

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Wiwik Yunarni W., S.T., M.T

Sri Sukmawati, S.T., M.T

NIP. 19700613 199802 2 001

NIP. 19650622 199803 2 001

Penguji I,

Penguji II,

Dr. Entin Hidayah, M.U.M

Dr. Gusfan Halik, S.T., M.T

NIP. 19661215 199503 2 001

NIP. 19710804 199803 1 002

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Teknik,

Dr. Entin Hidayah, M.U.M

NIP. 19661215 199503 2 001

RINGKASAN

Pengukuran Kapasitas Saluran Drainase Di Jalan Mohammad Yamin Kecamatan Kaliwates Kabupaten Jember; Diah Kusuma Hartina, 141903103033 : 2017, 113 halaman; Program Studi Diploma III; Jurusan Teknik Sipil; Fakultas Teknik; Universitas Jember.

Drainase merupakan salah satu bangunan air yang digunakan untuk mengalirkan air yang berlebihan, baik air tanah maupun air permukaan. Drainase yang baik sangatlah penting guna memenuhi kebutuhan masyarakat agar timbul rasa nyaman, bersih dan sehat.

Jalan Mohammad Yamin merupakan suatu jalan yang berada di kawasan perumahan yang terletak di Kecamatan Kaliwates Kabupaten Jember. Drainase di jalan tersebut sering terjadi genangan saat curah hujan cukup tinggi dikarenakan fungsi drainase yang tidak dapat menampung derasnya hujan. Penyebab saluran drainase tidak menampung air hujan yaitu timbunan sedimen, sampah dan aliran terhambat oleh tanaman liar yang tumbuh di sekitar drainase.

Penelitian ini bermaksud untuk mengetahui kondisi eksisting yang menyebabkan genangan pada Jalan Mohammad Yamin sehingga perlu dilakukannya survei lapangan yang nantinya dimensi saluran drainase yang tidak mencukupi dapat diubah menjadi dimensi baru agar tidak terjadi genangan.

Berdasarkan hasil dari penelitian, kondisi eksisting saluran drainase di Jalan Mohammad Yamin terdapat sedimentasi, penumpukan sampah, banyak tanaman pengganggu yang tumbuh di sekitar saluran drainase serta perubahan tata guna lahan yang membuat besarnya limpasan meningkat. Penggambaran *cross section* dan *long section* saluran drainase didapat dari data elevasi yang diolah menggunakan aplikasi AutoCAD. Untuk ukuran dimensi baru saluran drainase di Jalan Mohammad Yamin terdapat 12 dimensi, 4 dimensi baru saluran drainase sebelah kiri dan 8 dimensi baru saluran drainase sebelah kanan.

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul **“Pengukuran Kapasitas Saluran Drainase Di Jalan Mohammad Yamin Kecamatan Kaliwates Kabupaten Jember”**. Laporan tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan Pendidikan Ahli Madya (A.Md) pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember.

Keberadaan laporan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan serta dorongan dari berbagai pihak. Untul itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. Ir. Entin Hidayah, MUM selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember;
2. Ir. Hernu Suyoso MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Jember;
3. Dwi Nurtanto, ST., MT., selaku Ketua Program Studi Diploma III Jurusan Teknik Sipil Universitas Jember;
4. Wiwik Yunarni W., ST., MT, selaku Dosen Pembimbing Utama dan Sri Sukmawati, ST., MT., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu dan pikiran serta perhatiannya guna memberikan bimbingan dan pengarahan demi terselesaikannya penulisan laporan proyek akhir ini;
5. Dr. Entin Hidayah, M.U.M dan Dr. Gusfan Halik, S.T., M.T., selaku Tim Penguji yang telah meluangkan waktu dan pikiran serta perhatiannya guna memberikan pengarahan demi terselesaikannya penulisan proyek akhir ini;

6. Kedua orang tuaku Bapak Sadi dan Ibu Nur Kusniyati serta Kakakku Agung Budi Sasaongko.
7. Seluruh teman-temanku mahasiswa Program Studi Diploma Teknik Sipil 2014 atas dukungan dan kerjasamanya selama penyusunan proyek akhir ini.
8. Teknisi Laboratorium Pemetaan Mas Mukhlis serta tim survei Zam-zam, Candra, Ulfi, Seila, Muchtar, Frida dan Mas Fajar, terima kasih atas bantuannya dalam mencari data-data proyek akhir.
9. Teman-teman Teknik Sipil 2014 terimakasih atas dukungan dan semangatnya.
10. Dinas Pekerjaan Umum dan Sumber Daya Air Kabupaten Jember yang telah membantu memberikan penjelasan-penjelasan atas pertanyaan kami.
11. Sahabat-sahabatku “Assasins” serta “Semoga Berkah A.Md”, terimakasih atas dukungan dan semangatnya.
12. Semua pihak yang telah memberikan bantuan yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat dalam mengembangkan ilmu pengetahuan khususnya dibidang ilmu teknik sipil, kritik dan saran yang membangun diharapkan penulis untuk kesempurnaan proyek akhir ini dan diharapkan dapat dikembangkan untuk survei selanjutnya.

Jember, 13 Juni 2017

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBING	v
HALAMAN PERSETUJUAN	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat.....	3
1.5 Batasan Masalah	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Saluran Terbuka	4
2.2 Hujan.....	4
2.3 Drainase	5
2.4 Analisis Hidrologi.....	6
2.5 Siklus Hidrologi	6
2.6 Presipitasi.....	7
2.6.1 Analisis Hujan.....	9
2.6.1.1 Hujan Kawasan.....	9
2.6.1.2 Cara Memilih Metode	12

2.6.2 Analisa Frekuensi dan Probabilitas.....	14
2.6.2.1 Distribusi Normal	19
2.6.2.2 Distribusi Log Normal.....	20
2.6.2.3 Distribusi Log-Person III.....	21
2.6.2.4 Distribusi Gumbel	23
2.6.3 Pengeplotan Probabilitas.....	26
2.6.4 Uji Kecocokan.	27
2.6.4.1 Uji Chi-Square.....	27
2.6.4.2 Uji Smirnov-Kolmogorov	28
2.6.5 Intensitas Hujan.	28
2.6.6 Koefisien Pengaliran.....	29
2.7 Rumus Manning.....	31
2.8 Metode Rasional.	32
BAB 3. METODE PENELITIAN	34
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	34
3.1.1 Waktu Penelitian.....	34
3.1.2 Tempat Penelitian.	34
3.2 Jenis dan Sumber Data.....	35
3.3 Metode Pengumpulan Data.....	35
3.3.1 Persiapan.....	35
3.3.2 Survei Lapangan.	36
3.3.3 Pengolahan Data.	36
3.3.4 Hasil Penelitian.....	36
3.4 Diagram Alir	37
BAB 4. METODE PENELITIAN	39
4.1 Analisis Hidrologi.....	38
4.1.1 Analisis Curah Hujan.....	38
4.1.2 Analisis Frekuensi Data Curah Hujan.	39
4.1.3 Uji Distribusi Probabilitas	40
4.2 Perhitungan Debit (Q) Pemodelan.....	44
4.2.1 Analisis Intensitas Curah Hujan	44

4.2.2 Debit (Q) Pemodelan	46
4.3 Saluran Drainase Eksisting	49
4.3.1 Kondisi Eksisting Saluran Drainase	49
4.3.2 Debit Eksisting Saluran Drainase	50
4.4 Perbandingan Debit Pemodelan dan Debit Eksisting	53
4.5 Dimensi Baru Saluran Drainase	56
4.6 Penggambaran Cross Section dan Long Section	59
BAB 5. PENUTUP	60
5.1 Kesimpulan	60
5.2 Saran.	60
DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN	62

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Derajat Curah Hujan dan Intensitas Curah Hujan.....	9
Tabel 2.2 Jaring-Jaring Pos Penakar Hujan	13
Tabel 2.3 Luas DAS	13
Tabel 2.4 Topografi DAS.....	13
Tabel 2.5 Nilai Variabel Reduksi Gauss	20
Tabel 2.6 Nilai K Untuk Distribusi Log-Person III	22
Tabel 2.7 Reduced Mean (Y_n)	25
Tabel 2.8 Reduced Standard Deviation (S_n).....	25
Tabel 2.9 Reduced Variate, Y_{Tr} Sebagai Fungsi Periode Ulang.....	26
Tabel 2.10 Koefisien Pengaliran Berdasarkan Jenis Permukaan dan Tata Guna Lahan.....	30
Tabel 2.11 Harga Koefisien Manning.....	32
Tabel 4.1 Data Curah Hujan.....	38
Tabel 4.2 Perhitungan Besaran Statistik \bar{X} , S_i , C_s dan C_k	39
Tabel 4.3 Hujan Rencana Dengan Periode Ulang T_r Tahun.....	40
Tabel 4.4 Perhitungan Nilai Parameter Chi-Kuadrat Untuk Distribusi Normal ...	41
Tabel 4.5 Perhitungan Nilai Parameter Chi-Kuadrat Untuk Distribusi Log- Normal.....	41
Tabel 4.6 Perhitungan Nilai Parameter Chi-Kuadrat Untuk Distribusi Log-Person III	42
Tabel 4.7 Perhitungan Nilai Parameter Chi-Kuadrat Untuk Distribusi Gumbel ...	42
Tabel 4.8 Perhitungan Uji Smirnov-Kolmogorof	43
Tabel 4.9 Rekapitulasi Hasil Uji Chi-Kuadrat dan Smirnov-Kolmogorof	43
Tabel 4.10 Hasil Analisis Curah Hujan Dengan Metode Log-Normal.....	44
Tabel 4.11 Perhitungan Waktu Konsentrasi (t_c)	45
Tabel 4.12 Perhitungan Intensitas Hujan Jam-Jaman untuk Kala Ulang Tertentu	46
Tabel 4.13 Debit (Q) Pemodelan yang Membebani Saluran Drainase Kiri.....	47
Tabel 4.14 Debit (Q) Pemodelan yang Membebani Saluran Drainase Kanan.....	48

Tabel 4.15 Hasil Perhitungan Saluran Drainase Eksisting Kiri	50
Tabel 4.16 Hasil Perhitungan Saluran Drainase Eksisting Kanan	52
Tabel 4.17 Perbandingan Qp dan Qeks yang Membebani Saluran Drainase Kiri .	54
Tabel 4.18 Perbandingan Qp dan Qeks yang Membebani Saluran Drainase Kanan	55
Tabel 4.19 Dimensi Baru Saluran Drainase Kiri	57
Tabel 4.20 Dimensi Baru Saluran Drainase Kanan	58

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Siklus Hidrologi	7
Gambar 2.2 Lengkung Hujan.....	29
Gambar 3.1 Peta Lokasi Survei.....	34
Gambar 3.2 Bagan Alir Tahap Pengerjaan Penelitian	37
Gambar 4.1 Lokasi Genangan.....	49
Gambar 4.2 <i>Cross Section</i> 50 m.....	59
Gambar 4.3 <i>Long Section</i> 0-250 m	59

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Drainase merupakan salah satu bangunan air yang digunakan untuk mengalirkan air yang berlebihan, baik air tanah maupun air permukaan. Drainase yang baik sangatlah penting guna memenuhi kebutuhan masyarakat agar timbul rasa nyaman, bersih dan sehat. Suatu kawasan yang padat penduduk harusnya memiliki sistem drainase yang baik pula yang berfungsi untuk mengurangi atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan sehingga tidak menimbulkan genangan yang mengganggu aktivitas masyarakat di kawasan tersebut. Buruknya sistem drainase timbul akibat beberapa kesalahan seperti dimensi saluran drainase tidak sesuai, drainase tersumbat, sedimentasi dan timbunan sampah.

Menurut Suripin, genangan air di permukaan jalan memperlambat kendaraan dan memberikan andil terjadinya kecelakaan akibat terganggunya pandangan oleh cipratan dan semprotan air.

Jalan Mohammad Yamin merupakan suatu jalan yang berada di kawasan perumahan yang terletak di Kecamatan Kaliwates Kabupaten Jember. Drainase di jalan tersebut sering terjadi genangan saat curah hujan cukup tinggi dikarenakan fungsi drainase yang tidak dapat menampung derasnyapun hujan. Kondisi eksisting drainase di lingkungan banyak yang mulai rusak karena timbunan sedimen, sampah dan aliran tidak lancar karena beberapa drainase mulai rata dengan tanah. Karena aliran air drainase tersebut tidak lancar maka mengakibatkan genangan yang dapat menyebabkan kerusakan pada jalan, terganggunya aktivitas warga dan kecelakaan akibat lubang yang tertutup oleh genangan air.

Dengan kondisi drainase yang mulai memburuk tersebut perlu adanya pengukuran ulang kapasitas drainase guna memperlancar aliran drainase agar tidak terjadi genangan.

Pemasalahan ini dijadikan sebagai bahan penelitian untuk Proyek Akhir (PA) dengan mengukur dimensi drainase dan beberapa faktor penyebab meluapnya drainase tersebut.

1.2. Rumusan Masalah

Perumusan masalah pada penelitian Proyek Akhir (PA) ini adalah:

- a. Bagaimana kondisi eksisting sistem drainase di Jalan Mohammad Yamin Kecamatan Kaliwates Kabupaten Jember?
- b. Bagaimana pengukuran dan penggambaran *cross section*, *long section* saluran drainase di Jalan Mohammad Yamin Kecamatan Kaliwates Kabupaten Jember?
- c. Bagaimana perubahan ukuran dimensi baru untuk saluran drainase di Jalan Mohammad Yamin Kecamatan Kaliwates Kabupaten Jember?

1.3. Tujuan

Tujuan dari penelitian Proyek Akhir (PA) ini adalah:

- a. Untuk mengetahui kondisi eksisting saluran drainase.
- b. Untuk mengetahui bagaimana pengukuran dan penggambaran *cross section*, *long section* saluran drainase.
- c. Untuk mengetahui perubahan dimensi saluran drainase yang baru.

1.4. Manfaat

Dengan adanya penelitian ini diharapkan masalah genangan dapat teratasi sehingga masyarakat yang menggunakan jalan tersebut nyaman dan aman.

1.5. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini perlu adanya batasan cakupan untuk mengetahui seberapa jauh penelitian yang dibahas.

Batasan yang dibahas mencakup hal-hal dibawah ini:

- a. Saluran drainase yang diukur sepanjang 1 km di Jalan Mohammad Yamin, Kecamatan Kaliwates, Kabupaten Jember.
- b. Daerah tangkapan hujan yang digunakan hanya pada kawasan yang membebani saluran drainase di Jalan Mohammad Yamin, Kecamatan Kaliwates, Kabupaten Jember.
- c. Tidak memperhitungkan Rencana Anggaran Biaya (RAB) dalam pengukuran drainase.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Saluran Terbuka

Saluran terbuka adalah saluran yang mengalirkan air dengan suatu permukaan bebas. Saluran biasanya panjang dan merupakan selokan landai yang dibuat di tanah, dapat dilapisi lapisan batu maupun tidak, atau beton, semen, kayu maupun aspal.

Saluran terbuka memiliki bentuk penampang saluran yang berbeda-beda. Istilah penampang saluran (*channel section*) yaitu tegak lurus terhadap arah aliran.

Penampang saluran alam umumnya sangat tidak beraturan, biasanya bervariasi dari bentuk seperti parabola sampai trapezium. Sedangkan penampang saluran buatan biasanya dirancang berdasarkan bentuk geometris yang umum. Bentuk yang sering digunakan untuk saluran ber dinding tanah yaitu bentuk trapesium, karena stabilitas kemiringan dindingnya dapat disesuaikan. Bentuk persegi panjang dan segitiga merupakan bentuk khusus, karena bentuk persegi panjang mempunyai sisi tegak, biasanya dipakai untuk saluran yang dibangun dengan bahan yang stabil, seperti pasangan batu, padas, logam atau kayu. Lain halnya dengan bentuk segitiga yang hanya dipakai untuk saluran kecil, selokan dan penyelidikan laboratorium. (Ven Te Chow, 1997:17-18)

2.2. Hujan

Hujan adalah titik-titik air yang jatuh dari awan melalui lapisan atmosfer ke permukaan bumi secara proses alam. Hujan turun ke permukaan bumi selalu didahului dengan adanya pembentukan awan, karena adanya pembentukan awan, karena adanya penggabungan uap air yang ada di atmosfer melalui proses

kondensasi, maka terbentuklah butir-butir air yang bila lebih berat dari gravitasi akan jatuh berupa hujan. (Nugroho Hadisusanto, 2010:11)

2.3. Drainase

Drainase secara umum adalah ilmu pengetahuan yang mempelajari usaha untuk mengalirkan air yang berlebihan dalam suatu konteks pemanfaatan tertentu.

Drainase perkotaan adalah ilmu drainase yang diterapkan mengkhususkan pengkajian pada kawasan perkotaan yang erat kaitannya dengan kondisi lingkungan sosial budaya yang ada di kawasan kota.

Drainase perkotaan merupakan sistem pengeringan dan pengaliran air dari wilayah perkotaan yang meliputi:

1. Pemukiman;
2. Kawasan industri dan perdagangan;
3. Kampus dan sekolah;
4. Rumah sakit dan fasilitas umum;
5. Lapangan olah raga;
6. Lapangan parkir;
7. Instalasi militer, listrik, telekomunikasi;
8. Pelabuhan udara.

(Halim Hasmar, 2012:1)

2.4. Analisis Hidrologi

Analisis Hidrologi dilakukan guna mendapatkan besarnya intensitas curah hujan, sebagai dasar perhitungan debit rencana pada suatu daerah untuk mengevaluasi perencanaan sistem drainase. Hal ini berguna untuk menentukan ukuran dan besaran hidroliknya, sehingga diharapkan dapat menghasilkan rancangan yang mampu mencukupi kebutuhan debit rencana (debit maksimum).

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

- a. Pengumpulan data curah hujan
- b. Analisis frekuensi hujan
- c. Pemilihan jenis metode distribusi
- d. Analisis Curah Hujan Rencana dengan Periode Ulang Tertentu
- e. Analisis intensitas hujan

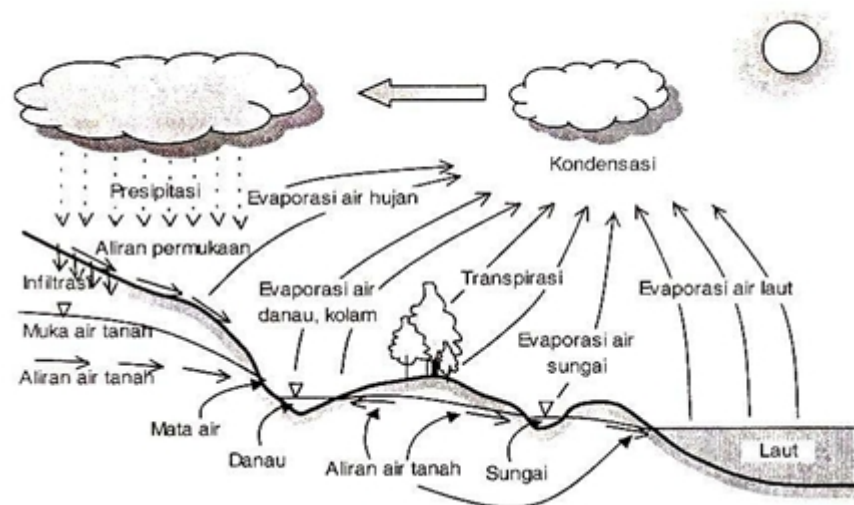
“Hasil dari analisis hidrologi berupa perkiraan atau prediksi banjir rancangan untuk mendesain suatu bangunan hidrolik tertentu secara maksimal dan efisien” (Harto, 1993).

2.5. Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi adalah suatu serangkaian peristiwa dimana air bumi mengalami suatu siklus yang berlangsung terus-menerus, keterangan kejadian tersebut tidak diketahui kapan dan dari mana berawalinya dan kapan pula akan berakhir.

Siklus hidrologi dimulai dengan penguapan air dari laut. Uap yang dihasilkan dibawa oleh udara yang bergerak. Dalam kondisi yang memungkinkan, uap tersebut terkondensasi membentuk awan, pada akhirnya

dapat menghasilkan presipitasi. Presipitasi jatuh ke bumi menyebar dengan arah yang berbeda-beda dalam beberapa cara. Sebagian besar dari presipitasi tersebut sementara tertahan pada tanah di dekat tempat ia jatuh, dan akhirnya dikembalikan lagi ke atmosfer oleh penguapan (evaporasi) dan pemeluhan (transpirasi) oleh tanaman. Sebagian air mencari jalannya sendiri melalui permukaan dan bagian atas tanah menuju sungai, sementara lainnya menembus masuk lebih jauh ke dalam tanah menjadi bagian dari air tanah (*groundwater*). Di bawah pengaruh gaya gravitasi, baik aliran air permukaan (*surface streamflow*) maupun air dalam tanah bergerak ke tempat yang lebih rendah yang dapat mengalir ke laut. Namun, sejumlah besar air permukaan dan air bawah tanah dikembalikan ke atmosfer oleh penguapan dan pemeluhan (transpirasi) sebelum sampai ke laut. Serangkaian peristiwa tersebut terdapat pada gambar 2.1. (Suripin, 2004:21).



Gambar 2.1 Siklus Hidrologi, (Suripin, 2004: 20)

2.6. Presipitasi

Presipitasi adalah istilah umum untuk menyatakan uap air yang mengondensasi dan jatuh dari atmosfer ke bumi dalam segala bentuknya dalam rangkaian siklus hidrologi.

Hujan merupakan faktor penting dalam analisis hidrologi. Kejadian hujan dapat dipisahkan menjadi dua grup, yaitu hujan actual dan hujan rencana. Kejadian hujan actual adalah rangkaian data pengukuran di stasiun hujan selama periode tertentu. Hujan rencana adalah hyetograph hujan yang mempunyai karakteristik terpilih. Namun demikian, kebanyakan hujan rencana mempunyai karakteristik yang secara umum sama dengan karakteristik yang terjadi pada masa lalu. Dengan demikian, menggambarkan karakteristik umum kejadian hujan yang diharapkan terjadi pada masa mendatang.

Karakteristik hujan perlu ditinjau dalam analisis dan perencanaan hidrologi meliputi:

- Intensitas I , adalah laju hujan = tinggi air persatuan waktu, misalnya mm/menit, mm/jam, atau mm/hari.
- Lama waktu (durasi) t , adalah panjang waktu keterangan hujan turun dalam menit atau jam.
- Tinggi hujan d , adalah jumlah atau kedalaman hujan yang terjadi selama durasi hujan dan, dinyatakan dalam ketebalan air di atas permukaan datar, dalam mm.
- Frekuensi adalah frekuensi kejadian dan biasanya dinyatakan dalam kala ulang (*return period*) T , misalnya sekali dalam 2 tahun.
- Luas adalah luas geografis daerah sebaran hujan.

Hubungan antara intensitas, durasi dan tinggi hujan dinyatakan dalam persamaan 2.1.

$$d = \int_0^t i \, dt \approx \sum_0^t i \cdot \Delta t \dots\dots\dots 2.1$$

Sedangkan intensitas rata-rata \bar{i} dapat dirumuskan dalam persamaan 2.2.

$$\bar{i} = \frac{d}{t} \dots\dots\dots 2.2$$

Secara kualitatif, intensitas curah hujan disebut juga derajat curah hujan sebagaimana diperlihatkan dalam tabel 2.1. (Suripin, 2004:22-23)

Tabel 2.1 Derajat Curah Hujan dan Intensitas Curah Hujan

Derajat curah hujan	Intensitas curah hujan (mm/jam)	Kondisi
Hujan sangat lemah	< 1,20	Tanah agak basah atau dibasahi sedikit
Hujan lemah	1,20 – 3,00	Tanah menjadi basah semuanya, tetapi sulit membuat puddel
Hujan normal	3,00 – 18,0	Dapat dibuat puddel dan bunyi hujan kedengaran
Hujan deras	18,0 – 60,0	Air tergenang diseluruh permukaan tanah dan bunyi keras hujan terdengar berasal dari genangan
Hujan sangat deras	> 60,0	Hujan seperti ditumpahkan, sehingga saluran dan drainase meluap.

(Sumber: Suripin, 2004:23)

2.6.1. Analisis Hujan

2.6.1.1. Hujan Kawasan (Daerah Tangkapan Air = DTA)

Data hujan yang diperoleh dari alat penakar hujan merupakan hujan yang terjadi hanya pada satu tempat atau titik saja (*point rainfall*). Karena hujan sangat bervariasi terhadap tempat (*space*), maka untuk kawasan yang luas, satu alat penakar hujan belum dapat menggambarkan hujan wilayah tersebut. Dalam hal ini diperlukan hujan kawasan yang diperoleh dari rata-rata curah hujan beberapa stasiun penakar hujan yang ada di dalam dan/atau di sekitar kawasan tersebut. (Suripin, 2004:26)

Ada tiga macam cara umum dipakai dalam menghitung hujan rata-rata kawasan:

1. Rata-rata aljabar,

Merupakan metode yang paling sederhana dalam perhitungan hujan kawasan. Metode ini didasarkan pada asumsi bahwa semua penakar hujan mempunyai pengaruh yang setara. Curah hujan didapatkan dengan mengambil rata-rata hitung (arithmetic mean) dari penakaran pada penakar hujan areal tersebut. Cara ini cocok untuk kawasan dengan :

- Topografi rata atau datar
- Alat penakar tersebar merata atau hampir merata
- Harga individual curah hujan tidak terlalu jauh dari harga rata-ratanya.

Hujan kawasan diperoleh dari persamaan 2.3.

$$P = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n} \dots\dots\dots 2.3$$

(Sumber: Suripin, 2004:27)

keterangan:

P = curah hujan rata-rata (mm),

P₁, P₂, P₃, P_n = curah hujan yang tercatat di pos penakar hujan 1,2,..., n,

n = banyaknya pos penakar hujan .

2. Polygon Thiessen,

Metode ini dikenal dengan metode rata-rata timbang (weighted mean). Cara ini memberikan proporsi luasan daerah pengaruh pos penakar hujan untuk mengakomodasi ketidakseragaman jarak. Daerah pengaruh dibentuk dengan menggambarkan garis-garis sumbu tegak lurus terhadap garis penghubung antara dua pos penakar terdekat. Diasumsikan bahwa variasi hujan antara pos yang satu dengan lainnya adalah linier dan bahwa sembarang pos dianggap dapat mewakili kawasan terdekat.

Hasil metode poligon Thiessen lebih akurat dibandingkan dengan metode rata-rata aljabar. Cara ini cocok untuk daerah datar dengan luas 500-5.000 km².

Hujan rata-rata DAS dapat dihitung dengan persamaan 2.4.

$$P = \frac{P_1A_1 + P_2A_2 + \dots + P_nA_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i A_i}{\sum_{i=1}^n A_i} \dots\dots\dots 2.4$$

(Sumber: Suripin, 2004:27)

keterangan:

P = curah hujan rata-rata (mm),

P_1, P_2, \dots, P_n = curah hujan yang tercatat di pos penakar hujan 1, 2, ..., n (mm),

A_1, A_2, \dots, A_n = luas areal poligon 1, 2, ..., n (km²),

n = banyaknya pos penakar hujan.

3. Isohyet.

Metode ini merupakan metode yang paling akurat untuk menentukan hujan rata-rata, namun diperlukan keahlian dan pengalaman. Cara ini memperhitungkan secara aktual pengaruh tiap-

tiap pos penakar hujan. Dengan kata lain, asumsi metode isohyet yang menganggap bahwa tiap-tiap pos penakar mencatat kedalaman yang sama untuk daerah sekitarnya dapat dikoreksi.

Metode isohyet cocok untuk daerah berbukit dan tidak teratur dengan luas lebih dari 5.000 km².

Hujan rata-rata DAS dihitung dengan persamaan 2.5.

$$P = \frac{\sum \left[A \left(\frac{P_1 + P_2}{2} \right) \right]}{\sum A} \dots\dots\dots 2.5$$

(Sumber: Suripin, 2004:29-30)

keterangan:

- P = curah hujan rata-rata (mm),
- P₁, P₂, P₃, P_n = curah hujan yang tercatat di pos penakar hujan 1, 2, ..., n (mm),
- A₁, A₂, A₃, A_n = luas areal poligon 1, 2, ..., n (km²),
- n = banyaknya pos penakar hujan.

2.6.1.2. Cara Memilih Metode

Lepas dari kelebihan dan kelemahan ketiga metode yang tersebut di atas, pemilihan metode mana yang cocok dipakai pada suatu DAS dapat ditentukan dengan mempertimbangkan tiga faktor berikut :

1. Jaring-jaring pos penakar hujan

Penentuan metode berdasarkan jumlah pos penakar hujan dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Jaring-Jaring Pos Penakar Hujan

Jumlah pos penakar hujan cukup	Metode isohyet, thiessen atau rata-rata aljabar dapat dipakai
Jumlah pos penakar hujan terbatas	Metode rata-rata aljabar atau thiessen
Pos penakar hujan tunggal	Metode hujan titik

(Sumber: Suripin, 2004:31)

2. Luas DAS

Penentuan metode berdasarkan luas DAS dapat dilihat pada tabel 2.3.

Tabel 2.3 Luas DAS

DAS besar (> 5000 km ²)	Metode Isohyet
DAS sedang (500 s/d 5000 km ²)	Metode Poligon Thiesen
DAS kecil (< 500 km ²)	Metode Rata-rata Aljabar

(Sumber: Suripin, 2004:31)

3. Topografi DAS

Penentuan metode berdasarkan topografi DAS dapat dilihat pada tabel 2.4.

Tabel 2.4 Topografi DAS

Pegunungan	Metode Rata-rata Aljabar
Dataran	Metode Poligon Thiesen
Berbukit dan tidak beraturan	Metode Isohyet

(Sumber : Suripin, 2004:32)

2.6.2. Analisa Frekuensi dan Probabilitas

Sistem hidrologi kadang-kadang dipengaruhi oleh peristiwa-peristiwa yang luar biasa (ekstrim), seperti hujan lebat, banjir, dan kekeringan. Besaran peristiwa ekstrim berbanding terbalik dengan frekuensi kejadiannya, peristiwa yang luar biasa ekstrim kejadiannya sangat langka.

Tujuan analisis frekuensi data hidrologi adalah berkaitan dengan besaran peristiwaperistiwa ekstrim yang berkaitan dengan frekuensi kejadiannya melalui distribusi kemungkinan. Data hidrologi yang dianalisis diasumsikan tidak bergantung (*independent*) dan terdistribusi secara acak dan bersifat stokastik.

Frekuensi hujan adalah besarnya kemungkinan suatu besaran hujan disamai atau dilampaui. Sedangkan, kala ulang adalah waktu hipotetik dimana hujan dengan suatu besaran tertentu akan disamai atau dilampaui. Sebaliknya, kala-ulang (*return period*) adalah waktu hipotetik dimana hujan dengan suatu besaran tertentu akan disamai atau dilampaui. Dalam hal ini tidak terkandung pengertian bahwa kejadian tersebut akan berulang secara teratur setiap kala ulang tersebut. Misalnya, hujan dengan kala ulang 10 tahunan, tidak berarti akan terjadi sekali setiap 10 tahun akan tetapi ada kemungkinan dalam jangka 1000 tahun akan terjadi 100 kali kejadian hujan 10 tahunan. Ada kemungkinan selama kurun waktu 10 tahun terjadi hujan 10 tahunan lebih dari satu kali, atau sebaliknya tidak terjadi sama sekali.

Analisis frekuensi diperlukan seri data hujan yang diperoleh dari pos penakar hujan, baik yang manual maupun yang otomatis. 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. (Suripin, 2004:32)

Ada dua macam seri data yang dipergunakan dalam analisis frekuensi, yaitu :

1. Data maksimum tahunan

Data ini tiap tahun diambil hanya satu besaran maksimum yang dianggap berpengaruh pada analisis selanjutnya. Seri data seperti ini dikenal dengan seri data maksimum (maximum annual series). Jumlah data dalam seri akan sama dengan panjang data yang tersedia, dalam cara ini besaran data maksimum kedua dalam suatu tahun yang mungkin lebih besar dari besaran data maksimum dalam tahun yang lain tidak diperhitungkan pengaruhnya dalam analisis. Hal ini oleh beberapa pihak dianggap kurang realistis, apalagi jika diingat bahwa perhitungan permulaan tahun hidrologi tidak selalu seragam, ada yang berdasar musim ada pula yang mengikuti kalender masehi. Oleh karena itu, beberapa ahli menyarankan menggunakan cara seri parsial. (Suripin, 2004:32)

2. Seri parsial

Dengan menetapkan suatu besaran tertentu sebagai batas bawah, selanjutnya semua besaran data yang lebih besar dari batas bawah tersebut diambil dan dijadikan bagian seri data untuk kemudian dianalisis seperti biasa.

Pengambilan batas bawah dapat dilakukan dengan sistem peringkat, dimana semua besaran data yang cukup besar diambil, kemudian diurutkan dari besar ke kecil. Data yang diambil untuk analisis selanjutnya adalah sesuai dengan panjang data dan diambil dari besaran data yang paling besar. Dalam hal ini dimungkinkan dalam satu tahun data yang diambil lebih dari satu data, sementara tahun yang lain tidak ada data yang diambil. (Suripin, 2004:33)

Dalam analisis frekuensi, hasil yang diperoleh tergantung pada kualitas dan panjang data. Makin pendek data yang tersedia, makin besar penyimpangan yang terjadi. Dalam ilmu statistik dikenal beberapa macam distribusi frekuensi dan empat jenis distribusi yang banyak digunakan dalam bidang hidrologi adalah :

- Distribusi Normal,
- Distribusi Log-Normal,
- Distribusi Log-Person III, dan
- Distribusi Gumbel.

Pada kenyataannya bahwa tidak semua varian dari suatu variabel hidrologi terletak atau sama dengan nilai rata-ratanya. Variasi atau dispersi adalah besarnya derajat dari sebaran varian disekitar nilai rata-ratanya cara lain untuk analisis frekuensi dan probabilitas. Cara mengukur besarnya dispersi disebut pengukuran dispersi, adapun cara pengukuran dispersi, antara lain :

1. Harga rata-rata

Harga rata-rata dihitung dengan persamaan 2.6.

$$X = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \dots\dots\dots 2.6$$

(Suripin, 2004:42)

keterangan:

X_i = nilai varian k-i,

n = jumlah data.

2. Standart Deviasi (S)

Standart deviasi dihitung dengan persamaan 2.7.

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots 2.7$$

(Soewarno, 1995:30)

keterangan:

- S = deviasi standard,
- X_i = nilai varian k-i,
- \bar{X} = nilai rata-rata varian,
- n = jumlah data.

3. Koefisien Skewness atau kemencengan

Kemencengan (skewness) adalah suatu nilai yang menunjukkan derajat ketidaksimetrisan dari suatu bentuk distribusi. Kemencengan (skewness) dihitung dengan persamaa 2.8.

$$G = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S^3} \dots\dots\dots 2.8$$

(Suripin, 2004:42)

keterangan:

- G = koefisien *skewness*,
- S = deviasi standard,
- X_i = nilai varian k-i,
- \bar{X} = nilai rata-rata varian,
- n = jumlah data.

4. Pengukuran Kurtosis

Pengukuran kurtosis dimaksudkan untuk mengukur keruncingan dari bentuk kurva distribusi, yang umumnya dibandingkan dengan distribusi normal. Pengukuran kurtosis dihitung dengan persamaan 2.9.

$$C = \frac{n^2 \times \sum_{i=1}^n (X_i - X)^3}{(n-1) \times (n-2) \times (n \times 3) \times S^4} \dots\dots\dots 2.9$$

(Soewarno, 1995:30)

keterangan:

- CK = koefisien kurtosis,
- S = deviasi standard,
- X_i = nilai varian k-i,
- X = nilai rata-rata varian,
- n = jumlah data.

5. Koefisien Variasi (CV)

Koefisien Variasi adalah nilai perbandingan antara deviasi standar dengan nilai rata-rata hitung suatu distribusi.

Dari nilai-nilai di atas, kemudian dilakukan pemilihan jenis sebaran, yaitu dengan membandingkan koefisien distribusi dari metode yang akan digunakan. Koefisien variasi dihitung dengan persamaan 2.10.

$$C = \frac{S}{\bar{X}} \dots\dots\dots 2.10$$

(Soewarno, 1995:30)

keterangan:

CV = koefisien variasi,

\bar{X} = nilai rata-rata varian.

Dari nilai-nilai di atas, kemudian dilakukan pemilihan jenis sebaran, yaitu dengan membandingkan koefisien distribusi dari metode yang akan digunakan.

2.6.2.1. Distribusi Normal

Distribusi normal atau kurva normal disebut pula distribusi Gauss. Fungsi densitas peluang normal (PDF = *probability density function*) yang paling dikenal adalah bentuk bell dan dikenal sebagai distribusi normal.

Berikut rumus distribusi normal pada persamaan 2.11

$$X_T = \bar{X} + K_T S \dots\dots\dots 2.11$$

keterangan:

X_T = perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T-tahunan,

\bar{X} = nilai rata-rata hitung variat,

S = deviasi standar nilai varian,

K_T = faktor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang.

Nilai faktor frekuensi K_T umumnya sudah tersedia dalam tabel untuk mempermudah perhitungan, seperti ditunjukkan dalam Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Nilai Variabel Reduksi Gauss

No.	Periode ulang, T (tahun)	Peluang	K_T
1	1,001	0,999	-3,05
2	1,005	0,995	-2,58
3	1,010	0,990	-2,33
4	1,050	0,950	-1,64
5	1,110	0,900	-1,28
6	1,250	0,800	-0,84
7	1,330	0,750	-0,67
8	1,430	0,700	-0,52
9	1,670	0,600	-0,25
10	2,000	0,500	0
11	2,500	0,400	0,25
12	3,330	0,300	0,52
13	4,000	0,250	0,67
14	5,000	0,200	0,84
15	10,000	0,100	1,28
16	20,000	0,050	1,64
17	50,000	0,020	2,05
18	100,000	0,010	2,33
19	200,000	0,005	2,58
20	500,000	0,002	2,88
21	1000,000	0,001	3,09

(Sumber: Bonnier, 1980)

2.6.2.2. Distribusi Log Normal

Apabila nilai peluang log normal digambarkan pada kertas, maka peluang logaritmik akan menjadi persamaan garis lurus, sehingga dapat dinyatakan sebagai model matematik dengan persamaan 2.12.

$$Y_T = \bar{Y} + K_T S \dots\dots\dots 2.12$$

keterangan:

Y_T = perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode u
lang T-tahunan,

\bar{Y} = nilai rata-rata hitung variat,

S = deviasi standar nilai variat, dan

K_T = faktor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang atau

periode ulang dan tipe model matematik distribusi peluang yang digunakan
untuk analisis peluang.

2.6.2.3. Distribusi Log-Person III

Tiga parameter penting dalam Log-Person III, yaitu:

- Harga rata-rata.
- Standar deviasi.
- Koefisien kemencengan.

Jika koefisien kemencengan sama dengan nol, distribusi kembali ke
distribusi Log Normal.

Berikut ini langkah-langkah penggunaan distribusi Log-Person Tipe III:

- Ubah data ke dalam bentuk logaritmis yang dihitung dengan
persamaan 2.13.

$$X = \log X \dots\dots\dots 2.13$$

- Hitung harga rata-rata yang didefinisikan pada persamaan 2.6.
- Hitung harga standar deviasi yang didefinisikan pada persamaan 2.7.

- Hitung koefisien kemencengan yang didefinisikan pada persamaan 2.8.
- Hitung logaritma hujan atau banjir dengan periode ulang T dengan persamaan 2.14.

$$lc \quad X_T = lc \quad \bar{X} + K.s \dots\dots\dots 2.14$$

di mana K adalah variabel standar (*standardized variable*) untuk X yang besarnya tergantung koefisien kemencengan G. Tabel 2.6 memperlihatkan harga K untuk berbagai nilai kemencengan G.

Hitung hujan atau banjir kala ulang T dengan menghitung antilog dari $\log X_T$.

Tabel 2.6 Nilai K Untuk Distribusi Log-Person III

Interval kejadian (<i>Recurrence interval</i>), tahun (periode ulang)								
	1,0101	1,2500	2	5	10	25	50	100
Koef, G	Persentase peluang terlampaui (<i>Percent chance of being exceed</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	2,702	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	2,362
-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	-0,496	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)

2.6.2.4. Distribusi Gumbel

Faktor probabilitas K untuk harga-harga ekstrim Gumbel dapat dinyatakan dalam persamaan 2.15.

$$K = \frac{Y_{Tr} - Y_n}{S_n} \dots\dots\dots 2.15$$

Y_n = *reduced mean* yang tergantung jumlah sampel/data n (Tabel 2.7)

S_n = *reduced standard deviation* yang juga tergantung pada jumlah sampel/data n (Tabel 2.8)

Y_{T_r} = *reduced variate*, yang dapat dihitung dengan persamaan 2.16.

$$Y_{T_r} = -\ln \left\{ -\ln \frac{T_r-1}{T_r} \right\} \dots\dots\dots 2.16$$

Tabel 2.9 memperlihatkan hubungan antara *reduced variate* dengan periode ulang.

Berikut rumus distribusi gumbel pada persamaan 2.17.

$$X_{T_r} = b + \frac{1}{a} Y_{T_r} \dots\dots\dots 2.17$$

dimana,

$$a = \frac{S_n}{S} \text{ dan } b = \bar{X} - \frac{Y_n}{S_n}$$

Keterangan:

X_{T_r} = curah hujan rancangan dengan periode ulang T tahun(mm)

\bar{X} = harga rata-rata sampel

S = standar deviasi sampel

Y_{T_r} = *reduced variate* (fungsi periode ulang) yang dapat dihitung dengan persamaan 2.18.

$$Y_{T_r} = -\ln \left[-\ln \left(\frac{T_r-1}{T_r} \right) \right] \dots\dots\dots 2.18$$

(Suripin, 2004)

Reduced Mean (Y_n) tergantung jumlah pada sampel atau data yang dapat dilihat pada tabel 2.7.

Tabel 2.7 Reduced Mean (Y_n)

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	0,5396	0,5320	0,5332	0,5343	0,5353
30	0,5362	0,5371	0,5380	0,5388	0,8396	0,5403	0,5410	0,5418	0,5424	0,5436
40	0,5436	0,5442	0,5448	0,5453	0,5458	0,5463	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

Reduced Standard Deviation (S_n) tergantung jumlah pada sampel atau data yang dapat dilihat pada tabel 2.8.

Tabel 2.8 Reduced Standard Deviation (S_n)

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	1,0915	1,0961	1,1004	1,1047	1,1080
30	1,1124	1,1159	1,1193	1,1226	1,1255	1,1258	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	1,1623	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	1,994	1,2001
90	1,2007	1,2013	1,2020	1,2026	1,2023	1,2038	1,2044	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

Reduced Variate (Y_{Tr}) tergantung jumlah pada sampel atau data yang dapat dilihat pada tabel 2.9.

Tabel 2.9 Reduced Variate, Y_{Tr} Sebagai Fungsi Periode Ulang

Periode ulang, T_r (tahun)	Reduced variate, Y_{Tr}	Periode ulang, T_r (tahun)	Reduced variate, Y_{Tr}
2	0,3668	100	4,6012
5	1,5004	200	5,2969
10	2,2510	250	5,5206
20	2,9709	500	6,2149
25	3,1993	1000	6,9087
50	3,0928	5000	8,5188
75	4,3117	10000	9,2121

2.6.3. Pengeplotan Probabilitas

Ada dua acara untuk mengetahui ketepatan distribusi probabilitas data hidrologi, yaitu data yang ada diplot pada kertas probabilitas yang sudah didesain khusus atau menggunakan skala plot yang melinierkan fungsi distribusi. Suatu garis lurus yang merepresentasikan sebaran data-data yang diplot kemudian ditarik sedekimian rupa, sehingga dapat digunakan untuk interpolasi maupun ekstrapolasi. Dalam analisis hidrologi, ekstrapolasi harus dilakukan dengan sangat hati-hati karena dapat menimbulkan penyimpangan yang cukup besar.

Posisi pengeplotan data merupakan nilai probabilitas yang dimiliki oleh masing-masing data yang diplot. Banyak metode yang dikembangkan untuk menentukan posisi pengeplotan yang sebagian besar dibuat secara empiris. Untuk keperluan posisi ini, data hidrologi (hujan atau banjir) yang telah ditabelkan diurutkan dari besar ke kecil (berdasarkan peringkat m), dimulai dengan $m = 1$ untuk data dengan nilai tertinggi dan $m = n$ (n adalah jumlah

data) untuk data dengan nilai terkecil. Periode ulang T_r dapat dihitung dengan beberapa persamaan yang telah dikenal (Suripin, 2004:53), yaitu:

1. Weibull

Persamaan *Weibull*, merupakan salah satu persamaan 2.19 yang paling sering digunakan, yaitu:

$$T_r = \frac{n+1}{m} \dots\dots\dots 2.19$$

(Suripin, 2004:53)

dimana,

m = nomor urut (peringkat) data setelah diurutkan dari besar ke kecil,

n = banyaknya data atau jumlah kejadian (*event*).

Kelemahan dari persamaan ini adalah hasilnya kurang tepat untuk kejadian terbesar jika rangkain datanya pendek.

2.6.4. Uji Kecocokan

Diperlukan pengujian parameter untuk menguji kecocokan (*the goodness of fit test*) distribusi frekuensi sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut. Pengujian parameter yang sering dipakai adalah chi-kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov. (Suripin, 2004:57)

2.6.4.1. Uji *Chi-Square*

Rumus yang digunakan dalam perhitungan *chi square* dalam persamaan 2.20.

$$X_h^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \dots\dots\dots 2.20$$

(Suripin, 2004:57)

keterangan:

X_h^2 = parameter *Chi-square* terhitung,

G = jumlah sub kelompok,

O_i = jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok ke-f,

E_i = jumlah nilai teoritis pada sub kelompok ke-f.

2.6.4.2. Uji *Smirnov-Kolmogorov*

Pengujian distribusi probabilitas dengan metode Uji *Smirnov-Kolmogorov* dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut (Suripin, 2004:58) :

- Mengurutkan data (X_i) dari yang besar ke kecil atau sebaliknya.
- Menentukan peluang empiris masing-masing data yang sudah diurut dengan menggunakan rumus.
- Menentukan peluang teoritis masing-masing data yang sudah diurut berdasarkan persamaan distribusi probabilitas yang dipilih.
- Menghitung selisih (D_0) antara peluang empiris dan teoritis untuk setiap data yang diurut.

2.6.5. Intensitas Hujan

Intensitas hujan adalah tinggi atau kedalaman air hujan per satuan waktu. Apabila data hujan jangka pendek tidak tersedia, yang ada hanya data hujan harian, maka intensitas dapat dihitung dengan rumus *Mononobe*, (Suripin, 2004:67). Intensitas hujan dihitung dengan persamaan 2.21.

$$I_t = \frac{R_{24}}{2} \left(\frac{2}{t_c} \right)^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots 2.21$$

Keterangan:

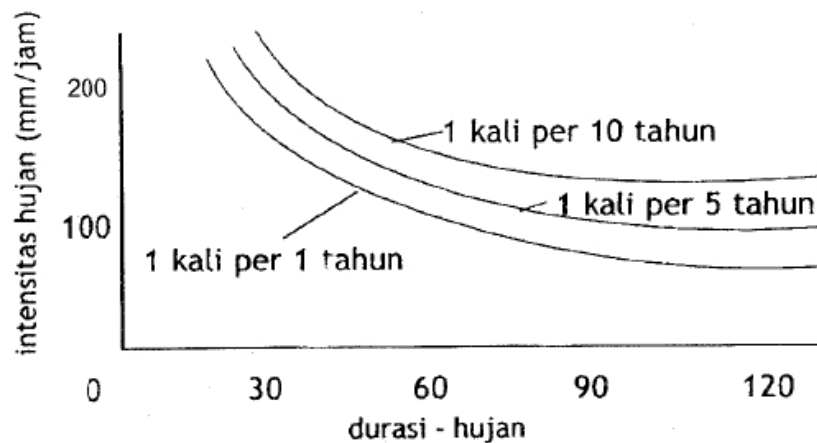
I_t = intensitas hujan untuk lama hujan t (mm/jam),

t_c = waktu konsentrasi (jam),

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

Menentukan lengkung intensitas curah hujan adalah grafik yang menyatakan hubungan antara intensitas curah hujan (I) dengan durasi hujan t , hubungan tersebut dinyatakan dalam bentuk lengkung intensitas curah hujan untuk kala ulang tertentu.

“Sifat umum hujan adalah makin singkat hujan berlangsung intensitasnya cenderung makin tinggi dan makin besar periode ulangnya makin tinggi pula intensitasnya”, (Suripin, 2004:66) seperti pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Lengkung hujan (Sumber: Halim Hasmar, 2012:11)

2.6.6. 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). Koefisien pengaliran dihitung dengan persamaan 2.22.

$$C = \frac{\sum_{i=1}^n C_i A_i}{\sum_{i=1}^n A_i} \dots\dots\dots 2.22$$

Keterangan:

- 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 seperti pada tabel 2.10 berikut.

Tabel 2.10 Koefisien Pengaliran Berdasarkan Jenis Permukaan dan Tata Guna Lahan

Jenis Permukaan/Tata Guna Lahan	Koefisien Pengaliran (C)
1. 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

2. Perdagangan	
• Daerah kota	0,75 – 0,95
• Daerah dekat kota	0,50 – 0,70
3. 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
4. Perindustrian	
• Industri ringan	0,50 – 0,80
• Industri berat	0,60 – 0,90
5. Pertanian	0,45 – 0,55
6. Perkebunan	0,20 – 0,30
7. Pertanaman, kuburan	0,10 – 0,25
8. Tempat bermain	0,20 – 0,35
9. Jalan	
• Bersapal	0,70 – 0,95
• Beton	0,80 – 0,95
• Batu	0,70 – 0,85
10. Daerah yang tidak dikerjakan	0,10 – 0,30

(Sumber: Imam Subarkah, 1980:45)

2.7. Rumus Manning

Seorang ahli dari Islandia, Robert Manning mengusulkan persamaan 2.23.
(Bambang Triatmodjo, 1993:106-107)

$$C = \frac{1}{n} R^{\frac{1}{6}} \dots\dots\dots 2.23$$

Dengan koefisien tersebut maka rumus kecepatan aliran dapat dihitung dengan persamaan 2.24.

$$V = \frac{1}{n} R_3^2 I_2^1 \dots\dots\dots 2.24$$

Koefisien n merupakan fungsi dari bahan dinding saluran yang mempunyai nilai yang sama dengan n untuk rumus Ganguillet dan Kutter. Tabel 2.11 memberikan nilai n . Rumus Manning ini banyak digunakan karena mudah pemakaiannya.

Tabel 2.11 Harga Koefisien Manning

Bahan	Koefisien Manning n
Besi tuang dilapis	0,014
Kaca	0,010
Saluran beton	0,013
Bata dilapis mortar	0,015
Pasangan batu disemen	0,025
Saluran tanah bersih	0,022
Saluran tanah	0,030
Saluran dengan dasar batu dan tebing rumput	0,040
Saluran pada galian batu padas	0,040

(Sumber: Bambang Triatmodjo, 1993:113)

2.8. Metode Rasional

Metode rasional dibuat dengan mempertimbangkan bahwa banjir berasal dari hujan yang mempunyai intensitas curah hujan seragam dan berlangsung pada waktu panjang pada daerah aliran sungai. Metode rasional ini pada umumnya banyak digunakan untuk menghitung debit banjir pada daerah aliran sungai yang tidak terlalu luas dengan batasan hingga luas 50 km², atau tergantung ketersediaan penyebaran stasiun hujan yang terpasang pada daerah

aliran sungai. Disamping itu perencanaan drainase pada daerah aliran sungai yang tidak terlalu luas atau relatif sempit, untuk menghitung debit banjir pada drainase tersebut bias menggunakan metode rasional.

Karena pada daerah aliran sungai yang tidak terlalu luas, diasumsikan hujan yang jatuh ke permukaan tanah akan tersebar merata di seluruh daerah aliran sungai. (Nugroho Hadisusanto, 2010)

Adapun rumus umum metode rasional dapat dihitung dengan persamaan 2.25.

$$Q = \frac{1}{3,6} \times C \times I \times A \dots\dots\dots 2.25$$

Keterangan:

- Q = debit banjir maksimum (m³/detik).
- C = koefisien aliran.
- I = intensitas hujan maksimum selama waktu yang sama dengan lama waktu konsentrasi (mm/jam).
- A = luas daerah aliran sungai (km²)

BAB 3. METODE PENELITIAN

Dalam penyusunan proyek akhir ini, dibutuhkan beberapa data yang nantinya menghasilkan suatu kesimpulan. Data-data tersebut diolah dengan tahapan pengolahan yang telah ditentukan. Metode penelitian adalah suatu pembahasan yang didalamnya terdapat langkah-langkah sistematika penelitian yang dimulai dari pengolahan data hingga kesimpulan.

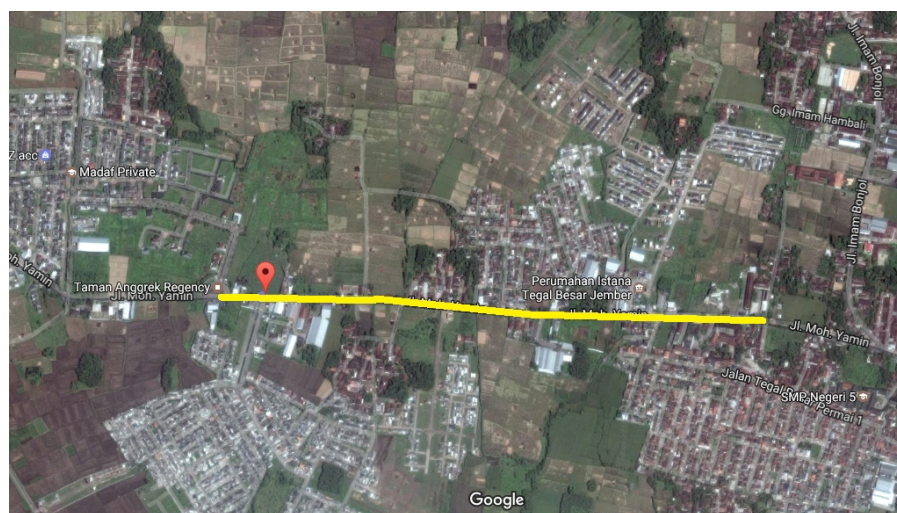
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

3.1.1. Waktu Penelitian

Pengambilan data primer dan data sekunder dilakukan pada bulan Februari 2017 sampai Mei 2017.

3.1.2. Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di Jalan Mohammad Yamin, Kecamatan Kaliwates, Kabupaten Jember, Provinsi Jawa Timur, yang dapat dilihat pada gambar 3.1 dengan garis warna kuning.



Gambar 3.1 Peta Lokasi Survei

3.2. Jenis dan Sumber Data

Dalam penelitian ini jenis dan sumber data yang digunakan adalah:

a. Data Primer

Data primer adalah data atau informasi yang diperoleh dari hasil survei pada lokasi penelitian. Data-data tersebut dapat berupa kondisi eksisting suatu drainase baik *long section* maupun *cross section* yang diukur menggunakan alat *total station*, *gps* dan *roll meter*.

b. Data Sekunder

Data sekunder adalah data atau informasi yang yang diperoleh dari studi kepustakaan atau data penelitian lain yang hampir sama dengan yang diteliti. Data sekunder yang digunakan adalah:

1) Data Curah Hujan

Data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan yang mendekati lokasi penelitian.

2) Peta Topografi

Peta diambil dari *Google Maps* yang kemudian di gambar pada *Auto Cad* dan diskala 1:1, sehingga panjang dan luasan sesuai dengan skala.

3.3. Metode Pengumpulan Data

3.3.1. Persiapan

Persiapan awal pada penelitian ini adalah berkonsultasi dengan dosen mengenai judul dan materi yang akan dibahas. Kemudian mencari sumber referensi melalui studi literatur dan membuat surat penelitian ke PU Bina Marga dan Sumber Daya Air (SDA) bahwa di jalan tersebut akan dilakukan penelitian.

3.3.2. Survei Lapangan

Survei lapangan dilakukan untuk mencari data riil yang akan diteliti. Data riil tersebut berupa kondisi eksisting drainase, elevasi drainase, dimensi drainase dan debit drainase. Survei ini menggunakan beberapa alat untuk pengukuran. Alat tersebut berupa:

- a. Alat ukur atau *Total Station*
- b. Payung
- c. Unting-unting
- d. Patok
- e. Meteran
- f. Pencil
- g. Kertas

3.3.3. Pengolahan Data

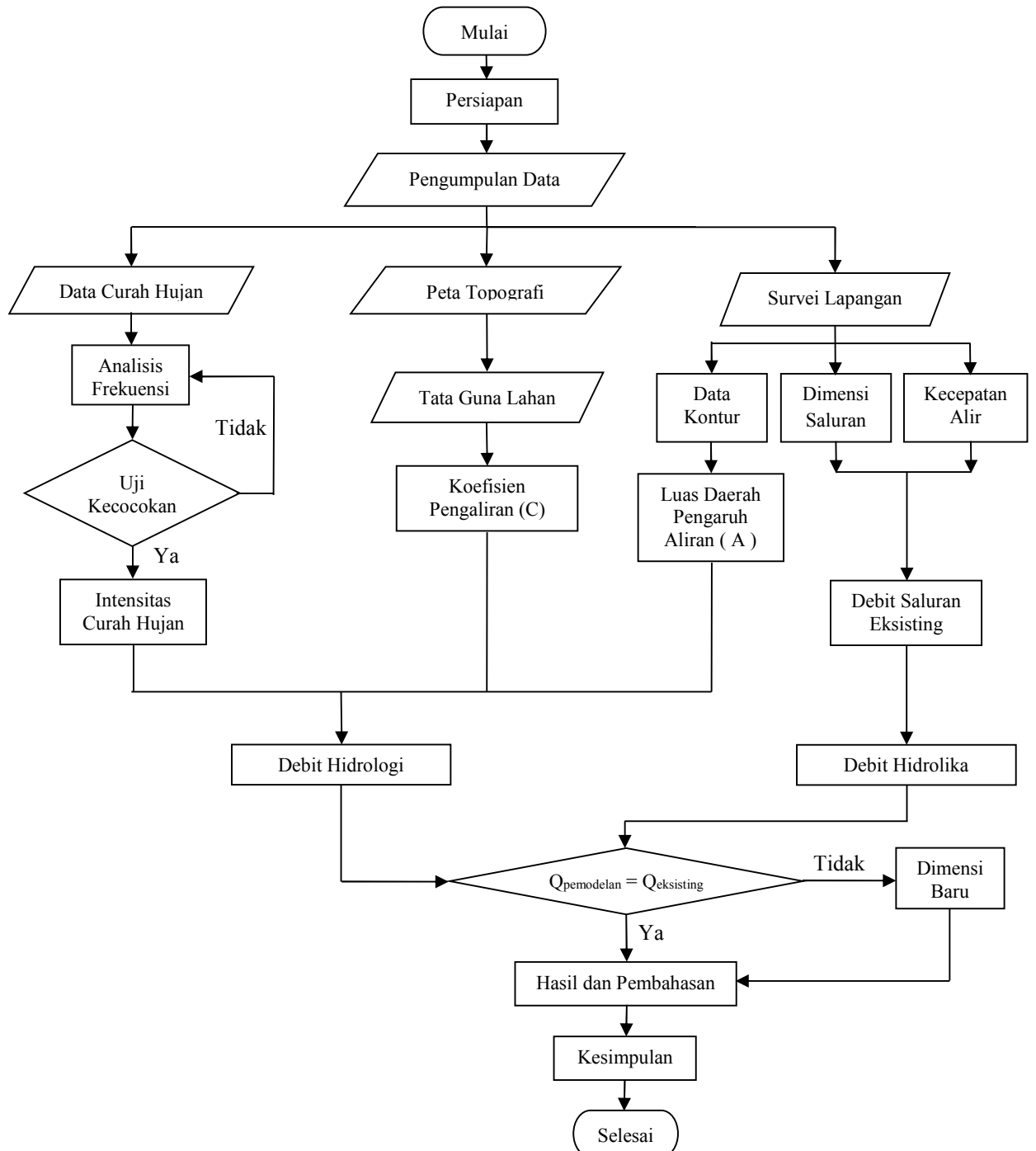
Pengolahan data yang dimaksud adalah mengolah data yang sudah diperoleh dari data primer dan data sekunder yang kemudian akan memperoleh hasil penelitian.

3.3.4. Hasil Penelitian

Hasil penelitian yang dimaksud adalah kesimpulan akhir yang berupa hasil dari pengukuran drainase beserta gambar *long section* dan *cross section* di Jalan Mohammad Yamin, Kecamatan Kaliwates, Kabupaten Jember.

3.3 Bagan Alir

Bagan alir untuk penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Bagan Alir Tahap Pengerjaan Penelitian

BAB 5. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian Proyek Akhir (PA) ini adalah:

- a. Kondisi eksisting saluran drainase di Jalan Mohammad Yamin terdapat sedimentasi, penumpukan sampah, banyak tanaman pengganggu yang tumbuh di sekitar saluran drainase serta perubahan tata guna lahan yang membuat besarnya limpasan meningkat. Di saat musim hujan terdapat genangan yang mengakibatkan kondisi jalan berlubang sehingga membuat terganggunya aktivitas pengguna jalan.
- b. Penggambaran *cross section* dan *long section* saluran drainase didapat dari data elevasi yang diolah menggunakan aplikasi *AutoCAD*.
- c. Untuk ukuran dimensi baru drainase di Jalan Mohammad Yamin terdapat 12 dimensi saluran baru baik saluran sebelah kiri maupun saluran sebelah kanan.

5.2. Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya dapat membandingkan hasil dari perhitungan manual dan hasil menggunakan *software EPA-SWMM*.

DAFTAR PUSTAKA

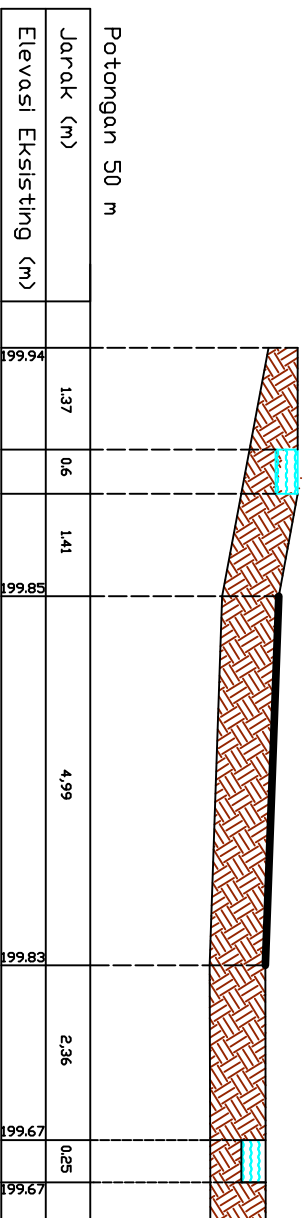
- Chow, VT. 1997. *Hidrolika Saluran Terbuka (Open Channel Hydraulics)*.
Jakarta: Erlangga.
- Hadisusanto, Nugroho. 2010. *Aplikasi Hidrologi*. Malang: Jogja Mediautama.
- Halim Hasmar, HA. 2012. *Drainase Terapan*. Jogja: UII Press Yogyakarta.
- Kurniawan, Yohanes. 2015. *Evaluasi Sistem Drainase Jalan Raya Wilayah
Drainase Sungai Antirogo dan Sungai Cokol Kabupaten Jember*.
Universitas Jember
- Sri Harto, BR. 1993. *Analisis Hidrologi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Subarkah, I. 1980. *Hidrologi untuk Perencanaan Bangunan Air*. Bandung:
Penerbit Idea Dharma.
- Suhardjono. 1984. *Drainase*. Malang: Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
- Suripin. 2004. *Sistem Saluran Drainase Perkotaan Berkelanjutan*. Yogyakarta:
Penerbit Andi.
- Triatmodjo, Bambang. 1993. *Hidraulika II*. Yogyakarta: Beta Offset.

LAMPIRAN

Lampiran-I

Gambar Cross Section dan Long Section

Drainase Bahu Jalan Jalan Bahu Jalan Drainase



Diperiksa Oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Gambar:

Potongan Melintang (*cross section*)
Saluran Drainase Batu Tirk 0-50
meter

Skala:

1:100

KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI

UNIVERSITAS JEMBER

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL

Jln Kalimantan No.37, Jember 68121, Telp. Fax: (0331) 88977-410241
web: www.unj.ac.id

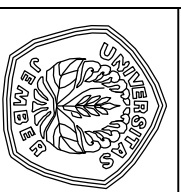
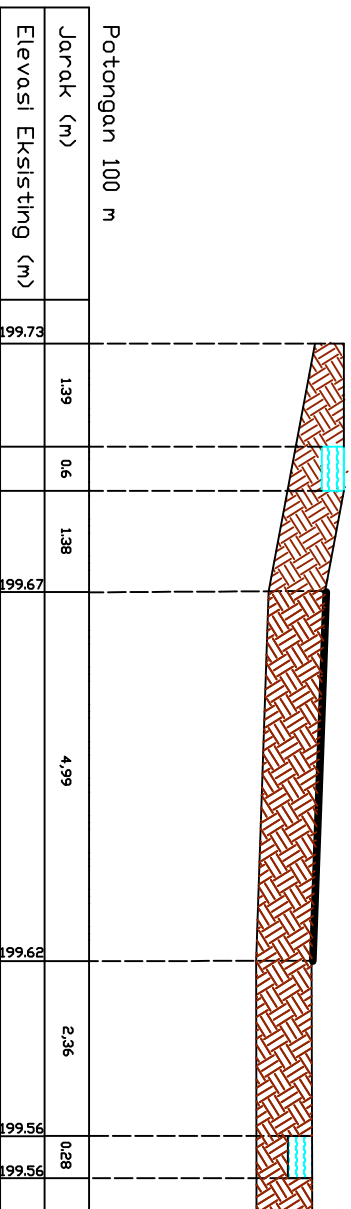


Nama: Diyah Kusuma Hartina
NIM : 141903103033

Wiwik Yunani W., S.T., M.T.

Sri Sukmawati, S.T., M.T.

Drainase / Bahu Jalan / Jalan / Bahu Jalan / Drainase



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL
Jin Kalimantan No.37, Jember 68121, Telp. Fax: (031) 848977-410241
web: www.unj.ac.id

Nama: **Diyah Kusuma Hartina**
NIM : **141903103033**

Diperiksa Oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Wiwik Yunani W., S.T., M.T.

Sri Sukmawati, S.T., M.T.

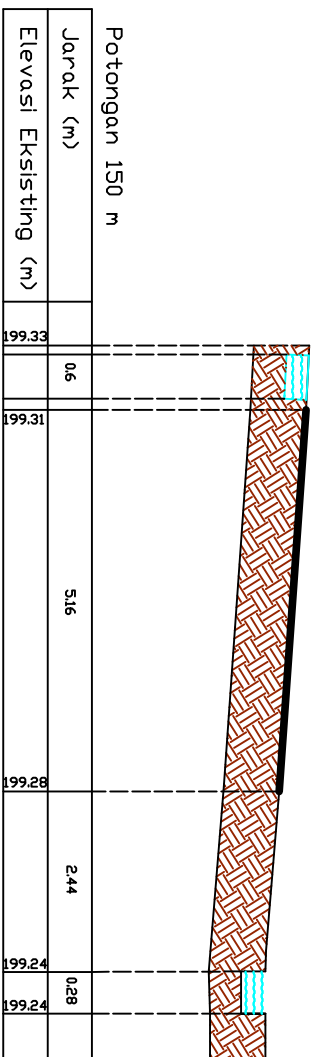
Gambar:


Potongan Melintang (*cross section*)
Saluran Drainase Batu Tirk 50-100
meter

Skala:

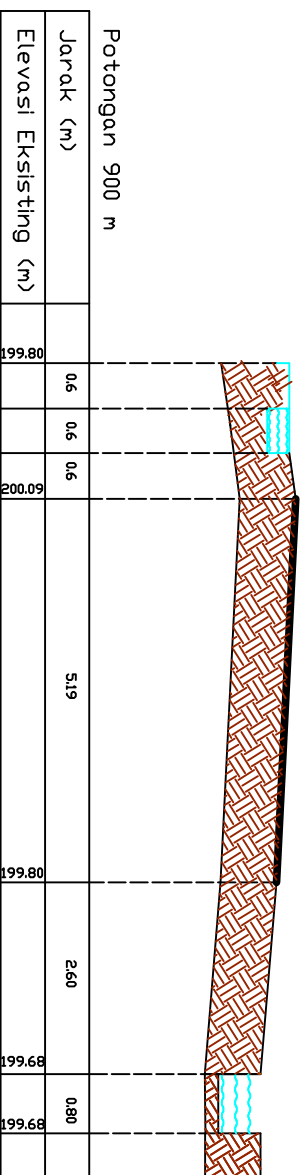
1:100

Drainase Bahu Jalan Jalan Bahu Jalan Drainase



	KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI UNIVERSITAS JEMBER FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL <small>Jin Kalimantan No.37, Jember 68121, Telp. Fax: (0331) 848977-410241 web: www.unj.ac.id</small>	Nama: Diyah Kusuma Hartina NIM : 141903103033	Diperiksa Oleh: Dosen Pembimbing I Dosen Pembimbing II Wiwik Yunani W., S.T., M.T. Sri Sukmawati, S.T., M.T.	Gambar: Potongan Melintang (<i>cross section</i>) Saluran Drainase Bahu Tikik 100-150 meter	Skala: 1:100
---	--	--	--	--	-----------------

Drainase Bahay Jalan Jalan Bahay Jalan Drainase



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
 UNIVERSITAS JEMBER
 FAKULTAS TEKNIK
 PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL
 Jln Kalimantan No.37, Jember 68121, Telp. Fax: (0331) 484977-410241
 web: www.unj.ac.id

Nama: Diyah Kusuma Hartina
 NIM : 141903103033

Diperiksa Oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Wiwik Yunani W., S.T., M.T.

Sri Sukmawati, S.T., M.T.

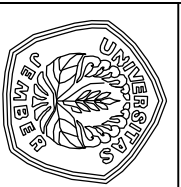
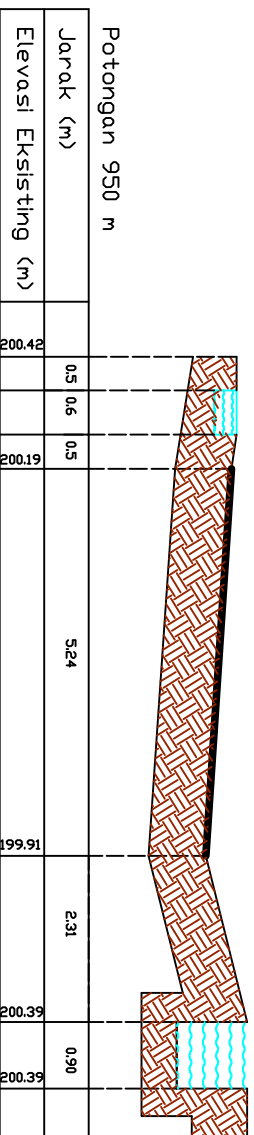
Gambar:

Potongan Melintang (*cross section*)
 Saluran Drainase Batu Tirk 850-900
 meter

Skala:

1:100

Drainase Bahu Jalan Jalan Bahu Jalan Drainase



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL
Jln Kalimantan No.37, Jember 68121, Telp. Fks. (0331) 484977-410241
web: www.unj.ac.id

Nama: **Diah Kusuma Hartina**
NIM : **141903103033**

Diperiksa Oleh:

Dosen Pembimbing I Dosen Pembimbing II

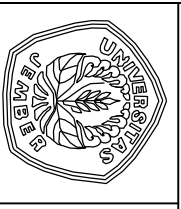
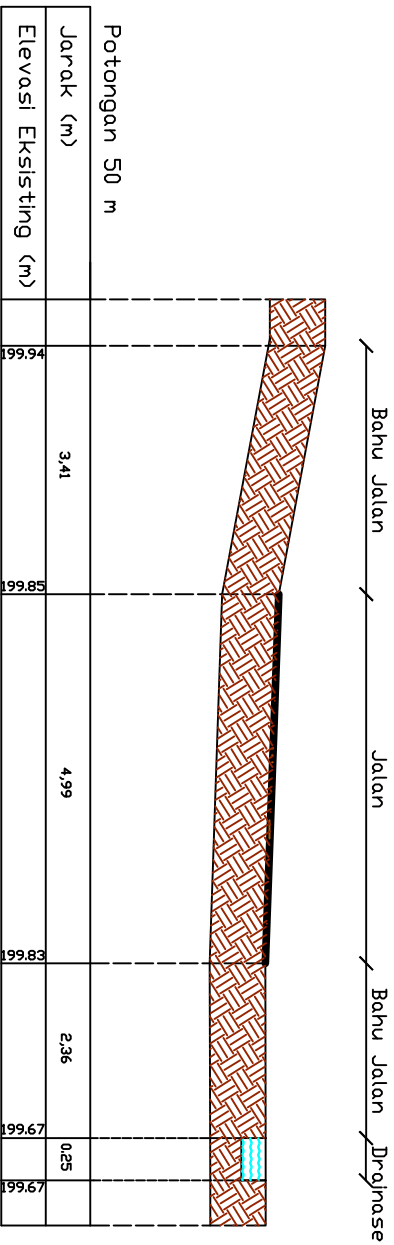
Wiwik Yunani W., S.T., M.T. Sri Sukmawati, S.T., M.T.

Gambar:

Potongan Melintang (*cross section*)
Saluran Drainase Batu Tirk 900-950
meter

Skala:

1:100



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
 UNIVERSITAS JEMBER
 FAKULTAS TEKNIK
 PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL
 Jln Kalimantan No.37, Jember 68121, Telp. Fks. (0381) 484977-410241
 web: www.unj.ac.id

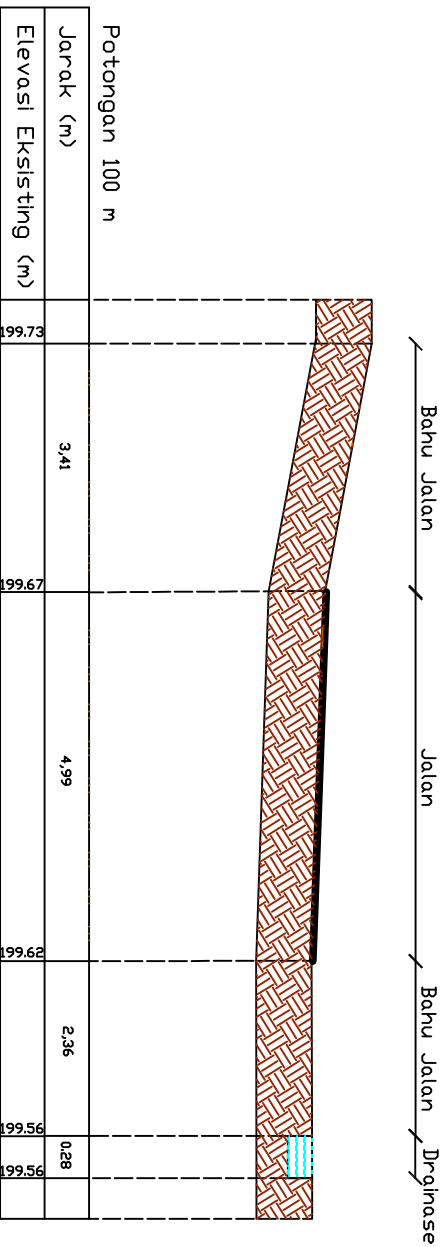
Nama: Diyah Kusuma Hartina
 NIM : 141903103033

Diperiksa Oleh:
 Dosen Pembimbing I
 Dosen Pembimbing II

Wiwik Yunani W., S.T., M.T. Sri Sukmawati, S.T., M.T.

Gambar:
 Potongan Melintang (cross section)
 Saluran Drainase Titik 0-50 meter

Skala:
 1:100



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
 UNIVERSITAS JEMBER
 FAKULTAS TEKNIK
 PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL
 Jln Kalimantan No.37, Jember 68121, Telp. Fax: (0331) 848977-410241
 web: www.unj.ac.id

Nama: Diyah Kusuma Hartina
 NIM : 141903103033

Diperiksa Oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Wiwik Yunani W., S.T., M.T.

Sri Sukmawati, S.T., M.T.

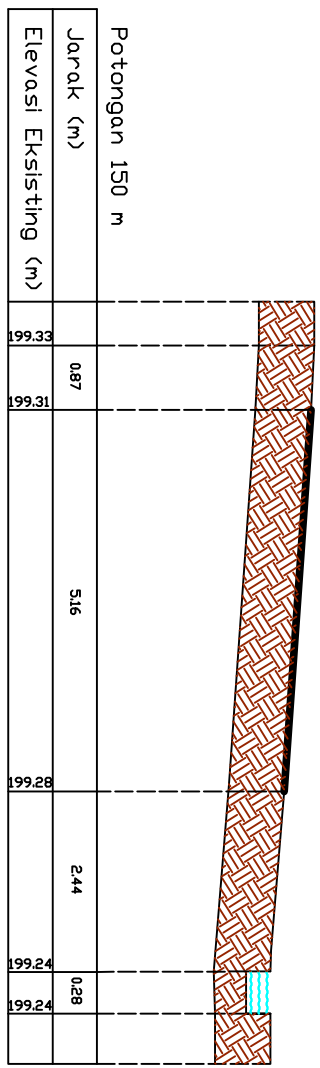
Gambar:

Potongan Melintang (*cross section*)
 Saluran Drainase Tikik 50-100 meter

Skala:

1:100

Bahu Jalan Jalan Bahu Jalan Drainase



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
 UNIVERSITAS JEMBER
 FAKULTAS TEKNIK
 PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL
 Jln Kalimantan No.37, Jember 68121, Telp. Fax: (0331) 848977-410241
 web: www.unj.ac.id

Nama: Diyah Kusuma Hartina
 NIM : 141903103033

Diperiksa Oleh:

Dosen Pembimbing I Dosen Pembimbing II

Wiwik Yunani W., S.T., M.T. Sri Sukmawati, S.T., M.T.

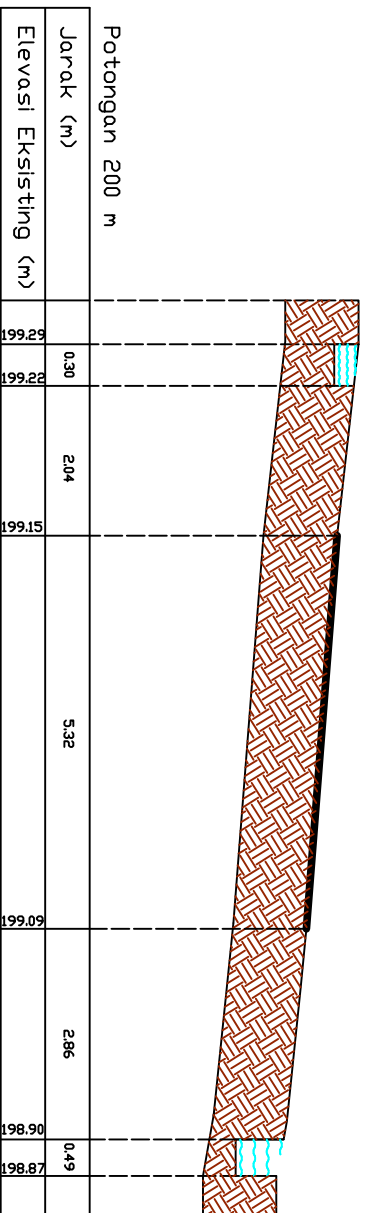
Gambar:

Potongan Melintang (*cross section*)
 Saluran Drainase Titik 100-150 meter

Skala:

1:100

Drainase Bahu Jalan / Jalan / Bahu Jalan / Drainase



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
 UNIVERSITAS JEMBER
 FAKULTAS TEKNIK
 PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL
 Jln Kalimantan No.37, Jember 68121, Telp. Fax: (0331) 484977-410241
 web: www.unj.ac.id

Nama: Diyah Kusuma Hartina
 NIM : 141903103033

Diperiksa Oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Wiwik Yunani W., S.T., M.T.

Sri Sukmawati, S.T., M.T.

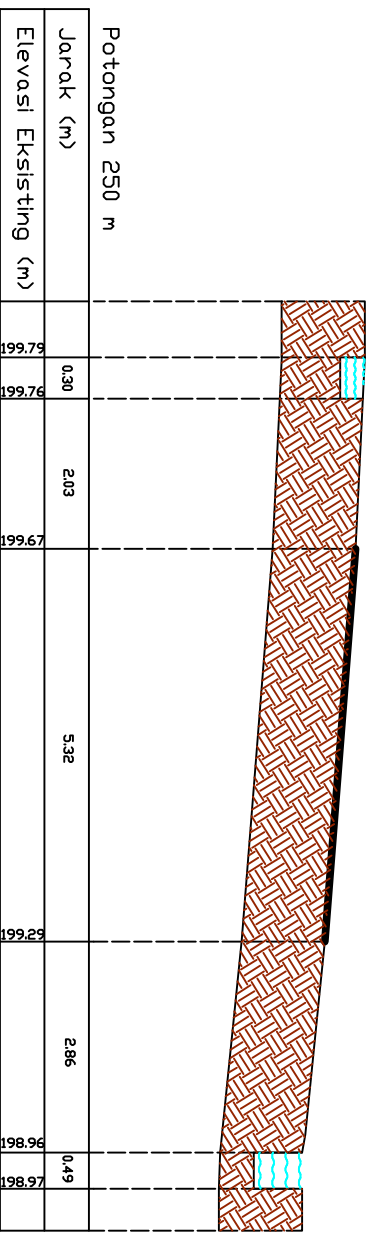
Gambar:

Potongan Melintang (*cross section*)
 Saluran Drainase Titik 150-200 meter

Skala:

1:100

Drainase Bahu Jalan / Jalan / Bahu Jalan / Drainase



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
 UNIVERSITAS JEMBER
 FAKULTAS TEKNIK
 PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL
 Jln Kalimantan No.37, Jember 68121, Telp. Fax: (0331) 484977-410241
 web: www.unj.ac.id

Nama: Diyah Kusuma Hartina
 NIM : 141903103033

Diperiksa Oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Wiwik Yunani W., S.T., M.T.

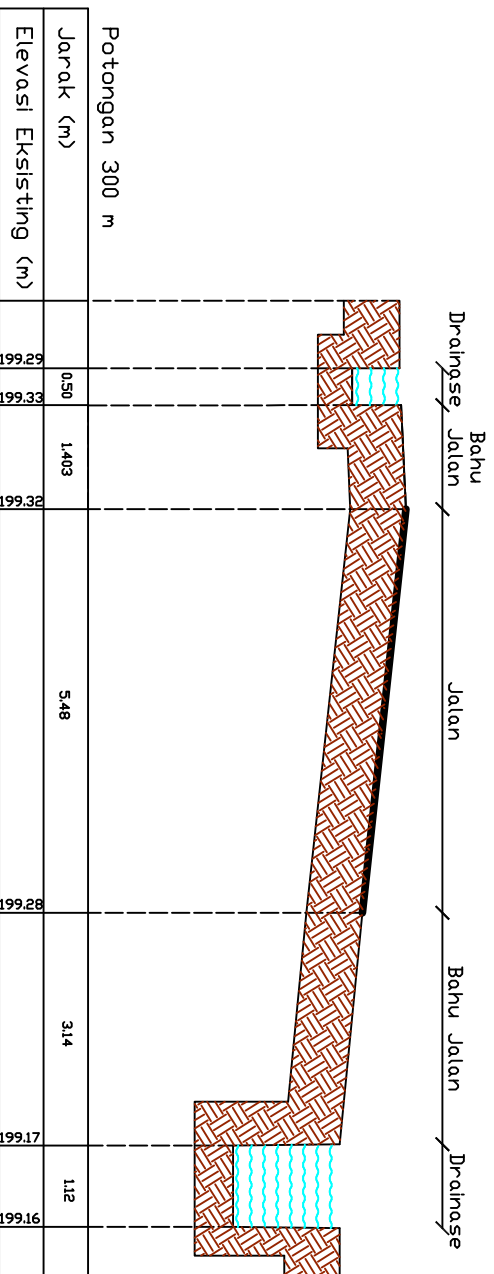
Sri Sukmawati, S.T., M.T.

Gambar:

Potongan Melintang (cross section)
 Saluran Drainase Tikik 200-250 meter

Skala:

1:100



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
 UNIVERSITAS JEMBER
 FAKULTAS TEKNIK
 PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL
 Jln Kalimantan No.37, Jember 68121, Telp. Fax: (0331) 848977-410241
 web: www.unj.ac.id



Nama: Diyah Kusuma Hartina
 NIM : 141903103033

Diperiksa Oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Wiwik Yunani W., S.T., M.T.

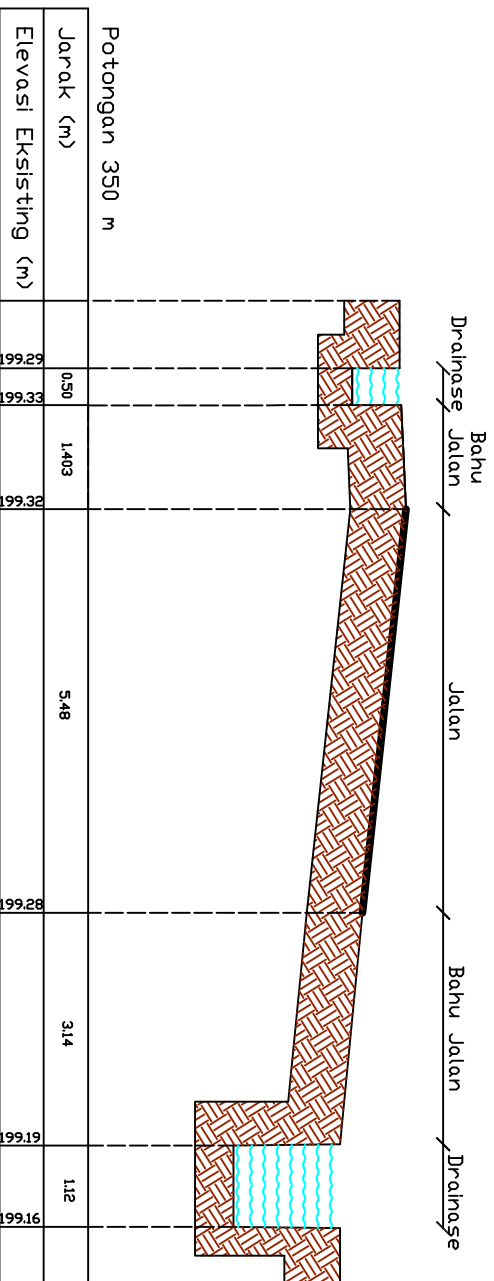
Sri Sukmawati, S.T., M.T.

Gambar:

Potongan Melintang (*cross section*)
 Saluran Drainase Tikik 250-300 meter

Skala:

1:100



Potongan 350 m

Jarak (m)	Elevasi Eksisting (m)
0.50	199.29
1.403	199.33
5.48	199.32
3.14	199.28
1.12	199.19
1.12	199.16

Drainase Bahu Jalan / Jalan / Bahu Jalan / Drainase



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
 UNIVERSITAS JEMBER
 FAKULTAS TEKNIK
 PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL
 Jln Kalimantan No.37, Jember 68121, Telp. Fax: (0331) 484977-410241
 web: www.unj.ac.id

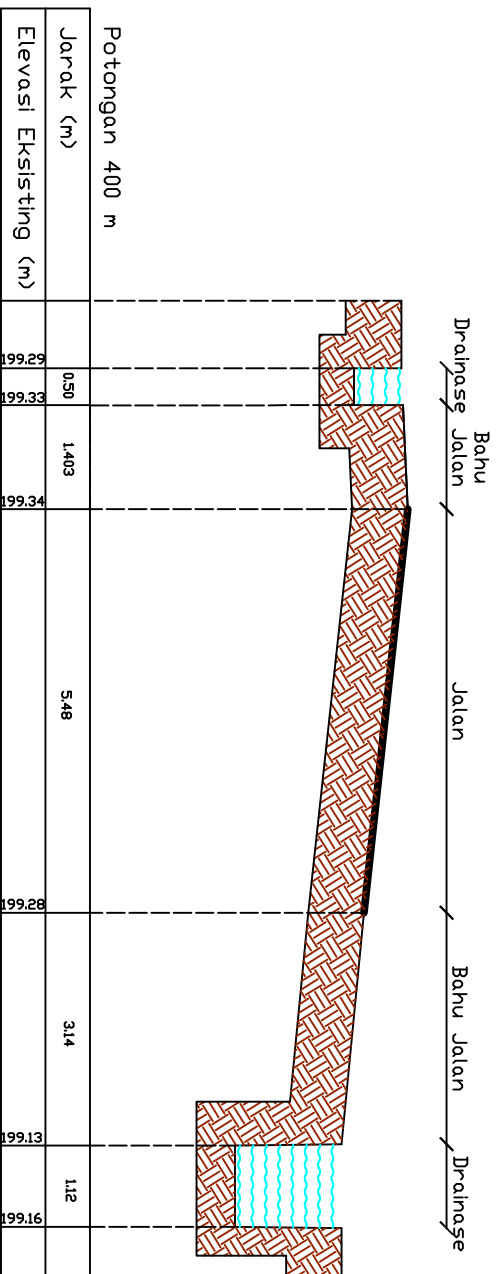
Nama: Diyah Kusuma Hartina
 NIM : 141903103033

Diperiksa Oleh:
 Dosen Pembimbing I
 Dosen Pembimbing II

Wiwik Yunani W., S.T., M.T. Sri Sukmawati, S.T., M.T.

Gambar:
 Potongan Melintang (cross section)
 Saluran Drainase Tiik 300-350 meter

Skala:
 1:100



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
 UNIVERSITAS JEMBER
 FAKULTAS TEKNIK
 PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL
 Jln Kalimantan No.37, Jember 68121, Telp. Fax: (0331) 88977-410241
 web: www.unj.ac.id



Nama: Diyah Kusuma Hartina
 NIM : 141903103033

Diperiksa Oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Wiwik Yunani W., S.T., M.T.

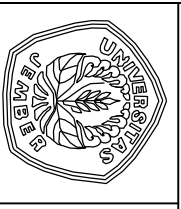
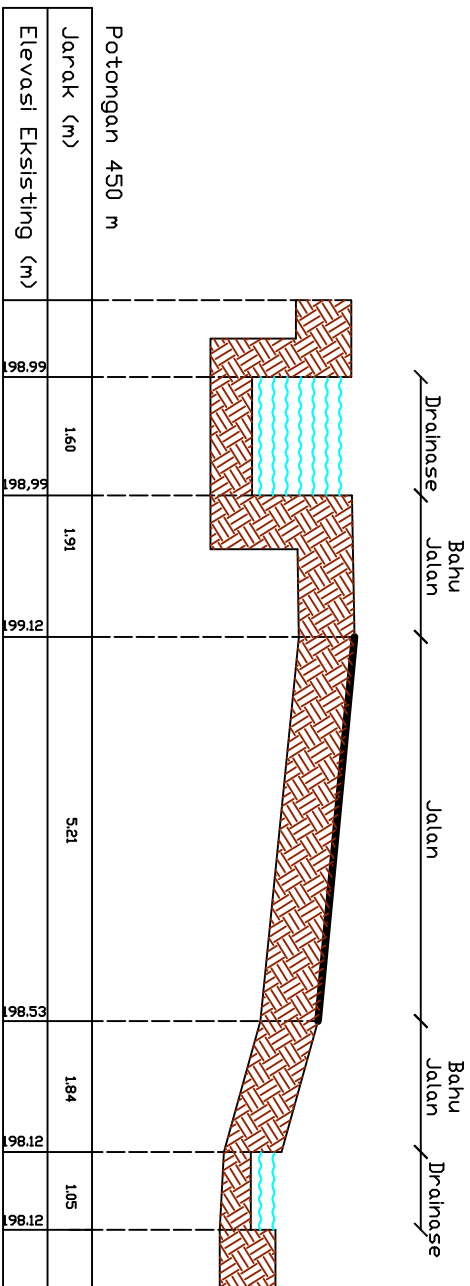
Sri Sukmawati, S.T., M.T.

Gambar:

Potongan Melintang (*cross section*)
 Saluran Drainase Triik 350-400 meter

Skala:

1:100



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
 UNIVERSITAS JEMBER
 FAKULTAS TEKNIK
 PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL
 Jln Kalimantan No.37, Jember 68121, Telp. Fax: (0331) 88977-410241
 web: www.unj.ac.id

Nama: Diyah Kusuma Hartina
 NIM : 141903103033

Diperiksa Oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Wiwik Yunani W., S.T., M.T.

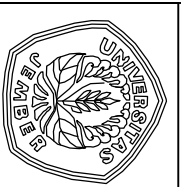
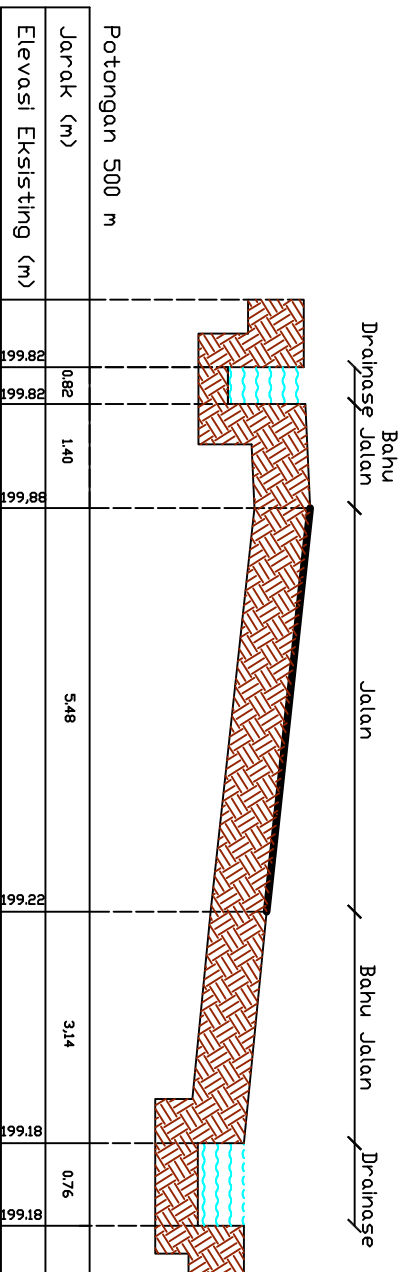
Sri Sukmawati, S.T., M.T.

Gambar:

Potongan Melintang (*cross section*)
 Saluran Drainase Tikik 400-450 meter

Skala:

1:100



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
 UNIVERSITAS JEMBER
 FAKULTAS TEKNIK
 PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL
 Jln Kalimantan No.37, Jember 68121, Telp. Fax: (0331) 88977-410241
 web: www.unj.ac.id

Nama: Diyah Kusuma Hartina
 NIM : 141903103033

Diperiksa Oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Wiwik Yunani W., S.T., M.T.

Sri Sukmawati, S.T., M.T.

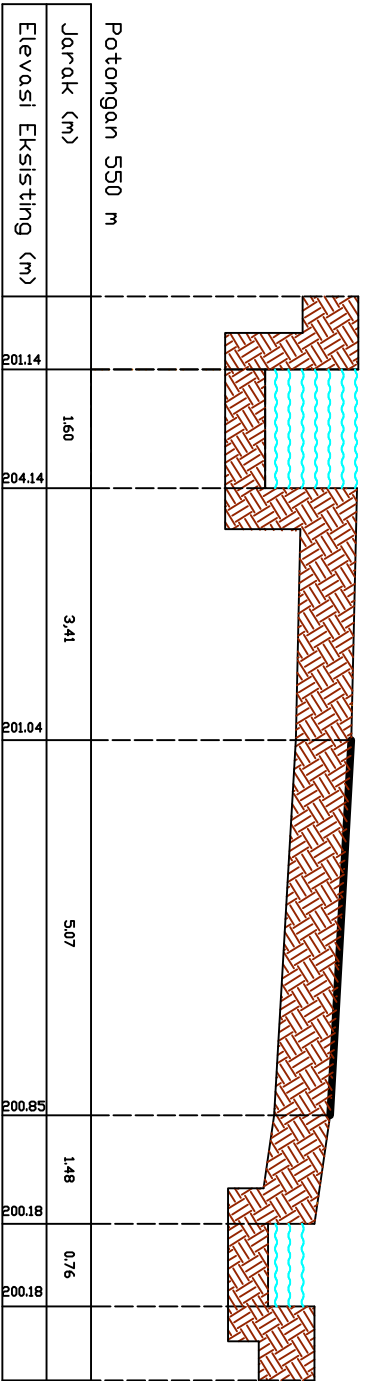
Gambar:

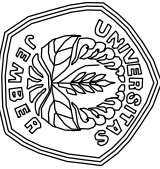
Potongan Melintang (*cross section*)
 Saluran Drainase Tikik 450-500 meter

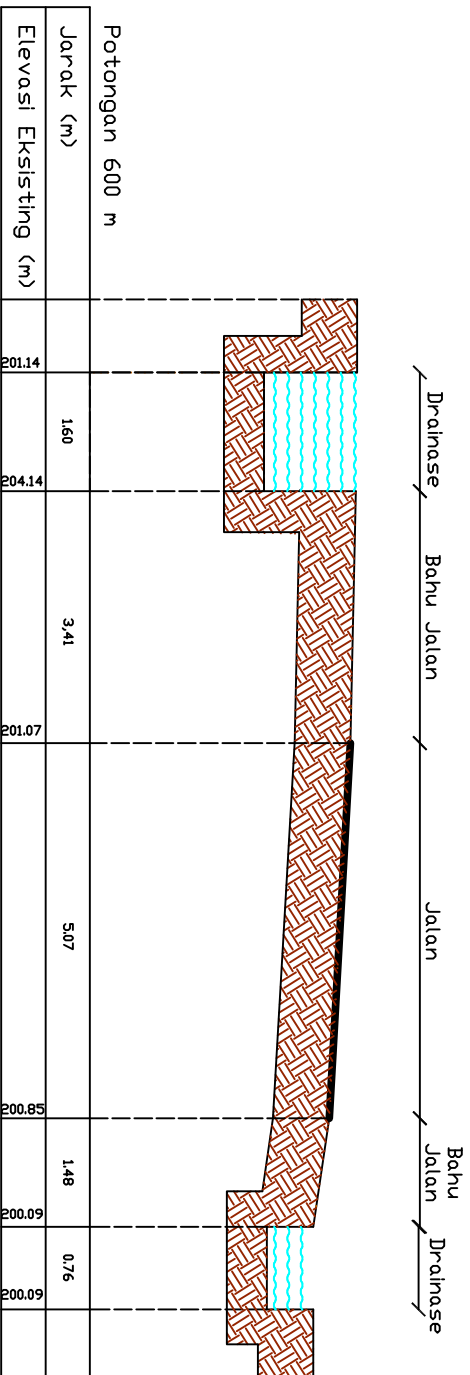
Skala:

1:100

Drainase / Bahu Jalan / Jalan / Bahu Drainase



	KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI UNIVERSITAS JEMBER FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL Jln Kalimantan No.37, Jember 68121, Telp. Fax: (0331) 484977-410241 web: www.unj.ac.id	
	Nama: Diyah Kusuma Hartina NIM : 141903103033	Diperiksa Oleh: Dosen Pembimbing I Dosen Pembimbing II Wiwik Yunani W., S.T., M.T. Sri Sukmawati, S.T., M.T.
	Gambar: Potongan Melintang (<i>cross section</i>) Saluran Drainase Triik 500-550 meter	Skala: 1:100



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
 UNIVERSITAS JEMBER
 FAKULTAS TEKNIK
 PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL
 Jln Kalimantan No.37, Jember 68121, Telp. Fks. (0331) 484977-410241
 web: www.unj.ac.id

Nama: Diyah Kusuma Hartina
 NIM : 141903103033

Diperiksa Oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Wiwik Yunani W., S.T., M.T.

Sri Sukmawati, S.T., M.T.

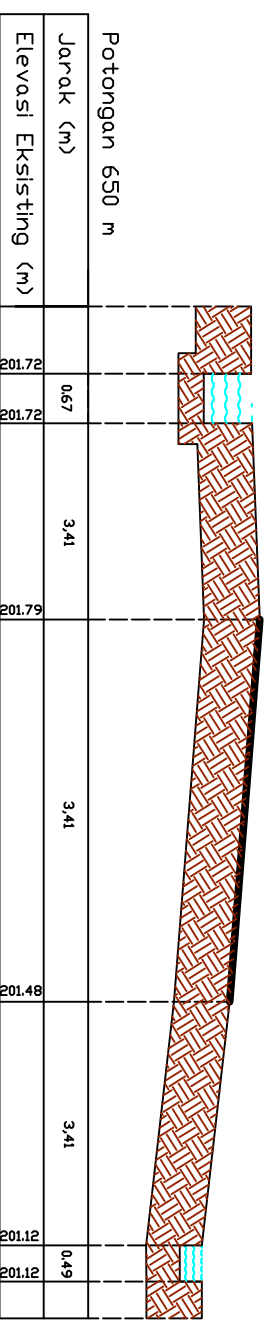
Gambar:

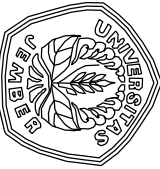
Potongan Melintang (*cross section*)
 Saluran Drainase Tiik 550-600 meter

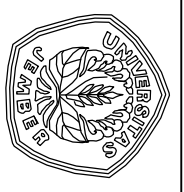
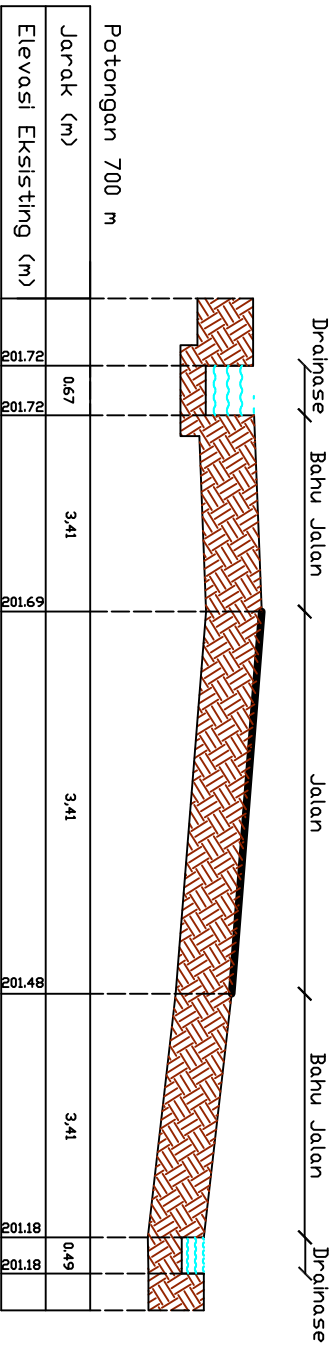
Skala:

1:100

Drainase / Bahu Jalan / Jalan / Bahu Jalan / Drainase



	KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI UNIVERSITAS JEMBER FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL Jln Kalimantan No.37, Jember 68121, Telp. Fax: (0331) 484977-410241 web: www.unj.ac.id		Nama: Diyah Kusuma Hartina NIM : 141903103033	Diperiksa Oleh: Dosen Pembimbing I Dosen Pembimbing II	Dosen Pembimbing I Dosen Pembimbing II	Gambar: Potongan Melintang (cross section) Saluran Drainase Tiik 600-650 meter	Skala: 1:100
	Wiwik Yunani W., S.T., M.T. Sri Sukmawati, S.T., M.T.						



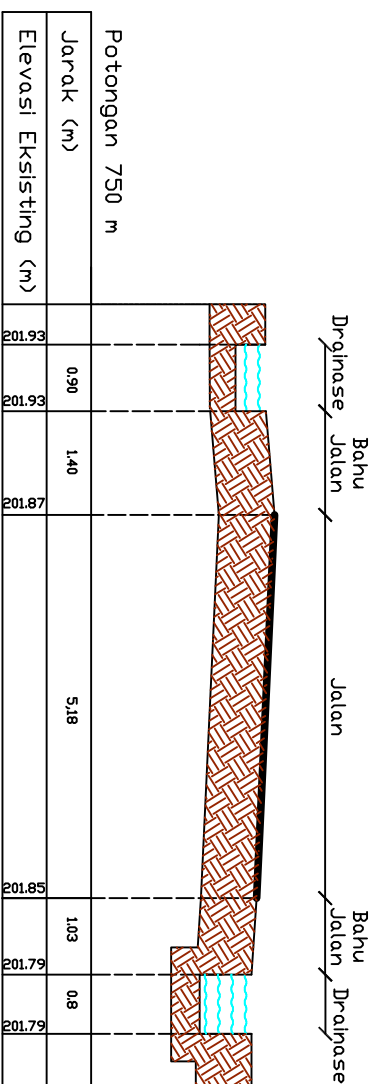
KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
 UNIVERSITAS JEMBER
 FAKULTAS TEKNIK
 PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL
 Jln Kalimantan No.37, Jember 68121, Telp. Fax: (0331) 488977-410241
 web: www.unj.ac.id

Nama: Diyah Kusuma Hartina
 NIM : 141903103033

Diperiksa Oleh:
 Dosen Pembimbing I Dosen Pembimbing II
 Wiwik Yunani W., S.T., M.T. Sri Sukmawati, S.T., M.T.

Gambar:
 Potongan Melintang (*cross section*)
 Saluran Drainase Titik 650-700 meter

Skala:
 1:100



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
 UNIVERSITAS JEMBER
 FAKULTAS TEKNIK
 PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL
 Jln Kalimantan No.37, Jember 68121, Telp. Fks. (0331) 484977-410241
 web: www.unj.ac.id

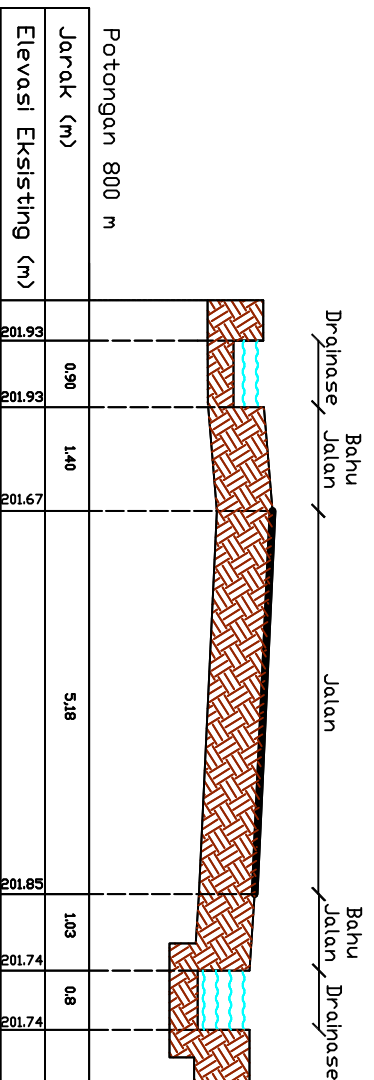
Nama: Diyah Kusuma Hartina
 NIM : 141903103033

Diperiksa Oleh:
 Dosen Pembimbing I Dosen Pembimbing II
 Wiwik Yunani W., S.T., M.T. Sri Sukmawati, S.T., M.T.

Gambar:
 Potongan Melintang (cross section)
 Saluran Drainase Tikik 700-750 meter

Skala:
 1:100





KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
 UNIVERSITAS JEMBER
 FAKULTAS TEKNIK
 PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL
 Jln Kalimantan No.37, Jember 68121, Telp. Fax: (0331) 848977-410241
 web: www.unj.ac.id

Nama: Diyah Kusuma Hartina
 NIM : 141903103033

Diperiksa Oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Wiwik Yunani W., S.T., M.T.

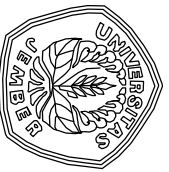
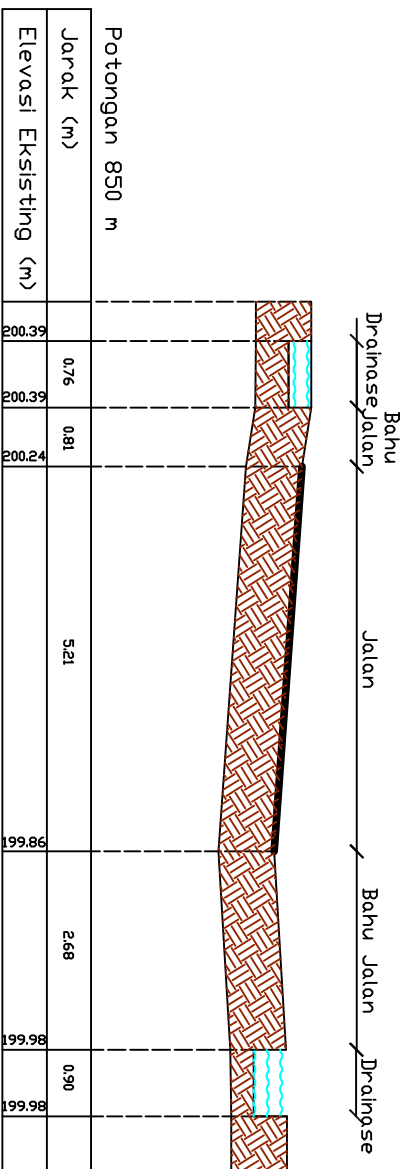
Sri Sukmawati, S.T., M.T.

Gambar:

Potongan Melintang (*cross section*)
 Saluran Drainase Tikik 750-800 meter

Skala:

1:100



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
 UNIVERSITAS JEMBER
 FAKULTAS TEKNIK
 PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL
 Jln Kalimantan No.37, Jember 68121, Telp. Fax: (0331) 848977-410241
 web: www.unj.ac.id

Nama: Diyah Kusuma Hartina
 NIM : 141903103033

Diperiksa Oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Wiwik Yunani W., S.T., M.T.

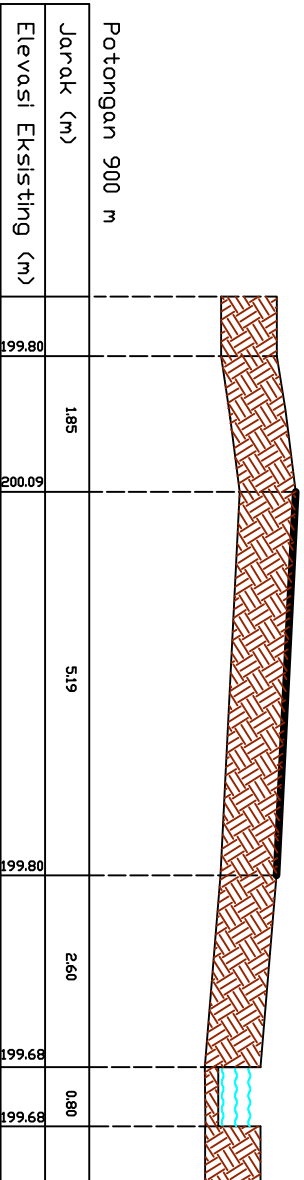
Sri Sukmawati, S.T., M.T.

Gambar:

Potongan Melintang (*cross section*)
 Saluran Drainase Tiik 800-850 meter

Skala:

1:100



Bahu Jalan / Jalan / Bahu Jalan / Drainase



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
 UNIVERSITAS JEMBER
 FAKULTAS TEKNIK
 PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL
 Jln Kalimantan No.37, Jember 68121, Telp. Fax: (0331) 848977-410241
 web: www.unj.ac.id

Nama: Diyah Kusuma Hartina
 NIM : 141903103033

Diperiksa Oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Wiwik Yunani W., S.T., M.T.

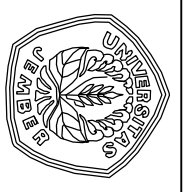
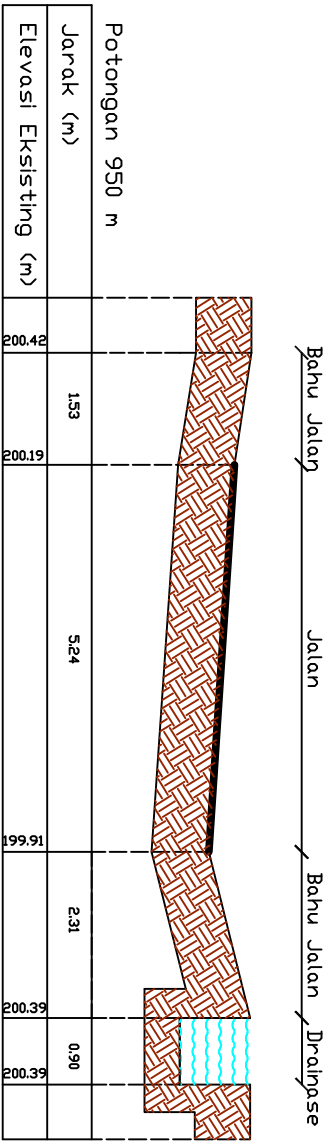
Sri Sukmawati, S.T., M.T.

Gambar:

Potongan Melintang (*cross section*)
 Saluran Drainase Tiik 850-900 meter

Skala:

1:100



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
 UNIVERSITAS JEMBER
 FAKULTAS TEKNIK
 PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL
 Jln Kalimantan No.37, Jember 68121, Telp. Fax: (0331) 484977-410241
 web: www.unj.ac.id

Nama: Diyah Kusuma Hartina
 NIM : 141903103033

Diperiksa Oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Wiwik Yunani W., S.T., M.T.

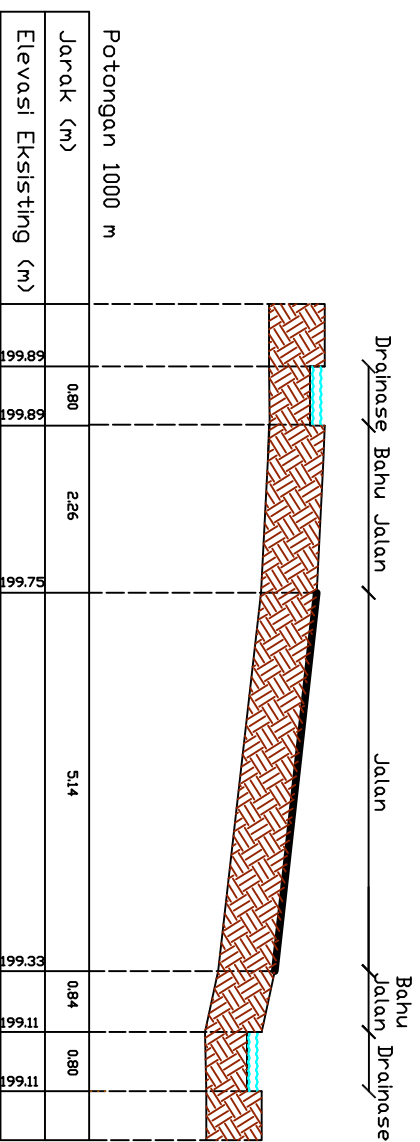
Sri Sukmawati, S.T., M.T.

Gambar:

Potongan Melintang (*cross section*)
 Saluran Drainase Titik 900-950 meter

Skala:

1:100



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
 UNIVERSITAS JEMBER
 FAKULTAS TEKNIK
 PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL
 Jln Kalimantan No.37, Jember 68121, Telp. Fax: (0331) 484977-410241
 web: www.unj.ac.id

Nama: Diyah Kusuma Hartina
 NIM : 141903103033

Diperiksa Oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Wiwik Yunani W., S.T., M.T.

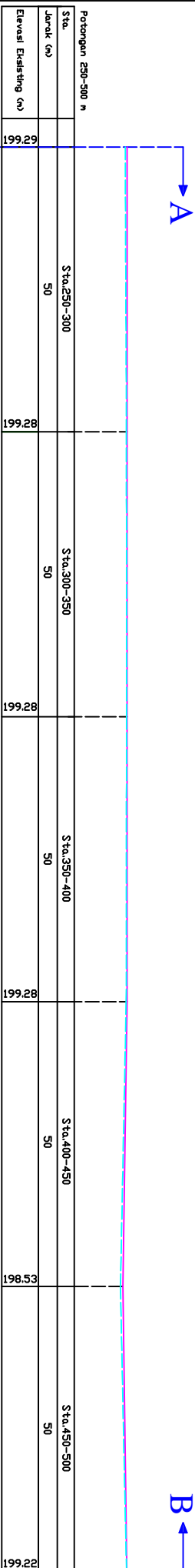
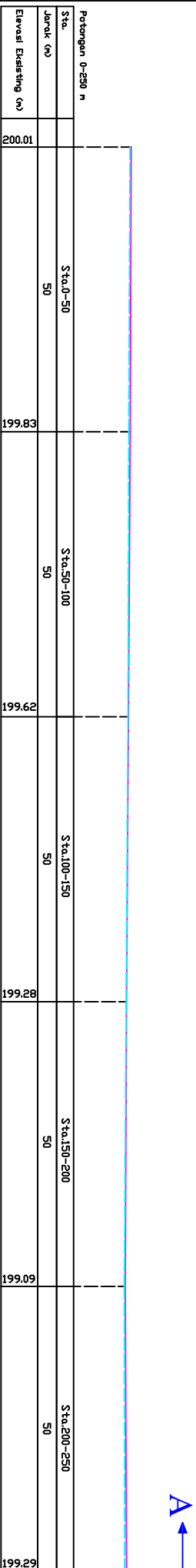
Sri Sukmawati, S.T., M.T.

Gambar:

Potongan Melintang (*cross section*)
 Saluran Drainase Titik 950-1000
 meter

Skala:

1:100



Keterangan:

- Jalan
- - - Drainase



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
 UNIVERSITAS JEMBER
 FAKULTAS TEKNIK
 PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL
 Jln Kalimantan No.37, Jember 68121, Telp. Fax: (0331) 88977-410241
 web: www.unj.ac.id

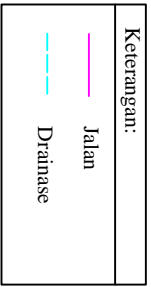
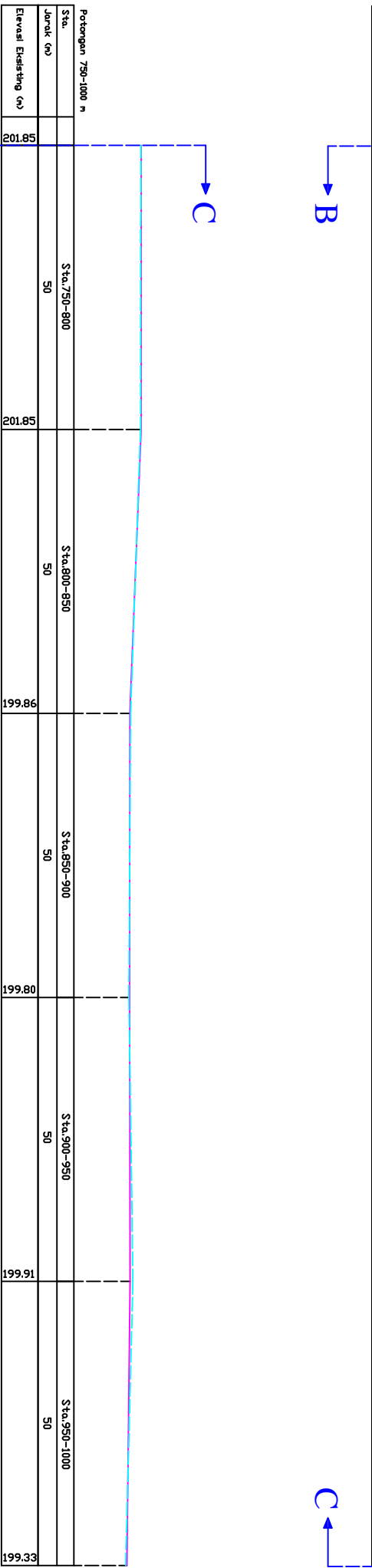
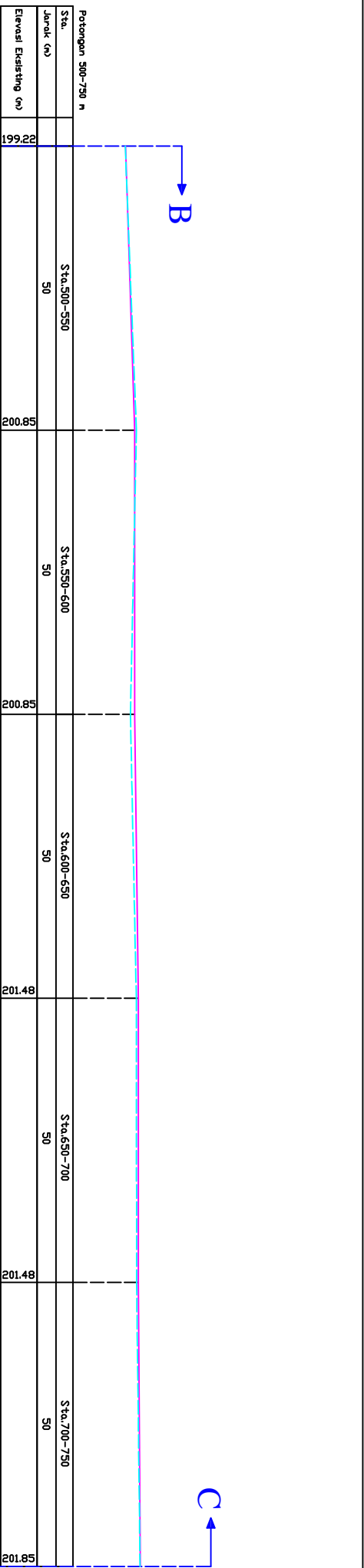
Nama: Diyah Kusuma Hartina
 NIM : 141903103033

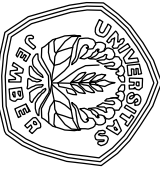
Diperiksa Oleh:

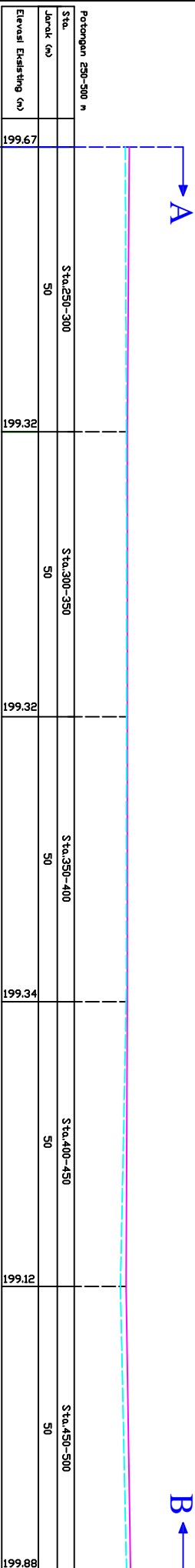
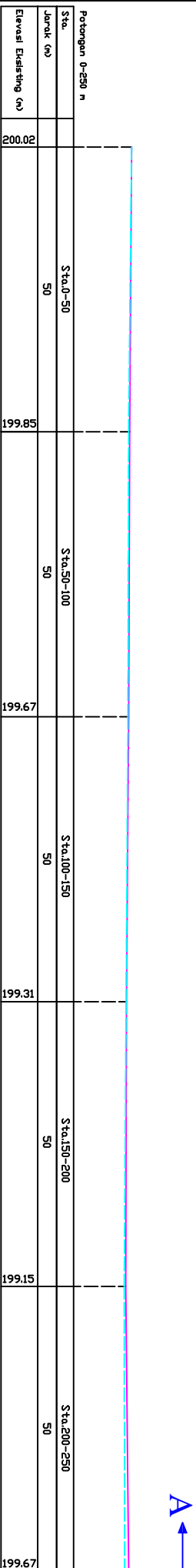
Dosen Pembimbing I	Dosen Pembimbing II
Wiwik Yunani W., S.T., M.T.	Sri Sukmawati, S.T., M.T.

Gambar:
 Potongan Memanjang (*long section*)
 meter ke 0-500 (KIR) (KIR)

Skala:
 1:100



	<p>KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI UNIVERSITAS SEMBANG FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL Jln. Kalimantan No.37, Tember (8121), Telp. Fax: (031) 88977-410241 web: www.usmb.ac.id</p>	<p>Nama: Diyah Kusuma Hartina NIM : 141903103033</p>	<p>Diperiksa Oleh:</p> <p>Dosen Pembimbing I Dosen Pembimbing II</p> <p>Wiwik Yunani W., S.T., M.T. Sri Sukmawati, S.T., M.T.</p>	<p>Gambar:</p> <p>Potongan Memanjang (<i>long section</i>) meter ke 500-1000 (KIRI)</p>	<p>Skala:</p> <p>1:100</p>
---	---	--	---	---	----------------------------



Keterangan:

	Jalan
	Drainase



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
 UNIVERSITAS JEMBER
 FAKULTAS TEKNIK
 PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL
 Jln Kalimantan No.37, Jember 68121, Telp. Fax: (0331) 88977-410241
 web: www.unj.ac.id

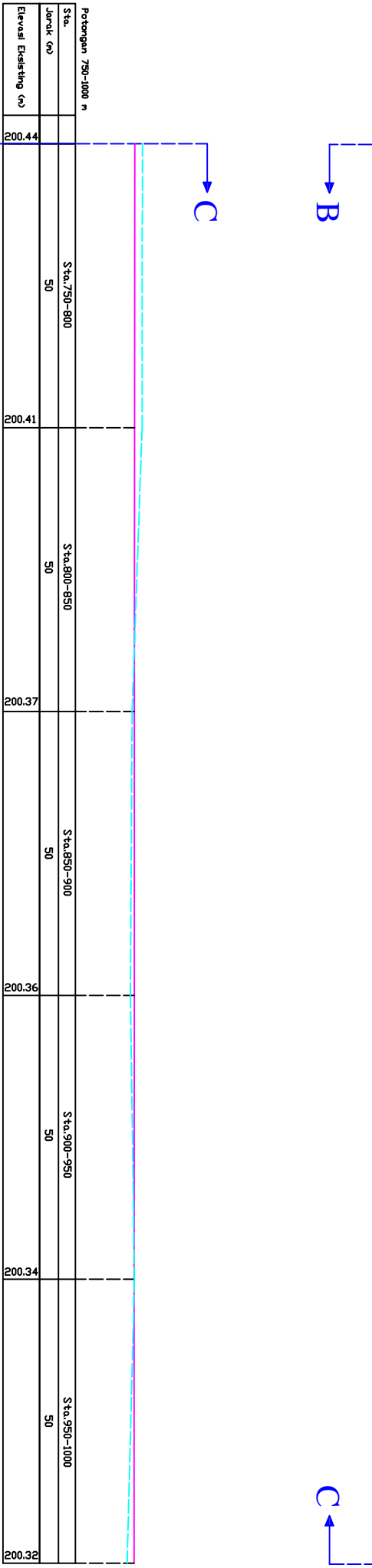
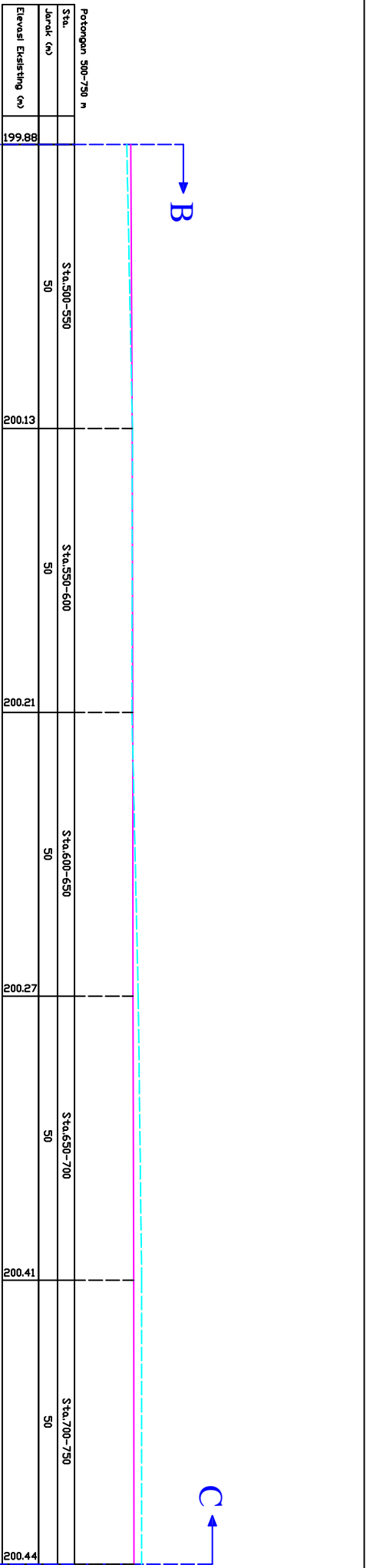
Nama: Diyah Kusuma Hartina
 NIM : 141903103033

Diperiksa Oleh:

Dosen Pembimbing I	Dosen Pembimbing II
Wiwik Yunani W., S.T., M.T.	Sri Sukmawati, S.T., M.T.

Gambar:
 Potongan Memanjang (*long section*)
 meter ke 0-500 (KANAN)

Skala:
 1:100



Keterangan:

— Jalan

— Drainase



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
 UNIVERSITAS JEMBER
 FAKULTAS TEKNIK
 PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL
 Jln Kalimantan No.37, Jember 68121, Telp. Fax: (0331) 848977-410241
 web: www.unj.ac.id

Nama: Diyah Kusuma Hartina
 NIM : 141903103033

Diperiksa Oleh:

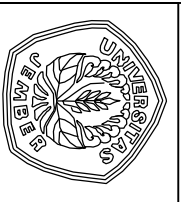
Dosen Pembimbing I: Wiwik Yunani W., S.T., M.T.
 Dosen Pembimbing II: Sri Sukmawati, S.T., M.T.

Gambar:
 Potongan Memanjang (long section)
 meter ke 500-1000 (KANAN)

Skala:
 1:100



Keterangan:	
	Pertanian
	Rumah
	Pabrik
	Lahan Kosong
	Masjid
	Jalan
	Saluran Drainase



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
 UNIVERSITAS JEMBER
 FAKULTAS TEKNIK
 PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL
 Jln. Kalimantan No.37, Jember 68121, Telp. Fax: (0331) 848977-410241
 web: www.unj.ac.id

Nama: Diyah Kusuma Hartina
 NIM : 141903103033

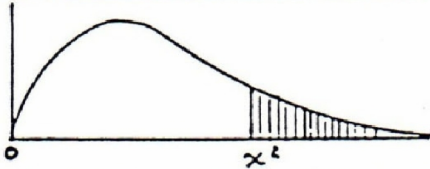
Diperiksa Oleh:
 Dosen Pembimbing I Dosen Pembimbing II
 Wiwik Yunani W., S.T., M.T. Sri Sukmawati, S.T., M.T.

Gambar:
 Layout Penelitian

Skala:
 1:200

Lampiran-II

Tabel Nilai X^2 Kritis Untuk Uji Chi Kuadrat (*Chi-Square*)

Degress of freedom					
	0,20	0,10	0,05	0,01	0,001
1	1,642	2,706	3,841	6,635	10,827
2	3,219	4,605	5,991	9,210	13,815
3	4,642	6,251	7,815	11,345	16,268
4	5,989	7,779	9,488	13,277	18,465
6	8,558	10,645	12,592	16,812	22,547
7	9,803	12,017	14,067	18,475	24,322
8	11,030	13,362	15,507	20,090	26,125
9	12,242	14,684	16,919	21,666	27,877
10	13,442	15,987	18,307	23,209	29,588
11	14,631	17,275	19,675	24,725	31,264
12	15,812	18,549	21,026	26,217	32,909
13	16,985	19,812	22,362	27,688	34,528
14	18,151	21,064	23,685	29,141	36,123
15	19,311	22,307	24,996	30,578	37,697
16	20,465	23,542	26,296	32,000	39,252
17	21,615	24,769	27,587	33,409	40,790
18	22,760	25,989	28,869	34,805	42,312
19	23,900	27,204	30,144	36,191	43,820
20	25,038	28,412	31,410	37,566	45,315

Sumber: Statistical Analysis in Hydrology, by M.M.A Shanin

Lampiran-III

Tabel Nilai Δ Kritis Uji *Smirnov-Kolmogorov*

$n \backslash \alpha$	0,20	0,10	0,05	0,01
5	0,45	0,51	0,56	0,67
10	0,32	0,37	0,41	0,49
15	0,27	0,30	0,34	0,40
20	0,23	0,26	0,29	0,36
25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,20	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,20	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23
$n > 50$	$\frac{1,07}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,22}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,36}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,63}{\sqrt{n}}$

Sumber: Shanin, 1976

Keterangan:

α : derajat kepercayaan

Lampiran-IV

Foto Dokumentasi Proyek Akhir

Dokumentasi	Keterangan
	Banjir di depan Perumahan Istana Tegal Besar.
	Banjir di depan Perumahan Bumi Tegal Besar.
	Jalan berlubang akibat tergenang air hujan.



Sedimentasi di salah satu saluran drainase Jalan Mohammad Yamin.



Penumpukan sampah buangan masyarakat setempat.