



TUGAS AKHIR - RC18-4803

**PERENCANAAN DRAINASE PROYEK JALAN
TOL PANDAAN-MALANG STA 0+000 s.d STA
15+000**

FRELYA EKA ANJELITA
NRP. 0311154000062

Dosen Pembimbing
Dr. techn. Umboro Lasminto, S.T., M.Sc.

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2019



TUGAS AKHIR - RC18-4803

**PERENCANAAN DRAINASE PROYEK JALAN
TOL PANDAAN-MALANG STA 0+000 s.d STA
15+000**

FRELYA EKA ANJELITA
NRP. 0311154000062

Dosen Pembimbing
Dr. techn. Umboro Lasminto, S.T., M.Sc.

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2019

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



FINAL PROJECT - RC18-4803

**PLANNING OF PANDAAN-MALANG TOLL ROAD
DRAINAGE PROJECT STA 0+000 s.d STA 15+000**

FRELYA EKA ANJELITA
NRP. 0311154000028

Supervisor
Dr. techn. Umboro Lasminto, S.T., M.Sc.

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
Faculty of Civil Engineering, Environment and Geo-Engineering
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2019

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

**PERENCANAAN DRAINASE PROYEK JALAN TOL
PANDAAN-MALANG STA 0+000 s.d STA 15+000**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik

pada

Program Studi S-1 Reguler Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

FRELYA EKA ANJELITA

NRP. 03111540000062

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir

1. Dr. techn. Umboro Lasminto, S.T.



SURABAYA

JULI, 2019

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

**PERENCANAAN DRAINASE PROYEK JALAN TOL
PANDAAN-MALANG STA 0+000 s.d STA 15+000**

Name : Frelya Eka Anjelita
NRP : 03111540000062
Department : Teknik Sipil FTSLK-ITS
Supervisor : Dr. techn. Umboro Lasminto, S.T.,
M.Sc

ABSTRAK

Jalan Tol Pandaan-Malang adalah sebuah jalan tol sepanjang 37,62 kilometer yang menghubungkan daerah Pandaan, Kabupaten Pasuruan dengan Malang, Jawa Timur. Proyek pembangunan Jalan Tol Pandaan-Malang bertujuan untuk mengurangi kepadatan jalan arteri yang menghubungkan ruas Pandaan-Malang. Pembangunan jalan tol tersebut mengakibatkan berkurangnya daerah resapan hujan dikarenakan daerah-daerah yang dulunya daerah resapan, tertutup oleh plesteran beton yang berakibat meningkatnya volume air limpasan hujan. Oleh karena itu perlu direncanakan suatu sistem drainase pada proyek tersebut bertujuan untuk melindungi badan jalan dari limpasan air hujan dan limpasan dari area sekitar jalan sehingga umur rencana perencanaan jalan dapat dicapai.

Analisis yang dilakukan dalam pengerjaan tugas akhir ini yaitu analisis hidrologi untuk mendapatkan debit banjir rencana dan analisis hidrolika untuk mengevaluasi debit saluran dengan debit rencana, perencanaan bangunan persilangan jalan tol dengan sungai, analisa elevasi untuk mengetahui apakah terjadi backwater dari sungai sebagai saluran pembuang.

Hasil yang didapatkan dari perencanaan ini adalah bahwa sistem aliran pada proyek jalan tol Pandaan-Malang dialirkan sesuai dengan kondisi kontur yang ada dilapangan dan kemudian dibuang melalui pembuangan akhir berupa sungai ataupun

saluran pembuang. Saluran samping Jalan Tol Pandaan-Malang menggunakan saluran galian tanah dengan dimensi terbesar 2,0 m x 1,0 m dengan kemiringan 2:1 untuk saluran yang memiliki kemiringan lahan kurang dari 1%, saluran galian dengan pasangan batu kali dengan dimensi terbesar 1,4 m x 0,7 m dengan kemiringan 2:1 untuk saluran yang memiliki kemiringan lahan 1-2%, saluran berbentuk trapesium dengan pasangan batu kali dengan dimensi terbesar 0,8 m x 0,8 m dengan kemiringan 1:1 untuk saluran yang memiliki kemiringan lahan 3-4%, saluran berbentuk persegi dengan menggunakan U-ditch dengan dimensi terbesar 0,6 m x 0,8 m untuk saluran yang memiliki kemiringan lebih besar dari 4%. Selain itu, direncanakan pula beberapa bangunan pelengkap drainase lainnya yaitu saluran median menggunakan saluran berbentuk lingkaran dengan diameter 0,8 meter, Saluran pelindung lereng berbahan dasar beton berdimensi 0,2 m x 0,2 m, pipa deck drain berbahan dasar PVC berdiameter 0.15 m serta kolam olak dengan Panjang kolam olak sebesar 2,6 m. Untuk sungai yang terpotong jalan tol menggunakan gorong-gorong berupa box culvert ataupun menggunakan jembatan dengan dimensi menyesuaikan kapasitas penampang eksisting yang ada.

Kata Kunci :Drainase Jalan Tol, Perencanaan Drainase, Jalan Tol Pandaan-Malang

PLANNING OF PANDAAN-MALANG TOLL ROAD DRAINAGE PROJECT STA 0+000 s.d STA 15+000

Nama Mahasiswa : Frelya Eka Anjelita
NRP : 0311154000062
Jurusan : Teknik Sipil FTSLK-ITS
**Dosen Pembimbing : Dr. techn. Umboro Lasminto, S.T.,
M.Sc**

ABSTRACT

Pandaan-Malang Toll Road is a 37.62 kilometer toll road that connects Pandaan, Pasuruan with Malang, East Java. The Pandaan-Malang Toll Road construction project aims to reduce the density of arterial roads connecting the Pandaan-Malang. The construction of toll road has resulted in a reduction in rain catchment areas due to the areas that used to be recharge areas covered by concrete plastering which resulted in an increase in the volume of runoff water. Therefore it is necessary to plan a drainage system on the project aimed at protecting the road body from rainwater runoff and runoff from area around the road so that the goal of the road planning plan can be achieved.

The analysis carried out in this final project is hydrological analysis to obtain planned flood discharge and hydraulic analysis to evaluate channel discharge with planned discharge, planning of crossing toll road buildings with rivers, elevation analysis to find out whether there is backwater from the river as a drainage channel.

The result obtained from this plan are that the flow system in the Pandaan-Malang toll road project is flowed in accordance with the existing contour conditions in the field and the discharged through the final disposal in the form of a river or drainage channel. The side channel Pandaan-Malang Toll Road uses land excavation channel with the largest dimensions of 2,0 m

x 1,0 m with slope 2:1 for channels with land slopes of less than 1%, excavation channel with a pair of river stones with the largest dimensions 1,4 m x 0,7 m with slope 2:1 for channels that have a slope of 1-2%, trapezoidal channel with a pair of river stones with the largest dimensions 0,8 m x 0,8 m with slope 1:1 for channels that have a slope of 2-3%, square channels using U-ditch with the largest dimensions 0,6 m x 0,8 m for channels with slopes greater than 4%. Furthermore, several complementary structures of drainage system was also included in the plan, such as the median channel uses a circular channel with a diameter of 0,8 meters, slope protecting ditch which has a concrete with a length of 0,2 m x 0,2 m, deck drain pipe using a 0.15 m diameter PVC, and olak pool with a length of 2,6 m. For rivers cut off by toll roads use culverts in the form of box culverts or use bridges with dimensions adjusting the existing cross section capacity.

Kata Kunci : Toll Road Drainage, Drainage Planning, Pandaan-Malang Toll Road.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan judul “Perencanaan Drainase Proyek Jalan Tol Pandaan-Malang STA 0+000 s.d STA 15+000” tepat pada waktunya.

Penulis menyadari bahwa Laporan Tugas Akhir ini tidak akan mampu diselesaikan tanpa arahan, bantuan, bimbingan serta dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua dan keluarga yang tiada henti mendukung dan mendoakan selama ini.
2. Bapak Dr. techn. Umboro Lasminto, S.T., M. Sc., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan serta bimbingannya dalam proses penyusunan Laporan Tugas Akhir ini.
3. Seluruh dosen pengajar di Departemen Teknik Sipil yang telah memberikan ilmu serta bimbingannya selama masa perkuliahan penulis.
4. Teman-teman Departemen Teknik Sipil khususnya angkatan S-58 yang memberikan motivasi dan bantuan selama proses penyusunan Laporan Tugas Akhir ini.

Dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini penulis menyadari bahwa Laporan Tugas Akhir yang penulis buat masih sangat jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan. Akhir kata penulis mengharapkan, semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat.

Surabaya, Mei 2019

Penulis

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah.....	3
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan.....	4
1.5. Manfaat.....	4
BAB II TINJAUAN PUSAKA	5
2.1. Analisa Hujan Wilayah	5
2.2. Analisa Distribusi Frekuensi	6
2.3. Uji Kecocokan Distribusi	11
2.4. Analisa Debit Banjir.....	15
2.4.1. Perhitungan koefisien pengaliran (C).....	15
2.4.2. Perhitungan waktu konsentrasi (tc).....	17
2.4.3. Perhitungan intensitas hujan (I).....	20
2.4.4. Perhitungan debit rencana (Q).....	20

2.5.	Analisa Hidrolika	21
2.5.1.	Kapasitas saluran.....	21
2.5.2.	Perhitungan penampang bentuk persegi.....	23
2.5.3.	Perhitungan penampang bentuk trapesium.....	24
2.5.4.	Perhitungan penampang U-ditch.....	25
2.6.	Perencanaan Bangunan Bantu	27
2.6.1.	Gorong-Gorong	27
2.6.2.	Saluran Median	28
2.6.3.	<i>Deck Drain</i>	28
2.6.4.	Kolam Olak	28
2.7.	Saluran Pembuang.....	29
2.7.1.	Perhitungan debit sungai	29
2.8.	Perhitungan <i>Backwater</i>	31
BAB III METODOLOGI		33
3.1.	Umum.....	33
3.2.	Tahap Persiapan	33
3.2.1.	Studi lapangan.....	33
3.2.2.	Studi literatur.....	33
3.3.	Pengumpulan Data	33
3.3.1.	Data hidrologi.....	34
3.3.2.	Data peta.....	34
3.3.3.	Data hidrolika.....	34
3.4.	Analisa Data dan Perhitungan	34
3.4.1.	Analisa hidrologi.....	34
3.4.2.	Analisa hidrolika	35

3.5.	Kontrol Kapasitas Saluran Drainase.....	35
3.6.	Kontrol Kapasitas Saluran Pembuang.....	35
3.7.	Kesimpulan.....	35
BAB IV PEMBAHASAN		39
4.1.	Analisa Data Curah Hujan.....	39
4.2.	Analisa Distribusi Frekuensi	43
4.2.1.	Analisa distribusi E.J Gumbel.....	43
4.2.2.	Analisa distribusi Log Pearson tipe III.....	45
4.2.3.	Pemilihan jenis metode distribusi	47
4.3.	Uji Kecocokan Distribusi	48
4.3.1.	Uji Chi-Kuadrat.....	48
4.3.2.	Uji Kolmogrof-Smirnov	51
4.4.	Perhitungan Hujan Rencana Periode Ulang	52
4.5.	Analisa Debit Banjir Rencana (Q).....	54
4.5.1.	Perhitungan koefisien pengaliran (C).....	54
4.5.2.	Perhitungan waktu konsentrasi (tc)	61
4.5.3.	Perhitungan intensitas hujan (I).....	84
4.5.4.	Perhitungan debit hidrologi (Q)	91
4.6.	Analisa Hidrolika	98
4.6.1.	Perencanaan Dimensi Saluran	98
4.6.2.	Elevasi Saluran	105
4.7.	Evaluasi Kondisi Saluran	112
4.8.	Perencanaan Bangunan Bantu	126
4.8.1.	Bangunan persilangan	126
4.8.2.	Saluran median.....	131

4.8.3.	Bangunan pelengkap sistem drainase pada timbunan.....	152
4.8.4.	Perhitungan bangunan pelengkap sistem drainase pada sisi jembatan	156
4.8.5.	Kolam Olak	161
4.9.	Perhitungan Debit pada sungai (Saluran pembuang)	163
4.9.1.	Perhitungan curah hujan efektif jam-jaman	163
4.9.2.	Perhitungan hidrograf satuan	164
4.9.3.	Perhitungan debit banjir (<i>Full bank capacity</i>).....	173
4.9.4.	Elevasi saluran pembuang (Sungai)	176
BAB V PENUTUP		179
5.1.	Kesimpulan.....	179
5.2.	Saran.....	181
DAFTAR PUSTAKA.....		183
LAMPIRAN		185

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Peta Lokasi Perencanaan	1
Gambar 2. 1 Contoh Poligon Thiessen.....	6
Gambar 2. 2 Contoh to pada jalan dengan kemiringan mendatar 18	
Gambar 2. 3 Contoh to pada jalan tidak mendatar	19
Gambar 2. 4 Sket Penampang Persegi.....	24
Gambar 2. 5 Sket Penampang Trapesium	24
Gambar 2. 6 Sket Penampang U-ditch	26
Gambar 2. 7 Sket Aliran dengan Metode <i>Direct Step</i>	31
Gambar 3. 1 Flowchart Pengerjaan Tugas Akhir	38
Gambar 4. 1 Pengaruh Lokasi Stasiun Hujan berdasarkan Metode Polygon Thiessen	40

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Nilai Reduced Variate (Y_{Tr}).....	7
Tabel 2. 2 Nilai Reduced Mean (Y_n)	8
Tabel 2. 3 Nilai Reduced Standard Deviation (S_n)	8
Tabel 2. 4 Nilai K Distribusi Log Pearson Tipe III.....	10
Tabel 2. 5 Pemilihan Jenis Distribusi.....	11
Tabel 2. 6 Nilai Kritis untuk Uji Chi-Kuadrat.....	13
Tabel 2. 7 Nilai Delta Kritis untuk Uji kecocokan Smirnov-Kolmogorof.....	15
Tabel 2. 8 Koefisien Limpasan untuk Metode Rasional	16
Tabel 2. 9 Harga Koefisien Hambatan, n_d	19
Tabel 2. 10 Tipikal Harga Koefisien Kekasaran Manning (n)	22
Tabel 2. 11 Kecepatan Maksimum Aliran.....	23
Tabel 2. 12 Tinggi Jagaan untuk Saluran Pasangan	26
Tabel 4.1 Luas daerah pengaruh stasiun hujan.....	40
Tabel 4.2 Perhitungan Curah Hujan Rata-rata 2006	41
Tabel 4. 3 Rekapitulasi Perhitungan Hujan Harian Untuk Sungai Curah Banyak.....	42
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Analisa Distribusi E.J Gumbel Sungai Curah Banyak.....	44
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Analisa Distribusi Log pearson Tipe III Kali Jambean Bawah.....	46
Tabel 4.6 Penentuan Jenis Metode Distribusi sub DAS Sungai Curah Banyak.....	47
Tabel 4.7 Nilai P dan T	48
Tabel 4.8 Nilai Batas Distribusi sub DAS Sungai Curah Banyak	49
Tabel 4.9 Perhitungan Chi-Kuadrat sub DAS Sungai Curah Banyak.....	50
Tabel 4.10 Hasil Perhitungan Uji Kecocokan Smirnov-Kolmogorof Log Pearson Type III.....	52
Tabel 4.11 Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Sungai Curah Banyak.....	53
Tabel 4.12 Hasil Perhitungan C gabungan Saluran Samping Kanan	55

Tabel 4.13 Hasil Perhitungan C gabungan Saluran Samping Kiri	58
Tabel 4.14 Hasil Perhitungan to Saluran Samping Kanan	64
Tabel 4.15 Hasil Perhitungan to Saluran Samping Kiri	67
Tabel 4.16 Hasil Perhitungan tf Saluran Samping Kanan.....	70
Tabel 4.17 Hasil Perhitungan tf Saluran Samping Kiri.....	74
Tabel 4.18 Hasil Perhitungan tc Saluran Samping Kanan	77
Tabel 4.19 Hasil Perhitungan tc Saluran Samping Kiri	80
Tabel 4.20 Hasil Perhitungan Intensitas Hujan Saluran Samping Kanan	84
Tabel 4.21 Hasil Perhitungan Intensitas Hujan Saluran Samping Kiri	87
Tabel 4.22 Hasil Perhitungan Q hidrologi Saluran Samping Kanan	91
Tabel 4.23 Hasil Perhitungan Q hidrologi Saluran Samping Kiri	94
Tabel 4.24 Hasil Perhitungan Q hidrolika Saluran Samping Kanan	99
Tabel 4.25 Hasil Perhitungan Q hidrolika Saluran Samping Kiri	102
Tabel 4.26 Hasil Perhitungan Elevasi Saluran Samping Kanan	106
Tabel 4.27 Hasil Perhitungan Elevasi Saluran Samping Kiri....	109
Tabel 4.28 Hasil Perbandingan Q hidrologi dengan Q hidrolika Pada Saluran Samping Kanan	112
Tabel 4.29 Hasil Perbandingan Q hidrologi dengan Q hidrolika Pada Saluran Samping Kiri	116
Tabel 4.30 Hasil Perhitungan Evaluasi Elevasi Pada Saluran Miring Kanan	119
Tabel 4.31 Hasil Perhitungan Evaluasi Elevasi Pada Saluran Samping Kiri	122
Tabel 4.32 Hasil Perhitungan Dimensi Gorong-Gorong.....	128
Tabel 4.33 Hasil Perhitungan Kehilangan Energi Pada Saat Air Masuk Gorong-gorong	128
Tabel 4.34 Hasil Perhitungan Kehilangan Energi yang terjadi di sepanjang Gorong-gorong	129

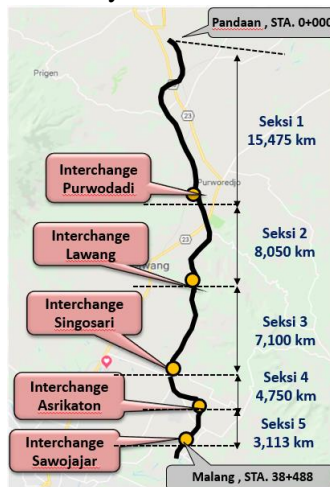
Tabel 4.35 Hasil Perhitungan Kehilangan energi pada saat air keluar dari gorong-gorong.....	129
Tabel 4.36 Hasil Perhitungan Total Kehilangan Energi pada Gorong-Gorong	130
Tabel 4.37 Rekapitulasi Bentang Jembatan.....	131
Tabel 4.38 Hasil Perhitungan to Saluran Median.....	131
Tabel 4.39 Hasil Perhitungan tf Saluran Median	135
Tabel 4.40 Hasil Perhitungan tc Saluran Median	138
Tabel 4.41 Hasil Perhitungan Debit Hidrologi Saluran Median	142
Tabel 4.42 Hasil Perhitungan Debit Hidrolika Saluran Median	145
Tabel 4.43 Hasil Perbandingan Debit Hidrologi dengan Debit Hidrolika Saluran Median	149
Tabel 4.44 Hasil Perhitungan Curah Hujan Jam-jaman Sungai Curah Banyak.....	163
Tabel 4.45 Ordinat Saat Kurva naik $0 \leq t \leq T_p$	164
Tabel 4.46 ordinat saat kurva turun $T_p \leq t \leq (T_p + T_{0,3})$	165
Tabel 4.47 ordinat saat kurva turun $(T_p + T_{0,3}) \leq t \leq (T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3})$	165
Tabel 4.48 ordinat saat kurva turun $t \geq (T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3})$	166
Tabel 4.49 Hasil Perhitungan Hidrograf Terkoreksi	168
Tabel 4.50 Hasil Perhitungan Hidrograf Nakayasu Periode Ulang 50 tahun untuk Sungai Curah Banyak.....	170
Tabel 4.51 Hasil Rekapitulasi Debit Banjir.....	173
Tabel 4.52 Hasil Perhitungan Full Bank Capacity	174
Tabel 4.53 Hasil Perbandingan Kapasitas Saluran Eksisting dengan Debit Rencana 50 tahun.....	175
Tabel 4.54 Elevasi untuk tiap pertemuan Saluran Samping Jalan Tol dengan Sungai.....	176

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kota Malang merupakan sebuah kota yang terletak di Provinsi Jawa Timur, Indonesia, kota terbesar kedua di Jawa Timur setelah Surabaya, dan kota terbesar ke-12 di Indonesia. Kota ini memiliki potensi dalam bidang transportasi, industri, perdagangan dan pariwisata yang cukup tinggi sehingga membutuhkan infrastruktur pendukung. Oleh karena itu direncanakan infrastruktur pendukung berupa pembangunan jalan tol Pandaan – Malang yang merupakan kelanjutan Proyek Jalan Tol yang menghubungkan Kota Surabaya dengan Kota Malang. Proyek Jalan Tol Pandaan – Malang bertujuan untuk mengurangi kepadatan jalan arteri yang menghubungkan ruas jalan Pandaan-Malang, dan juga diharapkan dapat memperlancar transportasi Industri dari Pandaan ke Malang yang terkoneksi langsung ke Surabaya, begitu pula sebaliknya.



Gambar 1. 1 Peta Lokasi Perencanaan
(Sumber : Google Maps)

Proyek Jalan Tol Pandaan – Malang seperti yang dapat dilihat pada gambar 1.1 memiliki jalur yang melintasi 3 (tiga) Wilayah administratif, yaitu kabupaten Pasuruan, Kabupaten Malang, dan Kota Malang. Jalan Tol ini direncanakan akan terhubung dengan jalan nasional yang sudah ada, bermula dari pandaan kemudian mengarah ke selatan, yaitu Purwosari, Purwodadi, Lawang, Singosari, Karangko, dan berakhir di Malang. Pembangunan jalan tol ini rencananya akan memiliki Panjang jalan 38,48 Km dan terbagi menjadi 5 (lima) seksi yaitu seksi I (Pandaan – Purwodadi) dengan jarak 15,4 kilometer, Seksi II (Purwodadi – Lawang) dengan jarak 8 kilometer, Seksi III (Lawang – Singosari) dengan jarak 7,1 kilometer, Seksi IV (Singosari – Asrikaton) dengan jarak 4,7 kilometer, Seksi V (Asrikaton – Sawojajar) dengan jarak 3,1 kilometer. Dalam penulisan ini yang ditinjau adalah perencanaan sistem drainase pada sta 0+000 – 15+000 saja.

Pada perencanaan sistem drainase Jalan Tol Pandaan – Malang harus mampu melayani air limpasan hujan yang terjadi di permukaan jalan tol dan Kawasan-kawasan sekitar jalan tol yang membebani saluran – saluran drainase yang akan direncanakan. Pada perencanaan sistem drainase akan berkaitan erat dengan *alignment vertical – horizontal* jalan, *site plan* jalan, superelevasi jalan dan elevasi permukaan jalan. Tujuannya adalah untuk mengalirkan limpasan air yang terjadi di permukaan jalan secara gravitasi dan dibuang melalui saluran drainase yang telah ada atau yang belum ada menuju saluran pembuangan akhir.

Oleh karena itu perlu direncanakan suatu sistem drainase yang mampu melayani air limpasan hujan yang terjadi di permukaan jalan tol, sehingga air limpasan tidak menggenangi daerah sekitar dan langsung masuk ke saluran-saluran drainase yang ada.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana sistem aliran dan analisa pembuangan akhir pada jalan tol Pandaan-Malang STA. 0+000 s.d 15+000?
2. Berapa besar debit banjir rencana pada saluran drainase dan bangunan-bangunan persilangan akibat pembangunan jalan tol Pandaan-Malang STA. 0+000 s.d 15+000?
3. Berapa besar dimensi penampang saluran drainase serta bangunan-bangunan persilangan pada sistem drainase jalan tol Pandaan-Malang STA. 0+000 s.d 15+000?
4. Berapa kebutuhan tinggi elevasi saluran drainase agar tidak terjadi *backwater* dari sungai?

1.3. Batasan Masalah

Untuk menghindari adanya penyimpangan pembahasan dalam tugas akhir ini maka dibuatlah suatu batasan dalam perencanaannya. Adapun batasan-batasan masalah yang dipakai dalam tugas akhir ini antara lain :

1. Studi ini hanya meninjau perencanaan sistem drainase di Kawasan proyek Pembangunan Jalan Tol Pandaan-Malang (Sta. 0+000 s.d Sta. 15+000) di wilayah Pandaan-Purwodadi dan mengacu pada perencanaan jalan yang telah ada.
2. Debit yang ditinjau hanyalah dari air hujan saja.
3. Daerah tangkapan hujan (catchment area) yang ditinjau hanya pada Kawasan yang air limpasannya kemungkinan akan membebani saluran drainase jalan tol.
4. Tidak memperhitungkan biaya pembangunan sistem drainase.
5. Tidak menghitung drainase pada exit jalan tol.

1.4. Tujuan

Dengan rumusan masalah tersebut, maka tujuan yang diharapkan tercapai adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui sistem aliran dan analisa pembuangan akhir pada jalan tol Pandaan-Malang STA. 0+000 s.d 15+000.
2. Menghitung debit banjir rencana pada saluran drainase dan bangunan-bangunan persilangan akibat pembangunan jalan tol Pandaan-Malang STA. 0+000 s.d 15+000.
3. Menghitung dimensi penampang saluran drainase serta bangunan-bangunan persilangan pada sistem drainase jalan tol Pandaan-Malang STA. 0+000 s.d 15+000.
4. Menghitung kebutuhan tinggi elevasi saluran drainase agar tidak terjadi *backwater* dari sungai.

1.5. Manfaat

Apabila sistem drainase yang direncanakan dibangun maka air limpasan yang terjadi dipermukaan jalan kawasan Proyek Pembangunan Jalan Tol Pandaan-Malang Seksi I tidak akan tergenang dan dapat dibuang langsung ke saluran-saluran drainase menuju saluran akhir.

BAB II

TINJAUAN PUSAKA

2.1. Analisa Hujan Wilayah

Perhitungan analisis hidrologi sering diperlukan untuk menentukan hujan rerata pada daerah yang terdapat lebih dari satu stasiun pengukuran yang ditempatkan secara terpencar dan hujan yang tercatat di masing-masing stasiun dapat tidak sama. Ada tiga cara untuk menentukan curah hujan rata-rata yaitu Metode Aritmatik, Metode Poligon Thiessen, dan Metode Isohyet. Dari ketiga metode tersebut hanya dua cara pertama yang paling sering digunakan di Indonesia karena kesederhanaannya yaitu Metode Aritmatik dan Metode Poligon Thiessen, selain itu cara ketiga yaitu Metode Isohyet merupakan cara rasional yang terbaik jika garis-garis isohyet dapat digambar dengan teliti. Akan tetapi jika titik-titik pengamatan itu banyak dan variasi curah hujan di daerah yang bersangkutan besar, maka pada pembuatan peta isohyet ini akan terdapat kesalahan pribadi (*individual error*) oleh pembuat peta.

Metode yang digunakan pada tugas akhir ini adalah metode Poligon Thiessen. Perhitungan hujan rata-rata Metode Poligon Thiessen dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1. Mengambil peta lokasi stasiun hujan di suatu DAS
2. Menghubungkan garis antar stasiun satu dan lainnya dengan garis terputus hingga membentuk segitiga-segitiga
3. Membuat garis berat kedua garis, yaitu garis yang membagi dua sama persis dan tegak lurus garis
4. Menghubungkan ketiga garis berat dari segi tiga sehingga membuat titik berat akan membentuk poligon mengelilingi tiap stasiun. Ilustrasi Poligon Thiessen dapat dilihat Gambar 2.1.
5. Luas tiap poligon diukur dan kemudian dikalikan dengan kedalaman hujan di stasiun yang berada di dalam poligon.

6. Jumlah dari hitungan pada nomor 5 untuk semua stasiun dibagi dengan luas daerah yang ditinjau menghasilkan hujan rata-rata pada suatu daerah aliran sungai dapat dirumuskan:

$$R = R_1W_1 + R_2W_2 + R_3W_3 \dots + R_nW_n \dots\dots\dots(2.1)$$

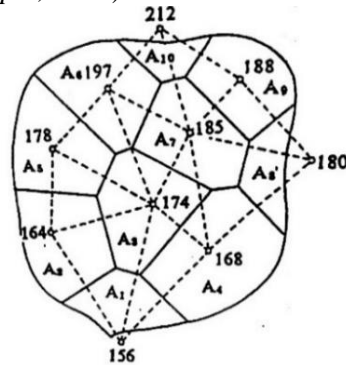
Dimana :

R = curah hujan rata-rata (mm)

$R_1, R_2, R_3, \dots, R_n$ = curah hujan masing-masing stasiun (mm)

$W_1, W_2, W_3, \dots, W_n$ = factor bobot yang mewakili masing-masing stasiun hujan (%).

(Sumber : Suripin, 2004)



Gambar 2. 1 Contoh Poligon Thiessen
(Sumber : Wesli, 2008)

2.2. Analisa Distribusi Frekuensi

Analisis frekuensi data hidrologi bertujuan untuk mencari hubungan dari besarnya kejadian ekstrim (curah hujan maksimum harian) terhadap frekuensi kejadian dengan menggunakan distribusi probabilitas. Pada tugas akhir ini digunakan beberapa metode untuk memperkirakan curah hujan dengan periode ulang tertentu, yaitu :

1. Metode Distribusi Gumbel

Untuk distribusi Gumbel, perhitungan curah hujan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$X_T = \bar{X} + KxS \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :

\bar{X} = Nilai rata-rata hitung variant

S = Deviasi standar nilai variant

Nilai K (faktor probabilitas) untuk harga-harga ekstrim

Gumbel dapat dinyatakan dalam persamaan:

$$K = \frac{Y_{Tr}-Y_n}{S_n} \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan:

Y_{Tr} = *reduced variate* (Tabel 2.1)

Y_n = *reduced mean* yang tergantung jumlah sampel atau data n (Tabel 2.2)

S_n = *reduced standard deviation* yang tergantung pada jumlah sampel atau data n (Tabel 2.3)

Nilai *Reduced Variate* (YTr) dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2. 1 Nilai *Reduced Variate* (YTr)

Periode Ulang (tahun)	Reduced Variate
2	0,3668
5	1,5004
10	2,2510
20	2,9709
25	3,1993
50	3,9028
75	4,3117
100	4,6012
200	5,2969
250	5,5206
500	6,2149
1000	6,9087
5000	8,5188
10000	9,2121

(Sumber : Suripin, 2004)

Tabel Nilai *Reduced Mean* (Y_n) dapat dilihat pada Tabel 2.2

Tabel 2. 2 Nilai *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	0,5309	0,5320	0,5332	0,5343	0,5353
30	0,5362	0,5371	0,5380	0,5388	0,5396	0,5403	0,5410	0,5418	0,5424	0,5430
40	0,5463	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	0,5608	0,5610	0,5611

(Sumber : Suripin, 2004)

Tabel Nilai *Reduced Standard Deviation* (S_n) dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2. 3 Nilai *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	1,1285	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	1,1623	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	1,1994	1,2001
90	1,2007	1,2013	1,2020	1,2026	1,2032	1,2038	1,2044	1,2049	1,2055	1,2060
100	1,2065	1,2069	1,2073	1,2077	1,2081	1,2081	1,2087	1,2090	1,2093	1,2096

(Sumber : Suripin, 2004)

2. Metode Distribusi Log Pearson III

Dalam distribusi Log Pearson Tipe III, langkah-langkah pengerjaannya sama dengan distribusi normal namun data X diubah ke dalam bentuk logaritmik $Y = \text{Log } X$. Jika variabel

acak $Y = \log X$ terdistribusi secara normal, maka X dikatakan mengikuti distribusi Log Normal (Suripin, 2004).

Langkah-langkah perhitungan Distribusi Log Pearson Tipe III sebagai berikut :

1. Mengurutkan data-data curah hujan (X) mulai dari harga yang terbesar hingga terkecil

2. Menghitung nilai rata rata curah hujan

$$Y = \log X = \frac{\sum \log x}{n} \dots\dots\dots (2.4)$$

3. Menghitung kuadrat dari selisih curah hujan dengan curah hujan rata-rata dengan rumus :

$$(y - \bar{Y}^2) \dots\dots\dots (2.5)$$

4. Menghitung harga standar deviasi data hujan

$$\overline{S \log X} = \sqrt{\frac{\sum (y - \bar{y}^2)}{n-1}} \dots\dots\dots (2.6)$$

5. Menghitung nilai koefisien variasi data hujan

$$Cv = \frac{\overline{S \log X}}{y} \dots\dots\dots (2.7)$$

6. Menghitung nilai koefisien kemencengan (Cs)

$$Cs = \frac{n}{(n-1)(n-2)S^3} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^3 \dots\dots\dots (2.8)$$

7. Menghitung nilai koefisien ketajaman (Ck)

$$Ck = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^4 \dots\dots\dots (2.9)$$

8. Menghitung hujan rencana

$$Y_T = \bar{Y} + K_T x S \dots\dots\dots (2.10)$$

Dimana:

Y_T = Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T-tahunan,

\bar{Y} = Nilai rata-rata hitung variant,

S = Deviasi standar nilai variant,

K_T = Faktor frekuensi

9. Menentukan anti log dari Y_T

Untuk Nilai K_T Distribusi Log Pearson Tipe III dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2. 4 Nilai K Distribusi Log Pearson Tipe III

Koef, G (Cs)	Interval Kejadian (<i>Recurrence interval</i>), tahun (<i>periode ulang</i>)							
	1,0101	1,2500	2	5	10	25	50	100
	Persentase peluang terlampaui (<i>Percent chance of being exceeded</i>)							
	99	80	50	20	10	4	2	1
3.0	-0.667	-0.636	-0.396	0.420	1.180	2.278	3.152	4.051
2.8	-0.714	-0.666	-0.384	0.460	1.210	2.275	3.114	3.973
2.6	-0.769	-0.696	-0.368	0.499	1.238	2.267	3.071	3.889
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	2.912	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	0.842	1.282	1.751	2.054	2.326
-0.2	-2.472	-0.830	0.033	0.850	1.258	1.680	1.945	2.178
-0.4	-2.615	-0.816	0.066	0.855	1.231	1.606	1.834	2.029
-0.6	-2.755	-0.800	0.099	0.857	1.200	1.528	1.720	1.880
-0.8	-2.891	-0.780	0.132	0.856	1.166	1.448	1.606	1.733
-1.0	-3.022	-0.758	0.164	0.852	1.128	1.366	1.492	1.588
-1.2	-2.149	-0.732	0.195	0.844	1.086	1.282	1.379	1.449
-1.4	-2.271	-0.705	0.225	0.832	1.041	1.198	1.270	1.318
-1.6	-2.388	-0.675	0.254	0.817	0.994	1.116	1.166	1.197
-1.8	-3.499	-0.643	0.282	0.799	0.945	1.035	1.069	1.087
-2.0	-3.605	-0.609	0.307	0.777	0.895	0.959	0.980	0.990
-2.2	-3.705	-0.574	0.330	0.752	0.844	0.888	0.900	0.905
-2.4	-3.800	-0.537	0.351	0.725	0.795	0.823	0.830	0.832
-2.6	-3.889	-0.490	0.368	0.696	0.747	0.764	0.768	0.769
-2.8	-3.973	-0.469	0.384	0.666	0.702	0.712	0.714	0.714
-3.0	-7.051	-0.420	0.396	0.636	0.666	0.666	0.666	0.667

(Sumber : Suripin, 2004)

Sifat dari masing-masing parameter statistik dapat ditinjau dari besar nilai koefisien kemencengan (C_s) dan koefisien ketajaman (C_k) yang sesuai dengan syarat masing-masing distribusi. Adapun pemilihan jenis distribusi sesuai Tabel 2.5.

Tabel 2. 5 Pemilihan Jenis Distribusi

No	Distribusi Teoritis	Parameter Statistik Teoritis
1	Normal	$C_s = 0$ $C_k = 3$
2	Log Normal	$C_s = C_v^3 + 3 C_v$ $C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$
3	Gumbel	$C_s = 1.14$ $C_k = 5.40$
4	Log Pearson III	C_s dan C_k Bebas

(Sumber : Triatmodjo, 2008)

Dari perhitungan metode-metode tersebut, diambil kesimpulan dari metode distribusi yang memenuhi syarat sifat distribusi.

2.3. Uji Kecocokan Distribusi

Diperlukan uji parameter untuk menguji kecocokan (*the goodness of fittest 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 (*Chi square*) dan Smirnov – Kolmogorov. (Suripin, 2004)

1. Uji Chi Kuadrat

Metode ini bertujuan menentukan apakah persamaan distribusi peluang yang dipilih telah mewakili dari distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Uji Chi Kuadrat ini menggunakan parameter χ^2 , parameter tersebut dapat dihitung dengan rumus :

$$X_h^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \dots\dots\dots (2.11)$$

Jumlah sub kelompok dihitung dengan rumus:

$$K = 1 + 3,322 \log(n) \dots\dots\dots (2.12)$$

Derajat kebebasan dk dihitung dengan persamaan:

$$Dk = G - R - 1 \dots\dots\dots (2.13)$$

Peluang dihitung dengan persamaan:

$$P = \frac{m}{(n+1)} \dots\dots\dots (2.14)$$

$$T = \frac{1}{P} \dots\dots\dots (2.15)$$

Dimana :

χ_h^2 = parameter chi-kuadrat terhitung

K = jumlah sub – kelompok/group

O_i = jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok ke-i

E_i = jumlah nilai teoritis pada sub kelompok ke-i

Dk = derajat kebebasan

R = konstanta (R=2 untuk distribusi normal dan binomial serta R=1 untuk distribusi poisson)

P = peluang

n = jumlah data (lama pengamatan)

m = peringkat / nomor ranking

T = tahun

Langkah pengujian Chi-Kuadrat sebagai berikut :

1. Mengurutkan data pengamatan dari yang besar ke kecil atau sebaliknya.
2. Mengelompokkan data menjadi G sub grup, tiap-tiap sub grup minimal 4 data pengamatan.
3. Menjumlahkan data pengamatan sebesar O_i (jumlah nilai pengamatan) tiap-tiap grup.
4. Menjumlahkan data dari persamaan distribusi yang digunakan sebesar E_i
5. Tiap-tiap sub grup hitung nilai :

$$(O_i - E_i)^2 \text{ dan } \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \dots\dots\dots (2.16)$$

6. Menjumlahkan seluruh G sub group nilai $\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$ untuk menentukan nilai chi-kuadrat hitung.

7. Menentukan derajat kebebasan $dk = G - R - 1$ (nilai $R = 2$, untuk distribusi normal dan binomial, dan nilai $R = 1$, untuk (*distribusi poisson*). Tabel derajat kebebasan dapat dilihat pada Tabel 2.11.

Interpretasi hasilnya adalah :

1. Apabila peluang lebih dari 5%, maka persamaan distribusi teoritis yang digunakan dapat diterima.
2. Apabila peluang lebih kecil 1%, maka persamaan distribusi teoritis yang digunakan tidak dapat diterima.
3. Apabila peluang berada diantara 1-5% adalah tidak mungkin mengambil keputusan, misal perlu tambah data.

(*Sumber : Suripin, 2004*)

Agar distribusi frekuensi yang terpilih diterima, maka harga $\chi_h^2 < \chi^2$. Harga χ^2 dapat diperoleh dengan menentukan taraf signifikansi α dengan derajat kebebasan (*level of significant*).

Tabel derajat kebebasan dapat dilihat pada Tabel 2.6.

Tabel 2. 6 Nilai Kritis untuk Uji Chi-Kuadrat

dk	α derajat kepercayaan							
	0,995	0,99	0,975	0,95	0,05	0,025	0,01	0,005
1	0,00000393	0,00016	0,00098	0,0039	3,841	5,024	6,635	7,879
2	0,01	0,0201	0,0506	0,103	5,991	7,278	9,21	10,597
3	0,00717	0,115	0,216	0,352	7,815	9,348	11,345	12,838
4	0,207	0,297	0,484	0,711	9,488	11,143	13,277	14,86
5	0,412	0,554	0,831	1,145	11,07	12,832	15,086	16,75
6	0,676	0,872	1,237	1,635	12,592	14,449	16,812	18,548
7	0,989	1,239	1,69	2,167	14,067	16,013	18,475	20,278
8	1,344	1,646	2,18	2,733	15,507	17,535	20,09	21,955
9	1,735	2,088	2,7	3,325	16,919	19,023	21,666	23,589
10	2,156	2,558	3,247	3,94	18,307	20,483	23,209	25,188
11	2,603	3,053	3,816	4,575	19,675	21,92	24,725	26,757
12	3,074	3,571	4,404	5, 226	21,026	23,337	26,217	28,3
13	3,565	4,107	5,009	5,892	22,362	24,736	27,688	29,819

14	4,075	4,66	5,629	6,571	23,685	26,119	29,141	31,319
15	4,601	5,229	6,262	7,261	24,996	27,488	30,578	32,801
16	5,142	5,812	6,908	7,962	26,296	28,845	32	34,267
17	5,697	6,408	7,564	8,672	27,587	30,191	33,409	35,718
18	6,265	7,015	8,231	9,39	28,869	31,526	34,805	37,156
19	6,844	7,633	8,907	10,117	30,144	32,852	36,191	38,582
20	7,434	8,26	9,591	10,851	31,41	34,17	37,566	39,997
21	8,034	8,897	10,283	11,591	32,671	35,479	38,932	41,401
22	8,643	9,542	10,982	12,338	33,924	36,781	40,289	42,796
23	9,26	10,196	11,689	13,091	36,172	38,076	41,638	44,181
24	9,886	10,856	12,401	13,848	36,415	39,364	42,98	45,558
25	10,52	11,524	13,12	14,611	37,652	40,646	44,314	46,928
26	11,16	12,198	13,844	15,379	38,885	41,923	45,642	48,29
27	11,808	12,879	14,573	16,151	40,113	43,194	46,963	49,645
28	12,461	13,565	15,308	16,928	41,337	44,461	48,278	50,993
29	13,212	14,256	16,047	17,708	42,557	45,722	49,588	52,336
30	13,787	14,953	16,791	18,493	43,773	46,979	50,892	53,672

(Sumber : Suripin,2004)

2. Uji Smirnov-Kolmogorof

Uji kecocokan ini disebut juga sebagai uji kecocokan non parameter, karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu. Adapun langkah pengujiannya sebagai berikut :

Rumus yang dipakai (Soewarno, 1995)

$$\alpha = \frac{\rho_{max}}{P(x)} = \frac{P(x_i)}{\Delta_{cr}} \dots\dots\dots (2.17)$$

1. Urutkan dari besar ke kecil atau sebaliknya dan tentukan besarnya nilai masing-masing peluang dari hasil penggambaran grafis data (persamaan distribusinya)

$$X_1 \quad P'(X_1)$$

$$X_2 \quad P'(X_2)$$

$$\begin{array}{ll} X_m & P'(X_m) \\ X_n & P'(X_n) \end{array}$$

2. Berdasarkan tabel nilai kritis (Smirnov-Kolmogorof test) tentukan harga D_0 (seperti ditunjukkan pada Tabel 2.7)

Tabel 2. 7 Nilai Delta Kritis untuk Uji kecocokan Smirnov-Kolmogorof

Jumlah Data (n)	Derajat Kepercayaan			
	0.2	0.1	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	0.3	0.34	0.4
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	0.2	0.23	0.27
40	0.17	0.19	0.21	0.25
45	0.16	0.19	0.2	0.24
50	0.15	0.19	0.19	0.23
n > 50	1.07/m	1.22/m	1.36/m	1.63/m

(Sumber : soewarno, 1995)

2.4. Analisa Debit Banjir

Besarnya debit banjir yang mungkin terjadi pada periode tertentu dapat direncanakan dengan menghitung tinggi hujan rencana dengan periode ulang tertentu.

2.4.1. Perhitungan koefisien pengaliran (C)

Koefisien limpasan atau pengaliran adalah variabel untuk menentukan besarnya limpasan permukaan tersebut dimana penentuannya didasarkan pada kondisi daerah pengaliran dan karakteristik hujan yang jatuh didaerah tersebut. Faktor utama

yang mempengaruhi C adalah laju infiltrasi tanah atau prosentase lahan kedap air, kemiringan lahan, tanaman penutup tanah, dan intensitas hujan. Permukaan kedap air, seperti perkerasan aspal dan atap bangunan, akan menghasilkan aliran hampir 100% setelah permukaan menjadi basah, seberapa pun kemiringannya.

Harga C untuk berbagai tipe tanah dan penggunaan lahan di sajikan dalam Tabel 2.8.

Tabel 2. 8 Koefisien Limpasan untuk Metode Rasional

No.	Deskripsi Lahan / Karakter Permukaan	Koefisien Aliran C
1	Bussines	
	Perkotaan	0,70 – 0,95
	Pinggiran	0,50 – 0,70
2	Perumahan	
	Rumah Tunggal	0,30 – 0,50
	Multiunit, terpisah	0,40 – 0,60
	Multiunit, tergabung	0,60 – 0,75
	Perkampung	0,25 – 0,40
3	Apartemen	0,50 – 0,70
	Industri	
	Ringan	0,50 – 0,80
4	Berat	0,60 – 0,70
	Perkerasan	
	Aspal dan beton	0,50 – 0,80
5	Batu bata, paving	0,60 – 0,90
	Atap	0,75 – 0,95
	6	Halaman, tanah berpasir
Datar 2%		0,50- 0,10
Rata – rata 2-7%		0,10 – 0,15
7	Curam 7%	0,15 – 0,20
	Halaman, tanah berpasir	
	Datar 2%	0,13 – 0,17
	Rata – rata 2-7%	0,18 – 0,22

	Curam 7%	0,25 – 0,35
8	Halaman kereta api	0,10 – 0,35
9	Taman tempat bermain	0,20 – 0,35
10	Taman, perkuburan	0,10 – 0,25
11	Hutan	
	Datar 2%	0,10 – 0,40
	Rata – rata 2-7%	0,25 – 0,50
	Curam 7%	0,30 – 0,60

(Sumber : Suripin, 2004)

Apabila DAS terdiri dari lebih satu jenis lahan dengan koefisien aliran permukaan yang berbeda, maka koefisien C yang digunakan adalah C gabungan yang dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$C_{gabungan} = \frac{\sum_{i=1}^n C_i \cdot A_i}{\sum_{i=1}^n A_i} \dots\dots\dots (2.18)$$

Dimana :

A_i = luas lahan dengan jenis penutup tanah i

C_i = koefisien aliran permukaan jenis penutup tanah i

n = jumlah jenis penutup lahan

(Sumber : Suripin, 2004)

Harga C untuk persawahan, kolam dan tambak diambil sama dengan 1, karena dianggap sudah dalam keadaan jenuh air dan tidak dapat menerima resapan lagi.

2.4.2. Perhitungan waktu konsentrasi (t_c)

Waktu konsentrasi (t_c) adalah waktu yang diperlukan oleh titik air untuk mengalir dari tempat hidrolis terjauh di daerah alirannya ke suatu titik yang ditinjau (*inlet*), dengan seluruh aliran memberikan kontribusi aliran di titik tersebut.

Perhitungan waktu konsentrasi menggunakan rumus berikut ini:

$$t_c = t_o + t_f \text{ (menit)} \dots\dots\dots (2.19)$$

Dimana:

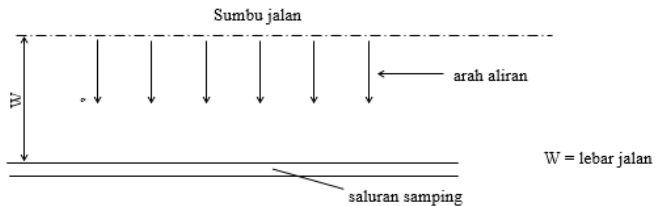
t_o = *inlet time*, waktu yang diperlukan air hujan mengalir dipermukaan tanah dari titik terjauh ke saluran terdekat

(menit).

t_f = *conduit time*, waktu yang diperlukan untuk mengalir di sepanjang saluran (menit)

1. Perhitungan t_0

- a. Beberapa faktor yang mempengaruhi besarnya t_0 :
 - intensitas hujan
 - jarak aliran
 - kemiringan medan
- b. Perumusan yang umum untuk menghitung t_0
 - Untuk jalan dengan kemiringan mendatar $g = 0$ dan kemiringan melintang $s \neq 0$



Gambar 2. 2 Contoh t_0 pada jalan dengan kemiringan mendatar

(Sumber : Sofia, 2006)

Perhitungan t_0 dengan menggunakan dengan Rumus Kerby (1959)

$$t_0 = 1,44 \times \left(n_d \times \frac{l}{\sqrt{s}} \right)^{0,467} \text{ menit} \dots\dots\dots (2.20)$$

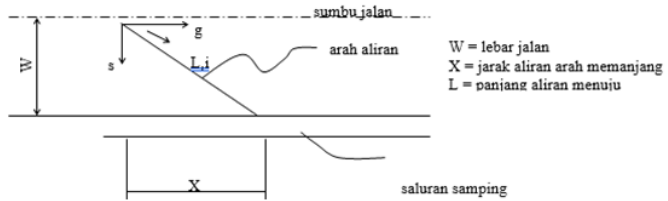
Dimana:

L = panjang antara titik terjauh aliran dan inlet (m)

n_d = koefisien setara koefisien kekasaran
(dapat dilihat di Tabel 2.9)

s = kemiringan lahan

- Untuk jalan dengan kemiringan tidak mendatar $g \neq 0$ dan kemiringan melintang $s \neq 0$



Gambar 2. 3 Contoh to pada jalan tidak mendatar

(Sumber : Sofia, 2006)

Perhitungan to dengan menggunakan dengan Rumus Kerby (1959)

$$t_o = 1,44 \times \left(n_d \times \frac{l}{\sqrt{s}} \right)^{0,467} \text{ menit} \dots\dots\dots (2.21)$$

Dimana:

L = panjang antara titik terjauh aliran dan inlet (m)

n_d = koefisien setara koefisien kekasaran
(dapat dilihat di Tabel 2.9)

s = kemiringan lahan

Tabel 2. 9 Harga Koefisien Hambatan, n_d

Jenis Permukaan	n_d
Lapisan semen dan aspal beton	0.013
Permukaan licin dan kedap air	0.02
Permukaan licin dan kokoh	0.10
Tanah dengan rumput tipis dan gundul dengan permukaan sedikit kasar	0.20
Padang rumput dan rerumputan	0.40
Hutan gundul	0.60
Hutan rimbum dan hutan gundul rapat dengan hampan rumput jarang sampai rapat	0.80

(Sumber: Sofia, 2006)

Untuk keperluan perhitungan drainase permukaan, harga n_d untuk penutup permukaan yang tidak tercantum pada tabel di atas, dianalogikan dengan harga-harga pada tabel tersebut.

2. Perhitungan t_f

$$t_f = \frac{Ls}{60 V} \dots\dots\dots (2.22)$$

Dimana :

t_f = waktu konsentrasi di saluran (menit)

L_s = panjang lintasan aliran di dalam saluran/sungai (m)

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

2.4.3. Perhitungan intensitas hujan (I)

Dalam tugas akhir ini rumus yang digunakan adalah rumus Mononobe karena data yang tersedia adalah data curah hujan harian maksimum tiap tahun. Besarnya intensitas curah hujan berbeda-beda, yang disebabkan oleh lamanya curah hujan atau frekuensi kejadiannya.

Waktu (t) yaitu lamanya hujan, diambil sama dengan waktu konsentrasi (t_c) dari daerah aliran, dengan pengertian pada saat itu seluruh daerah aliran memberikan kontribusi aliran di titik tersebut. Dengan demikian curah hujan rencana adalah hujan yang mempunyai durasi sama dengan waktu konsentrasi. Berikut adalah rumus Mononobe:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3} \dots\dots\dots (2.23)$$

Dimana :

I = intensitas curah hujan (mm/jam)

R_{24} = tinggi hujan maksimum dalam 24 jam (mm)

t = waktu konsentrasi / lama hujan (jam)

2.4.4. Perhitungan debit rencana (Q)

Debit rencana merupakan debit maksimum dari saluran drainase yang dialirkan. Debit rencana digunakan untuk mencegah adanya genangan. Jika air hujan jatuh dengan jumlah per satuan waktu yang tetap pada suatu permukaan kedap air, maka laju limpasan dari permukaan tanah akan sama dengan laju curah hujan.

Debit banjir rencana dapat dihitung dengan rumus rasioanal. Berikut adalah rumus rasioanal:

$$Q = \frac{1}{3,6} \cdot C \cdot I \cdot A \dots\dots\dots(2.24)$$

Dimana :

- Q = debit banjir (m³/detik)
- C = koefisien pengaliran
- I = intensitas hujan (mm/jam)
- A = luas daerah yang ditinjau (km²)

2.5. Analisa Hidrolika

Analisis hidrolika sangat diperlukan untuk merencanakan dimensi saluran drainase yang dapat menampung limpasan. Kapasitas saluran sebagai debit maksimum yang mampu dilewatkan oleh setiap penampang saluran digunakan sebagai acuan untuk menyatakan angka debit yang direncanakan tersebut mampu untuk ditampung oleh saluran pada kondisi eksisting tanpa terjadi peluapan air sehingga apabila terjadi banjir, yang dapat dijadikan alternatif adalah perencanaan ulang dimensi saluran eksisting. Perencanaan dimensi saluran ini dilakukan dengan menggunakan perumusan hidrolika seperti dijelaskan dibawah ini.

2.5.1. Kapasitas saluran

Perhitungan ini didasarkan pada debit yang harus ditampung oleh saluran ($Q_{\text{hidrolika}}$ dalam m³/detik) lebih besar atau sama dengan debit rencana yang diakibatkan oleh hujan rencana ($Q_{\text{hidrologi}}$ dalam m³/detik). Kondisi demikian dapat dirumuskan dalam persamaan berikut:

- $Q_{\text{hidrolika}} \geq Q_{\text{hidrologi}}$ = penampang mampu menampung debit yang masuk (air tidak meluber).....(2.25)

- $Q_{\text{hidrologi}} \geq Q_{\text{hidrolika}}$ = penampang tidak mampu menampung debit yang masuk (air meluber)(2.26)

Perhitungan debit (Q) dapat diperoleh menggunakan rumus :

$$Q = V \times A \dots\dots\dots(2.27)$$

Dimana:

A = luas penampang saluran (m^2)

V = kecepatan rata-rata aliran di dalam saluran (m/detik)

Kecepatan rata-rata aliran di dalam saluran, dapat dihitung dengan menggunakan rumus Manning sebagai berikut:

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} S^{1/2} \dots\dots\dots (2.28)$$

Dimana :

V = kecepatan disaluran (m/detik)

n = koefisien kekasaran (Tabel 2.17)

R = jari-jari hidrolis (m)

S = kemiringan saluran

$$R = \frac{A}{P} \dots\dots\dots (2.29)$$

Dimana :

A = luas penampang saluran (m^2)

R = jari-jari hidrolis (m)

P = kelling basah saluran (m)

Untuk nilai tipikal harga koefisien kekasaran manning (n) terlampir pada Tabel 2.10.

Tabel 2. 10 Tipikal Harga Koefisien Kekasaran Manning (n)

Material Saluran	Manning n
<i>Saluran tanpa pasangan</i>	
Tanah	0.020-0.025
Pasir dan kerikil	0.025-0.040
Dasar saluran batuan	0.025-0.035
<i>Saluran dengan pasangan</i>	0.015-0.017
Semen mortar	0.011-0.015
<i>Beton</i>	
Pasangan batu adukan basah	0.022-0.026
Pasangan batu adukan kering	0.018-0.022
<i>Saluran pipa</i>	0.011-0.015
Pipa beton sentrifugal	0.011-0.015
Pipa beton	

Pipa beton bergelombang	0.011-0.015
Liner plates	0.013-0.017
<i>Saluran terbuka</i>	
Saluran dengan plengsengan	
a. Aspal	0.013-0.017
b. Pasangan bata	0.012-0.018
c. Beton	0.011-0.020
d. Riprap	0.020-0.035

(Sumber : Sofia,2006)

Kecepatan minimum yang disarankan:

- Saluran tanah kecil = 0.40 m/detik
- Saluran tanah sedang s/d besar = 0.60-0.90 m/detik
- Pipa = 0.60-0.75 m/detik

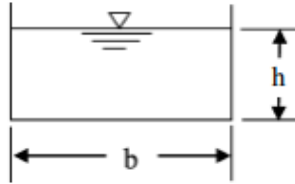
Kecepatan maksimum yang disarankan dapat dilihat pada Tabel 2.11.

Tabel 2. 11 Kecepatan Maksimum Aliran

Jenis Material	Kecepatan Ijin, Vij (m/detik)
Pasir halus	0.45
Lempung kepasiran	0.50
Lanau aluvia	0.60
Kerikil halus	0.75
Lempung kokoh	0.75
Kerikil kasar	1.10
Batu bata besar	1.20
Pasangan batu	1.50
Beton	1.50
Beton bertulang	1.50

(Sumber: Departemen Pekerjaan Umum, 2006)

2.5.2. Perhitungan penampang bentuk persegi



Gambar 2. 4 Sket Penampang Persegi
(Sumber : Sharfina, 2018)

Sehingga untuk menghitung kapasitas saluran nantinya, perlu menggunakan rumus :

$$A = b \times h \dots\dots\dots (2.30)$$

$$P = b + (2 \times h) \dots\dots\dots (2.31)$$

Jari-jari hidraulik R :

$$R = \frac{A}{P} \dots\dots\dots (2.32)$$

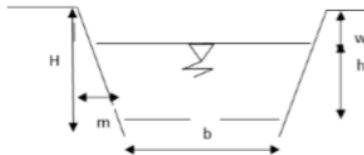
$$R = \frac{b \times h}{b + 2h} \dots\dots\dots (2.33)$$

Dimana :

- b = lebar saluran (m)
- h = tinggi muka air (m)
- A = luas penampang saluran (m²)
- R = jari-jari hidrolis (m)
- P = keliling basah saluran (m)

(Sumber : Sofia, 2006)

2.5.3. Perhitungan penampang bentuk trapesium



Gambar 2. 5 Sket Penampang Trapesium
(Sumber : Permata, 2017)

Sehingga untuk menghitung kapasitas saluran nantinya, perlu menggunakan rumus :

$$A = (b + m \cdot h)h \dots\dots\dots (2.34)$$

$$P = b + 2h\sqrt{1 + m^2} \dots\dots\dots (2.35)$$

Jari-jari hidraulik R :

$$R = \frac{A}{P} \dots\dots\dots (2.36)$$

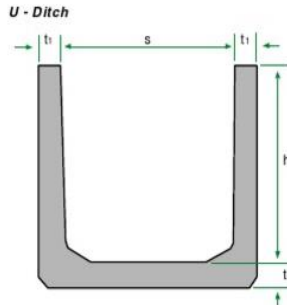
Dimana :

- b = lebar saluran (m)
- h = tinggi muka air (m)
- A = luas penampang saluran (m²)
- R = jari-jari hidrolis (m)
- P = keliling basah saluran (m)

(Sumber : Sofia, 2006)

2.5.4. Perhitungan penampang U-ditch

Kelebihan menggunakan U-ditch pada saluran adalah U-ditch dibuat dari beton pracetak bertulang mutu mulai f_c' 30,33 MPa (K350) atau mutu lebih tinggi, yang artinya memiliki *life time* lebih tahan lama, proses pekerjaan proyek saluran menjadi lebih cepat sehingga menekan biaya dan dapat meminimalisir gangguan pada masyarakat, pemanfaatannya di lapangan lebih cepat karena pada hari pemasangan, saluran beton *precast* ini sudah dapat dilalui air sehingga jika kapasitas saluran eksisting masih luber, jika kapasitas saluran eksisting tidak mampu menampung debit limpasan air hujan, dalam tugas akhir ini direncanakan perbaikan saluran menggunakan U-ditch. Sket Penampang U-ditch dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2. 6 Sket Penampang U-ditch
(Sumber : Brosur Pipe & Precast Indonesia)

Rumus yang diperlukan dalam menghitung kapasitas saluran U-ditch seperti sub bab 2.5.2.

Tinggi jagaan (w) diperlukan agar tidak terjadi luapan (*over topping*). Tinggi jagaan pada perencanaan dimensi saluran bukan untuk penambahan debit namun untuk memberikan ruang bebas dia atas muka air maksimum, hal ini dibutuhkan sewaktu-waktu jika terjadi :

- Gelombang angin
- Terjadinya aliran balik loncatan air
- Sedimentasi ataupun peningkatan koefisien kekasaran
- Kesalahan operasi bangunan air di saluran

Besarnya tinggi jagaan dapat dilihat pada Tabel 2.12.

Tabel 2. 12 Tinggi Jagaan untuk Saluran Pasangan

No.	Jenis Saluran	Tinggi Jagaan (m)
1	Saluran tersier	0,10-0,20
2	Saluran sekunder	0,20-0,40
3	Saluran primer	0,40-0,60
4	Sungai-sungai	1,00

(Sumber: Sofia, 2006)

2.6. Perencanaan Bangunan Bantu

Bangunan silang adalah bangunan yang membawa air buangan atau air hujan dari saluran atas ke saluran bawah melalui suatu hambatan alam misalnya sungai, jalan, buit dan sekitarnya.

2.6.1. Gorong-Gorong

Gorong-gorong merupakan bangunan yang ditempatkan melintang jalan yang berfungsi untuk mengalirkan air melawati jalan raya, jalan kereta api atau timbunan lainnya. Dalam perencanaan jalan, penempatan dan penentuan jumlah gorong-gorong harus diperhatikan terhadap fungsi dan medan pada lokasi penempatan.

Untuk menentukan dimensi gorong-gorong dapat digunakan rumus sebagai berikut :

$$A = \frac{Q}{V} \dots\dots\dots(2.37)$$

Dimana :

A = Luas Penampang (m²)

Q = Debit (m³/s)

V = Kecepatan Aliran (m/s)

Kehilangan energi pada gorong-gorong adalah sebagai berikut :

Kehilangan energi pada saat air masuk gorong-gorong

$$\Delta Hm = \epsilon m x \frac{(v_1 - v_0)^2}{2 x g} \dots\dots\dots(2.38)$$

Kehilangan energi yang terjadi di sepanjang gorong-gorong

$$\Delta Hf = \frac{v_1^2 x L}{c^2 x R} \dots\dots\dots(2.39)$$

Kehilangan energi pada saat air keluar dari gorong-gorong

$$\Delta Hf = \epsilon k x \frac{(v_2 - v_1)^2}{2 x g} \dots\dots\dots(2.40)$$

2.6.2. Saluran Median

Saluran median (*separator*) ditempatkan pada daerah super elevasi. Bentuk saluran dapat didesain sebagai saluran terbuka atau gorong-gorong. Penyesuaian terhadap kondisi yang diinginkan akan membentuk berbagai alternative desain. Konsep hidrolika yang digunakan sama dengan konsep perencanaan saluran samping.

Terjunan (*chut way*) digunakan jika elevasi outlet gorong-gorong mempunyai selisih elevasi yang besar terhadap dasar saluran (terutama pada daerah timbunan), konstruksi terjunan bersifat dan dianalisis sama dengan konsep saluran diperkeras (*lined ditch*).

2.6.3. Deck Drain

Deck drain adalah komponen drainase yang berfungsi untuk menyalurkan air dari permukaan ke saluran pembuang. *Deck drain* biasanya digunakan pada saluran drainase jembatan dan jalan tol. *Deck drain* terbuat dari material besi cor dengan proses pengecoran logam. Bentuknya berupa kotak pada bagian atas dan pipa pada bagian bawah.

2.6.4. Kolam Olak

Sebelum saluran drainase samping jalan tol membuang aliran air ke saluran pembuang, maka aliran dengan kecepatan yang tinggi dalam kondisi super kritis tersebut harus diperlambat dan dirubah pada kondisi aliran sub kritis. Dengan demikian, kandungan energi dengan daya penggerus sangat kuat yang timbul dalam aliran tersebut harus direduksi hingga mencapai tingkat yang normal kembali, sehingga aliran tersebut kembali kedalam saluran pembuang tanpa membahayakan kestabilan alur saluran pembuang yang bersangkutan.

Guna mereduksi energi yang terdapat didalam aliran tersebut, maka diujung hilir saluran dibuat suatu bangunan yang disebut peredam energi pencegah gerusan atau kolam olak.

2.7. Saluran Pembuang

Sistem aliran pada drainase jalan tol Pandaan-Malang direncanakan untuk mengalirkan debit pada saluran drainase maupun bangunan-bangunan persilangan menuju saluran pembuangan yang dilewati oleh jalan tol Pandaan-Malang. Oleh karena itu perlu dilakukan analisa dengan membandingkan kapasitas saluran pembuangan dengan debit rencana saluran drainase. Apabila saluran pembuangan tersebut lebih besar daripada debit rencana saluran drainase, maka saluran tersebut dikatakan aman. Tetapi apabila saluran pembuangan tersebut lebih kecil daripada debit rencana maka pada saluran drainase tersebut terjadi banjir.

2.7.1. Perhitungan debit sungai

Untuk perhitungan debit sungai rencana dapat dicari menggunakan metode hidrograf satuan sintetik Nakayasu. Untuk menganalisa debit banjir rancangan, terlebih dahulu harus dibuat hidrograf banjir pada sungai yang bersangkutan. Parameter yang mempengaruhi unit hidrograf adalah :

1. Tenggang waktu dari permulaan hujan sampai penurunan hidrograf (*time to peak magnitude*)
2. Tenggang waktu dari titik berat sampai titik pusat hidrograf (*time log*)
3. Tenggang waktu hidrograf (*time base og hydrograph*)
4. Luas daerah pengaliran
5. Panjang alur sungai terpanjang (*length of longest channel*)
6. Koefisien pengaliran (*run-off coefficient*)

Rumus dari Hidrograf Satuan Nakayasu adalah sebagai berikut :

$$Q = \frac{A \times R_o}{3,6 (0,3 \times T_p \times T_{0,3})} \dots\dots\dots(2.41)$$

Dimana :

Qp = Debit Puncak Banjir (m³/detik)

Ro = Hujan satuan (mm)

Tp = Tenggang waktu dari permulaan sampai puncak banjir

T_{0,3} = waktu yang diperlukan oleh penurunan debit puncak sampai 30% dari debit puncak (jam)

A = Luas daerah pengaliran sampai outlet (km²)

C = Koefisien pengaliran

Untuk menentukan Tp dan T_{0,3} digunakan pendekatan rumus sebagai berikut :

$$T_p = t_g + 0,8 T_r \dots\dots\dots(2.42)$$

$$T_{0,3} = \alpha \times t_g \dots\dots\dots(2.43)$$

Hujan efektif yang menyebabkan terjadi limpasan permukaan dihitung sebagai berikut :

$$T_r = 0,5 t_g \text{ sampai } 0,8 t_g \dots\dots\dots(2.44)$$

Dimana :

t_g = time lag yaitu waktu antara hujan sampai debit puncak banjir (jam). Dengan ketentuan sebagai berikut :

- Sungai dengan Panjang alur L > 15 Km
 $t_g = 0,4 + 0,058 L \dots\dots\dots(2.45)$

- Sungai dengan Panjang alur L < 15 Km
 $t_g = 0,21 + L^{0,7} \dots\dots\dots(2.46)$

Tr = satuan waktu hujan (jam)

α = Parameter hidrograf untuk,

α = 2 ; pada daerah pengaliran biasa

α = 1,5 ; pada bagian naik hidrograf lambat dan turun cepat

α = 3 ; pada bagian naik hidrograf cepat, turun lambat

Persamaan yang digunakan dalam Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu adalah sebagai berikut :

- Pada Saat Kurva Naik

$$0 \leq t \leq T_p$$

$$Qt = Qmax. \left[\frac{t}{T_p} \right]^{2,4} \dots\dots\dots(2.47)$$

- Pada Saat Kurva Turun

$$T_p \leq t \leq (T_p + T_{0,3})$$

$$Qt = Qmax. 0,3 \left[\frac{t-T_p}{T_p} \right]^{2,4} \dots\dots\dots(2.48)$$

$$(T_p + T_{0,3}) \leq t \leq (T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3})$$

$$Qt = Qmax. 0,3 \left[\frac{t-T_p+0,5T_{0,3}}{1,5T_{0,3}} \right]^{2,4} \dots\dots\dots(2.49)$$

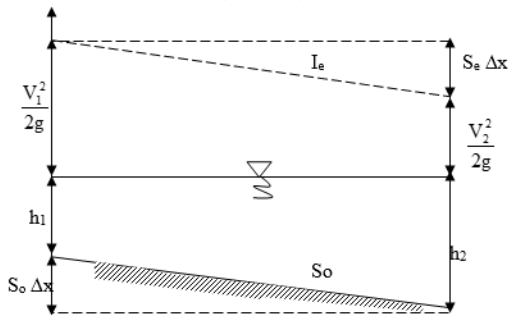
$$t \geq (T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3})$$

$$Qt = Qmax. 0,3 \left[\frac{t-T_p+1,5T_{0,3}}{2T_{0,3}} \right]^{2,4} \dots\dots\dots(2.50)$$

2.8. Perhitungan Backwater

Analisa *backwater* diperlukan untuk mengecek antara elevasi saluran drainase dan saluran pembuang. Elevasi saluran drainase harus lebih tinggi daripada saluran pembuang agar tidak terjadi *backwater* dari saluran pembuang, tetapi perbedaan elevasi tidak boleh terlalu tinggi dikarenakan berdampak pada batas kecepatan dan debit yang harus dipenuhi.

Metode yang dipakai untuk *backwater* (air balik) adalah dengan metode *direct step* (tahapan langsung) dimana perhitungan dimulai dari hilir (muara).



Gambar 2. 7 Sket Aliran dengan Metode *Direct Step*

(Sumber : Sofia, 2006)

Perumusan metode direct step adalah sebagai berikut :

$$S_o \cdot \Delta x + h_1 + \frac{V_1^2}{2g} = 0 + h_2 + \frac{V_2^2}{2g} + S_e \cdot \Delta x \dots\dots\dots (2.51)$$

$$S_o \Delta x + E_1 = E_2 + S_e \cdot \Delta x \dots\dots\dots (2.52)$$

$$\Delta x = \frac{E_2 - E_1}{S_o - \overline{S}_{ert}} \dots\dots\dots (2.53)$$

Dimana :

S_o = Kemiringan dasar saluran

S_e = Kemiringan energi = $\frac{v^2 n^2}{R^{4/3}}$

S_{ert} = $\frac{S_{e1} S_{e2}}{2}$

E = Energi spesifik = $h + \frac{v^2}{2g}$

Δx = Jarak (m)

$\sum \Delta x$ = Jarak pengaruh *Backwater*

BAB III METODOLOGI

3.1. Umum

Metodologi merupakan sekumpulan dari peraturan, kegiatan atau prosedur yang disusun untuk mempermudah pelaksanaan tugas akhir dan bertujuan untuk menyelesaikan permasalahan sesuai dengan tujuan tugas akhir yang telah ditetapkan dalam penerapan disiplin ilmu.

3.2. Tahap Persiapan

3.2.1. Studi lapangan

Studi lapangan merupakan peninjauan secara langsung lokasi, dilakukan dengan meninjau kondisi lapangan serta mengumpulkan data-data berupa penyelidikan saluran-saluran pembuangan sekitar lokasi Proyek Pembangunan Jalan Tol Pandaan-Malang seksi I. Studi lapangan dilakukan untuk menghindari adanya perbedaan data yang didapat dengan kondisi lapangan, sehingga dapat memperkecil kesalahan analisis terhadap permasalahan yang terjadi di lapangan.

3.2.2. Studi literatur

Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan informasi mengenai perencanaan drainase sehingga mempermudah dalam pengumpulan data, analisis data maupun dalam penyusunan hasil perencanaan. Studi literatur dapat berasal dari jurnal, buku perkuliahan, dan buku-buku penunjang lainnya.

3.3. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk membantu jalannya studi ini. Data yang dimaksud disini adalah data-data sekunder yang didapat dari instansi terkait, serta literatur sebagai berikut.

3.3.1. Data hidrologi

Data hidrologi berupa data curah hujan stasiun yang berpengaruh. Data curah hujan ini diperlukan untuk menghitung curah hujan rencana dengan periode ulang dan dinyatakan dalam mm.

3.3.2. Data peta

Data peta terdiri dari :

- Peta Topografi
Peta topografi digunakan untuk mengetahui kontur lokasi guna mencari arah aliran eksisting dari elevasi kontur.
- *Layout* Kawasan
Digunakan untuk menentukan besarnya catchment area yang masuk ke masing-masing saluran drainase, serta menentukan jaringan drainase dikawasan jalan tol Pandaan-Malang.

3.3.3. Data hidrolika

Data hidrolika berupa jaringan drainase saluran dan dimensi penampang saluran eksisting lokasi studi.

3.4. Analisa Data dan Perhitungan

Setelah data-data yang diperlukan terkumpul, maka dapat dilakukan analisis permasalahan untuk tugas akhir ini. Analisis yang dilakukan meliputi:

3.4.1. Analisa hidrologi

Analisa hidrologi merupakan Analisa yang mengukur besarnya debit air hujan yang akan membebani saluran drainase jalan tol Pandaan-Malang. Dalam hal ini yang masuk dalam analisa hidrologi adalah debit dari badan jalan, timbunan, serta lahan disekitar jalan tol Pandaan-Malang yang dianggap masuk dalam *catchment area* saluran tersebut.

3.4.2. Analisa hidrolika

Perencanaan saluran dalam analisa hidrolika diharapkan mampu menampung debit air hujan dengan periode ulang tertentu dan harus ditambahkan jagaan. Dalam Tugas Akhir ini saluran akan direncanakan menggunakan saluran berbentuk persegi dan trapesium tergantung dengan kondisi dilapangan.

3.5. Kontrol Kapasitas Saluran Drainase

Untuk menghindari genangan pada badan jalan dan lokasi sekitar yang masuk *catchment area* saluran drainase jalan tol Pandaan-Malang, maka perencanaan kapasitas saluran harus lebih besar atau sama dengan debit banjir rencana. Jika kapasitas saluran lebih kecil dari pada debit banjir rencana, maka harus dilakukan perencanaan ulang terhadap saluran rencana.

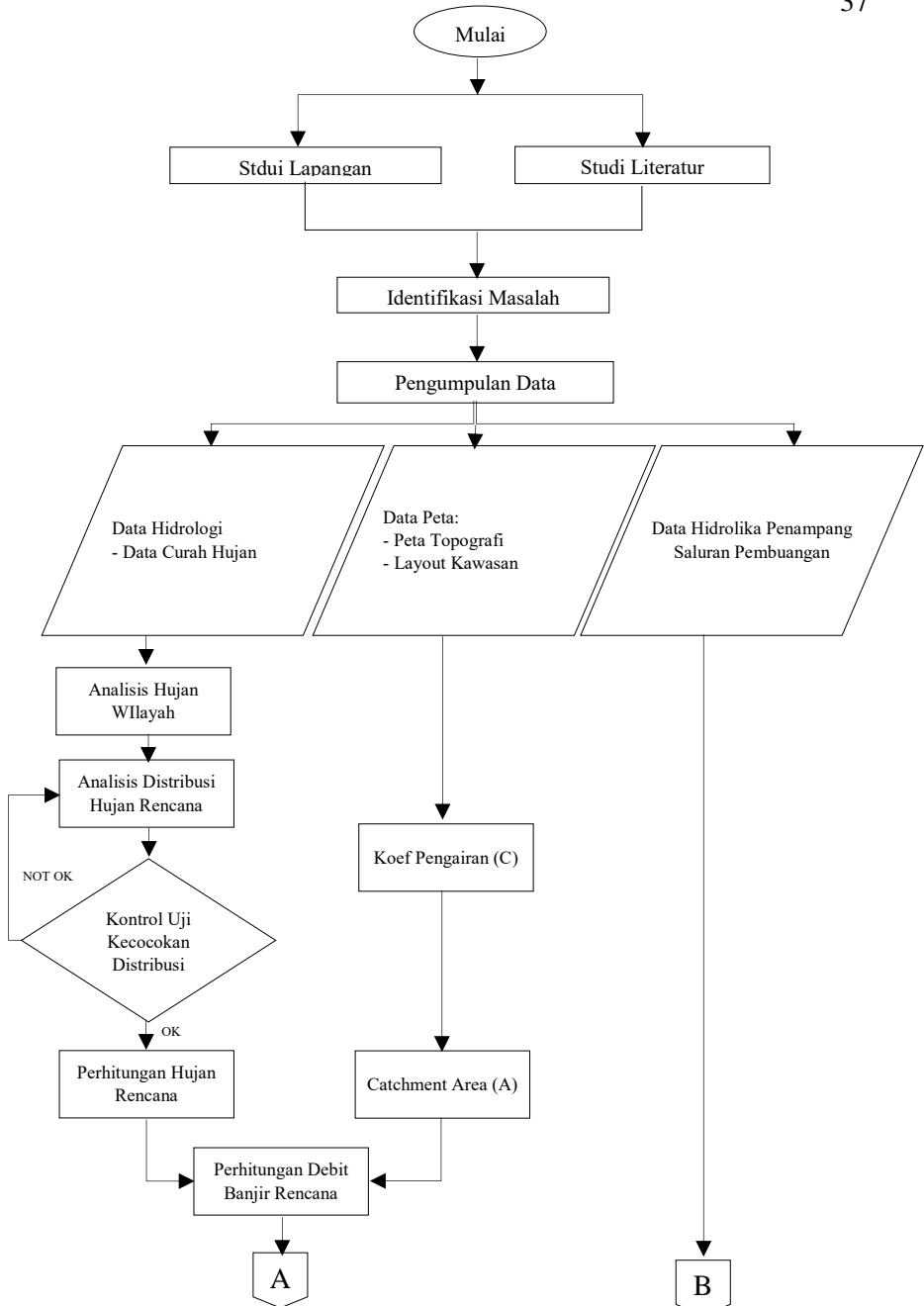
3.6. Kontrol Kapasitas Saluran Pembuang

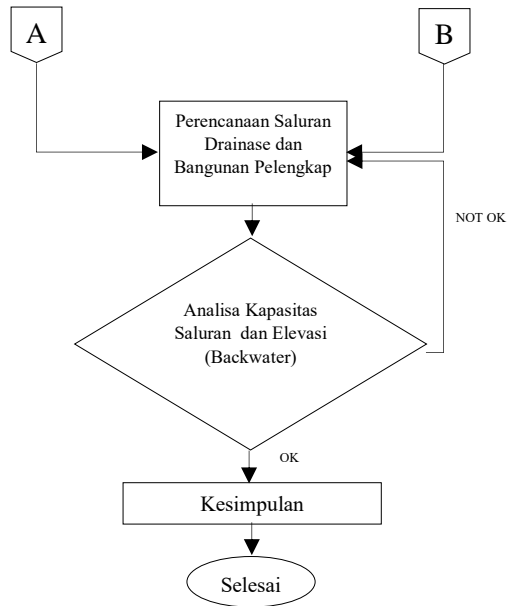
Apabila saluran pembuang atau sungai mempunyai elevasi muka air banjir lebih tinggi dari pada elevasi muka air pada saluran rencana, maka akan terjadi *backwater*. Untuk mengantisipasi hal tersebut, dapat direncanakan pintu air pada hilir saluran drainase agar air yang ada pada saluran pembuang tidak masuk ke saluran rencana dan dimensi saluran rencana diperbesar agar saluran rencana dapat dimanfaatkan sebagai *long storage*.

3.7. Kesimpulan

Berupa hasil dari analisis data yang bertujuan untuk mendapatkan dimensi saluran drainase jalan tol Pandaan-Malang yang sesuai dengan debit banjir rencana serta sistem pengalirannya, debit yang dialirkan ke saluran pembuang tidak akan membebani saluran pembuang melebihi kapasitasnya serta tidak terjadi *backwater* dari saluran pembuang pada saluran drainase jalan.

Untuk mempermudah pengerjaan tugas akhir ini, maka perlu dibuat diagram alir. Tahapan pengerjaan tugas akhir ini ditunjukkan pada gambar 3.1.





Gambar 3. 1 Flowchart Pengerjaan Tugas Akhir

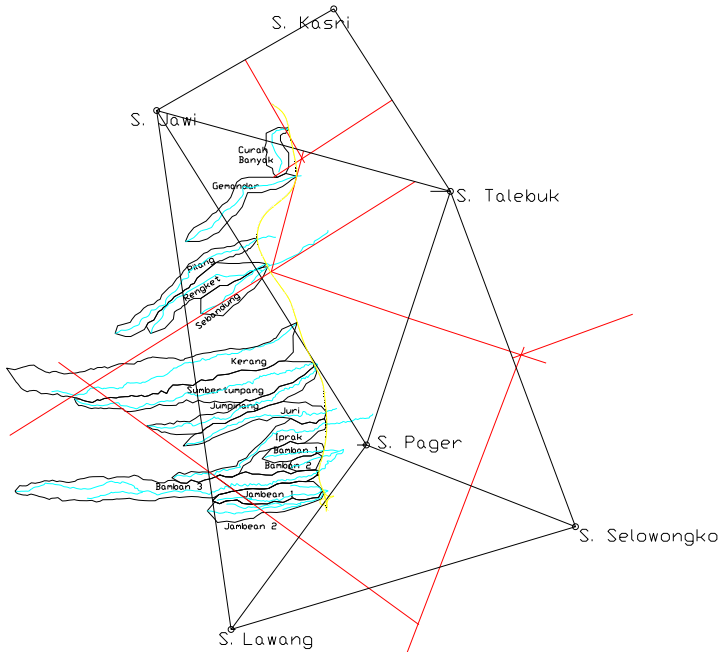
BAB IV PEMBAHASAN

4.1. Analisa Data Curah Hujan

Data curah hujan yang dipakai adalah data yang berasal dari stasiun hujan Jawi, stasiun hujan Kasri, stasiun hujan Talebuk, stasiun hujan Pager, stasiun hujan Lawang, dan stasiun hujan Selowongko. Data hujan yang dipakai adalah data hujan harian yang berasal dari tahun 2006-2015. Namun berdasarkan luas DAS kebutuhan stasiun hujan pada tiap sungai dan daerah aliran secara keseluruhan pada saluran drainase jalan tol ini berbeda-beda.

Pada sungai curah banyak dipengaruhi oleh stasiun hujan Jawi dan Kasri, Sungai Betiting, Gemandar, Pilang, Rengket dan Sebandung dipengaruhi oleh Stasiun hujan Jawi; Sungai Kerang dipengaruhi oleh Stasiun hujan Jawi, Lawang dan Pager; Sungai Sumber tumpang, Jambean dan Bamban 1 dipengaruhi oleh Stasiun hujan Lawang dan Pager; Sungai Jumpinang, Iprak, Bamban 2 dan Bamban 3 dipengaruhi oleh Stasiun hujan Pager; untuk drainase jalan pada Sta 0+000 hingga Sta 1+400 dipengaruhi oleh stasiun hujan Kasri; untuk Sta 1+400 hingga 6+480 dipengaruhi oleh stasiun hujan Jawi; untuk Sta 6+480 hingga 15+000 dipengaruhi oleh stasiun hujan Pager.

Dari data hujan yang ada kemudian direkap untuk data curah hujan harian maksimum pada setiap tahunnya. Pada tugas akhir ini, dalam mencari curah hujan rata-rata digunakan Metode *Polygon Thiessen*, seperti pada gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Pengaruh Lokasi Stasiun Hujan berdasarkan Metode Polygon Thiessen

Berdasarkan gambar *Polygon Thiessen*, maka dapat ditentukan koefisien Thiessen pada masing-masing stasiun hujan dan curah hujan harian maksimum. Berikut merupakan contoh perhitungan koefisien Thiessen dan curah hujan rata-rata tahun 2006 pada Sungai Curah Banyak. Stasiun yang mempengaruhi Sungai Curah Banyak adalah stasiun Kasri dan Jawi.

Tabel 4.1 Luas daerah pengaruh stasiun hujan

Nama Sta. Hujan	Luas (Km ²)
Kasri	0.64
Jawi	4.26
Total	4.9

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2019)

Koefisien Thiessen masing-masing stasiun dihitung dengan rumus.

Koefisien Thiessen (W) = $\frac{\text{Luas DAS Stasiun}}{\text{Total Luas DAS}}$ sehingga didapatkan

$$W1 (\text{Sta. Kasri}) = 0,13$$

$$W2 (\text{Sta. Jawi}) = 0,87$$

Berikut contoh perhitungan curah hujan rata-rata pada tanggal 1 januari 2006.

$$R = W1.R1 + W2.R2$$

$$R = 0,13 \times 15 + 0,87 \times 44$$

$$R = 40,21 \text{ mm}$$

Tabel 4.2 Perhitungan Curah Hujan Rata-rata 2006

Tanggal	JANUARI 2006				
	KASRI		JAWI		R
	W1	0.13	W2	0.87	
	R1	R1.W1	R2	R2.W2	mm
1	15	1.96	44	38.25	40.21
2	46	6.01	26	22.60	28.61
3	67	8.75	23	20.00	28.75
4	68	8.88	69	59.99	68.87
5	5	0.65	3	2.61	3.26
6	0	0.00	0	0.00	0.00
7	7	0.91	10	8.69	9.61
8	20	2.61	10	8.69	11.31
9	87	11.36	70	60.86	72.22
10	5	0.65	32	27.82	28.47
11	0	0.00	0	0.00	0.00
12	0	0.00	2	1.74	1.74
13	17	2.22	18	15.65	17.87
14	0	0.00	24	20.87	20.87
15	13	1.70	20	17.39	19.09

16	22	2.87	27	23.47	26.35
17	84	10.97	83	72.16	83.13
18	10	1.31	15	13.04	14.35
19	0	0.00	0	0.00	0.00
20	3	0.39	7	6.09	6.48
21	0	0.00	0	0.00	0.00
22	5	0.65	15	13.04	13.69
23	0	0.00	2	1.74	1.74
24	0	0.00	52	45.21	45.21
25	35	4.57	22	19.13	23.70
26	2	0.26	8	6.96	7.22
27	5	0.65	32	27.82	28.47
28	15	1.96	7	6.09	8.04
29	0	0.00	0	0.00	0.00
30	0	0.00	0	0.00	0.00
31	48	6.27	95	82.59	88.86
				R max	88.86

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2019)

Setiap bulan pada tahun 2006 sampai 2015 dihitung rata-rata dan hujan maksimal setiap bulannya. Sehingga, didapatkan hujan maksimum tahunan seperti pada tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Rekapitulasi Perhitungan Hujan Harian Untuk Sungai Curah Banyak

No	Tahun	Total R Max (mm)
1	2006	114.34
2	2007	102.99
3	2008	111.70
4	2009	111.94
5	2010	176.73

6	2011	88.25
7	2012	138.64
8	2013	149.99
9	2014	149.99
10	2015	84.13

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2019)

Untuk perhitungan Sta 1+400 hingga Sta 6+480, Sta 6+480 hingga Sta 15+000 dan sub DAS Sungai yang lainnya dapat dilihat pada lampiran.

4.2. Analisa Distribusi Frekuensi

Data curah hujan harian maksimum harus diolah secara statistik untuk mendapatkan parameter dari masing-masing jenis distribusi.

4.2.1. Analisa distribusi E.J Gumbel

Untuk mengetahui jenis distribusi yang dapat digunakan maka tahap penentuan parameter statistik ini perlu dianalisa. Perhitungan parameter statistik untuk data hujan rata-rata pada sub DAS Sungai Curah Banyak dapat dilihat sebagai berikut :

1. Nilai Rata-rata

$$\bar{X} = \frac{\sum Rx}{n}$$

$$\bar{X} = \frac{1228,71}{10}$$

$$X = 122,871$$

2. Deviasi Standard

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

$$Sd = \sqrt{\frac{8032,147}{10-1}}$$

$$Sd = 27,874$$

3. Cs (Koefisien Kemencengan)

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

$$C_s = \frac{10}{(10-1)(10-2) \times 27,874^3} \times 89245,535$$

$$C_s = 0,465$$

4. Ck (Koefisien Kurtosis)

$$C_k = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)Sd^4} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4$$

$$C_k = \frac{10^2}{(10-1)(10-2)(10-3) \times 27,874^4} \times 13439522,5$$

$$C_k = 3,35$$

5. Cv (Koefisien Variasi)

$$Cv = \frac{Sd}{\bar{X}}$$

$$Cv = \frac{27,874}{122,871}$$

$$Cv = 0,243$$

Perhitungan diatas dapat dilihat lebih jelas pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Analisa Distribusi E.J Gumbel
Sungai Curah Banyak

No	Tahun	R Max (X)	\ddot{X}	(X - \ddot{X})	(X - \ddot{X}) ²	(X - \ddot{X}) ³	(X - \ddot{X}) ⁴
		(mm)	(mm)				
1	2010	176.73	122.871	53.860	2900.900	156242.452	8415218.489
2	2014	149.99	122.871	27.121	735.561	19949.310	541049.717
3	2013	149.99	122.871	27.121	735.561	19949.310	541049.717
4	2012	138.64	122.871	15.766	248.571	3918.995	61787.352
5	2006	114.34	122.871	-8.532	72.792	-621.051	5298.710
6	2009	111.94	122.871	-10.928	119.416	-1304.947	14260.141
7	2008	111.70	122.871	-11.169	124.737	-1393.134	15559.316
8	2007	102.99	122.871	-19.879	395.166	-7855.411	156155.943
9	2011	88.25	122.871	-34.622	1198.657	-41499.478	1436779.677
10	2015	84.13	122.871	-38.740	1500.788	-58140.512	2252363.420
	Σ	1228,71	1228,71		8032.1477	89245.53496	13439522.48

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2019)

Untuk perhitungan Sta 0+000 hingga 1+400, Sta 1+400 hingga Sta 6+480, Sta 6+480 hingga Sta 15+000 dan sub DAS Sungai yang lainnya dapat dilihat pada lampiran.

4.2.2. Analisa distribusi Log Pearson tipe III

Karena salah satu persamaan distribusi ada yang menggunakan fungsi logaritma, sehingga parameter statistik dalam bentuk logaritma juga perlu dihitung. Perhitungan parameter statistik logaritma untuk data hujan rata-rata pada sub DAS Sungai Curah Banyak dapat dilihat sebagai berikut :

1. Nilai Rata-rata

$$Y = \log X = \frac{\sum \log x}{n}$$

$$Y = \log X = \frac{20,780}{10}$$

$$Y = 2,078$$

2. Deviasi standard

$$\overline{S \log X} = \sqrt{\frac{\sum (y - \bar{y})^2}{n - 1}}$$

$$\overline{S \log X} = \sqrt{\frac{0,099}{10 - 1}}$$

$$\overline{S \log X} = 0,105$$

3. Cs (Koefisien Kemencengan)

$$Cs = \frac{n}{(n - 1)(n - 2)S^3} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^3$$

$$Cs = \frac{10}{(10 - 1)(10 - 2) \times 0,105^3} \times 0,0008$$

$$Cs = 0,091$$

4. Ck (Koefisien Kurtosis)

$$C_k = \frac{n^2}{(n - 1)(n - 2)(n - 3)S^4} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^4$$

$$C_k = \frac{10^2}{(10-1)(10-2)(10-3) \times 0,105^4} \times 0,0019$$

$$C_k = 3,094$$

5. Cv (Koefisien Variasi)

$$Cv = \frac{S \log \bar{X}}{y}$$

$$Cv = \frac{0,105}{2,078}$$

$$Cv = 0,051$$

Perhitungan diatas dapat dilihat lebih jelas pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Analisa Distribusi Log pearson Tipe III Kali Jambean Bawah

No	Tahun	Xi	Y =	Log	Log	Log	Log
		mm	Log Xi	(Y- \bar{Y})	(Y- \bar{Y}) ²	(Y- \bar{Y}) ³	(Y- \bar{Y}) ⁴
1	2010	176.73	2.247	0.169	0.029	0.0049	0.00082
2	2014	149.99	2.176	0.098	0.010	0.0009	0.00009
3	2013	149.99	2.176	0.098	0.010	0.0009	0.00009
4	2012	138.64	2.142	0.064	0.004	0.0003	0.00002
5	2006	114.34	2.058	-0.020	0.000	0.0000	0.00000
6	2009	111.94	2.049	-0.029	0.001	0.0000	0.00000
7	2008	111.70	2.048	-0.030	0.001	0.0000	0.00000
8	2007	102.99	2.013	-0.065	0.004	-0.0003	0.00002
9	2011	88.25	1.946	-0.132	0.018	-0.0023	0.00031
10	2015	84.13	1.925	-0.153	0.023	-0.0036	0.00055
Σ		1288,7	20,780		0,099	0,0008	0,00190

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2019)

Untuk perhitungan Sta 0+000 hingga 1+400, Sta 1+400 hingga Sta 6+480, Sta 6+480 hingga Sta 15+000 dan sub DAS Sungai yang lainnya dapat dilihat pada lampiran.

4.2.3. Pemilihan jenis metode distribusi

Berdasarkan parameter-parameter statistik yang sudah dihitung, sehingga didapatkan nilai koefisien kemencengan (C_s), koefisien kurtosis (C_k), dan koefisien variasi (C_v). Dari parameter-parameter tersebut kemudian dapat menentukan metode distribusi yang tepat. Distribusi yang bisa digunakan harus memenuhi syarat yang sudah ditentukan.

Dari hasil perhitungan parameter statistik yang telah dilakukan dan berdasarkan syarat penentuan jenis distribusi diperoleh kesimpulan seperti tabel di bawah ini :

Tabel 4.6 Penentuan Jenis Metode Distribusi sub DAS Sungai Curah Banyak

No	Distribusi Teoritis	Parameter Statistik Teoritis	Hasil Analisis Parameter	Kesimpulan
1	Normal	$C_s = 0$	0,464	Memenuhi
		$C_k = 3$	3,348	
2	Log Normal	$C_s = C_v^3 + 3C_v$ $C_s = 0,164$	0,091	Tidak Memenuhi
		$C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$ $C_k = 3,048$	3,904	
3	Gumbel	$C_s = 1.14$	0,464	Tidak Memenuhi
		$C_k = 5.4$	3,348	
4	Log Pearson III	C_s bebas	0,464	Memenuhi
		C_k bebas	3,348	

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2019)

Untuk perhitungan Sta 0+000 hingga 1+400, Sta 1+400 hingga Sta 6+480, Sta 6+480 hingga Sta 15+000 dan sub DAS sungai yang lainnya dapat dilihat pada lampiran.

Dari tahap perhitungan dapat disimpulkan bahwa dari data curah hujan rata-rata yang ada untuk kemudian menghitung curah hujan rencana dapat dianalisa menggunakan Metode Distribusi Log Pearson Tipe III.

4.3. Uji Kecocokan Distribusi

Pengujian ini berfungsi untuk menentukan apakah persamaan distribusi yang dipilih dapat mewakili dari distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Metode untuk pengujian kecocokan distribusi digunakan 2 metode yaitu, Uji Chi-kuadrat dan Uji kolmogrof-smirnov.

4.3.1. Uji Chi-Kuadrat

Contoh perhitungan Uji Chi-Kuadrat pada sub DAS Sungai Curah Banyak dilakukan dengan tahap seperti berikut :

- Menentukan jumlah kelas (K) dan Interval kelas (G) dengan jumlah data (n) = 10. Untuk menghitung jumlah kelas menggunakan rumus sebagai berikut :

$$K = 1 + 3,322 \log n$$

$$K = 1 + 3,322 \log (10)$$

$$K = 4,322 \approx 5$$

Sedangkan untuk menghitung interval masing-masing kelas dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$G = \frac{n}{k} = \frac{10}{5} = 2$$

- Menentukan peluang untuk masing-masing kelas. Pada tahap sebelumnya sudah dihitung jumlah kelas didasarkan dengan jumlah data yang ada. Dibagi menjadi 5 kelas sehingga interval peluang $P = \frac{1}{k} = \frac{1}{5} = 0,2$. Sedangkan untuk periode ulang $T = \frac{1}{P}$. Sehingga peluang dan periode ulang kelas adalah sebagai berikut.

Tabel 4.7 Nilai P dan T

kelas	P	T
1	0.2	5
2	0.4	2.5
3	0.6	1.67
4	0.8	1.25

5	1	1
---	---	---

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2019)

- Menentukan nilai k
 Nilai k dapat ditentukan dari tabel harga k untuk distribusi log pearson tipe III. Namun karena tidak semua angka tercantum sehingga perlu dilakukan interpolasi untuk mengetahui nilai k. interpolasi dilakukan menggunakan rumus ‘FORECAST’ pada Microsoft Excel. Sehingga untuk nilai $C_s = 0.252$ dengan $T = 5$ tahun didapatkan nilai $K = 0.827$.
- Menghitung nilai X dari persamaan $\log x = \log X_{rt} + k.Slogx$
 Nilai k masing-masing kelas yang sudah diketahui dimasukkan ke dalam persamaan untuk mendapatkan nilai X.
 $\log x = \log X_{rt} + k.Slogx$
 $\log x = 2,089 + 0,827 \times 0,095$
 $\log x = 2,168$
 $x = 147,177 \text{ mm}$
 Nilai tersebut nantinya akan digunakan untuk batas distribusi kelas. Untuk perhitungan kelas yang lain dapat dilihat pada tabel 4.8 berikut.

Tabel 4.8 Nilai Batas Distribusi sub DAS Sungai Curah Banyak

P (%)	C_s	T	K	Log X	X (mm)
0.2	0.252	5.00	0.827	2.168	147.177
0.4	0.252	2.50	0.125	2.101	126.236
0.6	0.252	1.67	-0.724	2.021	104.874
0.8	0.252	1.25	-2.388	1.863	72.898
1	0.252	1.00			

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2019)

- Menghitung jumlah data tiap interval kelas (O_i), yang kemudian diolah menggunakan rumus untuk menghitung

Chi-Kuadrat. Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 4.9 berikut.

Tabel 4.9 Perhitungan Chi-Kuadrat sub DAS Sungai Curah Banyak

No	Nilai batas Sub Group			Jumlah data		$(O_i - E_i)^2$	$(O_i - E_i)^2 / E_i$
				O _i	E _i		
1	P	\geq	147.177	3	2	1	0.5
2	147.177	$\leq P \leq$	126.236	2	2	0	0
3	98.634	$\leq P \leq$	72.999	2	2	0	0
4	72.999	$\leq P \leq$	51.808	3	2	1	0.5
5	P	\leq	51.808	0	2	4	2
Σ				10	10		3

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2019)

- Menghitung derajat kebebasan
 $DK = K - (P+1)$
 $DK = 5 - (2 + 1)$
 $DK = 2$
- Menentukan nilai c^2 kritis
- Untuk nilai $DK = 2$ dan $\alpha = 5\%$, berdasarkan tabel 2.6 didapatkan nilai c^2 kritis adalah 5,991. Nilai c^2 sendiri diperoleh dari hasil penjumlahan dari $\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$ sehingga didapatkan nilai c^2 adalah 3.

Uji chi-kuadrat akan menyatakan metode distribusi yang dipilih memenuhi syarat jika $c^2 < c^2$ kritis. Dari tahap perhitungan diatas pada sub DAS Sungai Curah Banyak dapat disimpulkan bahwa nilai $c^2 < c^2$ kritis karena $3 < 5,991$ sehingga penggunaan metode Log Pearson Tipe III dapat digunakan.

Dari tahap perhitungan pada sub DAS Sungai yang memotong jalan tol, Sta 0+000 hingga Sta 1+400, Sta 1+400 hingga 6+480 dan Sta 6+480 hingga dapat disimpulkan bahwa nilai $c^2 < c^2$ kritis sehingga penggunaan metode Log Pearson Tipe III dapat digunakan.

Untuk perhitungan Uji chi-kuadrat pada Sta 0+000 hingga 1+400, Sta 1+400 hingga Sta 6+480, Sta 6+480 hingga Sta 15+000 dan sub DAS Sungai yang lainnya dapat dilihat pada lampiran.

4.3.2. Uji Kolmogrof-Smirnov

Contoh perhitungan Uji Chi-Kuadrat pada sub DAS Sungai Curah Banyak dilakukan dengan tahap seperti berikut :

- Mengurutkan data hujan dari mulai yang besar ke kecil. Dari data-data tersebut dihitung besarnya peluang masing-masing data, seperti contoh berikut.

$$P(\log X) = \frac{m}{(n+1)}, \text{ dengan } m \text{ adalah peringkat data}$$

$$P(\log X) = \frac{1}{(10+1)} = 0,0909 = 9,09\%$$

- Menentukan nilai peluang pengamatan $P(\text{Log}X <)$

$$P(\log X <) = 1 - P(\log X)$$

$$P(\log X <) = 1 - 0,0909$$

$$P(\log X <) = 0,909$$

- Menentukan nilai $f(t)$

$$f(t) = \frac{\log(X-xrt)}{\text{slog}X}$$

$$f(t) = \frac{2,092-1,962}{0,107}$$

$$f(t) = 1,220$$

- Menentukan besaran peluang teoritis $P'(X)$. untuk mempermudah perhitungan digunakan fungsi "NORMDIST" pada Microsoft Excel yang bertujuan untuk mengembalikan fungsi distribusi normal.
- Menghitung Dmaks.. Rekapitulasi perhitungan untuk sub DAS Sungai Curah Banyak dapat dilihat pada tabel 4.10 berikut.

Tabel 4.10 Hasil Perhitungan Uji Kecocokan Smirnov-Kolmogorof Log Pearson Type III

m	X (mm)	Log X	P(x)	P(xi<)	f(t)	P'(xi<)	D
1	176.73	2.247	0.091	0.909	1.612	0.947	-0.04
2	149.99	2.176	0.182	0.818	0.934	0.825	-0.01
3	149.99	2.176	0.273	0.727	0.934	0.825	-0.10
4	138.64	2.142	0.364	0.636	0.608	0.728	-0.09
5	114.34	2.058	0.455	0.545	-0.189	0.425	0.12
6	111.94	2.049	0.545	0.455	-0.276	0.391	0.06
7	111.70	2.048	0.636	0.364	-0.285	0.388	-0.02
8	102.99	2.013	0.727	0.273	-0.621	0.267	0.01
9	88.25	1.946	0.818	0.182	-1.260	0.104	0.08
10	84.13	1.925	0.909	0.091	-1.457	0.073	0.02
Dmax							0.120

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019)

Berdasarkan tabel 4.10 didapatkan nilai Dmax yaitu 0,120. Untuk memenuhi syarat Uji Smirnov-Kolmogorof $D_{max} < D_o$. D_o didapatkan dari tabel 2.7 Dengan nilai $n = 10$ dan $\alpha = 0,05$ didapatkan $D_o = 0,41$. Dari tahap perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa $D_{max} < D_o$ karena $0,120 < 0,41$. Sehingga penggunaan metode Log Pearson Tipe III dapat digunakan untuk menghitung curah hujan periode ulang tertentu.

Untuk perhitungan Uji Kolmogorof-Smirnov pada Sta 0+000 hingga 1+400, Sta 1+400 hingga Sta 6+480, Sta 6+480 hingga Sta 15+000 dan sub DAS Sungai yang lainnya dapat dilihat pada lampiran.

4.4. Perhitungan Hujan Rencana Periode Ulang

Berdasarkan uji distribusi statistik, untuk menghitung curah hujan rencana dapat menggunakan metode distribusi Log Pearson Tipe III. Berikut ini adalah langkah-langkah beserta contoh

perhitungan untuk menghitung Hujan Rencana 50 tahun pada sub DAS Sungai Curah Banyak.

1. Menentukan parameter statistik logaritma berupa nilai rata-rata ($\text{Log}X_{rt}$), standard deviasi ($\text{Slog}X$) dan koefisien kemencengan (C_s). Parameter-parameter tersebut sudah dihitung pada perhitungan sub bab sebelumnya.

$$\text{Log } \bar{X} = 2.078$$

$$\text{Slog}X = 0.105$$

$$C_s = 0.091$$

2. Menentukan parameter k untuk setiap periode ulang. Nilai k dapat dicari menggunakan Tabel 2.4, yang merupakan tabel karakteristik distribusi Log Pearson Tipe III menghubungkan antara nilai C_s dan periode ulang.
3. Menghitung hujan rencana menggunakan rumus Log Pearson Tipe III. Berikut ini adalah contoh perhitungan hujan rencana untuk periode ulang 5 tahun.

$$\text{Log } x = \text{log}X_{rt} + k \cdot \text{Slog}x$$

$$\text{Log } x = 2.078 + 0.837 \times 0.105$$

$$\text{Log } x = 146.509 \text{ mm}$$

Hasil perhitungan curah hujan rencana dapat ditampilkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.11 Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Sungai Curah Banyak

Periode Ulang (tahun)	Log (X _{rt})	C _s	K	Sd	Log X	X
						(mm)
2	2.078	0.091	-0.016	0.105	2.076	119.226
5	2.078	0.091	0.837	0.105	2.166	146.509
10	2.078	0.091	1.291	0.105	2.214	163.537
20	2.078	0.091	1.618	0.105	2.248	177.008
50	2.078	0.091	2.102	0.105	2.299	198.990

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2019)

Untuk perhitungan hujan rencana pada Smirnov pada Sta 0+000 hingga 1+400, Sta 1+400 hingga Sta 6+480, Sta 6+480 hingga Sta 15+000 dan sub DAS Sungai yang lainnya dapat dilihat pada lampiran.

4.5. Analisa Debit Banjir Rencana (Q)

Debit banjir rencana ialah debit banjir yang digunakan sebagai dasar untuk merencanakan tingkat pengamatan bahaya banjir pada lokasi pengamatan dengan penerapan nilai kemungkinan terjadinya banjir terbesar. Pada perhitungan analisis debit banjir rencana ini menggunakan perhitungan Q dengan periode ulang 10 tahun untuk saluran drainase tepi, 25 tahun untuk gorong-gorong dan 50 tahun untuk sungai kecil.

4.5.1. Perhitungan koefisien pengaliran (C)

Perkiraan limpasan air hujan yang melimpas dari suatu Kawasan disebut koefisien pengaliran. Pada tiap permukaan lahan mempunyai nilai koefisien pengaliran yang berbeda. Karena dalam suatu Kawasan terdiri dari bermacam-macam jenis permukaan dan dengan luas yang berbeda-beda, maka nilai koefisien pengaliran yang dipakai adalah koefisien pengaliran gabungan atau C gabungan. Berikut contoh perhitungan koefisien pengaliran lahan gabungan pada saluran samping kanan S22T.

Data perencanaan :

$$\text{Luas Lahan} = 0,0345 \text{ km}^2$$

$$\text{Luas Jalan} = 0,0003 \text{ km}^2$$

$$\text{Luas Timbunan} = 0,0002 \text{ km}^2$$

$$C \text{ lahan} = 0,6$$

$$C \text{ jalan} = 0,8$$

$$C \text{ timbunan} = 0,7$$

$$C_{\text{gabungan}} = \frac{\sum C \cdot A}{\sum A}$$

$$C_{\text{gabungan}} = \frac{(0,0345 \times 0,6) + (0,0003 \times 0,8) + (0,0002 \times 0,7)}{0,0345 + 0,0003 + 0,0002}$$

$$C_{\text{gabungan}} = 0,60$$

Hasil perhitungan C gabungan selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.12 dan Tabel 4.13.

Tabel 4.12 Hasil Perhitungan C gabungan Saluran Samping Kanan

No	Nama Saluran	Luas total kumulatif			$\Sigma C_i \times A_i$	C gab
		Lahan	Jalan	Timbunan		
1	S1T	0.106	0.0021	0.0024	0.07	0.61
2	S2T	0.104	0.0017	0.0020	0.07	0.60
3	S3T	0.163	0.0031	0.0033	0.10	0.61
4	S4T1	0.051	0.0005	0.0005	0.03	0.60
5	S4T2	0.095	0.0014	0.0013	0.06	0.60
6	S5T	0.086	0.0010	0.0010	0.05	0.60
7	S6T	0.043	0.0003	0.0002	0.03	0.60
8	S7T	0.061	0.0006	0.0007	0.04	0.60
9	S8T	0.053	0.0007	0.0008	0.03	0.60
10	S9T	0.037	0.0015	0.0002	0.02	0.61
11	S10T	0.065	0.0006	0.0004	0.04	0.60
12	S11T	0.124	0.0019	0.0022	0.08	0.60
13	S12T1	0.116	0.0015	0.0014	0.07	0.60
14	S12T2	0.125	0.0022	0.0020	0.08	0.61
15	S13T	0.045	0.0007	0.0008	0.03	0.60
16	S14T	0.078	0.0018	0.0024	0.05	0.61
17	S15T	0.106	0.0009	0.0018	0.07	0.60
18	S16T	0.098	0.0013	0.0011	0.06	0.60
19	S17T	0.124	0.0016	0.0012	0.08	0.60
20	S18T	0.128	0.0028	0.0018	0.08	0.61
21	S19T	0.053	0.0004	0.0002	0.03	0.60
22	S20T	0.076	0.0006	0.0006	0.05	0.60
23	S21T	0.123	0.0021	0.0019	0.08	0.60

No	Nama Saluran	Luas total komulatif			$\Sigma C_i \times A_i$	C gab
		Lahan	Jalan	Timbunan		
24	S22T	0.035	0.0003	0.0002	0.02	0.60
25	S23T	0.042	0.0008	0.0007	0.03	0.61
26	S24T	0.111	0.0061	0.0016	0.08	0.62
27	S25T	0.096	0.0019	0.0036	0.06	0.61
28	S26T	0.042	0.0027	0.0045	0.03	0.62
29	S27T	0.043	0.0026	0.0027	0.03	0.62
30	S28T	0.101	0.0134	0.0000	0.07	0.62
31	S29T	0.110	0.0021	0.0019	0.07	0.61
32	S30T	0.119	0.0013	0.0013	0.07	0.60
33	S31T	0.114	0.0020	0.0026	0.07	0.61
34	S32T	0.025	0.0002	0.0003	0.02	0.60
35	S33T	0.044	0.0006	0.0009	0.03	0.60
36	S34T	0.046	0.0003	0.0003	0.03	0.60
37	S35T	0.019	0.0010	0.0003	0.01	0.61
38	S36T	0.019	0.0009	0.0011	0.01	0.61
39	S37T	0.016	0.0007	0.0008	0.01	0.61
40	S38T	0.014	0.0011	0.0007	0.01	0.62
41	S39T	0.125	0.0011	0.0025	0.08	0.60
42	S40T	0.022	0.0001	0.0011	0.01	0.60
43	S41T	0.035	0.0011	0.0016	0.02	0.61
44	S42T	0.127	0.0058	0.0013	0.09	0.61
45	S43T	0.056	0.0007	0.0000	0.03	0.60
46	S44T	0.013	0.0001	0.0001	0.01	0.60
47	S45T	0.216	0.0032	0.0031	0.13	0.60
48	S46T	0.187	0.0020	0.0018	0.12	0.60
49	S47T	0.069	0.0014	0.0007	0.04	0.60
50	S48T	0.045	0.0008	0.0004	0.03	0.60

No	Nama Saluran	Luas total komulatif			$\Sigma C_i \times A_i$	C gab
		Lahan	Jalan	Timbunan		
51	S49T	0.047	0.0010	0.0005	0.03	0.61
52	S50T	0.097	0.0020	0.0010	0.06	0.60
53	S51T	0.169	0.0012	0.0005	0.10	0.60
54	S52T	0.074	0.0015	0.0005	0.05	0.60
55	S53T	0.014	0.0004	0.0004	0.01	0.61
56	S54T	0.019	0.0005	0.0007	0.01	0.61
57	S55T	0.162	0.0039	0.0000	0.10	0.60
58	S56T	0.126	0.0015	0.0011	0.08	0.60
59	S57T	0.012	0.0006	0.0006	0.01	0.62
60	S58T	0.012	0.0008	0.0011	0.01	0.62
61	S59T	0.071	0.0036	0.0054	0.05	0.62
62	S60T	0.148	0.0038	0.0054	0.10	0.61
63	S61T	0.094	0.0029	0.0049	0.06	0.61
64	S62T	0.044	0.0010	0.0018	0.03	0.61
65	S63T	0.097	0.0017	0.0016	0.06	0.60
66	S64T	0.129	0.0025	0.0012	0.08	0.60
67	S65T	0.052	0.0025	0.0024	0.04	0.61
68	S66T	0.119	0.0042	0.0000	0.07	0.61
69	S67T	0.149	0.0041	0.0042	0.10	0.61
70	S68T	0.035	0.0008	0.0008	0.02	0.61
71	S69T	0.127	0.0045	0.0033	0.08	0.61
72	S70T	0.064	0.0012	0.0014	0.04	0.61
73	S71T	0.068	0.0020	0.0019	0.04	0.61
74	S72T	0.133	0.0005	0.0004	0.08	0.60
75	S73T	0.173	0.0048	0.0000	0.11	0.61
76	S74T	0.094	0.0010	0.0000	0.06	0.60
77	S75T	0.093	0.0107	0.0000	0.06	0.61

No	Nama Saluran	Luas total kumulatif			$\Sigma C_i \times A_i$	C gab
		Lahan	Jalan	Timbunan		
78	S76T	0.049	0.0021	0.0000	0.03	0.61
79	S77T	0.025	0.0007	0.0008	0.02	0.61
80	S78T	0.032	0.0006	0.0005	0.02	0.61
81	S79T	0.040	0.0006	0.0005	0.03	0.60
82	S80T	0.079	0.0019	0.0000	0.05	0.60
83	S81T	0.109	0.0027	0.0018	0.07	0.61
84	S82T	0.109	0.0027	0.0028	0.07	0.61

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2019)

Tabel 4.13 Hasil Perhitungan C gabungan Saluran Samping Kiri

No	Nama Saluran	Luas total kumulatif			$\Sigma C_i \times A_i$	C gab
		Lahan	Jalan	Timbunan		
1	S1B	0.137	0.0021	0.0053	0.09	0.61
2	S2B	0.132	0.0021	0.0058	0.08	0.61
3	S3B	0.113	0.0021	0.0058	0.07	0.61
4	S4B	0.113	0.0021	0.0058	0.07	0.61
5	S5B	0.049	0.0021	0.0058	0.04	0.62
6	S6B	0.045	0.0021	0.0058	0.03	0.62
7	S7B	0.067	0.0021	0.0058	0.05	0.61
8	S8B	0.047	0.0021	0.0058	0.03	0.62
9	S9B	0.047	0.0021	0.0058	0.03	0.62
10	S10B	0.047	0.0021	0.0058	0.03	0.62
11	S11B	0.131	0.0021	0.0058	0.08	0.61
12	S12B	0.146	0.0021	0.0058	0.09	0.61
13	S13B	0.102	0.0021	0.0058	0.07	0.61
14	S14B	0.116	0.0021	0.0058	0.08	0.61
15	S15B	0.043	0.0021	0.0058	0.03	0.62

No	Nama Saluran	Luas total komulatif			$\Sigma C_i \times A_i$	C gab
		Lahan	Jalan	Timbunan		
16	S16B	0.080	0.0021	0.0058	0.05	0.61
17	S17B	0.111	0.0021	0.0058	0.07	0.61
18	S18B	0.144	0.0021	0.0058	0.09	0.61
19	S19B	0.037	0.0021	0.0058	0.03	0.62
20	S20B	0.044	0.0021	0.0058	0.03	0.62
21	S21B	0.104	0.0021	0.0058	0.07	0.61
22	S22B	0.024	0.0021	0.0058	0.02	0.63
23	S23B	0.036	0.0021	0.0058	0.03	0.62
24	S24B	0.047	0.0021	0.0058	0.03	0.62
25	S25B	0.105	0.0021	0.0058	0.07	0.61
26	S26B	0.045	0.0021	0.0058	0.03	0.62
27	S27B	0.041	0.0021	0.0058	0.03	0.62
28	S28B	0.105	0.0021	0.0058	0.07	0.61
29	S29B	0.075	0.0021	0.0058	0.05	0.61
30	S30B	0.040	0.0021	0.0058	0.03	0.62
31	S31B	0.110	0.0021	0.0058	0.07	0.61
32	S32B	0.066	0.0021	0.0058	0.05	0.61
33	S33B	0.041	0.0021	0.0058	0.03	0.62
34	S34B	0.032	0.0021	0.0058	0.02	0.63
35	S35B	0.036	0.0021	0.0058	0.03	0.62
36	S36B	0.039	0.0021	0.0058	0.03	0.62
37	S37B	0.028	0.0021	0.0058	0.02	0.63
38	S38B	0.083	0.0021	0.0058	0.06	0.61
39	S39B	0.025	0.0021	0.0058	0.02	0.63
40	S40B	0.040	0.0021	0.0058	0.03	0.62
41	S41B	0.068	0.0021	0.0058	0.05	0.61
42	S42B	0.074	0.0021	0.0058	0.05	0.61

No	Nama Saluran	Luas total komulatif			$\Sigma C_i \times A_i$	C gab
		Lahan	Jalan	Timbunan		
43	S43B	0.048	0.0021	0.0058	0.03	0.62
44	S44B	0.010	0.0021	0.0058	0.01	0.65
45	S45B	0.117	0.0021	0.0058	0.08	0.61
46	S46B	0.115	0.0021	0.0058	0.07	0.61
47	S47B	0.099	0.0021	0.0058	0.07	0.61
48	S48B	0.045	0.0021	0.0058	0.03	0.62
49	S49B	0.054	0.0021	0.0058	0.04	0.62
50	S50B	0.101	0.0021	0.0058	0.07	0.61
51	S51B	0.104	0.0021	0.0058	0.07	0.61
52	S52B	0.064	0.0021	0.0058	0.04	0.61
53	S53B	0.049	0.0021	0.0058	0.03	0.62
54	S54B	0.053	0.0021	0.0058	0.04	0.62
55	S55B	0.133	0.0021	0.0058	0.09	0.61
56	S56B	0.113	0.0021	0.0058	0.07	0.61
57	S57B	0.023	0.0021	0.0058	0.02	0.63
58	S58B	0.024	0.0021	0.0058	0.02	0.63
59	S59B	0.052	0.0021	0.0058	0.04	0.62
60	S60B	0.156	0.0021	0.0058	0.10	0.61
61	S61B	0.147	0.0021	0.0058	0.09	0.61
62	S62B	0.056	0.0021	0.0058	0.04	0.62
63	S63B	0.076	0.0021	0.0058	0.05	0.61
64	S64B	0.076	0.0021	0.0058	0.05	0.61
65	S65B	0.071	0.0021	0.0058	0.05	0.61
66	S66B	0.095	0.0021	0.0058	0.06	0.61
67	S67B	0.111	0.0021	0.0058	0.07	0.61
68	S68B	0.040	0.0021	0.0058	0.03	0.62
69	S69B	0.065	0.0021	0.0058	0.04	0.61

No	Nama Saluran	Luas total kumulatif			$\Sigma C_i \times A_i$	C gab
		Lahan	Jalan	Timbunan		
70	S70B	0.119	0.0021	0.0058	0.08	0.61
71	S71B	0.071	0.0021	0.0058	0.05	0.61
72	S72B	0.042	0.0021	0.0058	0.03	0.62
73	S73B	0.127	0.0021	0.0058	0.08	0.61
74	S74B	0.045	0.0021	0.0058	0.03	0.62
75	S75B	0.132	0.0021	0.0058	0.09	0.61
76	S76B	0.163	0.0021	0.0058	0.10	0.61
77	S77B	0.055	0.0021	0.0058	0.04	0.62
78	S78B	0.029	0.0021	0.0058	0.02	0.63
79	S79B	0.039	0.0021	0.0058	0.03	0.62
80	S78B	0.060	0.0021	0.0058	0.04	0.61
81	S79B	0.114	0.0021	0.0058	0.07	0.61
82	S78B	0.105	0.0021	0.0058	0.07	0.61

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2019)

4.5.2. Perhitungan waktu konsentrasi (t_c)

Waktu konsentrasi didapat dari penjumlahan waktu pengaliran pada lahan (t_0) dan waktu pengaliran pada (t_f). jika terdapat lebih dari satu waktu pengaliran lahan, maka waktu pengaliran lahan yang dipakai dalam perhitungan selanjutnya adalah waktu pengaliran lahan terbesar. Berikut contoh perhitungan waktu konsentrasi (t_c) pada saluran samping kanan S22T.

Waktu pengaliran lahan (t_0)

Area Permukaan Jalan

Gradien memanjang (g) = 0,005

Gradien melintang (s) = 0,02

Lebar jalan (w) = 11,7 m

$$\begin{aligned} X &= \frac{g}{s} \times w \\ &= \frac{0,005}{0,02} \times 11,7 \\ &= 2,925 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L &= \sqrt{W^2 + X^2} \\ &= \sqrt{(11,7)^2 + (2,925)^2} \\ &= 12,060 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta h_g &= X \cdot g \\ &= (2,925) \cdot (0,005) \\ &= 0,014625 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta h_s &= W \cdot s \\ &= (11,7) \cdot (0,02) \\ &= 0,234 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta h &= \Delta h_g + \Delta h_s \\ &= 0,014625 + 0,234 \\ &= 0,2486 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} i &= \frac{\Delta h}{L} \\ &= \frac{0,2486}{11,7} \\ &= 0,0206 \end{aligned}$$

Dengan $n_d = 0,04$ maka dengan rumusan kerby.

$$\begin{aligned} t_o &= 1,44 \times \left(n_d \times \frac{l}{\sqrt{s}} \right)^{0,467} \\ &= 1,44 \times \left(0,04 \times \frac{12,060}{\sqrt{0,02}} \right)^{0,467} \\ &= 2,536 \text{ menit} \end{aligned}$$

Area Timbunan

Gradien memanjang (g) = 0,005

Gradien melintang (s) = 0,425

Lebar jalan (w) = 11,75 m

$$X = \frac{g}{s} \times w$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{0,005}{0,425} \times 11,75 \\
 &= 0,138 \text{ m} \\
 L &= \sqrt{W^2 + X^2} \\
 &= \sqrt{(11,75)^2 + (0,138)^2} \\
 &= 11,751 \text{ m} \\
 \Delta h_g &= X \cdot g \\
 &= (0,138) \cdot (0,005) \\
 &= 0,00069 \\
 \Delta h_s &= W \cdot s \\
 &= (11,75) \cdot (0,425) \\
 &= 5 \\
 \Delta h &= \Delta h_g + \Delta h_s \\
 &= 0,00069 + 5 \\
 &= 5,00069 \\
 i &= \frac{\Delta h}{L} \\
 &= \frac{5,00069}{11,751} \\
 &= 0,425
 \end{aligned}$$

Dengan $nd = 0,04$ maka dengan rumusan kerby.

$$\begin{aligned}
 t_o &= 1,44 \times \left(n_d \times \frac{l}{\sqrt{s}} \right)^{0,467} \\
 &= 1,44 \times \left(0,04 \times \frac{11,751}{\sqrt{0,425}} \right)^{0,467} \\
 &= 1,236 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Area Lahan

$$\begin{aligned}
 L_0 &= 183 \text{ m} \\
 nd &= 0,2 \\
 S &= 0,002 \\
 t_o &= 1,44 \times \left(n_d \times \frac{l}{\sqrt{s}} \right)^{0,467} \\
 t_o &= 1,44 \times \left(0,2 \times \frac{183}{\sqrt{0,002}} \right)^{0,467}
 \end{aligned}$$

$$t_o = 12,919 \text{ menit}$$

Hasil perhitungan t_o selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.14 dan Tabel 4.15.

Tabel 4.14 Hasil Perhitungan t_o Saluran Samping Kanan

No	Nama Saluran	L pengaliran			t_0			to pakai
		Jalan	Timbunan	Lahan	Jalan	Timbunan	Lahan	
1	S1T	12.060	13.500	90	2.536	1.220	13.758	13.758
2	S2T	12.060	13.500	137	2.536	1.220	16.746	16.746
3	S3T	11.861	13.500	208	2.298	1.220	23.715	23.715
4	S4T1	12.333	11.508	98	2.319	1.372	24.475	24.475
5	S4T2	12.333	10.826	77	2.319	1.444	17.061	17.061
6	S5T	12.333	10.826	136	2.319	1.444	14.799	14.799
7	S6T	13.081	6.922	126	2.585	0.961	11.162	11.162
8	S7T	13.081	13.312	145	2.585	1.247	15.161	15.161
9	S8T	13.081	13.312	86	2.585	1.247	24.386	24.386
10	S9T	13.081	7.052	145	2.585	0.973	16.868	16.868
11	S10T	13.081	7.252	134	2.585	0.993	14.258	14.258
12	S11T	13.081	13.503	119	2.585	1.305	28.979	28.979
13	S12T1	13.081	10.762	149	2.585	1.113	19.836	19.836
14	S12T2	13.081	10.762	173	2.585	1.113	24.264	24.264
15	S13T	13.081	12.824	185	2.585	1.313	15.024	15.024
16	S14T	12.601	15.902	67	2.562	1.368	32.682	32.682
17	S15T	12.601	9.882	173	2.562	1.153	16.356	16.356
18	S16T	12.601	10.442	154	2.562	1.198	29.113	29.113
19	S17T	12.601	8.451	157	2.562	0.987	18.216	18.216
20	S18T	12.060	7.420	98	2.536	0.943	19.105	19.105
21	S19T	12.060	9.650	110	2.536	1.076	16.647	16.647
22	S20T	12.060	10.200	105	2.536	1.072	22.178	22.178
23	S21T	12.060	11.721	105	2.536	1.182	20.353	20.353

No	Nama Saluran	L pengaliran			t0			to pakai
		Jalan	Timbunan	Lahan	Jalan	Timbunan	Lahan	
24	12.060	11.751	183	2.536	1.236	12.920	12.920	12.060
25	12.060	12.001	168	2.536	1.202	18.718	18.718	12.060
26	26.162	12.038	168	3.039	1.203	16.775	16.775	26.162
27	19.500	22.692	160	2.581	1.663	15.504	15.504	19.500
28	26.162	25.427	160	3.039	1.762	14.152	14.152	26.162
29	26.162	12.055	159	3.039	1.255	13.533	13.533	26.162
30	26.162	0.000	184	3.039	0.000	16.531	16.531	26.162
31	26.162	12.038	132	3.039	1.203	25.638	25.638	26.162
32	11.878	12.000	192	2.527	1.202	19.178	19.178	11.878
33	11.878	15.290	190	2.527	1.374	20.143	20.143	11.878
34	11.878	16.001	190	2.527	1.418	16.493	16.493	11.878
35	11.878	17.890	168	2.527	1.411	12.380	12.380	11.878
36	14.625	6.423	195	2.653	0.912	27.459	27.459	14.625
37	14.625	11.216	125	2.653	1.196	14.712	14.712	14.625
38	14.625	12.156	145	2.653	1.212	17.884	17.884	14.625
39	14.625	11.567	183	2.653	1.222	24.104	24.104	14.625
40	14.625	11.868	150	2.653	1.244	23.280	23.280	14.625
41	14.625	11.286	134	2.653	1.201	16.727	16.727	14.625
42	14.625	12.008	188	2.653	1.254	13.122	13.122	14.625
43	14.625	16.701	170	2.653	1.580	14.287	14.287	14.625
44	14.625	14.012	109	2.653	1.397	13.281	13.281	14.625
45	13.644	0.000	0	2.610	0.000	0.000	0.000	13.644
46	13.644	12.003	80	2.610	1.202	10.363	10.363	13.644
47	13.644	11.274	129	2.610	1.200	26.892	26.892	13.644
48	13.644	10.503	152	2.610	1.142	18.131	18.131	13.644
49	14.625	5.482	142	2.653	0.816	15.975	15.975	14.625
50	11.878	5.110	93	2.527	0.777	10.404	10.404	11.878

No	Nama Saluran	L pengaliran			t0			to pakai
		Jalan	Timbunan	Lahan	Jalan	Timbunan	Lahan	
51	S49T	11.878	5.110	111	2.527	0.777	11.783	11.783
52	S50T	11.878	5.900	78	2.527	0.859	15.046	15.046
53	S51T	11.878	4.530	159	2.527	0.714	18.043	18.043
54	S52T	11.878	3.880	138	2.527	0.704	12.616	12.616
55	S53T	11.878	10.020	168	2.527	1.105	10.800	10.800
56	S54T	11.878	16.750	153	2.527	1.419	14.088	14.088
57	S55T	11.878	0.000	128	2.527	0.000	16.371	16.371
58	S56T	26.162	8.651	143	3.039	0.996	15.733	15.733
59	S57T	26.162	17.391	143	3.039	1.416	12.914	12.914
60	S58T	26.162	16.081	143	3.039	1.377	13.252	13.252
61	S59T	26.162	17.593	133	3.039	1.427	12.624	12.624
62	S60T	26.162	16.664	25	3.039	1.456	9.006	9.006
63	S61T	26.162	20.064	86	3.039	1.527	17.872	17.872
64	S62T	12.396	19.792	62	2.552	1.514	10.065	10.065
65	S63T	12.396	11.001	60	2.552	1.180	10.451	10.451
66	S64T	13.081	5.801	60	2.585	0.849	9.835	9.835
67	S65T	13.081	11.033	100	2.585	1.182	11.560	11.560
68	S66T	13.081	0.000	111	2.585	0.000	17.317	17.317
69	S67T	14.625	12.008	78	2.653	1.254	12.951	12.951
70	S68T	14.625	12.005	58	2.653	1.202	8.443	8.443
71	S69T	14.625	8.474	60	2.653	1.035	10.459	10.459
72	S70T	14.625	13.007	115	2.653	1.271	10.583	10.583
73	S71T	14.625	10.966	116	2.653	1.177	11.408	11.408
74	S72T	14.625	9.304	118	2.653	1.049	14.026	14.026
75	S73T	12.462	0.000	102	2.325	0.000	14.323	14.323
76	S74T	12.462	0.000	90	2.325	0.000	11.462	11.462
77	S75T	13.353	0.000	70	2.597	0.000	11.023	11.023

No	Nama Saluran	L pengaliran			t0			to pakai
		Jalan	Timbunan	Lahan	Jalan	Timbunan	Lahan	
78	S76T	13.353	0.000	168	2.597	0.000	18.292	18.292
79	S77T	13.353	12.003	104	2.597	1.202	8.458	8.458
80	S78T	11.932	9.250	135	2.530	1.101	19.898	19.898
81	S79T	11.932	10.251	145	2.530	1.183	19.933	19.933
82	S80T	11.932	0.000	158	2.530	0.000	19.097	19.097
83	S81T	11.932	8.060	192	2.530	1.000	29.357	29.357
84	S82T	11.932	12.001	164	2.530	1.254	17.834	17.834

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2019)

Tabel 4.15 Hasil Perhitungan to Saluran Samping Kiri

No	Nama Saluran	L pengaliran			t0			to pakai
		Jalan	Timbunan	Lahan	Jalan	Timbunan	Lahan	
1	S1B	12.060	29.905	158	2.536	2.130	24.866	24.866
2	S2B	12.060	30.626	163	2.536	2.166	16.854	16.854
3	S3B	11.861	21.552	168	2.298	1.693	32.306	32.306
4	S4B	12.333	10.812	146	2.319	1.117	15.628	15.628
5	S5B	12.333	6.921	142	2.319	0.898	13.630	13.630
6	S6B	13.081	13.312	107	2.585	1.247	11.130	11.130
7	S7B	13.081	13.933	146	2.585	1.287	15.118	15.118
8	S8B	13.081	7.572	181	2.585	1.023	21.225	21.225
9	S9B	13.081	7.252	155	2.585	0.993	16.172	16.172
10	S10B	13.081	13.503	160	2.585	1.305	14.294	14.294
11	S11B	13.081	10.762	169	2.585	1.113	26.280	26.280
12	S12B	13.081	12.824	194	2.585	1.313	25.651	25.651
13	S13B	13.081	15.903	185	2.585	1.369	17.736	17.736
14	S14B	12.601	10.442	112	2.562	1.198	21.404	21.404
15	S15B	12.601	8.451	178	2.562	1.033	16.094	16.094

No	Nama Saluran	L pengaliran			t0			to pakai
		Jalan	Timbunan	Lahan	Jalan	Timbunan	Lahan	
16	S16B	12.601	8.471	202	2.562	1.035	27.578	27.578
17	S17B	12.601	5.471	198	2.562	0.815	21.477	21.477
18	S18B	12.060	11.021	216	2.536	1.181	27.577	27.577
19	S19B	12.060	13.861	142	2.536	1.329	19.507	19.507
20	S20B	12.060	13.501	127	2.536	1.305	16.615	16.615
21	S21B	12.060	20.231	90	2.536	1.576	14.102	14.102
22	S22B	11.861	22.441	148	2.298	1.654	12.383	12.383
23	S23B	11.861	21.251	79	2.298	1.592	13.491	13.491
24	S24B	11.861	21.251	148	2.298	1.592	13.876	13.876
25	S25B	11.861	27.081	128	2.298	1.644	15.157	15.157
26	S26B	12.060	21.962	148	2.536	1.669	13.247	13.247
27	S27B	26.162	10.888	187	3.039	1.121	15.162	15.162
28	S28B	26.162	0.000	174	3.039	0.000	16.155	16.155
29	S29B	26.162	23.198	128	3.039	1.689	14.794	14.794
30	S30B	23.582	10.087	128	2.966	1.063	13.015	13.015
31	S31B	23.582	21.502	158	2.966	1.537	16.797	16.797
32	S32B	23.582	21.502	148	2.966	1.537	15.411	15.411
33	S33B	23.582	20.768	138	2.966	1.500	13.397	13.397
34	S34B	14.625	20.737	139	2.653	1.499	11.446	11.446
35	S35B	14.625	9.864	125	2.653	1.093	12.633	12.633
36	S36B	14.625	20.630	106	2.653	1.559	19.827	19.827
37	S37B	14.625	15.564	98	2.653	1.280	13.238	13.238
38	S38B	14.625	15.805	164	2.653	1.326	21.020	21.020
39	S39B	14.625	18.611	98	2.653	1.528	14.616	14.616
40	S40B	14.625	21.772	108	2.653	1.618	11.606	11.606
41	S41B	14.625	21.772	132	2.653	1.618	14.428	14.428
42	S42B	14.625	22.406	178	2.653	1.692	15.841	15.841

No	Nama Saluran	L pengaliran			t0			to pakai
		Jalan	Timbunan	Lahan	Jalan	Timbunan	Lahan	
43	S43B	14.625	0.000	168	2.653	0.000	9.682	9.682
44	S44B	14.625	26.074	165	2.653	1.760	18.348	18.348
45	S45B	13.644	19.505	186	2.610	1.499	24.732	24.732
46	S46B	13.644	13.505	187	2.610	1.305	18.818	18.818
47	S47B	14.625	8.873	145	2.653	1.015	16.150	16.150
48	S48B	11.878	5.440	103	2.527	0.812	12.236	12.236
49	S49B	11.878	8.580	124	2.527	1.044	13.720	13.720
50	S50B	11.878	9.910	189	2.527	1.097	21.575	21.575
51	S51B	11.878	5.030	145	2.527	0.768	17.361	17.361
52	S52B	11.878	13.500	126	2.527	1.259	11.706	11.706
53	S53B	11.878	7.100	109	2.527	0.915	8.990	8.990
54	S54B	11.878	16.760	89	2.527	1.381	16.284	16.284
55	S55B	11.878	0.000	145	2.527	0.000	21.188	21.188
56	S56B	26.162	12.955	142	3.039	1.222	24.147	24.147
57	S57B	26.162	15.885	89	3.039	1.408	8.050	8.050
58	S58B	26.162	21.579	98	3.039	1.606	17.625	17.625
59	S59B	26.162	13.540	145	3.039	1.260	11.798	11.798
60	S60B	26.162	35.499	134	3.039	1.937	18.096	18.096
61	S61B	26.162	35.499	155	3.039	1.937	21.060	21.060
62	S62B	12.396	35.413	129	2.552	1.936	12.836	12.836
63	S63B	12.396	17.722	120	2.552	1.476	16.299	16.299
64	S64B	13.081	10.622	180	2.585	1.151	24.177	24.177
65	S65B	13.081	23.308	134	2.585	1.740	12.870	12.870
66	S66B	13.081	0.000	189	2.585	0.000	21.750	21.750
67	S67B	14.625	12.566	176	2.653	1.241	18.401	18.401
68	S68B	14.625	19.904	175	2.653	1.601	15.073	15.073
69	S69B	14.625	7.363	154	2.653	0.938	15.148	15.148

No	Nama Saluran	L pengaliran			t0			to pakai
		Jalan	Timbunan	Lahan	Jalan	Timbunan	Lahan	
70	S70B	14.625	8.264	134	2.653	1.017	14.425	14.425
71	S71B	14.625	11.807	156	2.653	1.239	13.842	13.842
72	S72B	14.625	10.984	104	2.653	1.129	11.791	11.791
73	S73B	12.462	0.000	134	2.325	0.000	13.838	13.838
74	S74B	12.462	0.000	124	2.325	0.000	9.223	9.223
75	S75B	13.353	0.000	145	2.597	0.000	14.155	14.155
76	S76B	13.353	0.000	156	2.597	0.000	17.411	17.411
77	S77B	13.353	10.032	123	2.597	1.060	12.360	12.360
78	S78B	11.932	10.720	106	2.530	1.110	19.677	19.677
79	S79B	11.932	0.000	104	2.530	0.000	15.247	15.247
80	S80B	11.932	13.260	132	2.530	1.243	21.799	21.799
81	S81B	11.932	13.260	102	2.530	1.243	18.753	18.753
82	S82B	11.932	13.260	147	2.530	1.243	17.602	17.602

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2019)

Waktu pengaliran pada saluran

$$L = 20$$

$$V = 8,015 \text{ m/s}$$

$$t_f = \frac{Ls (\text{panjang saluran})}{60 V}$$

$$t_f = \frac{20}{60 \times 8,015}$$

$$t_f = 0,046 \text{ menit}$$

Hasil perhitungan t_f selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.16 dan Tabel 4.17.

Tabel 4.16 Hasil Perhitungan t_f Saluran Samping Kanan

No	Nama Saluran	L (m)	v (m/s)	t_f (menit)
1	S1T	176.5	4.341	1,961

No	Nama Saluran	L (m)	v (m/s)	tf (menit)
2	S2T	141.5	4.338	0.544
3	S3T	262	3.018	1.447
4	S4T1	45	1.377	0.545
5	S4T2	122	2.262	0.899
6	S5T	88	5.611	0.261
7	S6T	25	7.548	0.055
8	S7T	55	5.681	0.161
9	S8T	60	1.176	0.851
10	S9T	131	4.365	0.500
11	S10T	54	5.988	0.150
12	S11T	161	1.124	2.387
13	S12T1	129	3.170	0.678
14	S12T2	190	2.391	1.325
15	S13T	60	5.866	0.170
16	S14T	150	0.489	5.110
17	S15T	80	5.761	0.231
18	S16T	110	1.441	1.273
19	S17T	140	4.008	0.582
20	S18T	240	2.259	1.770
21	S19T	30	3.406	0.147
22	S20T	55	1.759	0.521
23	S21T	181	2.114	1.427
24	S22T	22	8.015	0.046
25	S23T	65	4.047	0.268
26	S24T	525	5.300	1.651
27	S25T	160	5.975	0.446
28	S26T	228	5.766	0.659

No	Nama Saluran	L (m)	v (m/s)	tf (menit)
29	S27T	221	6.305	0.584
30	S28T	1145	5.990	3.186
31	S29T	177	1.621	1.820
32	S30T	108	4.547	0.396
33	S31T	168	3.911	0.716
34	S32T	17	4.933	0.057
35	S33T	50	8.062	0.103
36	S34T	26	2.068	0.210
37	S35T	89	5.223	0.284
38	S36T	73	3.851	0.316
39	S37T	62	2.565	0.403
40	S38T	90	2.265	0.662
41	S39T	95	4.107	0.386
42	S40T	10	7.965	0.021
43	S41T	96	6.003	0.267
44	S42T	494	5.670	1.452
45	S43T	58	16.323	0.059
46	S44T	8	5.618	0.024
47	S45T	275	1.430	3.204
48	S46T	175	3.920	0.744
49	S47T	119	4.974	0.399
50	S48T	69	6.477	0.178
51	S49T	89	5.922	0.250
52	S50T	170	2.999	0.945
53	S51T	105	4.291	0.408
54	S52T	132	6.360	0.346
55	S53T	36	10.801	0.056

No	Nama Saluran	L (m)	v (m/s)	tf (menit)
56	S54T	42	5.567	0.126
57	S55T	333	4.254	1.305
58	S56T	129	5.175	0.415
59	S57T	54	6.269	0.144
60	S58T	69	5.932	0.194
61	S59T	306	6.121	0.833
62	S60T	325	2.885	1.878
63	S61T	245	2.287	1.785
64	S62T	89	5.840	0.254
65	S63T	143	5.034	0.473
66	S64T	210	5.938	0.589
67	S65T	214	5.557	0.642
68	S66T	356	3.271	1.814
69	S67T	350	4.135	1.411
70	S68T	65	6.317	0.171
71	S69T	385	5.205	1.233
72	S70T	106	7.721	0.229
73	S71T	169	6.632	0.425
74	S72T	39	4.024	0.162
75	S73T	411	4.513	1.518
76	S74T	418	6.418	0.213
77	S75T	918	5.427	1.284
78	S76T	182	4.403	0.689
79	S77T	64	11.284	0.095
80	S78T	52	2.853	0.304
81	S79T	49	3.052	0.268
82	S80T	166	3.776	0.733

No	Nama Saluran	L (m)	v (m/s)	tf (menit)
83	S81T	228	1.764	2.154
84	S82T	232	4.538	0.852

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2019)

Tabel 4.17 Hasil Perhitungan tf Saluran Samping Kiri

No	Nama Saluran	L (m)	v (m/s)	tf (menit)
1	S1B	176,5	2.072	85.196
2	S2B	131,5	5.091	25.830
3	S3B	293	1.258	232.982
4	S4B	112	5.360	20.896
5	S5B	88	5.546	15.866
6	S6B	45	6.450	6.977
7	S7B	65	5.755	11.295
8	S8B	45	3.331	13.509
9	S9B	116	4.197	27.636
10	S10B	44	5.644	7.796
11	S11B	171	1.968	86.869
12	S12B	264	2.380	110.925
13	S13B	90	5.180	17.374
14	S14B	150	2.024	74.096
15	S15B	95	4.870	19.506
16	S16B	90	2.122	42.413
17	S17B	200	3.553	56.290
18	S18B	220	2.269	96.950
19	S19B	30	3.131	9.581
20	S20B	30	3.948	7.598
21	S21B	192	3.975	48.297

No	Nama Saluran	L (m)	v (m/s)	tf (menit)
22	S22B	19	7.099	2.677
23	S23B	60	3.837	15.639
24	S24B	350	5.563	62.916
25	S25B	160	5.018	31.887
26	S26B	196	6.144	31.900
27	S27B	149	5.814	25.629
28	S28B	1235	5.950	207.565
29	S29B	162	5.285	30.654
30	S30B	108	5.518	19.571
31	S31B	145	4.971	29.171
32	S32B	45	5.599	8.037
33	S33B	95	5.593	16.986
34	S34B	26	7.891	3.295
35	S35B	64	5.744	11.141
36	S36B	98	2.257	43.416
37	S37B	37	5.133	7.208
38	S38B	130	4.183	31.082
39	S39B	40	4.009	9.977
40	S40B	55	5.951	9.242
41	S41B	70	5.751	12.172
42	S42B	493	5.039	97.839
43	S43B	58	17.194	3.373
44	S44B	8	4.148	1.929
45	S45B	275	2.467	111.458
46	S46B	175	4.612	37.942
47	S47B	119	4.962	23.984
48	S48B	69	5.069	13.613

No	Nama Saluran	L (m)	v (m/s)	tf (menit)
49	S49B	89	4.775	18.639
50	S50B	170	3.359	50.615
51	S51B	105	4.104	25.588
52	S52B	132	6.817	19.365
53	S53B	36	10.378	3.469
54	S54B	42	2.889	14.538
55	S55B	721	2.774	259.892
56	S56B	170	4.381	38.805
57	S57B	15	10.734	1.397
58	S58B	30	2.685	11.172
59	S59B	200	7.715	25.923
60	S60B	368	3.470	106.058
61	S61B	275	2.901	94.810
62	S62B	87	5.729	15.186
63	S63B	89	3.887	22.895
64	S64B	253	2.506	100.939
65	S65B	150	5.917	25.349
66	S66B	375	3.419	109.685
67	S67B	350	4.555	76.845
68	S68B	65	5.510	11.797
69	S69B	235	4.798	48.981
70	S70B	257	5.840	44.003
71	S71B	168	5.895	28.500
72	S72B	24	5.540	4.332
73	S73B	426	6.383	66.738
74	S74B	82	14.081	5.823
75	S75B	418	6.581	63.520

No	Nama Saluran	L (m)	v (m/s)	tf (menit)
76	S76B	200	4.544	44.011
77	S77B	66	5.923	11.143
78	S78B	32	2.294	13.948
79	S79B	42	3.886	10.807
80	S80B	166	2.376	69.856
81	S81B	228	2.447	93.169
82	S82B	232	4.039	57.438

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2019)

Waktu konsentrasi (t_c)

$$t_c = t_o + t_f$$

$$t_c = 12,920 + 0,046$$

$$t_c = 12,966 \text{ menit}$$

Hasil perhitungan t_f selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.18 dan Tabel 4.19.

Tabel 4.18 Hasil Perhitungan t_c Saluran Samping Kanan

No	Nama Saluran	t_o pakai (jam)	t_f (jam)	t_c (jam)
1	S1T	0.229	0.011	0.241
2	S2T	0.279	0.009	0.288
3	S3T	0.395	0.024	0.419
4	S4T1	0.408	0.009	0.417
5	S4T2	0.284	0.015	0.299
6	S5T	0.247	0.004	0.251
7	S6T	0.186	0.001	0.187
8	S7T	0.253	0.003	0.255
9	S8T	0.406	0.014	0.421
10	S9T	0.281	0.008	0.289

No	Nama Saluran	to pakai (jam)	tf (jam)	tc (jam)
11	S10T	0.238	0.003	0.240
12	S11T	0.483	0.040	0.523
13	S12T1	0.331	0.011	0.342
14	S12T2	0.404	0.022	0.426
15	S13T	0.250	0.003	0.253
16	S14T	0.545	0.085	0.630
17	S15T	0.273	0.004	0.276
18	S16T	0.485	0.021	0.506
19	S17T	0.304	0.010	0.313
20	S18T	0.318	0.030	0.348
21	S19T	0.277	0.002	0.280
22	S20T	0.370	0.009	0.378
23	S21T	0.339	0.024	0.363
24	S22T	0.215	0.001	0.216
25	S23T	0.312	0.004	0.316
26	S24T	0.280	0.028	0.307
27	S25T	0.258	0.007	0.266
28	S26T	0.236	0.011	0.247
29	S27T	0.226	0.010	0.235
30	S28T	0.276	0.053	0.329
31	S29T	0.427	0.030	0.458
32	S30T	0.320	0.007	0.326
33	S31T	0.336	0.012	0.348
34	S32T	0.275	0.001	0.276
35	S33T	0.206	0.002	0.208
36	S34T	0.458	0.003	0.461
37	S35T	0.245	0.005	0.250

No	Nama Saluran	to pakai (jam)	tf (jam)	tc (jam)
38	S36T	0.298	0.005	0.303
39	S37T	0.402	0.007	0.408
40	S38T	0.388	0.011	0.399
41	S39T	0.279	0.006	0.285
42	S40T	0.219	0.000	0.219
43	S41T	0.238	0.004	0.243
44	S42T	0.221	0.024	0.246
45	S43T	0.000	0.001	0.044
46	S44T	0.173	0.000	0.173
47	S45T	0.448	0.053	0.502
48	S46T	0.302	0.012	0.315
49	S47T	0.266	0.007	0.273
50	S48T	0.173	0.003	0.176
51	S49T	0.196	0.004	0.201
52	S50T	0.251	0.016	0.267
53	S51T	0.301	0.007	0.308
54	S52T	0.210	0.006	0.216
55	S53T	0.180	0.001	0.181
56	S54T	0.235	0.002	0.237
57	S55T	0.273	0.022	0.295
58	S56T	0.262	0.007	0.269
59	S57T	0.215	0.002	0.218
60	S58T	0.221	0.003	0.224
61	S59T	0.210	0.014	0.224
62	S60T	0.150	0.031	0.181
63	S61T	0.298	0.030	0.328
64	S62T	0.168	0.004	0.172

No	Nama Saluran	to pakai (jam)	tf (jam)	tc (jam)
65	S63T	0.174	0.008	0.182
66	S64T	0.164	0.010	0.174
67	S65T	0.193	0.011	0.203
68	S66T	0.289	0.030	0.319
69	S67T	0.216	0.024	0.239
70	S68T	0.141	0.003	0.144
71	S69T	0.174	0.021	0.195
72	S70T	0.176	0.004	0.180
73	S71T	0.190	0.007	0.197
74	S72T	0.234	0.003	0.236
75	S73T	0.239	0.025	0.264
76	S74T	0.191	0.004	0.195
77	S75T	0.184	0.021	0.205
78	S76T	0.305	0.011	0.316
79	S77T	0.141	0.002	0.143
80	S78T	0.332	0.005	0.337
81	S79T	0.332	0.004	0.337
82	S80T	0.318	0.012	0.330
83	S81T	0.489	0.036	0.525
84	S82T	0.297	0.014	0.311

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2019)

Tabel 4.19 Hasil Perhitungan tc Saluran Samping Kiri

No	Nama Saluran	to pakai (jam)	tf (jam)	tc (jam)
1	S1B	0.414	0.054	0.024
2	S2B	0.281	0.024	0.007

No	Nama Saluran	to pakai (jam)	tf (jam)	tc (jam)
3	S3B	0.538	0.090	0.065
4	S4B	0.260	0.021	0.006
5	S5B	0.227	0.016	0.004
6	S6B	0.185	0.008	0.002
7	S7B	0.252	0.012	0.003
8	S8B	0.354	0.014	0.004
9	S9B	0.270	0.021	0.008
10	S10B	0.238	0.008	0.002
11	S11B	0.438	0.053	0.024
12	S12B	0.428	0.081	0.031
13	S13B	0.296	0.017	0.005
14	S14B	0.357	0.046	0.021
15	S15B	0.268	0.018	0.005
16	S16B	0.460	0.028	0.012
17	S17B	0.358	0.062	0.016
18	S18B	0.460	0.068	0.027
19	S19B	0.325	0.009	0.003
20	S20B	0.277	0.009	0.002
21	S21B	0.235	0.059	0.013
22	S22B	0.206	0.004	0.001
23	S23B	0.225	0.019	0.004
24	S24B	0.231	0.065	0.017
25	S25B	0.253	0.030	0.009
26	S26B	0.221	0.036	0.009
27	S27B	0.253	0.028	0.007
28	S28B	0.269	0.229	0.058
29	S29B	0.247	0.030	0.009

No	Nama Saluran	to pakai (jam)	tf (jam)	tc (jam)
30	S30B	0.217	0.020	0.005
31	S31B	0.280	0.027	0.008
32	S32B	0.257	0.008	0.002
33	S33B	0.223	0.018	0.005
34	S34B	0.191	0.005	0.001
35	S35B	0.211	0.012	0.003
36	S36B	0.330	0.030	0.012
37	S37B	0.221	0.007	0.002
38	S38B	0.350	0.040	0.009
39	S39B	0.244	0.012	0.003
40	S40B	0.193	0.010	0.003
41	S41B	0.240	0.013	0.003
42	S42B	0.264	0.091	0.027
43	S43B	0.161	0.011	0.001
44	S44B	0.306	0.002	0.001
45	S45B	0.412	0.085	0.031
46	S46B	0.314	0.032	0.011
47	S47B	0.269	0.022	0.007
48	S48B	0.204	0.013	0.004
49	S49B	0.229	0.016	0.005
50	S50B	0.360	0.052	0.014
51	S51B	0.289	0.032	0.007
52	S52B	0.195	0.024	0.005
53	S53B	0.150	0.007	0.001
54	S54B	0.271	0.013	0.004
55	S55B	0.353	0.134	0.072
56	S56B	0.402	0.052	0.011

No	Nama Saluran	to pakai (jam)	tf (jam)	tc (jam)
57	S57B	0.134	0.003	0.000
58	S58B	0.294	0.009	0.003
59	S59B	0.197	0.037	0.007
60	S60B	0.302	0.114	0.029
61	S61B	0.351	0.085	0.026
62	S62B	0.214	0.016	0.004
63	S63B	0.272	0.027	0.006
64	S64B	0.403	0.078	0.028
65	S65B	0.215	0.028	0.007
66	S66B	0.363	0.069	0.030
67	S67B	0.307	0.065	0.021
68	S68B	0.251	0.012	0.003
69	S69B	0.252	0.044	0.014
70	S70B	0.240	0.048	0.012
71	S71B	0.231	0.031	0.008
72	S72B	0.197	0.004	0.001
73	S73B	0.231	0.079	0.019
74	S74B	0.154	0.015	0.002
75	S75B	0.236	0.077	0.018
76	S76B	0.290	0.037	0.012
77	S77B	0.206	0.012	0.003
78	S78B	0.328	0.010	0.004
79	S79B	0.254	0.013	0.003
80	S80B	0.363	0.031	0.019
81	S81B	0.313	0.070	0.026
82	S82B	0.134	0.072	0.016

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2019)

4.5.3. Perhitungan intensitas hujan (I)

Setelah didapatkan tinggi hujan rencana (R_{24}) dan lamanya waktu konsentrasi (t_c), maka intensitas hujan dapat diperhitungkan menggunakan rumus Mononobe. Berikut contoh perhitungan intensitas hujan (I) pada saluran samping kanan S22T.

Diketahui :

$$t_c = 13,164$$

$$R_{24} = 170,487$$

$$\begin{aligned} I &= \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3} \\ &= \frac{170,487}{24} \left(\frac{24}{13,164} \right)^{2/3} \\ &= 162,476 \text{ mm/jam} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan (I) selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.20 dan Tabel 4.21.

Tabel 4.20 Hasil Perhitungan Intensitas Hujan Saluran Samping Kanan

No	Nama Saluran	Stasioner		tc		I (mm/jam)
		Hulu	Hilir	(menit)	(jam)	
1	S1T	0	0+176.5	14.436	0.241	125.714
2	S2T	0+318	0+176.5	17.290	0.288	111.468
3	S3T	0+580	0+318	25.162	0.419	86.799
4	S4T1	0+625	0+580	25.020	0.417	87.127
5	S4T2	0+625	0+747	17.960	0.299	108.677
6	S5T	0+747	0+835	15.060	0.251	122.216
7	S6T	0+835	0+860	11.217	0.187	148.738
8	S7T	0+915	0+860	15.323	0.255	120.816
9	S8T	0+915	0+975	25.237	0.421	86.628
10	S9T	0+975	1+106	17.368	0.289	111.135
11	S10T	1+160	1+106	14.408	0.240	125.877

No	Nama Saluran	Stasioner		tc		I (mm/jam)
		Hulu	Hilir	(menit)	(jam)	
12	S11T	1+160	1+321	31.366	0.523	74.939
13	S12T1	1+450	1+321	20.514	0.342	99.459
14	S12T2	1+450	1+640	25.589	0.426	104.317
15	S13T	1+700	1+640	15.194	0.253	147.662
16	S14T	1+700	1+850	37.792	0.630	80.437
17	S15T	1+930	1+850	16.588	0.276	139.271
18	S16T	1+930	2+040	30.386	0.506	93.027
19	S17T	2+180	2+040	18.798	0.313	128.129
20	S18T	2+180	2+420	20.875	0.348	119.482
21	S19T	2+440	2+470	16.794	0.280	138.129
22	S20T	2+525	2+470	22.700	0.378	112.991
23	S21T	2+525	2+706	21.780	0.363	116.148
24	S22T	2+750	2+728	12.966	0.216	164.132
25	S23T	2+750	2+815	18.986	0.316	127.284
26	S24T	3+340	2+815	18.426	0.307	129.847
27	S25T	3+500	3+340	15.950	0.266	142.957
28	S26T	3+779	3+551	14.811	0.247	150.201
29	S27T	4+000	3+779	14.117	0.235	155.078
30	S28T	5+145	4+000	19.717	0.329	124.115
31	S29T	5+145	5+322	27.458	0.458	99.527
32	S30T	5+435	5+327	19.574	0.326	124.721
33	S31T	5+435	5+603	20.859	0.348	119.545
34	S32T	5+603	5+670	16.551	0.276	139.479
35	S33T	5+720	5+670	12.484	0.208	168.328
36	S34T	5+761	5+735	27.668	0.461	99.022
37	S35T	5+761	5+850	14.996	0.250	148.961
38	S36T	5+923	5+850	18.200	0.303	130.920

No	Nama Saluran	Stasioner		tc		I (mm/jam)
		Hulu	Hilir	(menit)	(jam)	
39	S37T	5+985	5+923	24.507	0.408	107.364
40	S38T	6+075	5+985	23.942	0.399	109.047
41	S39T	6+170	6+075	17.112	0.285	136.412
42	S40T	6+225	6+215	13.143	0.219	162.654
43	S41T	6+225	6+321	14.554	0.243	151.964
44	S42T	6+825	6+331	14.733	0.246	103.882
45	S43T	6+825	7+767	2.669	0.044	324.432
46	S44T	7+775	7+767	10.387	0.173	131.139
47	S45T	7+775	8+050	30.096	0.502	64.524
48	S46T	8+225	8+050	18.875	0.315	88.066
49	S47T	8+344	8+225	16.373	0.273	96.821
50	S48T	8+344	8+413	10.581	0.176	129.532
51	S49T	8+504	8+415	12.033	0.201	118.890
52	S50T	8+674	8+504	15.991	0.267	98.358
53	S51T	8+785	8+680	18.451	0.308	89.409
54	S52T	8+785	8+917	12.962	0.216	113.138
55	S53T	8+975	8+939	10.855	0.181	127.340
56	S54T	8+975	9+017	14.214	0.237	106.395
57	S55T	9+738	9+017	17.676	0.295	92.005
58	S56T	9+738	9+867	16.148	0.269	97.718
59	S57T	9+950	9+896	13.058	0.218	112.586
60	S58T	9+950	10+019	13.446	0.224	110.409
61	S59T	10+325	10+019	13.457	0.224	110.346
62	S60T	10+375	10+700	10.884	0.181	127.119
63	S61T	10+945	10+700	19.657	0.328	85.713
64	S62T	11+037	10+948	10.319	0.172	131.714
65	S63T	11+037	11+180	10.924	0.182	126.806

No	Nama Saluran	Stasioner		tc		I (mm/jam)
		Hulu	Hilir	(menit)	(jam)	
66	S64T	11+390	11+180	10.425	0.174	130.825
67	S65T	11+390	11+604	12.202	0.203	117.790
68	S66T	11+971	11+615	19.130	0.319	87.281
69	S67T	12+350	12+000	14.361	0.239	105.665
70	S68T	12+350	12+415	8.615	0.144	148.562
71	S69T	12+800	12+415	11.692	0.195	121.192
72	S70T	12+800	12+906	10.812	0.180	127.680
73	S71T	13+075	12+906	11.833	0.197	120.226
74	S72T	13+075	13+107	14.188	0.236	106.525
75	S73T	13+525	13+107	15.841	0.264	98.979
76	S74T	13+525	13+607	11.674	0.195	121.313
77	S75T	14+025	13+607	12.307	0.205	117.119
78	S76T	14+025	14+207	18.981	0.316	87.737
79	S77T	14+207	14+271	8.553	0.143	149.278
80	S78T	14+325	14+273	20.202	0.337	84.167
81	S79T	14+325	14+374	20.201	0.337	84.168
82	S80T	14+540	14+374	19.829	0.330	85.217
83	S81T	14+540	14+768	31.511	0.525	62.578
84	S82T	15+000	14+768	18.686	0.311	88.657

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2019)

Tabel 4.21 Hasil Perhitungan Intensitas Hujan Saluran Samping Kiri

No	Nama Saluran	Stasioner		tc		I (mm/jam)
		Hulu	Hilir	(menit)	(jam)	
1	S1B	0	0+176.5	26.286	0.438	84.307
2	S2B	0+308	0+176.5	17.284	0.288	111.494
3	S3B	0+635	0+342	36.189	0.603	68.123

No	Nama Saluran	Stasioner		tc		I (mm/jam)
		Hulu	Hilir	(menit)	(jam)	
4	S4B	0+747	0+635	15.977	0.266	117.496
5	S5B	0+747	0+835	13.894	0.232	128.961
6	S6B	0+835	0+880	11.246	0.187	148.486
7	S7B	0+945	0+880	15.306	0.255	120.902
8	S8B	0+945	0+990	21.450	0.358	96.545
9	S9B	0+990	1+106	16.633	0.277	114.385
10	S10B	1+150	1+106	14.424	0.240	125.786
11	S11B	1+150	1+321	27.727	0.462	81.359
12	S12B	1+585	1+321	27.500	0.458	99.427
13	S13B	1+675	1+585	18.025	0.300	131.764
14	S14B	1+675	1+825	22.639	0.377	113.192
15	S15B	1+920	1+825	16.419	0.274	140.222
16	S16B	1+920	2+010	28.285	0.471	97.578
17	S17B	2+210	2+010	22.415	0.374	113.945
18	S18B	2+210	2+430	29.193	0.487	95.544
19	S19B	2+440	2+470	19.666	0.328	124.329
20	S20B	2+500	2+470	16.742	0.279	138.416
21	S21B	2+500	2+692	14.907	0.248	149.554
22	S22B	2+730	2+711	12.428	0.207	168.833
23	S23B	2+730	2+790	13.752	0.229	157.817
24	S24B	3+340	2+790	14.925	0.249	149.434
25	S25B	3+500	3+340	15.688	0.261	144.545
26	S26B	3+776	3+580	13.779	0.230	157.610
27	S27B	3+925	3+776	15.590	0.260	145.155
28	S28B	5+160	3+925	19.615	0.327	124.547
29	S29B	5+160	5+322	15.305	0.255	146.948
30	S30B	5+435	5+327	13.342	0.222	161.033

No	Nama Saluran	Stasioner		tc		I (mm/jam)
		Hulu	Hilir	(menit)	(jam)	
31	S31B	5+435	5+580	17.283	0.288	135.511
32	S32B	5+580	5+625	15.545	0.259	145.434
33	S33B	5+720	5+625	13.680	0.228	158.369
34	S34B	5+761	5+735	11.501	0.192	177.790
35	S35B	5+761	5+825	12.819	0.214	165.383
36	S36B	5+923	5+825	20.551	0.343	120.737
37	S37B	5+960	5+923	13.358	0.223	160.900
38	S38B	6+090	5+960	21.538	0.359	117.019
39	S39B	6+130	6+090	14.782	0.246	150.392
40	S40B	6+170	6+225	11.760	0.196	175.162
41	S41B	6+300	6+230	14.630	0.244	151.431
42	S42B	6+825	6+332	17.471	0.291	92.721
43	S43B	6+825	7+767	9.739	0.162	136.899
44	S44B	7+775	7+767	18.380	0.306	89.640
45	S45B	7+775	8+050	26.589	0.443	70.080
46	S46B	8+225	8+050	19.451	0.324	86.320
47	S47B	8+344	8+225	16.550	0.276	96.131
48	S48B	8+344	8+413	12.463	0.208	116.143
49	S49B	8+504	8+415	14.031	0.234	107.318
50	S50B	8+674	8+504	22.418	0.374	78.523
51	S51B	8+785	8+680	17.787	0.296	91.620
52	S52B	8+785	8+917	12.029	0.200	118.917
53	S53B	8+975	8+939	9.048	0.151	143.777
54	S54B	8+975	9+017	16.526	0.275	96.225
55	S55B	9+738	9+017	25.520	0.425	72.025
56	S56B	9+738	8+908	17.322	0.289	93.254
57	S57B	9+960	9+945	8.074	0.135	155.124

No	Nama Saluran	Stasioner		tc		I (mm/jam)
		Hulu	Hilir	(menit)	(jam)	
58	S58B	9+960	9+990	17.811	0.297	91.539
59	S59B	10+200	10+000	12.230	0.204	117.613
60	S60B	10+332	10+700	19.864	0.331	85.118
61	S61B	10+975	10+700	22.640	0.377	78.008
62	S62B	11+068	10+981	13.089	0.218	112.405
63	S63B	11+068	11+157	16.681	0.278	95.628
64	S64B	11+424	11+171	25.860	0.431	71.392
65	S65B	11+424	11+574	13.293	0.222	111.254
66	S66B	11+979	11+604	23.578	0.393	75.926
67	S67B	12+350	12+000	19.682	0.328	85.643
68	S68B	12+350	12+415	15.270	0.255	101.431
69	S69B	12+650	12+415	15.964	0.266	98.470
70	S70B	12+650	12+907	15.158	0.253	101.930
71	S71B	13+075	12+907	14.317	0.239	105.883
72	S72B	13+075	13+099	11.863	0.198	120.024
73	S73B	13+525	13+099	14.951	0.249	102.870
74	S74B	13+525	13+607	9.320	0.155	140.963
75	S75B	14+025	13+607	15.214	0.254	101.682
76	S76B	14+025	14+225	18.145	0.302	90.413
77	S77B	14+225	14+291	12.546	0.209	115.626
78	S78B	14+325	14+293	19.909	0.332	84.988
79	S79B	14+325	14+367	15.427	0.257	100.741
80	S80B	14+540	14+374	22.963	0.383	77.275
81	S81B	14+540	14+768	20.306	0.338	83.879
82	S82B	15+000	14+768	18.559	0.309	89.062

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2019)

4.5.4. Perhitungan debit hidrologi (Q)

Debit hidrologi pada saluran tepi drainase jalan tol dihitung menggunakan metode rasional. Untuk menghitung debit banjir hidrologi diperlukan nilai koefisien pengaliran (C), intensitas hujan (I), dan luas daerah pengaliran (DAS). Berikut contoh perhitungan debit hidrologi (Q) pada saluran samping kanan S22T.

Data perencanaan saluran S22T.

$$C_{gabungan} = 0,60$$

$$I = 164,132 \text{ mm/jam}$$

$$A = 0,035 \text{ km}^2$$

$$Q_{hidrologi} = \frac{1}{3,6} \cdot C \cdot I \cdot A$$

$$Q_{hidrologi} = \frac{1}{3,6} \cdot 0,60 \cdot 164,132 \cdot 0,035$$

$$Q_{hidrologi} = 0,963 \text{ m}^3/\text{s}$$

Hasil perhitungan debit hidrologi selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.22 dan 4.23.

Tabel 4.22 Hasil Perhitungan Q hidrologi Saluran Samping Kanan

No	Nama Saluran	C gab	I	A	Q hidrologi
			(mm/jam)	(km ²)	(m ³ /s)
1	S1T	0.61	118.775	0.111	2.218
2	S2T	0.60	107.256	0.107	1.937
3	S3T	0.61	79.757	0.170	2.282
4	S4T1	0.60	87.231	0.052	0.756
5	S4T2	0.60	103.514	0.098	1.703
6	S5T	0.60	118.487	0.088	1.748
7	S6T	0.60	146.802	0.043	1.058
8	S7T	0.60	118.508	0.062	1.235

No	Nama Saluran	C gab	I	A	Q hidrologi
			(mm/jam)	(km ²)	(m ³ /s)
9	S8T	0.60	86.037	0.054	0.783
10	S9T	0.61	103.611	0.040	0.695
11	S10T	0.60	123.324	0.066	1.361
12	S11T	0.60	74.007	0.128	1.595
13	S12T1	0.60	94.288	0.119	1.887
14	S12T2	0.61	98.751	0.129	2.137
15	S13T	0.60	144.533	0.047	1.137
16	S14T	0.61	83.926	0.123	1.176
17	S15T	0.60	135.709	0.108	2.452
18	S16T	0.60	91.498	0.101	1.547
19	S17T	0.60	119.737	0.127	2.544
20	S18T	0.61	110.256	0.133	2.467
21	S19T	0.60	135.932	0.054	1.230
22	S20T	0.60	111.370	0.077	1.430
23	S21T	0.60	109.772	0.127	2.350
24	S22T	0.60	162.476	0.035	0.953
25	S23T	0.61	123.265	0.044	0.912
26	S24T	0.62	113.294	0.123	2.389
27	S25T	0.61	135.517	0.102	2.330
28	S26T	0.62	138.730	0.051	1.212
29	S27T	0.62	142.728	0.048	1.181
30	S28T	0.62	95.412	0.114	1.885
31	S29T	0.61	96.153	0.114	1.845
32	S30T	0.60	121.417	0.122	2.472
33	S31T	0.61	111.188	0.118	2.209
34	S32T	0.60	138.745	0.026	0.601
35	S33T	0.60	164.382	0.045	1.254

No	Nama Saluran	C gab	I	A	Q hidrologi
			(mm/jam)	(km ²)	(m ³ /s)
36	S34T	0.60	98.379	0.046	0.761
37	S35T	0.61	144.468	0.021	0.516
38	S36T	0.61	126.176	0.021	0.444
39	S37T	0.61	105.241	0.017	0.304
40	S38T	0.62	106.100	0.016	0.290
41	S39T	0.60	129.567	0.127	2.756
42	S40T	0.60	161.914	0.022	0.590
43	S41T	0.61	146.637	0.038	0.934
44	S42T	0.61	88.395	0.140	2.110
45	S43T	0.60	284.271	0.056	2.681
46	S44T	0.60	130.593	0.013	0.285
47	S45T	0.60	61.959	0.222	2.310
48	S46T	0.60	81.066	0.191	2.592
49	S47T	0.60	93.344	0.071	1.113
50	S48T	0.60	124.936	0.047	0.977
51	S49T	0.61	114.262	0.048	0.922
52	S50T	0.60	90.248	0.100	1.523
53	S51T	0.60	87.038	0.170	2.480
54	S52T	0.60	107.053	0.076	1.365
55	S53T	0.61	124.716	0.015	0.321
56	S54T	0.61	104.727	0.021	0.364
57	S55T	0.60	84.530	0.166	2.353
58	S56T	0.60	93.816	0.128	2.015
59	S57T	0.62	110.037	0.014	0.257
60	S58T	0.62	107.381	0.014	0.260
61	S59T	0.62	98.223	0.080	1.344
62	S60T	0.61	102.533	0.157	2.720

No	Nama Saluran	C gab	I	A	Q hidrologi
			(mm/jam)	(km ²)	(m ³ /s)
63	S61T	0.61	78.544	0.102	1.354
64	S62T	0.61	125.810	0.047	1.000
65	S63T	0.60	112.351	0.100	1.896
66	S64T	0.60	118.006	0.132	2.620
67	S65T	0.61	107.794	0.057	1.050
68	S66T	0.61	81.319	0.123	1.685
69	S67T	0.61	86.374	0.157	2.292
70	S68T	0.61	142.549	0.037	0.879
71	S69T	0.61	103.862	0.134	2.362
72	S70T	0.61	120.716	0.067	1.352
73	S71T	0.61	111.292	0.072	1.350
74	S72T	0.60	105.186	0.134	2.355
75	S73T	0.61	88.019	0.178	2.635
76	S74T	0.60	113.035	0.095	1.790
77	S75T	0.61	99.707	0.098	1.654
78	S76T	0.61	83.855	0.051	0.723
79	S77T	0.61	142.508	0.027	0.639
80	S78T	0.61	82.384	0.034	0.465
81	S79T	0.60	82.437	0.041	0.573
82	S80T	0.60	82.173	0.081	1.117
83	S81T	0.61	59.981	0.113	1.143
84	S82T	0.61	83.587	0.114	1.609

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2019)

Tabel 4.23 Hasil Perhitungan Q hidrologi Saluran Samping Kiri

No	Nama Saluran	C gab	I	A	Q hidrologi
			(mm/jam)	(km ²)	(m ³ /s)

No	Nama Saluran	C gab	I	A	Q hidrologi
			(mm/jam)	(km ²)	(m ³ /s)
1	S1B	0.61	84.307	0.144	2.047
2	S2B	0.61	111.494	0.139	2.623
3	S3B	0.61	68.123	0.121	1.397
4	S4B	0.61	117.496	0.121	2.393
5	S5B	0.62	128.961	0.057	1.261
6	S6B	0.62	148.486	0.052	1.340
7	S7B	0.61	120.902	0.074	1.533
8	S8B	0.62	96.545	0.055	0.906
9	S9B	0.62	114.385	0.055	1.074
10	S10B	0.62	125.786	0.055	1.188
11	S11B	0.61	81.359	0.139	1.908
12	S12B	0.61	99.427	0.154	2.575
13	S13B	0.61	131.764	0.110	2.454
14	S14B	0.61	113.192	0.124	2.371
15	S15B	0.62	140.222	0.051	1.237
16	S16B	0.61	97.578	0.088	1.451
17	S17B	0.61	113.945	0.119	2.294
18	S18B	0.61	95.544	0.152	2.440
19	S19B	0.62	124.329	0.045	0.972
20	S20B	0.62	138.416	0.052	1.229
21	S21B	0.61	149.554	0.112	2.833
22	S22B	0.63	168.833	0.032	0.957
23	S23B	0.62	157.817	0.044	1.189
24	S24B	0.62	149.434	0.055	1.412
25	S25B	0.61	144.545	0.113	2.763
26	S26B	0.62	157.610	0.053	1.434
27	S27B	0.62	145.155	0.049	1.229

No	Nama Saluran	C gab	I	A	Q hidrologi
			(mm/jam)	(km ²)	(m ³ /s)
28	0.61	124.547	0.113	2.387	0.61
29	0.61	146.948	0.083	2.072	0.61
30	0.62	161.033	0.048	1.337	0.62
31	0.61	135.511	0.118	2.711	0.61
32	0.61	145.434	0.074	1.828	0.61
33	0.62	158.369	0.049	1.329	0.62
34	0.63	177.790	0.040	1.228	0.63
35	0.62	165.383	0.044	1.255	0.62
36	0.62	120.737	0.047	0.972	0.62
37	0.63	160.900	0.036	1.015	0.63
38	0.61	117.019	0.091	1.814	0.61
39	0.63	150.392	0.033	0.857	0.63
40	0.62	175.162	0.048	1.451	0.62
41	0.61	151.431	0.076	1.963	0.61
42	0.61	92.721	0.082	1.289	0.61
43	0.62	136.899	0.056	1.323	0.62
44	0.65	89.640	0.018	0.296	0.65
45	0.61	70.080	0.125	1.475	0.61
46	0.61	86.320	0.123	1.796	0.61
47	0.61	96.131	0.107	1.738	0.61
48	0.62	116.143	0.053	1.065	0.62
49	0.62	107.318	0.062	1.143	0.62
50	0.61	78.523	0.109	1.442	0.61
51	0.61	91.620	0.112	1.731	0.61
52	0.61	118.917	0.071	1.450	0.61
53	0.62	143.777	0.057	1.397	0.62
54	0.62	96.225	0.061	1.008	0.62

No	Nama Saluran	C gab	I	A	Q hidrologi
			(mm/jam)	(km ²)	(m ³ /s)
55	S55B	0.61	72.025	0.140	1.706
56	S56B	0.61	93.254	0.120	1.897
57	S57B	0.63	155.124	0.031	0.854
58	S58B	0.63	91.539	0.031	0.505
59	S59B	0.62	117.613	0.060	1.211
60	S60B	0.61	85.118	0.164	2.352
61	S61B	0.61	78.008	0.155	2.041
62	S62B	0.62	112.405	0.064	1.233
63	S63B	0.61	95.628	0.084	1.368
64	S64B	0.61	71.392	0.083	1.012
65	S65B	0.61	111.254	0.079	1.490
66	S66B	0.61	75.926	0.102	1.317
67	S67B	0.61	85.643	0.118	1.714
68	S68B	0.62	101.431	0.048	0.846
69	S69B	0.61	98.470	0.073	1.228
70	S70B	0.61	101.930	0.127	2.189
71	S71B	0.61	105.883	0.079	1.428
72	S72B	0.62	120.024	0.050	1.040
73	S73B	0.61	102.870	0.135	2.338
74	S74B	0.62	140.963	0.053	1.293
75	S75B	0.61	101.682	0.140	2.407
76	S76B	0.61	90.413	0.171	2.597
77	S77B	0.62	115.626	0.062	1.235
78	S78B	0.63	84.988	0.037	0.543
79	S79B	0.62	100.741	0.047	0.823
80	S78B	0.61	77.275	0.068	0.902
81	S79B	0.61	83.879	0.122	1.726

No	Nama Saluran	C gab	I	A	Q hidrologi
			(mm/jam)	(km ²)	(m ³ /s)
82	S78B	0.61	89.062	0.112	1.693

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2019)

4.6. Analisa Hidrolika

4.6.1. Perencanaan Dimensi Saluran

Dalam pengerjaan tugas akhir ini, saluran samping Jalan Tol Pandaan-Malang direncanakan menggunakan saluran galian tanah, saluran berbentuk trapesium dari pasangan batu kali, dan U-ditch. Berikut contoh perhitungan debit hidrolika (Q) pada saluran samping kanan S22T.

Data perencanaan saluran S22T.

$$b = 0,5 \text{ m}$$

$$h = 0,5 \text{ m}$$

$$n = 0,02$$

$$S = 0,111$$

$$\begin{aligned} \text{Luas penampang (A)} &= b \times h_{\text{saluran}} \\ &= 0,5 \times 0,5 \\ &= 0,25 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Keliling basah (P)} &= b + (2 \times h_{\text{total}}) \\ &= 0,5 + (2 \times 0,5) \\ &= 1,5 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jari-jari hidraulik (R)} &= \frac{A}{P} \\ &= \frac{0,25}{1,5} = 0,1667 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan (V)} &= \frac{1}{n} R^{2/3} i^{1/2} \\ &= \frac{1}{0,02} 0,1667^{2/3} 0,111^{1/2} \\ &= 5,049 \text{ m/s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Q hidrolika} &= V \times A \\ &= 5,049 \times 0,25 = 1,262 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan Q hidrolika selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.24 dan Tabel 4.25.

Tabel 4.24 Hasil Perhitungan Q hidrolika Saluran Samping Kanan

No	Nama Saluran	S	b	h	m	P	A	R	n manning	V	Q
			(m)	(m)		(m)	(m ²)	(m)		(m/s)	(m ³ /s)
1	S1T	0.0205	0.8	0.6	1	2.83	0.84	0.3	0.02	3.190	2.680
2	S2T	0.0205	0.8	0.6	1	2.83	0.84	0.3	0.02	3.188	2.678
3	S3T	0.0107	1.4	0.5	2	5.37	1.2	0.22	0.02	1.902	2.282
4	S4T1	0.0021	0.8	0.6	1	2.83	0.84	0.3	0.02	1.012	0.850
5	S4T2	0.0060	1.4	0.5	2	5.37	1.2	0.22	0.02	1.425	1.710
6	S5T	0.0343	0.7	0.5	1	2.4	0.6	0.25	0.02	3.672	2.203
7	S6T	0.0986	0.5	0.5	0	1.5	0.25	0.17	0.02	4.755	1.189
8	S7T	0.0352	0.6	0.4	1	1.98	0.4	0.2	0.02	3.229	1.292
9	S8T	0.0016	1.4	0.5	2	5.37	1.2	0.22	0.02	0.741	0.889
10	S9T	0.0223	1	0.3	2	3.58	0.48	0.13	0.02	1.956	0.939
11	S10T	0.0391	0.6	0.4	1	1.98	0.4	0.2	0.02	3.404	1.362
12	S11T	0.0015	1.8	0.7	2	7.16	2.24	0.31	0.02	0.886	1.985
13	S12T1	0.0118	1.4	0.5	2	5.37	1.2	0.22	0.02	1.997	2.396
14	S12T2	0.0067	1.6	0.6	2	6.26	1.68	0.27	0.02	1.701	2.857
15	S13T	0.0596	0.6	0.6	0	1.8	0.36	0.2	0.02	4.173	1.502
16	S14T	0.0003	2	0.8	2	9.84	4.4	0.45	0.02	0.489	2.153
17	S15T	0.0362	0.8	0.6	1	2.83	0.84	0.3	0.02	4.234	3.556
18	S16T	0.0024	1.6	0.6	2	6.26	1.68	0.27	0.02	1.025	1.722
19	S17T	0.0188	1.4	0.5	2	5.37	1.2	0.22	0.02	2.525	3.030
20	S18T	0.0060	1.6	0.6	2	6.26	1.68	0.27	0.02	1.607	2.700
21	S19T	0.0136	1.2	0.4	2	4.47	0.8	0.18	0.02	1.849	1.479
22	S20T	0.0036	1.6	0.6	2	6.26	1.68	0.27	0.02	1.251	2.102
23	S21T	0.0052	1.6	0.6	2	6.26	1.68	0.27	0.02	1.504	2.526
24	S22T	0.1112	0.5	0.5	0	1.5	0.25	0.17	0.02	5.049	1.262
25	S23T	0.0192	1.2	0.4	2	4.47	0.8	0.18	0.02	2.197	1.758
26	S24T	0.0306	0.8	0.6	1	2.83	0.84	0.3	0.02	3.895	3.272

No	Nama Saluran	S	b	h	m	P	A	R	n manning	V	Q
			(m)	(m)		(m)	(m ²)	(m)		(m/s)	(m ³ /s)
27	S25T	0.0389	0.7	0.5	1	2.4	0.6	0.25	0.02	3.910	2.346
28	S26T	0.0575	0.6	0.6	0	1.8	0.36	0.2	0.02	4.102	1.477
29	S27T	0.0688	0.6	0.6	0	1.8	0.36	0.2	0.02	4.486	1.615
30	S28T	0.0391	0.7	0.5	1	2.4	0.6	0.25	0.02	3.920	2.352
31	S29T	0.0031	1.6	0.6	2	6.26	1.68	0.27	0.02	1.153	1.937
32	S30T	0.0225	0.8	0.6	1	2.83	0.84	0.3	0.02	3.342	2.807
33	S31T	0.0179	1.4	0.5	2	5.37	1.2	0.22	0.02	2.464	2.957
34	S32T	0.0421	0.5	0.5	0	1.5	0.25	0.17	0.02	3.108	0.777
35	S33T	0.1125	0.5	0.5	0	1.5	0.25	0.17	0.02	5.079	1.270
36	S34T	0.0050	1.2	0.4	2	4.47	0.8	0.18	0.02	1.122	0.898
37	S35T	0.0297	0.5	0.3	1	1.56	0.24	0.15	0.02	2.480	0.595
38	S36T	0.0173	1	0.3	2	3.58	0.48	0.13	0.02	1.726	0.828
39	S37T	0.0077	1	0.3	2	3.58	0.48	0.13	0.02	1.149	0.552
40	S38T	0.0060	1	0.3	2	3.58	0.48	0.13	0.02	1.015	0.487
41	S39T	0.0197	1.4	0.5	2	5.37	1.2	0.22	0.02	2.587	3.105
42	S40T	0.1098	0.5	0.5	0	1.5	0.25	0.17	0.02	5.018	1.254
43	S41T	0.0624	0.5	0.5	0	1.5	0.25	0.17	0.02	3.782	0.945
44	S42T	0.0351	0.7	0.5	1	2.4	0.6	0.25	0.02	3.711	2.226
45	S43T	0.2905	0.6	0.4	1	1.98	0.4	0.2	0.02	9.278	3.711
46	S44T	0.0546	0.5	0.5	0	1.5	0.25	0.17	0.02	3.539	0.885
47	S45T	0.0024	1.8	0.7	2	7.16	2.24	0.31	0.02	1.128	2.526
48	S46T	0.0180	1.4	0.5	2	5.37	1.2	0.22	0.02	2.469	2.963
49	S47T	0.0270	0.6	0.4	1	1.98	0.4	0.2	0.02	2.827	1.131
50	S48T	0.0726	0.5	0.5	0	1.5	0.25	0.17	0.02	4.080	1.020
51	S49T	0.0607	0.5	0.5	0	1.5	0.25	0.17	0.02	3.731	0.933
52	S50T	0.0105	1.4	0.5	2	5.37	1.2	0.22	0.02	1.889	2.267
53	S51T	0.0201	0.8	0.6	1	2.83	0.84	0.3	0.02	3.154	2.649

No	Nama Saluran	S	b	h	m	P	A	R	n manning	V	Q
			(m)	(m)		(m)	(m ²)	(m)		(m/s)	(m ³ /s)
54	S52T	0.0700	0.6	0.6	0	1.8	0.36	0.2	0.02	4.524	1.629
55	S53T	0.2019	0.5	0.5	0	1.5	0.25	0.17	0.02	6.804	1.701
56	S54T	0.0536	0.5	0.5	0	1.5	0.25	0.17	0.02	3.507	0.877
57	S55T	0.0197	0.8	0.6	1	2.83	0.84	0.3	0.02	3.126	2.626
58	S56T	0.0292	0.7	0.5	1	2.4	0.6	0.25	0.02	3.387	2.032
59	S57T	0.0680	0.5	0.5	0	1.5	0.25	0.17	0.02	3.949	0.987
60	S58T	0.0609	0.5	0.5	0	1.5	0.25	0.17	0.02	3.737	0.934
61	S59T	0.0648	0.6	0.6	0	1.8	0.36	0.2	0.02	4.354	1.568
62	S60T	0.0097	1.6	0.6	2	6.26	1.68	0.27	0.02	2.052	3.447
63	S61T	0.0061	1.4	0.5	2	5.37	1.2	0.22	0.02	1.441	1.729
64	S62T	0.0372	0.6	0.4	1	1.98	0.4	0.2	0.02	3.319	1.328
65	S63T	0.0296	1.2	0.4	2	4.47	0.8	0.18	0.02	2.733	2.186
66	S64T	0.0384	0.8	0.6	1	2.83	0.84	0.3	0.02	4.364	3.666
67	S65T	0.0534	0.6	0.6	0	1.8	0.36	0.2	0.02	3.953	1.423
68	S66T	0.0117	0.8	0.6	1	2.83	0.84	0.3	0.02	2.404	2.020
69	S67T	0.0200	1.4	0.5	2	5.37	1.2	0.22	0.02	2.605	3.126
70	S68T	0.0691	0.5	0.5	0	1.5	0.25	0.17	0.02	3.979	0.995
71	S69T	0.0295	0.8	0.6	1	2.83	0.84	0.3	0.02	3.825	3.213
72	S70T	0.1032	0.6	0.6	0	1.8	0.36	0.2	0.02	5.492	1.977
73	S71T	0.0761	0.6	0.6	0	1.8	0.36	0.2	0.02	4.718	1.698
74	S72T	0.0325	0.8	0.6	1	4.47	0.84	0.19	0.02	2.957	2.484
75	S73T	0.0222	0.8	0.6	1	2.83	0.84	0.3	0.02	3.317	2.786
76	S74T	0.0449	0.7	0.5	1	2.4	0.6	0.25	0.02	4.200	2.520
77	S75T	0.0321	0.7	0.5	1	2.4	0.6	0.25	0.02	3.551	2.131
78	S76T	0.0211	0.6	0.4	1	1.98	0.4	0.2	0.02	2.503	1.001
79	S77T	0.2204	0.5	0.5	0	1.5	0.25	0.17	0.02	7.108	1.777
80	S78T	0.0095	1	0.3	2	3.58	0.48	0.13	0.02	1.278	0.614

No	Nama Saluran	S	b	h	m	P	A	R	n manning	V	Q
			(m)	(m)		(m)	(m ²)	(m)		(m/s)	(m ³ /s)
81	S79T	0.0109	1	0.3	2	3.58	0.48	0.13	0.02	1.368	0.657
82	S80T	0.0155	0.7	0.5	1	2.4	0.6	0.25	0.02	2.471	1.483
83	S81T	0.0036	1.4	0.5	2	5.37	1.2	0.22	0.02	1.111	1.334
84	S82T	0.0225	0.7	0.5	1	2.4	0.6	0.25	0.02	2.970	1.782

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2019)

Tabel 4.25 Hasil Perhitungan Q hidrolika Saluran Samping Kiri

No	Nama Saluran	S	b	h	m	P	A	R	n manning	V	Q
			(m)	(m)		(m)	(m ²)	(m)		(m/s)	(m ³ /s)
1	S1B	0.0050	1.6	0.6	2	6.26	1.68	0.27	0.02	1.474	2.476
2	S2B	0.0283	0.8	0.6	1	2.83	0.84	0.3	0.02	3.741	3.143
3	S3B	0.0018	1.6	0.6	2	6.26	1.68	0.27	0.02	0.895	1.503
4	S4B	0.0313	0.8	0.6	1	2.83	0.84	0.3	0.02	3.939	3.309
5	S5B	0.0532	0.6	0.6	0	1.8	0.36	0.2	0.02	3.946	1.420
6	S6B	0.0720	0.6	0.6	0	1.8	0.36	0.2	0.02	4.588	1.652
7	S7B	0.0361	0.7	0.5	1	2.4	0.6	0.25	0.02	3.766	2.260
8	S8B	0.0130	1.2	0.4	2	4.47	0.8	0.18	0.02	1.808	1.447
9	S9B	0.0305	0.6	0.6	0	1.8	0.36	0.2	0.02	2.986	1.075
10	S10B	0.0551	0.6	0.6	0	1.8	0.36	0.2	0.02	4.015	1.445
11	S11B	0.0045	1.6	0.6	2	6.26	1.68	0.27	0.02	1.400	2.353
12	S12B	0.0066	1.6	0.6	2	6.26	1.68	0.27	0.02	1.693	2.844
13	S13B	0.0293	0.8	0.6	1	2.83	0.84	0.3	0.02	3.807	3.198
14	S14B	0.0048	1.6	0.6	2	6.26	1.68	0.27	0.02	1.440	2.419
15	S15B	0.0411	0.6	0.6	0	1.8	0.36	0.2	0.02	3.465	1.247
16	S16B	0.0053	1.4	0.5	2	5.37	1.2	0.22	0.02	1.337	1.604
17	S17B	0.0148	1.4	0.5	2	5.37	1.2	0.22	0.02	2.238	2.686

No	Nama Saluran	S	b	h	m	P	A	R	n manning	V	Q
			(m)	(m)		(m)	(m ²)	(m)		(m/s)	(m ³ /s)
18	S18B	0.0060	1.6	0.6	2	6.26	1.68	0.27	0.02	1.614	2.712
19	S19B	0.0115	1.2	0.4	2	4.47	0.8	0.18	0.02	1.700	1.360
20	S20B	0.0182	1.2	0.4	2	4.47	0.8	0.18	0.02	2.143	1.715
21	S21B	0.0185	1.4	0.5	2	5.37	1.2	0.22	0.02	2.504	3.005
22	S22B	0.0872	0.5	0.5	0	1.5	0.25	0.17	0.02	4.472	1.118
23	S23B	0.0172	1.2	0.4	2	4.47	0.8	0.18	0.02	2.083	1.666
24	S24B	0.0536	0.6	0.6	0	1.8	0.36	0.2	0.02	3.957	1.425
25	S25B	0.0275	0.8	0.6	1	2.83	0.84	0.3	0.02	3.687	3.097
26	S26B	0.0653	0.6	0.6	0	1.8	0.36	0.2	0.02	4.371	1.574
27	S27B	0.0585	0.6	0.6	0	1.8	0.36	0.2	0.02	4.136	1.489
28	S28B	0.0386	0.7	0.5	1	2.4	0.6	0.25	0.02	3.894	2.336
29	S29B	0.0305	0.7	0.5	1	2.4	0.6	0.25	0.02	3.459	2.075
30	S30B	0.0527	0.6	0.6	0	1.8	0.36	0.2	0.02	3.926	1.413
31	S31B	0.0269	0.8	0.6	1	2.83	0.84	0.3	0.02	3.653	3.068
32	S32B	0.0342	0.7	0.5	1	2.4	0.6	0.25	0.02	3.664	2.198
33	S33B	0.0541	0.6	0.6	0	1.8	0.36	0.2	0.02	3.979	1.432
34	S34B	0.1078	0.5	0.5	0	1.5	0.25	0.17	0.02	4.971	1.243
35	S35B	0.0571	0.6	0.6	0	1.8	0.36	0.2	0.02	4.086	1.471
36	S36B	0.0060	1.2	0.4	2	4.47	0.8	0.18	0.02	1.225	0.980
37	S37B	0.0287	0.6	0.4	1	1.98	0.4	0.2	0.02	2.918	1.167
38	S38B	0.0111	1.2	0.4	2	2.83	0.8	0.28	0.02	2.271	1.816
39	S39B	0.0188	1	0.3	2	3.58	0.48	0.13	0.02	1.797	0.862
40	S40B	0.0613	0.6	0.6	0	1.8	0.36	0.2	0.02	4.233	1.524
41	S41B	0.0361	0.7	0.5	1	2.4	0.6	0.25	0.02	3.763	2.258
42	S42B	0.0439	0.6	0.6	0	1.8	0.36	0.2	0.02	3.585	1.290
43	S43B	0.3223	0.5	0.3	1	1.56	0.24	0.15	0.02	8.165	1.960
44	S44B	0.0201	1	0.3	2	3.58	0.48	0.13	0.02	1.859	0.892

No	Nama Saluran	S	b	h	m	P	A	R	n manning	V	Q
			(m)	(m)		(m)	(m ²)	(m)		(m/s)	(m ³ /s)
45	S45B	0.0071	1.4	0.5	2	5.37	1.2	0.22	0.02	1.554	1.865
46	S46B	0.0232	0.7	0.5	1	2.4	0.6	0.25	0.02	3.018	1.811
47	S47B	0.0268	0.7	0.5	1	2.4	0.6	0.25	0.02	3.247	1.948
48	S48B	0.0445	0.6	0.6	0	1.8	0.36	0.2	0.02	3.606	1.298
49	S49B	0.0395	0.6	0.6	0	1.8	0.36	0.2	0.02	3.397	1.223
50	S50B	0.0132	1.2	0.4	2	4.47	0.8	0.18	0.02	1.823	1.459
51	S51B	0.0197	1.2	0.4	2	4.47	0.8	0.18	0.02	2.228	1.782
52	S52B	0.0804	0.6	0.6	0	1.8	0.36	0.2	0.02	4.849	1.746
53	S53B	0.1864	0.5	0.5	0	1.5	0.25	0.17	0.02	6.538	1.634
54	S54B	0.0098	1.2	0.4	2	4.47	0.8	0.18	0.02	1.568	1.255
55	S55B	0.0084	0.8	0.6	1	2.83	0.84	0.3	0.02	2.039	1.713
56	S56B	0.0224	1.2	0.4	2	4.47	0.8	0.18	0.02	2.378	1.903
57	S57B	0.1994	0.5	0.5	0	1.5	0.25	0.17	0.02	6.762	1.690
58	S58B	0.0084	1	0.3	2	3.58	0.48	0.13	0.02	1.203	0.578
59	S59B	0.1030	0.5	0.5	0	1.5	0.25	0.17	0.02	4.860	1.215
60	S60B	0.0141	1.4	0.5	2	5.37	1.2	0.22	0.02	2.186	2.623
61	S61B	0.0098	1.4	0.5	2	5.37	1.2	0.22	0.02	1.827	2.193
62	S62B	0.0568	0.6	0.6	0	1.8	0.36	0.2	0.02	4.076	1.467
63	S63B	0.0177	1.2	0.4	2	4.47	0.8	0.18	0.02	2.110	1.688
64	S64B	0.0073	1.2	0.4	2	4.47	0.8	0.18	0.02	1.361	1.089
65	S65B	0.0606	0.6	0.6	0	1.8	0.36	0.2	0.02	4.209	1.515
66	S66B	0.0127	0.7	0.5	1	2.4	0.6	0.25	0.02	2.237	1.342
67	S67B	0.0226	0.7	0.5	1	2.4	0.6	0.25	0.02	2.981	1.788
68	S68B	0.0525	0.5	0.5	0	1.5	0.25	0.17	0.02	3.471	0.868
69	S69B	0.0398	0.6	0.6	0	1.8	0.36	0.2	0.02	3.413	1.229
70	S70B	0.0372	0.7	0.5	1	2.4	0.6	0.25	0.02	3.822	2.293
71	S71B	0.0601	0.6	0.6	0	1.8	0.36	0.2	0.02	4.193	1.510

No	Nama Saluran	S	b	h	m	P	A	R	n manning	V	Q
			(m)	(m)		(m)	(m ²)	(m)		(m/s)	(m ³ /s)
72	S72B	0.0531	0.6	0.6	0	1.8	0.36	0.2	0.02	3.941	1.419
73	S73B	0.0444	0.7	0.5	1	2.4	0.6	0.25	0.02	4.177	2.506
74	S74B	0.2162	0.5	0.3	1	1.56	0.24	0.15	0.02	6.687	1.605
75	S75B	0.0472	0.7	0.5	1	2.4	0.6	0.25	0.02	4.307	2.584
76	S76B	0.0225	0.8	0.6	1	2.83	0.84	0.3	0.02	3.340	2.805
77	S77B	0.0607	0.6	0.6	0	1.8	0.36	0.2	0.02	4.213	1.517
78	S78B	0.0062	0.3	0.4	2	2.46	0.44	0.18	0.02	1.246	0.548
79	S79B	0.0177	1	0.3	2	3.58	0.48	0.13	0.02	1.742	0.836
80	S78B	0.0062	0.7	0.5	1	2.4	0.6	0.25	0.02	1.555	0.933
81	S79B	0.0070	1.4	0.5	2	5.37	1.2	0.22	0.02	1.542	1.850
82	S78B	0.0191	1.2	0.4	2	4.47	0.8	0.18	0.02	2.193	1.754

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2019)

4.6.2. Elevasi Saluran

Contoh perhitungan elevasi dasar saluran untuk saluran samping kanan S22T.

$$\text{Elevasi tanah asli (hulu)} = +200,779$$

$$\text{Elevasi tanah asli (hilir)} = +198,333$$

$$\text{Tinggi saluran (h)} = 0,7 \text{ m}$$

Perhitungan elevasi dasar saluran S22T sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Hulu} &= \text{Elv. Tanah asli (hulu)} - h \text{ saluran} \\ &= 200,779 - 0,7 \\ &= 200,079 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Hilir} &= \text{Elv. Tanah asli (hilir)} - h \text{ saluran} \\ &= 198,333 - 0,7 \\ &= 197,633 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan elevasi saluran selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.26 dan Tabel 4.27.

Tabel 4.26 Hasil Perhitungan Elevasi Saluran Samping Kanan

No	Nama saluran	h saluran	Elevasi Tanah Asli		Elevasi Dasar Sal	
			Hulu	Hilir	Hulu	Hilir
1	S1T	0.8	196.457	192.831	195.657	192.031
2	S2T	0.8	195.734	192.831	194.934	192.031
3	S3T	0.7	198.526	195.734	197.826	195.034
4	S4T1	0.8	198.619	198.526	197.819	197.726
5	S4T2	0.7	198.619	197.889	197.919	197.189
6	S5T	0.7	197.889	194.868	197.189	194.168
7	S6T	0.7	194.868	192.403	194.168	191.703
8	S7T	0.6	194.338	192.403	193.738	191.803
9	S8T	0.7	194.338	194.241	193.638	193.541
10	S9T	0.5	194.241	191.322	193.741	190.822
11	S10T	0.6	193.433	191.322	192.833	190.722
12	S11T	0.9	193.433	193.195	192.533	192.295
13	S12T1	0.7	194.711	193.195	194.011	192.495
14	S12T2	0.8	194.711	193.441	193.911	192.641
15	S13T	0.8	197.014	193.441	196.214	192.641
16	S14T	1	197.014	196.972	196.014	195.972
17	S15T	0.8	199.867	196.972	199.067	196.172
18	S16T	0.8	199.867	199.6	199.067	198.800
19	S17T	0.7	202.231	199.6	201.531	198.900
20	S18T	0.8	202.231	200.798	201.431	199.998
21	S19T	0.6	200.596	200.189	199.996	199.589
22	S20T	0.8	200.388	200.189	199.588	199.389
23	S21T	0.8	200.388	199.442	199.588	198.642
24	S22T	0.7	200.779	198.333	200.079	197.633
25	S23T	0.6	200.779	199.534	200.179	198.934
26	S24T	0.8	215.612	199.534	214.812	198.734

No	Nama saluran	h saluran	Elevasi Tanah Asli		Elevasi Dasar Sal	
			Hulu	Hilir	Hulu	Hilir
27	S25T	0.7	221.840	215.612	221.140	214.912
28	S26T	0.8	236.315	223.195	235.515	222.395
29	S27T	0.8	251.522	236.315	250.722	235.515
30	S28T	0.7	296.308	251.522	295.608	250.822
31	S29T	0.8	296.308	295.764	295.508	294.964
32	S30T	0.8	298.199	295.764	297.399	294.964
33	S31T	0.7	298.199	295.193	297.499	294.493
34	S32T	0.7	295.193	294.477	294.493	293.777
35	S33T	0.7	300.101	294.477	299.401	293.777
36	S34T	0.6	301.104	300.974	300.504	300.374
37	S35T	0.5	301.104	298.457	300.604	297.957
38	S36T	0.5	299.723	298.457	299.223	297.957
39	S37T	0.5	300.200	299.723	299.700	299.223
40	S38T	0.5	300.740	300.2	300.240	299.700
41	S39T	0.7	302.614	300.74	301.914	300.040
42	S40T	0.7	302.961	301.863	302.261	301.163
43	S41T	0.7	302.961	296.974	302.261	296.274
44	S42T	0.7	318.881	301.564	318.181	300.864
45	S43T	0.6	318.881	302.033	318.281	301.433
46	S44T	0.7	302.470	302.033	301.770	301.333
47	S45T	0.9	302.470	301.812	301.570	300.912
48	S46T	0.7	304.957	301.812	304.257	301.112
49	S47T	0.6	308.167	304.957	307.567	304.357
50	S48T	0.7	308.167	303.157	307.467	302.457
51	S49T	0.7	308.593	303.191	307.893	302.491
52	S50T	0.7	310.381	308.593	309.681	307.893
53	S51T	0.8	312.577	310.469	311.777	309.669

No	Nama saluran	h saluran	Elevasi Tanah Asli		Elevasi Dasar Sal	
			Hulu	Hilir	Hulu	Hilir
54	S52T	0.8	312.577	303.337	311.777	302.537
55	S53T	0.7	311.563	304.295	310.863	303.595
56	S54T	0.7	311.563	309.31	310.863	308.610
57	S55T	0.8	315.881	309.31	315.081	308.510
58	S56T	0.7	315.881	312.114	315.181	311.414
59	S57T	0.7	315.978	312.305	315.278	311.605
60	S58T	0.7	315.978	311.776	315.278	311.076
61	S59T	0.8	331.619	311.776	330.819	310.976
62	S60T	0.8	329.291	326.128	328.491	325.328
63	S61T	0.7	327.627	326.128	326.927	325.428
64	S62T	0.6	331.167	327.858	330.567	327.258
65	S63T	0.6	331.167	326.928	330.567	326.328
66	S64T	0.8	335.001	326.928	334.201	326.128
67	S65T	0.8	335.001	323.563	334.201	322.763
68	S66T	0.8	331.558	327.404	330.758	326.604
69	S67T	0.7	338.329	331.331	337.629	330.631
70	S68T	0.7	338.329	333.84	337.629	333.140
71	S69T	0.8	345.213	333.84	344.413	333.040
72	S70T	0.8	345.213	334.277	344.413	333.477
73	S71T	0.8	347.140	334.277	346.340	333.477
74	S72T	0.8	347.140	345.872	346.340	345.072
75	S73T	0.8	355.000	345.872	354.200	345.072
76	S74T	0.7	355.000	351.317	354.300	350.617
77	S75T	0.7	364.738	351.317	364.038	350.617
78	S76T	0.6	364.738	360.891	364.138	360.291
79	S77T	0.7	360.891	346.788	360.191	346.088
80	S78T	0.5	354.132	353.637	353.632	353.137

No	Nama saluran	h saluran	Elevasi Tanah Asli		Elevasi Dasar Sal	
			Hulu	Hilir	Hulu	Hilir
81	S79T	0.5	354.132	353.598	353.632	353.098
82	S80T	0.7	356.179	353.598	355.479	352.898
83	S81T	0.7	356.179	355.349	355.479	354.649
84	S82T	0.7	360.558	355.349	359.858	354.649

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2019)

Tabel 4.27 Hasil Perhitungan Elevasi Saluran Samping Kiri

No	Nama saluran	h saluran	Elevasi Tanah Asli		Elevasi Dasar Sal	
			Hulu	Hilir	Hulu	Hilir
1	S1B	0.8	192.052	191.166	191.252	190.366
2	S2B	0.8	194.882	191.166	194.082	190.366
3	S3B	0.8	195.964	195.422	195.164	194.622
4	S4B	0.8	199.472	195.964	198.672	195.164
5	S5B	0.8	199.472	194.787	198.672	193.987
6	S6B	0.8	194.787	191.547	193.987	190.747
7	S7B	0.7	193.894	191.547	193.194	190.847
8	S8B	0.6	193.894	193.310	193.294	192.71
9	S9B	0.8	193.31	189.773	192.510	188.973
10	S10B	0.8	192.199	189.773	191.399	188.973
11	S11B	0.8	192.199	191.424	191.399	190.624
12	S12B	0.8	193.173	191.424	192.373	190.624
13	S13B	0.8	195.806	193.173	195.006	192.373
14	S14B	0.8	195.806	195.087	195.006	194.287
15	S15B	0.8	198.987	195.087	198.187	194.287
16	S16B	0.7	198.987	198.513	198.287	197.813
17	S17B	0.7	201.466	198.513	200.766	197.813
18	S18B	0.8	201.466	200.141	200.666	199.341

No	Nama saluran	h saluran	Elevasi Tanah Asli		Elevasi Dasar Sal	
			Hulu	Hilir	Hulu	Hilir
19	S19B	0.6	199.8	199.456	199.200	198.856
20	S20B	0.6	200	199.453	199.400	198.853
21	S21B	0.7	200	196.451	199.300	195.751
22	S22B	0.7	198.745	197.088	198.045	196.388
23	S23B	0.6	198.745	197.712	198.145	197.112
24	S24B	0.8	216.458	197.712	215.658	196.912
25	S25B	0.8	220.85	216.458	220.050	215.658
26	S26B	0.8	238.823	226.017	238.023	225.217
27	S27B	0.8	247.539	238.823	246.739	238.023
28	S28B	0.7	296.19	248.522	295.490	247.822
29	S29B	0.7	296.19	291.257	295.490	290.557
30	S30B	0.8	297.108	291.416	296.308	290.616
31	S31B	0.8	297.108	293.202	296.308	292.402
32	S32B	0.7	293.202	291.664	292.502	290.964
33	S33B	0.8	296.807	291.664	296.007	290.864
34	S34B	0.7	299.793	296.991	299.093	296.291
35	S35B	0.8	299.793	296.138	298.993	295.338
36	S36B	0.6	296.722	296.138	296.122	295.538
37	S37B	0.6	297.785	296.722	297.185	296.122
38	S38B	0.6	299.229	297.785	298.629	297.185
39	S39B	0.5	299.981	299.229	299.481	298.729
40	S40B	0.8	300.937	297.566	300.137	296.766
41	S41B	0.7	300.541	298.017	299.841	297.317
42	S42B	0.8	318.881	297.217	318.081	296.417
43	S43B	0.5	318.881	300.187	318.381	299.687
44	S44B	0.5	300.348	300.187	299.848	299.687
45	S45B	0.7	300.348	298.390	299.648	297.69

No	Nama saluran	h saluran	Elevasi Tanah Asli		Elevasi Dasar Sal	
			Hulu	Hilir	Hulu	Hilir
46	0.7	302.449	298.390	301.749	297.69	0.7
47	0.7	305.643	302.449	304.943	301.749	0.7
48	0.8	305.643	302.575	304.843	301.775	0.8
49	0.8	306.841	303.329	306.041	302.529	0.8
50	0.6	309.084	306.841	308.484	306.241	0.6
51	0.6	311.454	309.386	310.854	308.786	0.6
52	0.8	311.454	300.839	310.654	300.039	0.8
53	0.7	309.72	303.010	309.020	302.31	0.7
54	0.6	309.72	309.310	309.120	308.71	0.6
55	0.8	315.36	309.310	314.560	308.51	0.8
56	0.6	315.36	311.544	314.760	310.944	0.6
57	0.7	310.534	307.543	309.834	306.843	0.7
58	0.5	310.534	310.281	310.034	309.781	0.5
59	0.7	327.853	307.250	327.153	306.55	0.7
60	0.7	329.964	324.782	329.264	324.082	0.7
61	0.7	327.488	324.782	326.788	324.082	0.7
62	0.8	332.844	327.902	332.044	327.102	0.8
63	0.6	332.844	331.271	332.244	330.671	0.6
64	0.6	333.846	331.987	333.246	331.387	0.6
65	0.8	333.846	324.756	333.046	323.956	0.8
66	0.7	330.879	326.100	330.179	325.4	0.7
67	0.7	337.37	329.454	336.670	328.754	0.7
68	0.7	337.37	333.955	336.670	333.255	0.7
69	0.8	343.317	333.955	342.517	333.155	0.8
70	0.7	343.317	333.759	342.617	333.059	0.7
71	0.8	343.862	333.759	343.062	332.959	0.8
72	0.8	343.862	342.587	343.062	341.787	0.8

No	Nama saluran	h saluran	Elevasi Tanah Asli		Elevasi Dasar Sal	
			Hulu	Hilir	Hulu	Hilir
73	S73B	0.7	361.938	343.014	361.238	342.314
74	S74B	0.5	361.938	344.211	361.438	343.711
75	S75B	0.7	363.946	344.211	363.246	343.511
76	S76B	0.8	363.946	359.443	363.146	358.643
77	S77B	0.8	359.443	355.436	358.643	354.636
78	S78B	0.6	354.498	354.301	353.898	353.701
79	S79B	0.5	354.498	353.756	353.998	353.256
80	S78B	0.7	355.821	354.799	355.121	354.099
81	S79B	0.7	355.821	354.224	355.121	353.524
82	S78B	0.6	358.651	354.224	358.051	353.624

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2019)

4.7. Evaluasi Kondisi Saluran

Berdasarkan perhitungan diatas, didapatkan nilai debit banjir rencana saluran ($Q_{\text{hidrologi}}$) dan nilai debit penampang saluran ($Q_{\text{hidrolika}}$). Perhitungan ini dilakukan untuk membandingkan debit manakah yang lebih besar. Apabila nilai $Q_{\text{hidrolika}}$ lebih besar dari nilai $Q_{\text{hidrologi}}$ artinya penampang mampu menampung debit yang masuk (tidak meluber).

Perbandingan nilai debit banjir rencana ($Q_{\text{hidrologi}}$) dengan nilai debit penampang saluran ($Q_{\text{hidrolika}}$) selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.29.

Tabel 4.28 Hasil Perbandingan Q hidrologi dengan Q hidrolika Pada Saluran Samping Kanan

No	Nama Saluran	Stasioner		Q hidrologi	Q hidrolika	Kondisi Saluran
		Hulu	Hilir	m ³ /s	m ³ /s	
1	S1T	0	0+176.5	2.218	2.680	aman
2	S2T	0+318	0+176.5	1.937	2.678	aman
3	S3T	0+580	0+318	2.282	2.282	aman

No	Nama Saluran	Stasioner		Q hidrologi	Q hidrolika	Kondisi Saluran
		Hulu	Hilir	m3/s	m3/s	
4	S4T1	0+625	0+580	0.756	0.850	aman
5	S4T2	0+625	0+747	1.703	1.710	aman
6	S5T	0+747	0+835	1.748	2.203	aman
7	S6T	0+835	0+860	1.058	1.189	aman
8	S7T	0+915	0+860	1.235	1.292	aman
9	S8T	0+915	0+975	0.783	0.889	aman
10	S9T	0+975	1+106	0.695	0.939	aman
11	S10T	1+160	1+106	1.361	1.362	aman
12	S11T	1+160	1+321	1.595	1.985	aman
13	S12T1	1+450	1+321	1.887	2.396	aman
14	S12T2	1+450	1+640	2.137	2.857	aman
15	S13T	1+700	1+640	1.137	1.502	aman
16	S14T	1+700	1+850	1.176	1.214	aman
17	S15T	1+930	1+850	2.452	3.556	aman
18	S16T	1+930	2+040	1.547	1.722	aman
19	S17T	2+180	2+040	2.544	3.030	aman
20	S18T	2+180	2+420	2.467	2.700	aman
21	S19T	2+440	2+470	1.230	1.479	aman
22	S20T	2+525	2+470	1.430	2.102	aman
23	S21T	2+525	2+706	2.350	2.526	aman
24	S22T	2+750	2+728	0.953	1.262	aman
25	S23T	2+750	2+815	0.912	1.758	aman
26	S24T	3+340	2+815	2.389	3.272	aman
27	S25T	3+500	3+340	2.330	2.346	aman
28	S26T	3+779	3+551	1.212	1.477	aman
29	S27T	4+000	3+779	1.181	1.615	aman
30	S28T	5+145	4+000	1.885	2.352	aman

No	Nama Saluran	Stasioner		Q hidrologi	Q hidrolika	Kondisi Saluran
		Hulu	Hilir	m3/s	m3/s	
31	S29T	5+145	5+322	1.845	1.937	aman
32	S30T	5+435	5+327	2.472	2.807	aman
33	S31T	5+435	5+603	2.209	2.957	aman
34	S32T	5+603	5+670	0.601	0.777	aman
35	S33T	5+720	5+670	1.254	1.270	aman
36	S34T	5+761	5+735	0.761	0.898	aman
37	S35T	5+761	5+850	0.516	0.595	aman
38	S36T	5+923	5+850	0.444	0.828	aman
39	S37T	5+985	5+923	0.304	0.552	aman
40	S38T	6+075	5+985	0.290	0.487	aman
41	S39T	6+170	6+075	2.756	3.105	aman
42	S40T	6+225	6+215	0.590	1.254	aman
43	S41T	6+225	6+321	0.934	0.945	aman
44	S42T	6+825	6+331	2.110	2.226	aman
45	S43T	6+825	7+767	2.681	3.711	aman
46	S44T	7+775	7+767	0.285	0.885	aman
47	S45T	7+775	8+050	2.310	2.526	aman
48	S46T	8+225	8+050	2.592	2.963	aman
49	S47T	8+344	8+225	1.113	1.131	aman
50	S48T	8+344	8+413	0.977	1.020	aman
51	S49T	8+504	8+415	0.922	0.933	aman
52	S50T	8+674	8+504	1.523	2.267	aman
53	S51T	8+785	8+680	2.480	2.649	aman
54	S52T	8+785	8+917	1.365	1.629	aman
55	S53T	8+975	8+939	0.321	1.701	aman
56	S54T	8+975	9+017	0.364	0.877	aman
57	S55T	9+738	9+017	2.353	2.626	aman

No	Nama Saluran	Stasioner		Q hidrologi	Q hidrolika	Kondisi Saluran
		Hulu	Hilir	m3/s	m3/s	
58	S56T	9+738	9+867	2.015	2.032	aman
59	S57T	9+950	9+896	0.257	0.987	aman
60	S58T	9+950	10+019	0.260	0.934	aman
61	S59T	10+325	10+019	1.344	1.568	aman
62	S60T	10+375	10+700	2.720	3.447	aman
63	S61T	10+945	10+700	1.354	1.729	aman
64	S62T	11+037	10+948	1.000	1.328	aman
65	S63T	11+037	11+180	1.896	2.186	aman
66	S64T	11+390	11+180	2.620	3.666	aman
67	S65T	11+390	11+604	1.050	1.423	aman
68	S66T	11+971	11+615	1.685	2.020	aman
69	S67T	12+350	12+000	2.292	3.126	aman
70	S68T	12+350	12+415	0.879	0.995	aman
71	S69T	12+800	12+415	2.362	3.213	aman
72	S70T	12+800	12+906	1.352	1.977	aman
73	S71T	13+075	12+906	1.350	1.698	aman
74	S72T	13+075	13+107	2.355	2.484	aman
75	S73T	13+525	13+107	2.635	2.786	aman
76	S74T	13+525	13+607	1.790	2.520	aman
77	S75T	14+025	13+607	1.654	2.131	aman
78	S76T	14+025	14+207	0.723	1.001	aman
79	S77T	14+207	14+271	0.639	1.777	aman
80	S78T	14+325	14+273	0.465	0.614	aman
81	S79T	14+325	14+374	0.573	0.657	aman
82	S80T	14+540	14+374	1.117	1.483	aman
83	S81T	14+540	14+768	1.143	1.334	aman
84	S82T	15+000	14+768	1.609	1.782	aman

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2019)

Tabel 4.29 Hasil Perbandingan Q hidrologi dengan Q hidrolika
Pada Saluran Samping Kiri

No	Nama Saluran	Stasioner		Q hidrologi	Q hidrolika	Kondisi Saluran
		Hulu	Hilir	m ³ /s	m ³ /s	
1	S1B	0	0+176.5	2.047	2.476	aman
2	S2B	0+308	0+176.5	2.623	3.143	aman
3	S3B	0+635	0+342	1.397	1.503	aman
4	S4B	0+747	0+635	2.393	3.309	aman
5	S5B	0+747	0+835	1.261	1.420	aman
6	S6B	0+835	0+880	1.340	1.652	aman
7	S7B	0+945	0+880	1.533	2.260	aman
8	S8B	0+945	0+990	0.906	1.447	aman
9	S9B	0+990	1+106	1.074	1.075	aman
10	S10B	1+150	1+106	1.188	1.445	aman
11	S11B	1+150	1+321	1.908	2.353	aman
12	S12B	1+585	1+321	2.575	2.844	aman
13	S13B	1+675	1+585	2.454	3.198	aman
14	S14B	1+675	1+825	2.371	2.419	aman
15	S15B	1+920	1+825	1.237	1.247	aman
16	S16B	1+920	2+010	1.451	1.604	aman
17	S17B	2+210	2+010	2.294	2.686	aman
18	S18B	2+210	2+430	2.440	2.712	aman
19	S19B	2+440	2+470	0.972	1.360	aman
20	S20B	2+500	2+470	1.229	1.715	aman
21	S21B	2+500	2+692	2.833	3.005	aman
22	S22B	2+730	2+711	0.957	1.118	aman
23	S23B	2+730	2+790	1.189	1.666	aman

No	Nama Saluran	Stasioner		Q hidrologi	Q hidrolika	Kondisi Saluran
		Hulu	Hilir	m3/s	m3/s	
24	S24B	3+340	2+790	1.412	1.425	aman
25	S25B	3+500	3+340	2.763	3.097	aman
26	S26B	3+776	3+580	1.434	1.574	aman
27	S27B	3+925	3+776	1.229	1.489	aman
28	S28B	5+160	3+925	2.387	2.336	aman
29	S29B	5+160	5+322	2.072	2.075	aman
30	S30B	5+435	5+327	1.337	1.413	aman
31	S31B	5+435	5+580	2.711	3.068	aman
32	S32B	5+580	5+625	1.828	2.198	aman
33	S33B	5+720	5+625	1.329	1.432	aman
34	S34B	5+761	5+735	1.228	1.243	aman
35	S35B	5+761	5+825	1.255	1.471	aman
36	S36B	5+923	5+825	0.972	0.980	aman
37	S37B	5+960	5+923	1.015	1.167	aman
38	S38B	6+090	5+960	1.814	1.816	aman
39	S39B	6+130	6+090	0.857	0.862	aman
40	S40B	6+170	6+225	1.451	1.524	aman
41	S41B	6+300	6+230	1.963	2.258	aman
42	S42B	6+825	6+332	1.289	1.290	aman
43	S43B	6+825	7+767	1.323	1.960	aman
44	S44B	7+775	7+767	0.296	0.892	aman
45	S45B	7+775	8+050	1.475	1.865	aman
46	S46B	8+225	8+050	1.796	1.811	aman
47	S47B	8+344	8+225	1.738	1.948	aman
48	S48B	8+344	8+413	1.065	1.298	aman
49	S49B	8+504	8+415	1.143	1.223	aman
50	S50B	8+674	8+504	1.442	1.459	aman

No	Nama Saluran	Stasioner		Q hidrologi	Q hidrolika	Kondisi Saluran
		Hulu	Hilir	m3/s	m3/s	
51	S51B	8+785	8+680	1.731	1.782	aman
52	S52B	8+785	8+917	1.450	1.746	aman
53	S53B	8+975	8+939	1.397	1.634	aman
54	S54B	8+975	9+017	1.008	1.255	aman
55	S55B	9+738	9+017	1.706	1.713	aman
56	S56B	9+738	8+908	1.897	1.903	aman
57	S57B	9+960	9+945	0.854	1.690	aman
58	S58B	9+960	9+990	0.505	0.578	aman
59	S59B	10+200	10+000	1.211	1.215	aman
60	S60B	10+332	10+700	2.352	2.623	aman
61	S61B	10+975	10+700	2.041	2.193	aman
62	S62B	11+068	10+981	1.233	1.467	aman
63	S63B	11+068	11+157	1.368	1.688	aman
64	S64B	11+424	11+171	1.012	1.089	aman
65	S65B	11+424	11+574	1.490	1.515	aman
66	S66B	11+979	11+604	1.317	1.342	aman
67	S67B	12+350	12+000	1.714	1.788	aman
68	S68B	12+350	12+415	0.846	0.868	aman
69	S69B	12+650	12+415	1.228	1.229	aman
70	S70B	12+650	12+907	2.189	2.293	aman
71	S71B	13+075	12+907	1.428	1.510	aman
72	S72B	13+075	13+099	1.040	1.419	aman
73	S73B	13+525	13+099	2.338	2.506	aman
74	S74B	13+525	13+607	1.293	1.605	aman
75	S75B	14+025	13+607	2.407	2.584	aman
76	S76B	14+025	14+225	2.597	2.805	aman
77	S77B	14+225	14+291	1.235	1.517	aman

No	Nama Saluran	Stasioner		Q hidrologi	Q hidrolika	Kondisi Saluran
		Hulu	Hilir	m ³ /s	m ³ /s	
78	S78B	14+325	14+293	0.543	0.548	aman
79	S79B	14+325	14+367	0.823	0.836	aman
80	S78B	14+540	14+374	0.902	0.933	aman
81	S79B	14+540	14+768	1.726	1.850	aman
82	S78B	15+000	14+768	1.693	1.754	aman

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2019)

Pada evaluasi saluran adanya evaluasi atau kontrol terhadap elevasi saluran juga diperlukan untuk mengetahui kondisi aliran air saluran apakah dapat mengalir secara gravitasi, di mana elevasi hulu saluran lebih besar daripada elevasi hilir saluran.

Hasil perhitungan evaluasi elevasi saluran selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.30 dan Tabel 4.31.

Tabel 4.30 Hasil Perhitungan Evaluasi Elevasi Pada Saluran Miring Kanan

No	Nama saluran	Elevasi Tanah Asli		Elevasi Dasar Sal		Hasil Evaluasi
		Hulu	Hilir	Hulu	Hilir	
1	S1T	196.457	192.831	195.657	192.031	OK
2	S2T	195.734	192.831	194.934	192.031	OK
3	S3T	198.526	195.734	197.826	195.034	OK
4	S4T1	198.619	198.526	197.819	197.726	OK
5	S4T2	198.619	197.889	197.919	197.189	OK
6	S5T	197.889	194.868	197.189	194.168	OK
7	S6T	194.868	192.403	194.168	191.703	OK
8	S7T	194.338	192.403	193.738	191.803	OK
9	S8T	194.338	194.241	193.638	193.541	OK
10	S9T	194.241	191.322	193.741	190.822	OK
11	S10T	193.433	191.322	192.833	190.722	OK

No	Nama saluran	Elevasi Tanah Asli		Elevasi Dasar Sal		Hasil Evaluasi
		Hulu	Hilir	Hulu	Hilir	
12	S11T	193.433	193.195	192.533	192.295	OK
13	S12T1	194.711	193.195	194.011	192.495	OK
14	S12T2	194.711	193.441	193.911	192.641	OK
15	S13T	197.014	193.441	196.214	192.641	OK
16	S14T	197.014	196.972	196.014	195.972	OK
17	S15T	199.867	196.972	199.067	196.172	OK
18	S16T	199.867	199.6	199.067	198.800	OK
19	S17T	202.231	199.6	201.531	198.900	OK
20	S18T	202.231	200.798	201.431	199.998	OK
21	S19T	200.596	200.189	199.996	199.589	OK
22	S20T	200.388	200.189	199.588	199.389	OK
23	S21T	200.388	199.442	199.588	198.642	OK
24	S22T	200.779	198.333	200.079	197.633	OK
25	S23T	200.779	199.534	200.179	198.934	OK
26	S24T	215.612	199.534	214.812	198.734	OK
27	S25T	221.840	215.612	221.140	214.912	OK
28	S26T	236.315	223.195	235.515	222.395	OK
29	S27T	251.522	236.315	250.722	235.515	OK
30	S28T	296.308	251.522	295.608	250.822	OK
31	S29T	296.308	295.764	295.508	294.964	OK
32	S30T	298.199	295.764	297.399	294.964	OK
33	S31T	298.199	295.193	297.499	294.493	OK
34	S32T	295.193	294.477	294.493	293.777	OK
35	S33T	300.101	294.477	299.401	293.777	OK
36	S34T	301.104	300.974	300.504	300.374	OK
37	S35T	301.104	298.457	300.604	297.957	OK
38	S36T	299.723	298.457	299.223	297.957	OK

No	Nama saluran	Elevasi Tanah Asli		Elevasi Dasar Sal		Hasil Evaluasi
		Hulu	Hilir	Hulu	Hilir	
39	S37T	300.200	299.723	299.700	299.223	OK
40	S38T	300.740	300.2	300.240	299.700	OK
41	S39T	302.614	300.74	301.914	300.040	OK
42	S40T	302.961	301.863	302.261	301.163	OK
43	S41T	302.961	296.974	302.261	296.274	OK
44	S42T	318.881	301.564	318.181	300.864	OK
45	S43T	318.881	302.033	318.281	301.433	OK
46	S44T	302.470	302.033	301.770	301.333	OK
47	S45T	302.470	301.812	301.570	300.912	OK
48	S46T	304.957	301.812	304.257	301.112	OK
49	S47T	308.167	304.957	307.567	304.357	OK
50	S48T	308.167	303.157	307.467	302.457	OK
51	S49T	308.593	303.191	307.893	302.491	OK
52	S50T	310.381	308.593	309.681	307.893	OK
53	S51T	312.577	310.469	311.777	309.669	OK
54	S52T	312.577	303.337	311.777	302.537	OK
55	S53T	311.563	304.295	310.863	303.595	OK
56	S54T	311.563	309.31	310.863	308.610	OK
57	S55T	315.881	309.31	315.081	308.510	OK
58	S56T	315.881	312.114	315.181	311.414	OK
59	S57T	315.978	312.305	315.278	311.605	OK
60	S58T	315.978	311.776	315.278	311.076	OK
61	S59T	331.619	311.776	330.819	310.976	OK
62	S60T	329.291	326.128	328.491	325.328	OK
63	S61T	327.627	326.128	326.927	325.428	OK
64	S62T	331.167	327.858	330.567	327.258	OK
65	S63T	331.167	326.928	330.567	326.328	OK

No	Nama saluran	Elevasi Tanah Asli		Elevasi Dasar Sal		Hasil Evaluasi
		Hulu	Hilir	Hulu	Hilir	
66	S64T	335.001	326.928	334.201	326.128	OK
67	S65T	335.001	323.563	334.201	322.763	OK
68	S66T	331.558	327.404	330.758	326.604	OK
69	S67T	338.329	331.331	337.629	330.631	OK
70	S68T	338.329	333.84	337.629	333.140	OK
71	S69T	345.213	333.84	344.413	333.040	OK
72	S70T	345.213	334.277	344.413	333.477	OK
73	S71T	347.140	334.277	346.340	333.477	OK
74	S72T	347.140	345.872	346.340	345.072	OK
75	S73T	355.000	345.872	354.200	345.072	OK
76	S74T	355.000	351.317	354.300	350.617	OK
77	S75T	364.738	351.317	364.038	350.617	OK
78	S76T	364.738	360.891	364.138	360.291	OK
79	S77T	360.891	346.788	360.191	346.088	OK
80	S78T	354.132	353.637	353.632	353.137	OK
81	S79T	354.132	353.598	353.632	353.098	OK
82	S80T	356.179	353.598	355.479	352.898	OK
83	S81T	356.179	355.349	355.479	354.649	OK
84	S82T	360.558	355.349	359.858	354.649	OK

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2019)

Tabel 4.31 Hasil Perhitungan Evaluasi Elevasi Pada Saluran Samping Kiri

No	Nama saluran	Elevasi Tanah Asli		Elevasi Dasar Sal		Hasil Evaluasi
		Hulu	Hilir	Hulu	Hilir	
1	S1B	192.052	191.166	191.252	190.366	OK
2	S2B	194.882	191.166	194.082	190.366	OK

No	Nama saluran	Elevasi Tanah Asli		Elevasi Dasar Sal		Hasil Evaluasi
		Hulu	Hilir	Hulu	Hilir	
3	S3B	195.964	195.422	195.164	194.622	OK
4	S4B	199.472	195.964	198.672	195.164	OK
5	S5B	199.472	194.787	198.672	193.987	OK
6	S6B	194.787	191.547	193.987	190.747	OK
7	S7B	193.894	191.547	193.194	190.847	OK
8	S8B	193.894	193.310	193.294	192.71	OK
9	S9B	193.31	189.773	192.510	188.973	OK
10	S10B	192.199	189.773	191.399	188.973	OK
11	S11B	192.199	191.424	191.399	190.624	OK
12	S12B	193.173	191.424	192.373	190.624	OK
13	S13B	195.806	193.173	195.006	192.373	OK
14	S14B	195.806	195.087	195.006	194.287	OK
15	S15B	198.987	195.087	198.187	194.287	OK
16	S16B	198.987	198.513	198.287	197.813	OK
17	S17B	201.466	198.513	200.766	197.813	OK
18	S18B	201.466	200.141	200.666	199.341	OK
19	S19B	199.8	199.456	199.200	198.856	OK
20	S20B	200	199.453	199.400	198.853	OK
21	S21B	200	196.451	199.300	195.751	OK
22	S22B	198.745	197.088	198.045	196.388	OK
23	S23B	198.745	197.712	198.145	197.112	OK
24	S24B	216.458	197.712	215.658	196.912	OK
25	S25B	220.85	216.458	220.050	215.658	OK
26	S26B	238.823	226.017	238.023	225.217	OK
27	S27B	247.539	238.823	246.739	238.023	OK
28	S28B	296.19	248.522	295.490	247.822	OK
29	S29B	296.19	291.257	295.490	290.557	OK

No	Nama saluran	Elevasi Tanah Asli		Elevasi Dasar Sal		Hasil Evaluasi
		Hulu	Hilir	Hulu	Hilir	
30	S30B	297.108	291.416	296.308	290.616	OK
31	S31B	297.108	293.202	296.308	292.402	OK
32	S32B	293.202	291.664	292.502	290.964	OK
33	S33B	296.807	291.664	296.007	290.864	OK
34	S34B	299.793	296.991	299.093	296.291	OK
35	S35B	299.793	296.138	298.993	295.338	OK
36	S36B	296.722	296.138	296.122	295.538	OK
37	S37B	297.785	296.722	297.185	296.122	OK
38	S38B	299.229	297.785	298.629	297.185	OK
39	S39B	299.981	299.229	299.481	298.729	OK
40	S40B	300.937	297.566	300.137	296.766	OK
41	S41B	300.541	298.017	299.841	297.317	OK
42	S42B	318.881	297.217	318.081	296.417	OK
43	S43B	318.881	300.187	318.381	299.687	OK
44	S44B	300.348	300.187	299.848	299.687	OK
45	S45B	300.348	298.390	299.648	297.69	OK
46	S46B	302.449	298.390	301.749	297.69	OK
47	S47B	305.643	302.449	304.943	301.749	OK
48	S48B	305.643	302.575	304.843	301.775	OK
49	S49B	306.841	303.329	306.041	302.529	OK
50	S50B	309.084	306.841	308.484	306.241	OK
51	S51B	311.454	309.386	310.854	308.786	OK
52	S52B	311.454	300.839	310.654	300.039	OK
53	S53B	309.72	303.010	309.020	302.31	OK
54	S54B	309.72	309.310	309.120	308.71	OK
55	S55B	315.36	309.310	314.560	308.51	OK
56	S56B	315.36	311.544	314.760	310.944	OK

No	Nama saluran	Elevasi Tanah Asli		Elevasi Dasar Sal		Hasil Evaluasi
		Hulu	Hilir	Hulu	Hilir	
57	S57B	310.534	307.543	309.834	306.843	OK
58	S58B	310.534	310.281	310.034	309.781	OK
59	S59B	327.853	307.250	327.153	306.55	OK
60	S60B	329.964	324.782	329.264	324.082	OK
61	S61B	327.488	324.782	326.788	324.082	OK
62	S62B	332.844	327.902	332.044	327.102	OK
63	S63B	332.844	331.271	332.244	330.671	OK
64	S64B	333.846	331.987	333.246	331.387	OK
65	S65B	333.846	324.756	333.046	323.956	OK
66	S66B	330.879	326.100	330.179	325.4	OK
67	S67B	337.37	329.454	336.670	328.754	OK
68	S68B	337.37	333.955	336.670	333.255	OK
69	S69B	343.317	333.955	342.517	333.155	OK
70	S70B	343.317	333.759	342.617	333.059	OK
71	S71B	343.862	333.759	343.062	332.959	OK
72	S72B	343.862	342.587	343.062	341.787	OK
73	S73B	361.938	343.014	361.238	342.314	OK
74	S74B	361.938	344.211	361.438	343.711	OK
75	S75B	363.946	344.211	363.246	343.511	OK
76	S76B	363.946	359.443	363.146	358.643	OK
77	S77B	359.443	355.436	358.643	354.636	OK
78	S78B	354.498	354.301	353.898	353.701	OK
79	S79B	354.498	353.756	353.998	353.256	OK
80	S80B	355.821	354.799	355.121	354.099	OK
81	S81B	355.821	354.224	355.121	353.524	OK
82	S82B	358.651	354.224	358.051	353.624	OK

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2019)

4.8. Perencanaan Bangunan Bantu

4.8.1. Bangunan persilangan

Dalam pengerjaan tugas akhir ini terdapat sungai yang berpotongan dengan jalan tol, sehingga diperlukan perencanaan gorong-gorong ataupun jembatan tergantung pada debit sungai yang berpotongan dengan jalan tol tersebut. Untuk sungai yang memiliki debit air sungai yang relatif kecil maka direncanakan bangunan persilangan berupa gorong-gorong untuk sungai yang memiliki debit air sungai yang relatif besar maka perlu direncanakan bangunan persilangan berupa jembatan. Berikut contoh perhitungan gorong-gorong pada stasioner 1+105.

Data perencanaan gorong-gorong sta 1+105.

$$Q = 57,036 \text{ m}^3/\text{dt}$$

$$L = 30,7$$

Karena $L > 20$ meter, maka gorong-gorong tersebut termasuk dalam gorong-gorong panjang. Gorong-gorong direncanakan dalam bentuk persegi dengan lebar gorong-gorong sama dengan tinggi gorong-gorong.

$$A = \frac{Q}{v}$$

$$A = \frac{57,036}{1,5}$$

$$A = 38 \text{ meter}$$

Direncanakan 2 buah box culvert $b = h$, maka :

$$A = 2 \times b \times h$$

$$h^2 = \sqrt{18,888}$$

$$h = 4,36 \approx 6 \text{ meter}$$

$$b = 6 \text{ meter}$$

$$P = b + (2 \times h)$$

$$P = 6 + (2 \times 6)$$

$$P = 18 \text{ m}^2$$

$$R = \frac{A}{P}$$

$$R = \frac{38}{18}$$

$$R = 2,112$$

Kehilangan energi pada saat air masuk gorong-gorong

$$\Delta H_m = \varepsilon m x \frac{(V_1 - V_0)^2}{2 x g}$$

$$\Delta H_m = 0,2 x \frac{(1,5 - 0,3)^2}{2 x 9,81}$$

$$\Delta H_m = 0,015 \text{ m}$$

Kehilangan energi yang terjadi di sepanjang gorong-gorong

$$\Delta H_f = \frac{V^2 x L}{C^2 x V}$$

$$\Delta H_f = \frac{V^2 x L}{(R^{1/6} x K)^2 x V}$$

$$\Delta H_f = \frac{1,5^2 x 30,7}{(2,112^{1/6} x 70)^2 x 1,5}$$

$$\Delta H_f = 0,00519 \text{ m}$$

Kehilangan energi pada saat air keluar dari gorong-gorong

$$\Delta H_k = \varepsilon k x \frac{(V_2 - V_1)^2}{2 x g}$$

$$\Delta H_k = 0,3 x \frac{(0,3 - 1,5)^2}{2 x 9,81}$$

$$\Delta H_k = 0,022 \text{ m}$$

Kehilangan energi total

$$Z = \Delta H_m + \Delta H_f + \Delta H_k$$

$$Z = 0,015 + 0,00519 + 0,022$$

$$Z = 0,041 \text{ m}$$

Hasil perencanaan dimensi dan kehilangan energi pada gorong-gorong yang lainnya dapat dilihat pada Tabel 4.32, Tabel 4.33, Tabel 4.34, Tabel 4.35, dan Tabel 4.36.

Tabel 4.32 Hasil Perhitungan Dimensi Gorong-Gorong

No	Nama Sungai	Stasioner	Q	V	Jumlah	h	h	b
			(m ³ /s)	(m/s)		(m)	(m)	(m)
1	Curah Banyak	1+105	57.036	1.5	2	4.36	6	6
2	Betiting	1+318.5	25.122	1.5	2	3.66	4	5
3	Rengket	6+225	26.109	1.5	1	3.41	4	6
4	Sumbertumpang	9+900	49.624	1.5	1	4.70	6	4
5	Jumpinang	10+009	46.851	1.5	2	3.23	4	6
6	Juri	11+604	31.413	1.5	1	3.24	4	6
7	Iprak	11+966	29.360	1.5	2	3.13	4	4
8	bamban 1	12+996	46.328	1.5	2	3.21	4	6
9	Bamban 2	13+106	28.367	1.5	1	3.55	4	6
10	Bamban 3	13+607	39.541	1.5	2	3.63	4	4
11	Jambean 1	14+281	22.340	1.5	1	2.73	6	3
12	Jambean 2	14+374	22.669	1.5	1	3.17	6	4

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2019)

Tabel 4.33 Hasil Perhitungan Kehilangan Energi Pada Saat Air Masuk Gorong-gorong

No	Nama Sungai	V1	V0	ϵm	g	ΔH_m
1	Curah Banyak	1,5	0,3	0,2	9,18	0,0147
2	Betiting	1,5	0,3	0,2	9,18	0,0147
3	Rengket	1,5	0,3	0,2	9,18	0,0147
4	Sumbertumpang	1,5	0,3	0,2	9,18	0,0147
5	Jumpinang	1,5	0,3	0,2	9,18	0,0147
6	Juri	1,5	0,3	0,2	9,18	0,0147

No	Nama Sungai	V1	V0	ϵm	g	ΔH_m
7	Iprak	1,5	0,3	0,2	9,18	0,0147
8	Bamban 1	1,5	0,3	0,2	9,18	0,0147
9	Bamban 2	1,5	0,3	0,2	9,18	0,0147
10	Bamban 3	1,5	0,3	0,2	9,18	0,0147
11	Jambean 1	1,5	0,3	0,2	9,18	0,0147
12	Jambean 2	1,5	0,3	0,2	9,18	0,0147

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2019)

Tabel 4.34 Hasil Perhitungan Kehilangan Energi yang terjadi di sepanjang Gorong-gorong

No	Nama Sungai	V1	L	R	K	C	ΔH_f
1	Curah Banyak	1,5	30,07	2.112	70	79.292	0.005
2	Betiting	1,5	34,48	1.288	70	73.019	0.011
3	Rengket	1,5	66,94	1.243	70	72.587	0.023
4	Sumbertumpang	1,5	66,50	2.068	70	79.009	0.012
5	Jumpinang	1,5	45,8	2.231	70	80.017	0.007
6	Juri	1,5	50,80	1.745	70	76.808	0.011
7	Iprak	1,5	30,00	1.631	70	75.947	0.007
8	Bamban 1	1,5	63,00	2.206	70	79.867	0.010
9	Bamban 2	1,5	33,78	1.351	70	73.598	0.010
10	Bamban 3	1,5	115,5	2.197	70	79.811	0.019
11	Jambean 1	1,5	89,60	0.993	70	69.917	0.042
12	Jambean 2	1,5	85,57	0.945	70	69.338	0.042

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2019)

Tabel 4.35 Hasil Perhitungan Kehilangan energi pada saat air keluar dari gorong-gorong

No	Nama Sungai	V2	V1	ϵk	g	ΔH_m
1	Curah Banyak	0,3	1,5	0,3	9,18	0,0220

No	Nama Sungai	V2	V1	sk	g	ΔH_m
2	Betiting	0,3	1,5	0,3	9,18	0,0220
3	Rengket	0,3	1,5	0,3	9,18	0,0220
4	Sumbertumpang	0,3	1,5	0,3	9,18	0,0220
5	Jumpinang	0,3	1,5	0,3	9,18	0,0220
6	Juri	0,3	1,5	0,3	9,18	0,0220
7	Iprak	0,3	1,5	0,3	9,18	0,0220
8	Bamban 1	0,3	1,5	0,3	9,18	0,0220
9	Bamban 2	0,3	1,5	0,3	9,18	0,0220
10	Bamban 3	0,3	1,5	0,3	9,18	0,0220
11	Jambean 1	0,3	1,5	0,3	9,18	0,0220
12	Jambean 2	0,3	1,5	0,3	9,18	0,0220

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2019)

Tabel 4.36 Hasil Perhitungan Total Kehilangan Energi pada Gorong-Gorong

No	Nama Sungai	ΔH_m	ΔH_f	ΔH_k	z
1	Curah Banyak	0,0147	0,005	0,0220	0,0418
2	Betiting	0,0147	0,010	0,0220	0,0475
3	Rengket	0,0147	0,023	0,0220	0,0598
4	Sumbertumpang	0,0147	0,011	0,0220	0,0484
5	Jumpinang	0,0147	0,007	0,0220	0,0438
6	Juri	0,0147	0,011	0,0220	0,0478
7	Iprak	0,0147	0,007	0,0220	0,0438
8	Bamban 1	0,0147	0,010	0,0220	0,0467
9	Bamban 2	0,0147	0,010	0,0220	0,0471
10	Bamban 3	0,0147	0,028	0,0220	0,0656
11	Jambean 1	0,0147	0,041	0,0220	0,0785
12	Jambean 2	0,0147	0,042	0,0220	0,0790

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2019)

Tabel 4.37 Rekapitulasi Bentang Jembatan

Nama Sungai	Q (m ³ /s)	Bentang		MAB
		P (m)	L (m)	
k gemandar	69.40	100	23.4	197.903
k pilang	59.09	150	23.4	295.146
k sebandung	68.12	100	23.4	295.846
k kerang	52.92	100	23.4	302.107
k kerang 2	50.46	100	23.4	302.807

4.8.2. Saluran median

Saluran median berfungsi untuk mengalirkan debit pada jalan yang memiliki kemiringan searah pada satu sisi jalan saja, biasanya terletak pada tikungan. Direncanakan saluran median berbentuk lingkaran dengan diameter 80 cm. Debit dari saluran median akan dialirkan ke saluran pembuang (outlet) setiap 200 m. Kemiringan saluran median mengikuti kemiringan melintang dan memanjang jalan. Berikut contoh perhitungan debit hidrologi (Q) saluran median SM1.

Waktu pengaliran lahan (t_0)

$$L_0 = 5,85 \text{ m}$$

$$nd = 0,04$$

$$S = 0,02$$

$$t_0 = 1,44 \times \left(n_d \times \frac{l}{\sqrt{S}} \right)^{0,467}$$

$$= 1,44 \times \left(0,04 \times \frac{5,85}{\sqrt{0,02}} \right)^{0,467} = 1,821 \text{ menit}$$

Hasil perhitungan t_0 selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.38.

Tabel 4.38 Hasil Perhitungan t_0 Saluran Median

No	Nama Saluran	Stasioner		L (m)	nd	S	t_0 (menit)
		Awal	Akhir				
1	SM1	0+000	0+200	5,85	0,04	0,02	1,822

No	Nama Saluran	Stasioner		L (m)	nd	S	to (menit)
		Awal	Akhir				
2	SM2	0+200	0+400	5,85	0,04	0,02	1,822
3	SM3	0+400	0+600	5,85	0,04	0,02	1,822
4	SM4	0+600	0+800	5,85	0,04	0,02	1,822
5	SM5	0+800	1+000	5,85	0,04	0,02	1,822
6	SM6	1+000	1+200	5,85	0,04	0,02	1,822
7	SM7	1+400	1+200	5,85	0,04	0,02	1,822
8	SM8	1+600	1+400	5,85	0,04	0,02	1,822
9	SM9	1+800	1+600	5,85	0,04	0,02	1,822
10	SM10	2+000	1+800	5,85	0,04	0,02	1,822
11	SM11	2+200	2+000	5,85	0,04	0,02	1,822
12	SM12	2+400	2+200	5,85	0,04	0,02	1,822
13	SM13	2+600	2+400	5,85	0,04	0,02	1,822
14	SM14	2+800	2+600	5,85	0,04	0,02	1,822
15	SM15	3+000	2+800	5,85	0,04	0,02	1,822
16	SM16	3+200	3+000	5,85	0,04	0,02	1,822
17	SM17	3+400	3+200	5,85	0,04	0,02	1,822
18	SM18	3+600	3+400	5,85	0,04	0,02	1,822
19	SM19	3+800	3+600	5,85	0,04	0,02	1,822
20	SM20	4+000	3+800	5,85	0,04	0,02	1,822
21	SM21	4+200	4+000	5,85	0,04	0,02	1,822
22	SM22	4+400	4+200	5,85	0,04	0,02	1,822
23	SM23	4+600	4+400	5,85	0,04	0,02	1,822
24	SM24	4+800	4+600	5,85	0,04	0,02	1,822
25	SM25	5+000	4+800	5,85	0,04	0,02	1,822
26	SM26	5+200	5+000	5,85	0,04	0,02	1,822
27	SM27	5+400	5+200	5,85	0,04	0,02	1,822
28	SM28	5+600	5+400	5,85	0,04	0,02	1,822

No	Nama Saluran	Stasioner		L (m)	nd	S	to (menit)
		Awal	Akhir				
29	SM29	5+800	5+600	5,85	0,04	0,02	1,822
30	SM30	6+000	5+800	5,85	0,04	0,02	1,822
31	SM31	6+200	6+000	5,85	0,04	0,02	1,822
32	SM32	6+400	6+200	5,85	0,04	0,02	1,822
33	SM33	6+600	6+400	5,85	0,04	0,02	1,822
34	SM34	6+800	6+600	5,85	0,04	0,02	1,822
35	SM35	7+000	6+800	5,85	0,04	0,02	1,822
36	SM36	7+000	7+200	5,85	0,04	0,02	1,822
37	SM37	7+200	7+400	5,85	0,04	0,02	1,822
38	SM38	7+400	7+600	5,85	0,04	0,02	1,822
39	SM39	7+600	7+800	5,85	0,04	0,02	1,822
40	SM40	7+800	8+000	5,85	0,04	0,02	1,822
41	SM41	8+000	8+100	5,85	0,04	0,02	1,822
42	SM42	8+200	8+100	5,85	0,04	0,02	1,822
43	SM43	8+400	8+200	5,85	0,04	0,02	1,822
44	SM44	8+600	8+400	5,85	0,04	0,02	1,822
45	SM45	8+600	8+800	5,85	0,04	0,02	1,822
46	SM46	8+800	9+000	5,85	0,04	0,02	1,822
47	SM47	9+000	9+200	5,85	0,04	0,02	1,822
48	SM48	9+200	9+400	5,85	0,04	0,02	1,822
49	SM49	9+600	9+400	5,85	0,04	0,02	1,822
50	SM50	9+800	9+600	5,85	0,04	0,02	1,822
51	SM51	10+000	9+800	5,85	0,04	0,02	1,822
52	SM52	10+200	10+000	5,85	0,04	0,02	1,822
53	SM53	10+400	10+200	5,85	0,04	0,02	1,822
54	SM54	10+600	10+400	5,85	0,04	0,02	1,822
55	SM55	10+600	10+800	5,85	0,04	0,02	1,822

No	Nama Saluran	Stasioner		L	nd	S	to
		Awal	Akhir	(m)			(menit)
56	SM56	10+800	11+000	5,85	0.04	0.02	1,822
57	SM57	11+000	11+200	5,85	0.04	0.02	1,822
58	SM58	11+200	11+400	5,85	0.04	0.02	1,822
59	SM59	11+400	11+600	5,85	0.04	0.02	1,822
60	SM60	11+600	11+800	5,85	0.04	0.02	1,822
61	SM61	11+800	11+900	5,85	0.04	0.02	1,822
62	SM62	12+000	11+900	5,85	0.04	0.02	1,822
63	SM63	12+200	12+000	5,85	0.04	0.02	1,822
64	SM64	12+400	12+200	5,85	0.04	0.02	1,822
65	SM65	12+600	12+400	5,85	0.04	0.02	1,822
66	SM66	12+800	12+600	5,85	0.04	0.02	1,822
67	SM67	13+000	12+800	5,85	0.04	0.02	1,822
68	SM68	13+200	13+000	5,85	0.04	0.02	1,822
69	SM69	13+400	13+200	5,85	0.04	0.02	1,822
70	SM70	13+600	13+400	5,85	0.04	0.02	1,822
71	SM71	13+800	13+600	5,85	0.04	0.02	1,822
72	SM72	14+000	13+800	5,85	0.04	0.02	1,822
73	SM73	14+200	14+000	5,85	0.04	0.02	1,822
74	SM74	14+400	14+200	5,85	0.04	0.02	1,822
75	SM75	14+600	14+400	5,85	0.04	0.02	1,822
76	SM76	14+800	14+600	5,85	0.04	0.02	1,822
77	SM77	15+000	14+800	5,85	0.04	0.02	1,822

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2019)

Waktu pengaliran pada saluran (t_f)

$$L = 200 \text{ m}$$

$$V = 1,727 \text{ m/s}$$

$$t_f = \frac{Ls \text{ (panjang saluran)}}{60 V}$$

$$t_f = \frac{200}{60 \times 1.727}$$

$$t_f = 1,929 \text{ menit}$$

Hasil perhitungan t_f selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.39.

Tabel 4.39 Hasil Perhitungan t_f Saluran Median

No	Nama Saluran	Stasioner		L (m)	v (m/s)	tf (menit)
		Awal	Akhir			
1	SM1	0+200	0+400	200	1.727	1.930
2	SM2	0+400	0+600	200	1.727	1.930
3	SM3	0+600	0+800	200	2.443	1.365
4	SM4	0+800	1+000	200	2.443	1.365
5	SM5	1+000	1+200	200	2.443	1.365
6	SM6	1+400	1+200	200	2.443	1.365
7	SM7	1+600	1+400	200	2.185	1.526
8	SM8	1+800	1+600	200	2.185	1.526
9	SM9	2+000	1+800	200	2.185	1.526
10	SM10	2+200	2+000	200	2.185	1.526
11	SM11	2+400	2+200	200	2.185	1.526
12	SM12	2+600	2+400	200	1.727	1.930
13	SM13	2+800	2+600	200	1.727	1.930
14	SM14	3+000	2+800	200	1.727	1.930
15	SM15	3+200	3+000	200	4.886	0.682
16	SM16	3+400	3+200	200	4.886	0.682
17	SM17	3+600	3+400	200	4.886	0.682
18	SM18	3+800	3+600	200	4.886	0.682
19	SM19	4+000	3+800	200	4.886	0.682
20	SM20	4+200	4+000	200	4.886	0.682
21	SM21	4+400	4+200	200	4.886	0.682
22	SM22	4+600	4+400	200	4.886	0.682

No	Nama Saluran	Stasioner		L (m)	v (m/s)	tf (menit)
		Awal	Akhir			
23	SM23	4+800	4+600	200	4.886	0.682
24	SM24	5+000	4+800	200	4.886	0.682
25	SM25	5+200	5+000	200	4.886	0.682
26	SM26	5+400	5+200	200	4.886	0.682
27	SM27	5+600	5+400	200	4.570	0.729
28	SM28	5+800	5+600	200	4.570	0.729
29	SM29	6+000	5+800	200	4.570	0.729
30	SM30	6+200	6+000	200	4.570	0.729
31	SM31	6+400	6+200	200	2.992	1.114
32	SM32	6+600	6+400	200	2.992	1.114
33	SM33	6+800	6+600	200	2.992	1.114
34	SM34	7+000	6+800	200	2.992	1.114
35	SM35	7+000	7+200	200	2.992	1.114
36	SM36	7+200	7+400	200	2.676	1.246
37	SM37	7+400	7+600	200	2.676	1.246
38	SM38	7+600	7+800	200	2.676	1.246
39	SM39	7+800	8+000	200	2.676	1.246
40	SM40	8+000	8+100	200	2.676	1.246
41	SM41	8+200	8+100	100	2.676	0.623
42	SM42	8+400	8+200	100	2.676	0.623
43	SM43	8+600	8+400	200	2.992	1.114
44	SM44	8+600	8+800	200	2.992	1.114
45	SM45	8+800	9+000	200	4.231	0.788
46	SM46	9+000	9+200	200	4.231	0.788
47	SM47	9+200	9+400	200	4.231	0.788
48	SM48	9+600	9+400	200	4.231	0.788
49	SM49	9+800	9+600	200	4.231	0.788

No	Nama Saluran	Stasioner		L (m)	v (m/s)	tf (menit)
		Awal	Akhir			
50	SM50	9+800	9+600	200	4.231	0.788
51	SM51	10+000	9+800	200	4.231	0.788
52	SM52	10+200	10+000	200	4.231	0.788
53	SM53	10+400	10+200	200	4.231	0.788
54	SM54	10+600	10+400	200	4.231	0.788
55	SM55	10+600	10+800	200	2.044	1.631
56	SM56	10+800	11+000	200	2.044	1.631
57	SM57	11+000	11+200	200	2.044	1.631
58	SM58	11+200	11+400	200	2.443	1.365
59	SM59	11+400	11+600	200	2.443	1.365
60	SM60	11+600	11+800	200	2.443	1.365
61	SM61	11+800	11+900	100	2.443	0.682
62	SM62	12+000	11+900	100	2.992	0.557
63	SM63	12+200	12+000	200	2.992	1.114
64	SM64	12+400	12+200	200	2.992	1.114
65	SM65	12+600	12+400	200	2.992	1.114
66	SM66	12+800	12+600	200	2.992	1.114
67	SM67	13+000	12+800	200	2.992	1.114
68	SM68	13+200	13+000	200	2.992	1.114
69	SM69	13+400	13+200	200	1.545	2.158
70	SM70	13+600	13+400	200	1.545	2.158
71	SM71	13+800	13+600	200	1.545	2.158
72	SM72	14+000	13+800	200	1.545	2.158
73	SM73	14+200	14+000	200	1.545	2.158
74	SM74	14+400	14+200	200	1.545	2.158
75	SM75	14+600	14+400	200	1.545	2.158
76	SM76	14+800	14+600	200	1.545	2.158

No	Nama Saluran	Stasioner		L	v	tf
		Awal	Akhir	(m)	(m/s)	(menit)
77	SM77	15+000	14+800	200	1.545	2.158

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2019)

Waktu konsentrasi (t_c)

$$t_c = t_o + t_f$$

$$t_c = 0,030 + 0,033$$

$$t_c = 0,063 \text{ jam}$$

Hasil perhitungan t_c selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.40.

Tabel 4.40 Hasil Perhitungan t_c Saluran Median

No	Nama Saluran	Stasioner		t_o	t_f	t_c
		Awal	Akhir	(jam)	(jam)	(jam)
1	SM1	0+000	0+200	0.030	0.032	0.063
2	SM2	0+200	0+400	0.030	0.032	0.063
3	SM3	0+400	0+600	0.030	0.023	0.053
4	SM4	0+600	0+800	0.030	0.023	0.053
5	SM5	0+800	1+000	0.030	0.023	0.053
6	SM6	1+000	1+200	0.030	0.023	0.053
7	SM7	1+400	1+200	0.030	0.025	0.056
8	SM8	1+600	1+400	0.030	0.025	0.056
9	SM9	1+800	1+600	0.030	0.025	0.056
10	SM10	2+000	1+800	0.030	0.025	0.056
11	SM11	2+200	2+000	0.030	0.025	0.056
12	SM12	2+400	2+200	0.030	0.032	0.063
13	SM13	2+600	2+400	0.030	0.032	0.063
14	SM14	2+800	2+600	0.030	0.032	0.063
15	SM15	3+000	2+800	0.030	0.011	0.042
16	SM16	3+200	3+000	0.030	0.011	0.042
17	SM17	3+400	3+200	0.030	0.011	0.042

No	Nama Saluran	Stasioner		to	tf	tc
		Awal	Akhir	(jam)	(jam)	(jam)
18	SM18	3+600	3+400	0.030	0.011	0.042
19	SM19	3+800	3+600	0.030	0.011	0.042
20	SM20	4+000	3+800	0.030	0.011	0.042
21	SM21	4+200	4+000	0.030	0.011	0.042
22	SM22	4+400	4+200	0.030	0.011	0.042
23	SM23	4+600	4+400	0.030	0.011	0.042
24	SM24	4+800	4+600	0.030	0.011	0.042
25	SM25	5+000	4+800	0.030	0.011	0.042
26	SM26	5+200	5+000	0.030	0.011	0.042
27	SM27	5+400	5+200	0.030	0.012	0.043
28	SM28	5+600	5+400	0.030	0.012	0.043
29	SM29	5+800	5+600	0.030	0.012	0.043
30	SM30	6+000	5+800	0.030	0.012	0.043
31	SM31	6+200	6+000	0.030	0.019	0.049
32	SM32	6+400	6+200	0.030	0.019	0.049
33	SM33	6+600	6+400	0.030	0.019	0.049
34	SM34	6+800	6+600	0.030	0.019	0.049
35	SM35	7+000	6+800	0.030	0.019	0.049
36	SM36	7+000	7+200	0.030	0.021	0.051
37	SM37	7+200	7+400	0.030	0.021	0.051
38	SM38	7+400	7+600	0.030	0.021	0.051
39	SM39	7+600	7+800	0.030	0.021	0.051
40	SM40	7+800	8+000	0.030	0.021	0.051
41	SM41	8+000	8+100	0.030	0.010	0.041
42	SM42	8+200	8+100	0.030	0.010	0.041
43	SM43	8+400	8+200	0.030	0.019	0.049
44	SM44	8+600	8+400	0.030	0.019	0.049

No	Nama Saluran	Stasioner		to	tf	tc
		Awal	Akhir	(jam)	(jam)	(jam)
45	SM45	8+600	8+800	0.030	0.013	0.043
46	SM46	8+800	9+000	0.030	0.013	0.043
47	SM47	9+000	9+200	0.030	0.013	0.043
48	SM48	9+200	9+400	0.030	0.013	0.043
49	SM49	9+600	9+400	0.030	0.013	0.043
50	SM50	9+800	9+600	0.030	0.013	0.043
51	SM51	10+000	9+800	0.030	0.013	0.043
52	SM52	10+200	10+000	0.030	0.013	0.043
53	SM53	10+400	10+200	0.030	0.013	0.043
54	SM54	10+600	10+400	0.030	0.013	0.043
55	SM55	10+600	10+800	0.030	0.027	0.058
56	SM56	10+800	11+000	0.030	0.027	0.058
57	SM57	11+000	11+200	0.030	0.027	0.058
58	SM58	11+200	11+400	0.030	0.023	0.053
59	SM59	11+400	11+600	0.030	0.023	0.053
60	SM60	11+600	11+800	0.030	0.023	0.053
61	SM61	11+800	11+900	0.030	0.011	0.042
62	SM62	12+000	11+900	0.030	0.009	0.040
63	SM63	12+200	12+000	0.030	0.019	0.049
64	SM64	12+400	12+200	0.030	0.019	0.049
65	SM65	12+600	12+400	0.030	0.019	0.049
66	SM66	12+800	12+600	0.030	0.019	0.049
67	SM67	13+000	12+800	0.030	0.019	0.049
68	SM68	13+200	13+000	0.030	0.019	0.049
69	SM69	13+400	13+200	0.030	0.036	0.066
70	SM70	13+600	13+400	0.030	0.036	0.066
71	SM71	13+800	13+600	0.030	0.036	0.066

No	Nama Saluran	Stasioner		to	tf	tc
		Awal	Akhir	(jam)	(jam)	(jam)
72	SM72	14+000	13+800	0.030	0.036	0.066
73	SM73	14+200	14+000	0.030	0.036	0.066
74	SM74	14+400	14+200	0.030	0.036	0.066
75	SM75	14+600	14+400	0.030	0.036	0.066
76	SM76	14+800	14+600	0.030	0.036	0.066
77	SM77	15+000	14+800	0.030	0.036	0.066

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2019)

Perhitungan intensitas hujan (I)

$$\begin{aligned}
 t_c &= 0,063 \text{ jam} \\
 R_{24} &= 170,486 \\
 I &= \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3} \\
 &= \frac{170,486}{24} \left(\frac{24}{0,063} \right)^{2/3} \\
 &= 375,188 \text{ mm/jam}
 \end{aligned}$$

Perhitungan Debit hidrologi (Q)

$$\begin{aligned}
 C_{\text{gab}} &= 0,95 \\
 I &= 375,188 \text{ mm/jam} \\
 A &= 0,00117 \text{ km}^2 \\
 Q_{\text{hidrologi}} &= \frac{1}{3,6} \cdot C \cdot I \cdot A \\
 Q_{\text{hidrologi}} &= \frac{1}{3,6} \cdot 0,95 \cdot 375,188 \cdot 0,00117 \\
 Q_{\text{hidrologi}} &= 0,116 \text{ m}^3/\text{s}
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan intensitas hujan dan debit hidrologi selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.41.

Tabel 4.41 Hasil Perhitungan Debit Hidrologi Saluran Median

No	Nama Saluran	Stasioner		C gab	l (mm/jam)	A (km ²)	Q hidrologi (m ³ /s)
		Awal	Akhir				
1	SM1	0+000	0+200	0,95	375.188	0,001	0.116
2	SM2	0+200	0+400	0,95	375.188	0,001	0.116
3	SM3	0+400	0+600	0,95	418.339	0,001	0.129
4	SM4	0+600	0+800	0,95	418.339	0,001	0.129
5	SM5	0+800	1+000	0,95	418.339	0,001	0.129
6	SM6	1+000	1+200	0,95	418.339	0,001	0.129
7	SM7	1+400	1+200	0,95	404.810	0,001	0.125
8	SM8	1+600	1+400	0,95	404.810	0,001	0.125
9	SM9	1+800	1+600	0,95	404.810	0,001	0.125
10	SM10	2+000	1+800	0,95	404.810	0,001	0.125
11	SM11	2+200	2+000	0,95	404.810	0,001	0.125
12	SM12	2+400	2+200	0,95	375.188	0,001	0.116
13	SM13	2+600	2+400	0,95	375.188	0,001	0.116
14	SM14	2+800	2+600	0,95	375.188	0,001	0.116
15	SM15	3+000	2+800	0,95	491.239	0,001	0.152
16	SM16	3+200	3+000	0,95	491.239	0,001	0.152
17	SM17	3+400	3+200	0,95	491.239	0,001	0.152
18	SM18	3+600	3+400	0,95	491.239	0,001	0.152
19	SM19	3+800	3+600	0,95	491.239	0,001	0.152
20	SM20	4+000	3+800	0,95	491.239	0,001	0.152
21	SM21	4+200	4+000	0,95	491.239	0,001	0.152
22	SM22	4+400	4+200	0,95	491.239	0,001	0.152
23	SM23	4+600	4+400	0,95	491.239	0,001	0.152
24	SM24	4+800	4+600	0,95	491.239	0,001	0.152
25	SM25	5+000	4+800	0,95	491.239	0,001	0.152
26	SM26	5+200	5+000	0,95	491.239	0,001	0.152

No	Nama Saluran	Stasioner		C gab	I (mm/jam)	A (km ²)	Q hidrologi (m ³ /s)
		Awal	Akhir				
27	SM27	5+400	5+200	0,95	485.173	0.001	0.150
28	SM28	5+600	5+400	0,95	485.173	0.001	0.150
29	SM29	5+800	5+600	0,95	485.173	0.001	0.150
30	SM30	6+000	5+800	0,95	485.173	0.001	0.150
31	SM31	6+200	6+000	0,95	441.799	0.001	0.136
32	SM32	6+400	6+200	0,95	441.799	0.001	0.136
33	SM33	6+600	6+400	0,95	441.799	0.001	0.136
34	SM34	6+800	6+600	0,95	441.799	0.001	0.136
35	SM35	7+000	6+800	0,95	441.799	0.001	0.136
36	SM36	7+000	7+200	0,95	429.080	0.001	0.132
37	SM37	7+200	7+400	0,95	429.080	0.001	0.132
38	SM38	7+400	7+600	0,95	429.080	0.001	0.132
39	SM39	7+600	7+800	0,95	429.080	0.001	0.132
40	SM40	7+800	8+000	0,95	429.080	0.001	0.132
41	SM41	8+000	8+100	0,95	499.171	0.001	0.077
42	SM42	8+200	8+100	0,95	499.171	0.001	0.077
43	SM43	8+400	8+200	0,95	441.799	0.001	0.136
44	SM44	8+600	8+400	0,95	441.799	0.001	0.136
45	SM45	8+600	8+800	0,95	477.902	0.001	0.148
46	SM46	8+800	9+000	0,95	477.902	0.001	0.148
47	SM47	9+000	9+200	0,95	477.902	0.001	0.148
48	SM48	9+200	9+400	0,95	477.902	0.001	0.148
49	SM49	9+600	9+400	0,95	477.902	0.001	0.148
50	SM50	9+800	9+600	0,95	477.902	0.001	0.148
51	SM51	10+000	9+800	0,95	477.902	0.001	0.148
52	SM52	10+200	10+000	0,95	477.902	0.001	0.148
53	SM53	10+400	10+200	0,95	477.902	0.001	0.148

No	Nama Saluran	Stasioner		C gab	I (mm/jam)	A (km ²)	Q hidrologi (m ³ /s)
		Awal	Akhir				
54	SM54	10+600	10+400	0.95	477.902	0.001	0.148
55	SM55	10+600	10+800	0.95	396.534	0.001	0.122
56	SM56	10+800	11+000	0.95	396.534	0.001	0.122
57	SM57	11+000	11+200	0.95	396.534	0.001	0.122
58	SM58	11+200	11+400	0.95	418.339	0.001	0.129
59	SM59	11+400	11+600	0.95	418.339	0.001	0.129
60	SM60	11+600	11+800	0.95	418.339	0.001	0.129
61	SM61	11+800	11+900	0.95	491.239	0.001	0.076
62	SM62	12+000	11+900	0.95	508.327	0.001	0.078
63	SM63	12+200	12+000	0.95	441.799	0.001	0.136
64	SM64	12+400	12+200	0.95	441.799	0.001	0.136
65	SM65	12+600	12+400	0.95	441.799	0.001	0.136
66	SM66	12+800	12+600	0.95	441.799	0.001	0.136
67	SM67	13+000	12+800	0.95	441.799	0.001	0.136
68	SM68	13+200	13+000	0.95	441.799	0.001	0.136
69	SM69	13+400	13+200	0.95	360.731	0.001	0.111
70	SM70	13+600	13+400	0.95	360.731	0.001	0.111
71	SM71	13+800	13+600	0.95	360.731	0.001	0.111
72	SM72	14+000	13+800	0.95	360.731	0.001	0.111
73	SM73	14+200	14+000	0.95	360.731	0.001	0.111
74	SM74	14+400	14+200	0.95	360.731	0.001	0.111
75	SM75	14+600	14+400	0.95	360.731	0.001	0.111
76	SM76	14+800	14+600	0.95	360.731	0.001	0.111
77	SM77	15+000	14+800	0.95	360.731	0.001	0.111

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2019)

Setelah didapatkan nilai debit hidrologi, maka selanjutnya diperlukan perhitungan debit penampang hidrolika. Berikut contoh perhitungan debit hidrologi (Q) saluran median SM1.

$$D = 80 \text{ cm (berbentuk lingkaran)}$$

$$n = 0,014$$

$$\begin{aligned} \text{Luas penampang (A)} &= \frac{1}{4} \pi D^2 \\ &= \frac{1}{4} \pi 0,8^2 \\ &= 0,5024 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Keliling basah (P)} &= \pi D \\ &= \pi 0,8 \\ &= 2,512 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jari-jari hidraulik (R)} &= \frac{A}{P} \\ &= \frac{0,5024}{2,512} \\ &= 0,2 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan (V)} &= \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2} \\ &= \frac{1}{0,014} \cdot 0,2^{2/3} \cdot 0,005^{1/2} \\ &= 1,727 \text{ m/s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Q hidrolika} &= V \times A \\ &= 1,727 \times 0,5024 \\ &= 0,867 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan debit hidrologi selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.42.

Tabel 4.42 Hasil Perhitungan Debit Hidrolika Saluran Median

No	Nama Saluran	D	P	A	R	n manning	S	V	Q
		(m)	(m)	(m ²)	(m)			(m/s)	(m ³ /s)
1	SM1	0.8	2.51	0.502	0.2	0.014	0.005	1.727	0.868
2	SM2	0.8	2.51	0.502	0.2	0.014	0.005	1.727	0.868
3	SM3	0.8	2.51	0.502	0.2	0.014	0.01	2.443	1.227
4	SM4	0.8	2.51	0.502	0.2	0.014	0.01	2.443	1.227
5	SM5	0.8	2.51	0.502	0.2	0.014	0.01	2.443	1.227

No	Nama Saluran	D	P	A	R	n manning	S	V	Q
		(m)	(m)	(m ²)	(m)			(m/s)	(m ³ /s)
6	SM6	0.8	2.51	0.502	0.2	0.014	0.01	2.443	1.227
7	SM7	0.8	2.51	0.502	0.2	0.014	0.008	2.185	1.098
8	SM8	0.8	2.51	0.502	0.2	0.014	0.008	2.185	1.098
9	SM9	0.8	2.51	0.502	0.2	0.014	0.008	2.185	1.098
10	SM10	0.8	2.51	0.502	0.2	0.014	0.008	2.185	1.098
11	SM11	0.8	2.51	0.502	0.2	0.014	0.008	2.185	1.098
12	SM12	0.8	2.51	0.502	0.2	0.014	0.005	1.727	0.868
13	SM13	0.8	2.51	0.502	0.2	0.014	0.005	1.727	0.868
14	SM14	0.8	2.51	0.502	0.2	0.014	0.005	1.727	0.868
15	SM15	0.8	2.51	0.502	0.2	0.014	0.04	4.886	2.455
16	SM16	0.8	2.51	0.502	0.2	0.014	0.04	4.886	2.455
17	SM17	0.8	2.51	0.502	0.2	0.014	0.04	4.886	2.455
18	SM18	0.8	2.51	0.502	0.2	0.014	0.04	4.886	2.455
19	SM19	0.8	2.51	0.502	0.2	0.014	0.04	4.886	2.455
20	SM20	0.8	2.51	0.502	0.2	0.014	0.04	4.886	2.455
21	SM21	0.8	2.51	0.502	0.2	0.014	0.04	4.886	2.455
22	SM22	0.8	2.51	0.502	0.2	0.014	0.04	4.886	2.455
23	SM23	0.8	2.51	0.502	0.2	0.014	0.04	4.886	2.455
24	SM24	0.8	2.51	0.502	0.2	0.014	0.04	4.886	2.455
25	SM25	0.8	2.51	0.502	0.2	0.014	0.04	4.886	2.455
26	SM26	0.8	2.51	0.502	0.2	0.014	0.04	4.886	2.455
27	SM27	0.8	2.51	0.502	0.2	0.014	0.035	4.570	2.296
28	SM28	0.8	2.51	0.502	0.2	0.014	0.035	4.570	2.296
29	SM29	0.8	2.51	0.502	0.2	0.014	0.035	4.570	2.296
30	SM30	0.8	2.51	0.502	0.2	0.014	0.035	4.570	2.296
31	SM31	0.8	2.51	0.502	0.2	0.014	0.015	2.992	1.503
32	SM32	0.8	2.51	0.502	0.2	0.014	0.015	2.992	1.503

No	Nama Saluran	D	P	A	R	n manning	S	V	Q
		(m)	(m)	(m ²)	(m)			(m/s)	(m ³ /s)
33	S33	0.8	2.51	0.502	0.2	0.014	0.015	2.992	1.503
34	S34	0.8	2.51	0.502	0.2	0.014	0.015	2.992	1.503
35	S35	0.8	2.51	0.502	0.2	0.014	0.015	2.992	1.503
36	S36	0.8	2.51	0.502	0.2	0.014	0.012	2.676	1.344
37	S37	0.8	2.51	0.502	0.2	0.014	0.012	2.676	1.344
38	S38	0.8	2.51	0.502	0.2	0.014	0.012	2.676	1.344
39	S39	0.8	2.51	0.502	0.2	0.014	0.012	2.676	1.344
40	S40	0.8	2.51	0.502	0.2	0.014	0.012	2.676	1.344
41	S41	0.8	2.51	0.502	0.2	0.014	0.012	2.676	1.344
42	S42	0.8	2.51	0.502	0.2	0.014	0.012	2.676	1.344
43	S43	0.8	2.51	0.502	0.2	0.014	0.015	2.992	1.503
44	S44	0.8	2.51	0.502	0.2	0.014	0.015	2.992	1.503
45	S45	0.8	2.51	0.502	0.2	0.014	0.03	4.231	2.126
46	S46	0.8	2.51	0.502	0.2	0.014	0.03	4.231	2.126
47	S47	0.8	2.51	0.502	0.2	0.014	0.03	4.231	2.126
48	S48	0.8	2.51	0.502	0.2	0.014	0.03	4.231	2.126
49	S49	0.8	2.51	0.502	0.2	0.014	0.03	4.231	2.126
50	S50	0.8	2.51	0.502	0.2	0.014	0.03	4.231	2.126
51	S51	0.8	2.51	0.502	0.2	0.014	0.03	4.231	2.126
52	S52	0.8	2.51	0.502	0.2	0.014	0.03	4.231	2.126
53	S53	0.8	2.51	0.502	0.2	0.014	0.03	4.231	2.126
54	S54	0.8	2.51	0.502	0.2	0.014	0.03	4.231	2.126
55	S55	0.8	2.51	0.502	0.2	0.014	0.007	2.044	1.027
56	S56	0.8	2.51	0.502	0.2	0.014	0.007	2.044	1.027
57	S57	0.8	2.51	0.502	0.2	0.014	0.007	2.044	1.027
58	S58	0.8	2.51	0.502	0.2	0.014	0.01	2.443	1.227
59	S59	0.8	2.51	0.502	0.2	0.014	0.01	2.443	1.227

No	Nama Saluran	D	P	A	R	n manning	S	V	Q
		(m)	(m)	(m ²)	(m)			(m/s)	(m ³ /s)
60	S60	0.8	2.51	0.502	0.2	0.014	0.01	2.443	1.227
61	S61	0.8	2.51	0.502	0.2	0.014	0.01	2.443	1.227
62	S62	0.8	2.51	0.502	0.2	0.014	0.015	2.992	1.503
63	S63	0.8	2.51	0.502	0.2	0.014	0.015	2.992	1.503
64	S64	0.8	2.51	0.502	0.2	0.014	0.015	2.992	1.503
65	S65	0.8	2.51	0.502	0.2	0.014	0.015	2.992	1.503
66	S66	0.8	2.51	0.502	0.2	0.014	0.015	2.992	1.503
67	S67	0.8	2.51	0.502	0.2	0.014	0.015	2.992	1.503
68	S68	0.8	2.51	0.502	0.2	0.014	0.015	2.992	1.503
69	S69	0.8	2.51	0.502	0.2	0.014	0.004	1.545	0.776
70	S70	0.8	2.51	0.502	0.2	0.014	0.004	1.545	0.776
71	S71	0.8	2.51	0.502	0.2	0.014	0.004	1.545	0.776
72	S72	0.8	2.51	0.502	0.2	0.014	0.004	1.545	0.776
73	S73	0.8	2.51	0.502	0.2	0.014	0.004	1.545	0.776
74	S74	0.8	2.51	0.502	0.2	0.014	0.004	1.545	0.776
75	S75	0.8	2.51	0.502	0.2	0.014	0.004	1.545	0.776
76	S76	0.8	2.51	0.502	0.2	0.014	0.004	1.545	0.776
77	S77	0.8	2.51	0.502	0.2	0.014	0.004	1.545	0.776

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2019)

Berdasarkan perhitungan diatas, didapatkan nilai debit banjir rencana saluran ($Q_{\text{hidrologi}}$) dan nilai debit penampang saluran ($Q_{\text{hidrolika}}$). Perhitungan ini dilakukan untuk membandingkan debit manakah yang lebih besar. Apabila nilai $Q_{\text{hidrolika}}$ lebih besar dari nilai $Q_{\text{hidrologi}}$ artinya penampang mampu menampung debit yang masuk (tidak meluber).

Perbandingan nilai debit banjir rencana ($Q_{\text{hidrologi}}$) dengan nilai debit penampang saluran ($Q_{\text{hidrolika}}$) selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.44.

Tabel 4.43 Hasil Perbandingan Debit Hidrologi dengan Debit Hidrolika Saluran Median

No	Nama Saluran	Stasioner		Q hidrologi	Q hidrolika	Kondisi Saluran
		Hulu	Hilir	m ³ /s	m ³ /s	
1	SM1	0+000	0+200	0.116	0.868	aman
2	SM2	0+200	0+400	0.116	0.868	aman
3	SM3	0+400	0+600	0.129	1.227	aman
4	SM4	0+600	0+800	0.129	1.227	aman
5	SM5	0+800	1+000	0.129	1.227	aman
6	SM6	1+000	1+200	0.129	1.227	aman
7	SM7	1+400	1+200	0.125	1.098	aman
8	SM8	1+600	1+400	0.125	1.098	aman
9	SM9	1+800	1+600	0.125	1.098	aman
10	SM10	2+000	1+800	0.125	1.098	aman
11	SM11	2+200	2+000	0.125	1.098	aman
12	SM12	2+400	2+200	0.116	0.868	aman
13	SM13	2+600	2+400	0.116	0.868	aman
14	SM14	2+800	2+600	0.116	0.868	aman
15	SM15	3+000	2+800	0.152	2.455	aman
16	SM16	3+200	3+000	0.152	2.455	aman
17	SM17	3+400	3+200	0.152	2.455	aman
18	SM18	3+600	3+400	0.152	2.455	aman
19	SM19	3+800	3+600	0.152	2.455	aman
20	SM20	4+000	3+800	0.152	2.455	aman
21	SM21	4+200	4+000	0.152	2.455	aman
22	SM22	4+400	4+200	0.152	2.455	aman
23	SM23	4+600	4+400	0.152	2.455	aman
24	SM24	4+800	4+600	0.152	2.455	aman
25	SM25	5+000	4+800	0.152	2.455	aman

No	Nama Saluran	Stasioner		Q hidrologi	Q hidrolika	Kondisi Saluran
		Hulu	m3/s	m3/s	m3/s	
26	S26	5+200	5+000	0.152	2.455	aman
27	S27	5+400	5+200	0.150	2.296	aman
28	S28	5+600	5+400	0.150	2.296	aman
29	S29	5+800	5+600	0.150	2.296	aman
30	S30	6+000	5+800	0.150	2.296	aman
31	S31	6+200	6+000	0.136	1.503	aman
32	S32	6+400	6+200	0.136	1.503	aman
33	S33	6+600	6+400	0.136	1.503	aman
34	S34	6+800	6+600	0.136	1.503	aman
35	S35	7+000	6+800	0.136	1.503	aman
36	S36	7+000	7+200	0.132	1.344	aman
37	S37	7+200	7+400	0.132	1.344	aman
38	S38	7+400	7+600	0.132	1.344	aman
39	S39	7+600	7+800	0.132	1.344	aman
40	S40	7+800	8+000	0.132	1.344	aman
41	S41	8+000	8+100	0.077	1.344	aman
42	S42	8+200	8+100	0.077	1.344	aman
43	S43	8+400	8+200	0.136	1.503	aman
44	S44	8+600	8+400	0.136	1.503	aman
45	S45	8+600	8+800	0.148	2.126	aman
46	S46	8+800	9+000	0.148	2.126	aman
47	S47	9+000	9+200	0.148	2.126	aman
48	S48	9+200	9+400	0.148	2.126	aman
49	S49	9+600	9+400	0.148	2.126	aman
50	S50	9+800	9+600	0.148	2.126	aman
51	S51	10+000	9+800	0.148	2.126	aman

No	Nama Saluran	Stasioner		Q hidrologi	Q hidrolika	Kondisi Saluran
		Hulu	Hilir	m ³ /s	m ³ /s	
52	S52	10+200	10+000	0.148	2.126	aman
53	S53	10+400	10+200	0.148	2.126	aman
54	S54	10+600	10+400	0.148	2.126	aman
55	S55	10+600	10+800	0.122	1.027	aman
56	S56	10+800	11+000	0.122	1.027	aman
57	S57	11+000	11+200	0.122	1.027	aman
58	S58	11+200	11+400	0.129	1.227	aman
59	S59	11+400	11+600	0.129	1.227	aman
60	S60	11+600	11+800	0.129	1.227	aman
61	S61	11+800	11+900	0.076	1.227	aman
62	S62	12+000	11+900	0.078	1.503	aman
63	S63	12+200	12+000	0.136	1.503	aman
64	S64	12+400	12+200	0.136	1.503	aman
65	S65	12+600	12+400	0.136	1.503	aman
66	S66	12+800	12+600	0.136	1.503	aman
67	S67	13+000	12+800	0.136	1.503	aman
68	S68	13+200	13+000	0.136	1.503	aman
69	S69	13+400	13+200	0.111	0.776	aman
70	S70	13+600	13+400	0.111	0.776	aman
71	S71	13+800	13+600	0.111	0.776	aman
72	S72	14+000	13+800	0.111	0.776	aman
73	S73	14+200	14+000	0.111	0.776	aman
74	S74	14+400	14+200	0.111	0.776	aman
75	S75	14+600	14+400	0.111	0.776	aman
76	S76	14+800	14+600	0.111	0.776	aman
77	S77	15+000	14+800	0.111	0.776	aman

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2019)

4.8.3. Bangunan pelengkap sistem drainase pada timbunan

Air limpasan akan masuk ke *inlet* saluran ditepi jalan dan menuruni timbunan melalui saluran yang posisinya mengikuti kemiringan lereng timbunan, saluran ini disebut saluran lereng. Besarnya kapasitas saluran antara lain saluran lereng maupun saluran saluran tepi dikaki timbunan tergantung dari besarnya debit yang akan dialirkan.

Pada studi ini perencanaan saluran miring yang akan dihitung tipikal saja. Karena itu, diambil salah satu tempat dari jalan tol yang kiranya mampu mewakili keseluruhan dari jalan tol.

4.8.3.1. Saluran miring pada sisi kanan

Data perencanaan saluran miring pada sta. 1+550 dapat diketahui dari desain perencanaan jalan.

Waktu pengaliran lahan (t_0)

$$\begin{aligned} \text{Gradien memanjang (g)} &= 0,01 \\ \text{Gradien melintang (s)} &= 0,503 \\ \text{Lebar jalan (w)} &= 11,7 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X &= \frac{g}{s} \times w \\ X &= \frac{0,01}{0,503} \times 11,7 \\ &= 0,223 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L &= \sqrt{W^2 + X^2} \\ &= \sqrt{(11,7)^2 + (0,223)^2} \\ &= 11,702 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta h_g &= X \cdot g \\ &= (0,223) \cdot (0,01) \\ &= 0,002237 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta h_s &= W \cdot s \\ &= (11,7) \cdot (0,503) \\ &= 6,11 \end{aligned}$$

$$\Delta h = \Delta h_g + \Delta h_s$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,00223 + 6,11 \\
 &= 6,121 \\
 i &= \frac{\Delta h}{L} \\
 &= \frac{6,121}{11,7} \\
 &= 0,523
 \end{aligned}$$

Dengan $n_d = 0,04$ maka dengan rumusan kerby.

$$\begin{aligned}
 t_o &= 1,44 \times \left(n_d \times \frac{l}{\sqrt{s}} \right)^{0,467} \\
 &= 1,44 \times \left(0,04 \times \frac{11,7}{\sqrt{0,523}} \right)^{0,467} \\
 &= 1,175 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Jarak pemasangan antar saluran lereng direncanakan berjarak 20 meter.

$$A = 20 \times 11,7 = 234 \text{ m}^2 = 0,000234 \text{ km}^2$$

$$C = 0,95$$

$$R_{24} = 110,94 \text{ mm (Hujan 2 tahunan)}$$

Intensitas hujan

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{R_{24}}{24} \cdot \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3} \\
 &= \frac{110,94}{24} \cdot \left(\frac{24}{0,019} \right)^{2/3} \\
 &= 529,317 \text{ mm/jam}
 \end{aligned}$$

Debit hidrologi

$$\begin{aligned}
 Q &= \frac{1}{3,6} \cdot C \cdot I \cdot A \\
 &= \frac{1}{3,6} \cdot 0,95 \cdot 529,317 \cdot 0,000234 \\
 &= 0,033 \text{ m}^3/\text{s}
 \end{aligned}$$

Desain Saluran Miring

Dengan rumusan : $Q = v \cdot A$ dan rumusan $v = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2}$

Kemudian diperoleh rumusan : $\frac{Qn}{I^{1/2}} = AR^{2/3}$

Koefisien saluran miring (n) = 0,013

$$AR^{2/3} = \frac{0,033 (0,013)}{0,5^{1/2}}$$

Dimisalkan lebar saluran (b) adalah 20 cm berbentuk saluran persegi, maka :

$$A = b \cdot h = 0,2h$$

$$P = b + 2h = 0,2 + 2h$$

$$R = \frac{bh}{b+2h} = \frac{0,2h}{0,2+2h}$$

Maka didapatkan persamaan :

$$AR^{2/3} = \frac{0,033 (0,013)}{0,5^{1/2}}$$

$$0,2h \left(\frac{0,2h}{0,2+2h} \right)^{2/3} = \frac{0,033 (0,013)}{0,5^{1/2}}$$

Dengan trial error diperoleh $h = 0,18$ m

Direncanakan $h = 20$ cm $>$ 18 cm (OK)

Maka dimensi saluran miring pada timbunan adalah 20 x20 cm

4.8.3.2. Saluran miring pada sisi kiri

Data perencanaan saluran lereng pada sta. 1+550 dapat diketahui dari desain perencanaan jalan.

Waktu pengaliran lahan (t_0)

$$\text{Gradien memanjang (g)} = 0,01$$

$$\text{Gradien melintang (s)} = 0,560$$

$$\text{Lebar jalan (w)} = 11,7 \text{ m}$$

$$X = \frac{g}{s} \times w$$

$$X = \frac{0,01}{0,560} \times 11,7$$

$$= 0,273 \text{ m}$$

$$L = \sqrt{W^2 + X^2}$$

$$= \sqrt{(11,7)^2 + (0,273)^2}$$

$$= 11,703 \text{ m}$$

$$\Delta hg = X \cdot g$$

$$= (0,273) \cdot (0,01)$$

$$= 0,00273$$

$$\Delta hs = W \cdot s$$

$$= (11,7) \cdot (0,560)$$

$$= 6,546$$

$$\begin{aligned}\Delta h &= \Delta h_g + \Delta h_s \\ &= 0,00273 + 5 \\ &= 5,00273\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}i &= \frac{\Delta h}{L} \\ &= \frac{5,00273}{11,703} \\ &= 0,427\end{aligned}$$

Dengan $nd = 0,04$ maka dengan rumusan kerby.

$$\begin{aligned}t_o &= 1,44 \times \left(n_d \times \frac{l}{\sqrt{s}} \right)^{0,467} \\ &= 1,44 \times \left(0,04 \times \frac{8,931}{\sqrt{0,427}} \right)^{0,467} \\ &= 1,231 \text{ menit}\end{aligned}$$

Jarak pemasangan antar saluran lereng direncanakan berjarak 20 meter.

$$A = 20 \times 11,7 = 234 \text{ m}^2 = 0,000234 \text{ km}^2$$

$$C = 0,95$$

$$R_{24} = 110,94 \text{ mm (Hujan 2 tahunan)}$$

Intensitas hujan

$$\begin{aligned}I &= \frac{R_{24}}{24} \cdot \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3} \\ &= \frac{125,23}{24} \cdot \left(\frac{24}{0,0205} \right)^{2/3} \\ &= 578,980 \text{ mm/jam}\end{aligned}$$

Debit hidrologi

$$\begin{aligned}Q &= \frac{1}{3,6} \cdot C \cdot I \cdot A \\ &= \frac{1}{3,6} \cdot 0,95 \cdot 578,980 \cdot 0,000234 \\ &= 0,027 \text{ m}^3/\text{s}\end{aligned}$$

Desain Saluran Miring

Dengan rumusan : $Q = v \cdot A$ dan rumusan $v = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2}$

Kemudian diperoleh rumusan : $\frac{Qn}{I^{1/2}} = AR^{2/3}$

Koefisien saluran lereng (n) = 0,013

$$AR^{2/3} = \frac{0,031 (0,013)}{0,5^{1/2}}$$

Dimisalkan lebar saluran (b) adalah 20 cm berbentuk saluran persegi, maka :

$$A = b \cdot h = 0,2h$$

$$P = b + 2h = 0,2 + 2h$$

$$R = \frac{bh}{b+2h} = \frac{0,2h}{0,2+2h}$$

Maka didapatkan persamaan :

$$AR^{2/3} = \frac{0,033 (0,013)}{0,5^{1/2}}$$

$$0,2h \left(\frac{0,2h}{0,2+2h} \right)^{2/3} = \frac{0,033 (0,013)}{0,5^{1/2}}$$

Dengan trial error diperoleh $h = 0,17$ m

Direncanakan $h = 20$ cm > 17 cm (OK)

Maka dimensi saluran miring pada timbunan adalah 20 x20 cm

4.8.4. Perhitungan bangunan pelengkap sistem drainase pada sisi jembatan

Limpasan air pada permukaan jalan akan diarahkan menuju inlet tepi jalan yang kemudian akan dibuang secara grafitasi melalui pipa-pipa *deck drain* menuju saluran tepi dibawah jembatan. Besarnya kapasitas deck drain tergantung dari besarnya debit rencana yang akan dialirkan.

Pada studi ini perencanaan saluran miring yang akan dihitung tipikal saja. Karena itu, diambil salah satu tempat dari jalan tol yang kiranya mampu mewakili keseluruhan dari jalan tol.

4.8.4.1. Perhitungan bangunan pelengkap bagian kanan

Data perencanaan bangunan pelengkap pada Sungai Gemandar dapat diketahui dari desain perencanaan jalan.

Waktu pengaliran lahan (t_0)

$$\text{Gradien memanjang (g)} = 0,005$$

$$\text{Gradien melintang (s)} = 0,02$$

$$\text{Lebar jalan (w)} = 11,7 \text{ m}$$

$$X = \frac{g}{s} \times w$$

$$X = \frac{0,005}{0,02} \times 11,7$$

$$= 2,925 \text{ m}$$

$$L = \sqrt{W^2 + X^2}$$

$$= \sqrt{(11,7)^2 + (2,925)^2}$$

$$= 12,060 \text{ m}$$

$$\Delta h_g = X \cdot g$$

$$= (2,925) \cdot (0,005)$$

$$= 0,0014625$$

$$\Delta h_s = W \cdot s$$

$$= (11,7) \cdot (0,02)$$

$$= 0,234$$

$$\Delta h = \Delta h_g + \Delta h_s$$

$$= 0,0014625 + 0,234$$

$$= 0,248625$$

$$i = \frac{\Delta h}{L}$$

$$= \frac{0,248625}{12,060}$$

$$= 0,020616$$

Dengan $n_d = 0,04$ maka dengan rumusan kerby.

$$t_o = 1,44 \times \left(n_d \times \frac{l}{\sqrt{s}} \right)^{0,467}$$

$$= 1,44 \times \left(0,04 \times \frac{12,060}{\sqrt{0,020616}} \right)^{0,467}$$

$$= 2,536 \text{ menit}$$

$$\text{Panjang jembatan} = 42,03 \text{ m}$$

Direncanakan pemasangan inlet sepanjang 10 meter. Maka banyaknya inlet yang akan dibuat adalah :

$$n = \frac{42,03}{10} = 4,203 \approx 5 \text{ buah}$$

$$A \text{ inlet} = 10 \times 11,7 = 117 \text{ m}^2 = 0,000117 \text{ km}^2$$

$$C \text{ inlet} = 0,95$$

$$R_{24} = 110,942 \text{ mm/jam}$$

Intensitas hujan

$$\begin{aligned} I &= \frac{R_{24}}{24} \cdot \left(\frac{24}{tc}\right)^{2/3} \\ &= \frac{110,942}{24} \cdot \left(\frac{24}{0,042}\right)^{2/3} \\ &= 316,976 \text{ mm/jam} \end{aligned}$$

Debit inlet

$$\begin{aligned} Q &= \frac{1}{3,6} \cdot C \cdot I \cdot A \\ &= \frac{1}{3,6} \cdot 0,95 \cdot 316,976 \cdot 0,000117 \\ &= 0,010 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

Desain Deck Drain

Deck drain adalah saluran terbuka berbentuk lingkaran (pipa) yang umumnya menggunakan pipa PVC (paralon).

Direncanakan menggunakan pipa PVC D15 = 15 cm

$$A \text{ pvc} = \frac{1}{4} \pi D^2 = \frac{1}{4} \pi (0,15)^2 = 0,017 \text{ m}^2$$

$$P \text{ pvc} = \pi D = \pi (0,15) = 0,471 \text{ m}$$

$$R \text{ pvc} = \frac{A}{P} = \frac{0,0324}{0,471} = 0,0375$$

Pemasangan pipa pada posisi tegak = 20 cm

Panjang jembatan = 42,03

$$S = \frac{0,2}{42,03} = 0,0047$$

Koefisien maning = 0,013 (diasumsikan kekasaran PVC sama dengan *liner plates*)

Kecepatan PVC

$$\begin{aligned} V \text{ pvc} &= \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2} \\ &= \frac{1}{0,014} \cdot 0,0375^{2/3} \cdot 0,004^{1/2} \\ &= 0,59 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Debit PVC

$$\begin{aligned}
 Q_{pvc} &= V_{pvc} \cdot A_{pvc} \\
 &= 0,59 \cdot 0,0324 \\
 &= 0,0105 \text{ m/s} > 0,010 \text{ (OK)}
 \end{aligned}$$

Maka dimensi deck drain adalah pipa PVC D15 dengan kemiringan pemasangan pipa deck drain (S) = 0,0047.

4.8.1.2. Perhitungan bangunan pelengkap bagian kiri

Data perencanaan bangunan pelengkap pada Sungai Gemandar dapat diketahui dari desain perencanaan jalan.

Waktu pengaliran lahan (t_0)

$$\begin{aligned}
 \text{Gradien memanjang (g)} &= 0,005 \\
 \text{Gradien melintang (s)} &= 0,03 \\
 \text{Lebar jalan (w)} &= 11,7 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$X = \frac{g}{s} \times w$$

$$\begin{aligned}
 X &= \frac{0,005}{0,03} \times 11,7 \\
 &= 1,95 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 L &= \sqrt{W^2 + X^2} \\
 &= \sqrt{(11,7)^2 + (1,95)^2} \\
 &= 11,861 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta h_g &= X \cdot g \\
 &= (1,95) \cdot (0,005) \\
 &= 0,00975
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta h_s &= W \cdot s \\
 &= (11,7) \cdot (0,03) \\
 &= 0,351
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta h &= \Delta h_g + \Delta h_s \\
 &= 0,00975 + 0,351 \\
 &= 0,36075
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 i &= \frac{\Delta h}{L} \\
 &= \frac{0,36075}{11,861} \\
 &= 0,0304
 \end{aligned}$$

Dengan $nd = 0,04$ maka dengan rumusan kerby.

$$\begin{aligned} t_o &= 1,44 \times \left(n_d \times \frac{l}{\sqrt{s}} \right)^{0,467} \\ &= 1,44 \times \left(0,04 \times \frac{12,060}{\sqrt{0,0304}} \right)^{0,467} \\ &= 2,29 \text{ menit} \end{aligned}$$

Panjang jembatan = 42,03 m

Direncanakan pemasangan inlet sepanjang 10 meter. Maka banyaknya inlet yang akan dibuat adalah :

$$n = \frac{42,03}{10} = 4,203 \approx 5 \text{ buah}$$

$$A \text{ inlet} = 10 \times 11,7 = 117 \text{ m}^2 = 0,000117 \text{ km}^2$$

$$C \text{ inlet} = 0,95$$

$$R_{24} = 110,942 \text{ mm/jam}$$

Intensitas hujan

$$\begin{aligned} I &= \frac{R_{24}}{24} \cdot \left(\frac{24}{tc} \right)^{2/3} \\ &= \frac{110,942}{24} \cdot \left(\frac{24}{0,042} \right)^{2/3} \\ &= 316,976 \text{ mm/jam} \end{aligned}$$

Debit inlet

$$\begin{aligned} Q &= \frac{1}{3,6} \cdot C \cdot I \cdot A \\ &= \frac{1}{3,6} \cdot 0,95 \cdot 316,976 \cdot 0,000117 \\ &= 0,010 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

Desain Deck Drain

Deck drain adalah saluran terbuka berbentuk lingkaran (pipa) yang umumnya menggunakan pipa PVC (paralon).

Direncanakan menggunakan pipa PVC D15 = 15 cm

$$A \text{ pvc} = \frac{1}{4} \pi D^2 = \frac{1}{4} \pi (0,15)^2 = 0,017 \text{ m}^2$$

$$P \text{ pvc} = \pi D = \pi (0,15) = 0,471 \text{ m}$$

$$R \text{ pvc} = \frac{A}{P} = \frac{0,0324}{0,471} = 0,0375$$

Pemasangan pipa pada posisi tegak = 20 cm

Panjang jembatan = 42,03

$$S = \frac{0,2}{42,03} = 0,0047$$

Koefisien maning = 0,013 (diasumsikan kekasaran PVC sama dengan *liner plates*)

Kecepatan PVC

$$\begin{aligned} V_{pvc} &= \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2} \\ &= \frac{1}{0,014} \cdot 0,0375^{2/3} \cdot 0,004^{1/2} \\ &= 0,59 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Debit PVC

$$\begin{aligned} Q_{pvc} &= V_{pvc} \cdot A_{pvc} \\ &= 0,59 \cdot 0,0324 \\ &= 0,0105 \text{ m}^3/\text{s} > 0,010 \text{ (OK)} \end{aligned}$$

Maka dimensi deck drain adalah pipa PVC D15 dengan kemiringan pemasangan pipa deck drain (S) = 0,0047.

4.8.5. Kolam Olak

Sebelum saluran drainase samping jalan tol membuang aliran air ke saluran pembuang, maka aliran dengan kecepatan yang tinggi dalam kondisi super kritis tersebut harus diperlambat dan dirubah pada kondisi aliran sub kritis. Dengan demikian, kandungan energi dengan daya penggerus sangat kuat yang timbul dalam aliran tersebut harus direduksi hingga mencapai tingkat yang normal kembali, sehingga aliran tersebut kembali kedalam saluran pembuang tanpa membahayakan kestabilan alur saluran pembuang yang bersangkutan. Guna mereduksi energi yang terdapat didalam aliran tersebut, maka diujung hilir saluran dibuat suatu bangunan yang disebut peredam energi pencegah gerusan atau kolam olak.

Berikut contoh perhitungan kolam olak pada saluran samping kanan S22T dengan data sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 Q &= 0,953 \text{ m}^3/\text{s} \\
 b &= 1 \text{ m} \\
 h &= 1 \text{ m} \\
 I \text{ rencana} &= 0,004 \\
 I \text{ medan} &= 0,1
 \end{aligned}$$

Debit per satuan lebar

$$q = \frac{Q}{0,8 \times b} = \frac{0,953}{0,8 \times 1} = 1,192 \text{ m}^3/\text{s}$$

Kedalaman kritis

$$hc = \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}} = \sqrt[3]{\frac{1,192^2}{9,8}} = 0,525 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 a &= 0,5 \times hc \\
 &= 0,5 \times 0,525 \\
 &= 0,263
 \end{aligned}$$

Kehilangan energi

$$\begin{aligned}
 Z &= t - a \\
 &= 1 - 0,263 \\
 &= 0,737
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C1 &= 2,5 + 1,1 \times \frac{hc}{z} + 0,7 \left(\frac{hc}{z}\right)^2 \\
 &= 2,5 + 1,1 \times \frac{0,525}{0,737} + 0,7 \left(\frac{0,525}{0,737}\right)^2 \\
 &= 3,68
 \end{aligned}$$

Panjang terjunan

$$\begin{aligned}
 L1 &= 3 \times z \\
 &= 3 \times 0,737 \\
 &= 2,212 \approx 2,3 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Panjang kolam olak

$$\begin{aligned}
 L2 &= C1 \sqrt{z \times hc} + 0,25 \\
 &= 3,68 \sqrt{0,737 \times 0,525} + 0,25 \\
 &= 2,514 \approx 2,6 \text{ m}
 \end{aligned}$$

4.9. Perhitungan Debit pada sungai (Saluran pembuang)

4.9.1. Perhitungan curah hujan efektif jam-jaman

Curah hujan efektif adalah besarnya hujan yang menjadi aliran langsung permukaan dan menuju sungai. Besarnya tergantung atas luas lahan dan kondisi sekitar DAS. Perhitungan curah hujan jam-jaman dilakukan dengan metode mononobe dengan lama hujan adalah 5 jam. Jalan tol Pandaan-Malang terletak pada daerah pegunungan, sehingga berdasarkan tabel 2.x digunakan nilai $C = 0,75$. Periode ulang yang digunakan adalah periode ulang 50 tahun sehingga perhitungannya sebagai berikut.

- $T = 5$ Jam
- $t = 1$ Jam
- $R_{24} = 198,99$ mm
- $R_{eff} = R_{24} \times C = 198,99 \times 0,85 = 169,14$
- $R_t = \frac{R_{24}}{T} \times \left(\frac{T}{t}\right)^{2/3} = \frac{169,14}{5} \times \left(\frac{5}{1}\right)^{2/3} = 98,91$
- $R_t' = t.R_t - (t-1).R = 1 \times 98,91 - (1-1) \times 98,91 = 98,91$

Hasil perhitungan curah hujan efektif jam-jaman dapat ditampilkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.44 Hasil Perhitungan Curah Hujan Jam-jaman Sungai Curah Banyak

Jam ke	Reff	Rt	Rt'
1	169,14	98,91	98,91
2	169,14	62,31	25,71
3	169,14	47,55	18,03
4	169,14	39,25	14,36
5	169,14	33,83	12,13

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2019)

Untuk perhitungan hujan rencana pada sub DAS sungai yang memotong jalan tol yang lainnya dapat dilihat pada lampiran.

4.9.2. Perhitungan hidrograf satuan

Analisis hidrograf satuan sintetik ini bertujuan untuk mendapatkan pola hidrograf banjir rencana. Pada analisis ini akan dilakukan dengan metode Hidrograf Satuan sintetik.

Berikut adalah contoh parameter hidrograf satuan sintetik Nakayasu untuk sub daerah aliran sungai (DAS) Curah Banyak.

1. Luas DAS = 4,96 km²
2. Panjang Sungai Utama = 8,7 km
3. $tg = 0,21 + L^{0,7} = 0,21 + (8,7)^{0,7} = 0,955$
4. $Tr = (0,5 \text{ sd } 1) \times tg = 0,75 \times 0,9555 = 0,716$
5. $Tp = tg + 0,8 Tr = 0,955 + (0,8 \times 0,716) = 1,528$
6. $\alpha = 3$
7. $T_{0,3} = \alpha \cdot tg = 3 \times 0,955 = 2,864$
8. $Ro = 1 \text{ mm}$
9. $Qp = \frac{A \times Ro}{3,6 (0,3 \times T_p \times T_{0,3})}$
 $= \frac{4,96 \times 1}{3,6 (0,3 \times 1,528 \times 2,864)}$
 $= 0,637 \text{ mm}^3/\text{detik}$

Setelah menentukan parameter hidrograf satuan sintesis Nakayasu, kemudian dihitung hidrograf sesuai kondisi kurva menggunakan rumusnya masing-masing. Berikut ini adalah perhitungan untuk menentukan ordinat grafik hidrograf satuan sintesis Nakayasu :

1. Pada saat kurva naik $0 \leq t \leq T_p$

$$Q_t = 0,182 \left[\frac{t}{1,528} \right]^{2,4}$$

Dibawah ini adalah tabel ordinat saat kurva naik $0 \leq t \leq T_p$.

Tabel 4.45 Ordinat Saat Kurva naik $0 \leq t \leq T_p$

t	Qt
0	0.000

0,5	0.044
1	0.230
1,5	0.610
1,528	0.637

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2019)

2. Pada saat kurva turun $T_p \leq t \leq (T_p + T_{0,3})$

$$Q_t = 0,182 \cdot 0,3 \left[\frac{t-1,528}{2,864} \right]^{2,4}$$

Dibawah ini adalah tabel ordinat saat kurva turun $T_p \leq t \leq (T_p + T_{0,3})$.

Tabel 4.46 ordinat saat kurva turun $T_p \leq t \leq (T_p + T_{0,3})$

t	Qt
2	0.522
2,5	0.423
3	0.343
3,5	0.278
4	0.225
4,392	0.191

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2019)

3. Pada saat kurva turun $(T_p + T_{0,3}) \leq t \leq (T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3})$

$$Q_t = 0,182 \cdot 0,3 \left[\frac{t-1,528+(0,5 \times 2,864)}{1,5 \times 1,528} \right]^{2,4}$$

Dibawah ini adalah tabel ordinat saat kurva turun $(T_p + T_{0,3}) \leq t \leq (T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3})$.

Tabel 4.47 ordinat saat kurva turun $(T_p + T_{0,3}) \leq t \leq (T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3})$

t	Qt
4,5	0.185

5	0.161
5,5	0.140
6	0.122
6,5	0.106
7	0.092
7,5	0.080
8	0.069
8,5	0.060
8,688	0.057

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2019)

4. Pada saat kurva turun $t \geq (Tp + T_{0,3} + 1,5T_{0,3})$

$$Qt = 0,182 \cdot 0,3 \left[\frac{t - 1,528 + (1,5 \times 2,864)}{2 \times 2,864} \right]^{2,4}$$

Dibawah ini adalah tabel ordinat saat kurva turun $t \geq (Tp + T_{0,3} + 1,5T_{0,3})$

Tabel 4.48 ordinat saat kurva turun $t \geq (Tp + T_{0,3} + 1,5T_{0,3})$

t	Qd3
9	0.054
9,5	0.048
10	0.043
10,5	0.039
11	0.035
11,5	0.032
12	0.029
12,5	0.026
13	0.023
13,5	0.021
t	0.019
14	0.017

14,5	0.015
15	0.014
15,5	0.012
16	0.011
16,5	0.010
17	0.009
17,5	0.008
18	0.007
18,5	0.007
19	0.006
19,5	0.005
20	0.005
20,5	0.004
21	0.004
21,5	0.003
22	0.003
22,5	0.003
23	0.003
23,5	0.002
24	0.054

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2019)

Hidrograf satuan menunjukkan debit limpasan yang terjadi untuk tinggi hujan satu satuan. Oleh karena itu, dilakukan perhitungan untuk memastikan koordinat debit limpasan yang diperoleh dari hasil perhitungan diatas menunjukkan debit akibat Reff satu satuan. Nilai volume limpasan dibagi dengan luas DAS harus sama dengan satu. Perhitungan volume limpasan bisa dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.49 Hasil Perhitungan Hidrograf Terkoreksi

t	Asli			Terkoreksi		
	Q	Q rata2	Volume	Q	Q rata2	Volume
jam	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³
0	0.000			0		
0,5	0.044	0.02182	39.27592	0.05	0.025001	45.00103
1	0.230	0.136986	246.5754	0.26391	0.156954	282.5179
1,5	0.610	0.419917	755.8509	0.69835	0.481127	866.0288
1,528	0.637	0.623121	61.85889	0.72956	0.713951	70.87585
2	0.522	0.579399	985.3997	0.59816	0.663856	1129.038
2,5	0.423	0.472577	850.6393	0.48477	0.541463	974.6341
3	0.343	0.382996	689.3936	0.39288	0.438825	789.8842
3,5	0.278	0.310396	558.7134	0.31841	0.355642	640.1551
4	0.225	0.251558	452.8047	0.25805	0.288227	518.8085
4,392	0.191	0.208121	293.5353	0.21887	0.238458	336.323
4,5	0.185	0.188169	73.30898	0.21233	0.215598	83.99497
5	0.185	0.185316	333.5688	0.21233	0.212329	382.1919
5,5	0.161	0.173202	311.7628	0.18457	0.198449	357.2074
6	0.140	0.150557	271.0018	0.16044	0.172503	310.5048
6,5	0.122	0.130872	235.57	0.13946	0.149949	269.9083
7	0.106	0.113762	204.7707	0.12123	0.130344	234.6195
7,5	0.092	0.098888	177.9983	0.10538	0.113302	203.9445
8	0.080	0.085959	154.7261	0.0916	0.098489	177.28
8,5	0.069	0.07472	134.4967	0.07962	0.085612	154.1018
8,688	0.060	0.064951	43.9793	0.06921	0.074419	50.39001
9	0.054	0.057039	64.04862	0.06149	0.065354	73.38476
9,5	0.048	0.050993	91.78808	0.05536	0.058427	105.1677
10	0.043	0.045907	82.6318	0.04984	0.052598	94.67675

t	Asli			Terkoreksi		
	Q	Q rata2	Volume	Q	Q rata2	Volume
jam	m ³ /dt	m ³ /dt	jam	m ³ /dt	m ³ /dt	jam
10,5	0.039	0.041327	74.38889	0.04487	0.047351	85.23231
11	0.035	0.037205	66.96826	0.04039	0.042628	76.72999
11,5	0.032	0.033493	60.28787	0.03636	0.038375	69.07582
12	0.029	0.030152	54.27388	0.03273	0.034547	62.18519
12,5	0.026	0.027144	48.85981	0.02947	0.031101	55.98193
13	0.023	0.024437	43.98582	0.02653	0.027999	50.39748
13,5	0.021	0.021999	39.59803	0.02388	0.025206	45.3701
14	0.019	0.019804	35.64794	0.0215	0.022691	40.84422
14,5	0.017	0.017829	32.0919	0.01936	0.020428	36.76982
15	0.015	0.01605	28.89058	0.01742	0.01839	33.10186
15,5	0.014	0.014449	26.00861	0.01569	0.016555	29.7998
16	0.012	0.013008	23.41414	0.01412	0.014904	26.82713
16,5	0.011	0.01171	21.07847	0.01271	0.013417	24.151
17	0.010	0.010542	18.97579	0.01144	0.012079	21.74183
17,5	0.009	0.00949	17.08287	0.0103	0.010874	19.57298
18	0.008	0.008544	15.37878	0.00928	0.009789	17.62049
18,5	0.007	0.007691	13.84467	0.00835	0.008813	15.86276
19	0.007	0.006924	12.4636	0.00752	0.007934	14.28038
19,5	0.006	0.006234	11.2203	0.00677	0.007142	12.85585
20	0.005	0.005612	10.10102	0.00609	0.00643	11.57342
20,5	0.005	0.005052	9.0934	0.00548	0.005788	10.41891
21	0.004	0.004548	8.186292	0.00494	0.005211	9.37958
21,5	0.004	0.004094	7.369672	0.00444	0.004691	8.443923
22	0.003	0.003686	6.634513	0.004	0.004223	7.601603
22,5	0.003	0.003318	5.97269	0.0036	0.003802	6.843308
23	0.003	0.002987	5.376886	0.00324	0.003423	6.160657

t	Asli			Terkoreksi		
	Q	Q rata2	Volume	Q	Q rata2	Volume
jam	m ³ /dt	m ³ /dt	jam	m ³ /dt	m ³ /dt	jam
23,5	0.003	0.002689	4.840517	0.00292	0.003081	5.546103
24	0.002	0.002421	4.357653	0.00263	0.002774	4.992854
Jumlah	5,221		7820,09			

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2019)

Contoh perhitungan adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Luas DAS} &= 4.96 \text{ km}^2 \\
 &= 4.96.000 \text{ m}^2 \\
 \text{Tinggi hujan efektif (ER)} &= \frac{\text{Volume}}{A} \\
 &= \frac{7820,09}{896000} \\
 &= 0,873
 \end{aligned}$$

Karena ER tidak $\neq 1$ maka debit harus dibagi dengan 0,873. Contoh perhitungan pada jam ke 1, dengan $Q = 0,230 \text{ m}^3/\text{detik}$ maka :

$$\begin{aligned}
 \text{Q terkoreksi} &= \frac{0,230}{0,873} \\
 &= 0,264 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

Dari nilai unit hidrograf yang telah dikoreksi, dilanjutkan dengan menghitung debit dengan periode ulang 50 tahun. Tabel 4.51 menunjukkan perhitungan debit banjir hidrograf Nakayasu periode 50 tahun. Dari hidrograf Nakayasu didapatkan debit banjir maksimum periode 50 tahun (Q_{50th}) sebesar $57,03 \text{ m}^3/\text{detik}$. Tabel 4.50 Hasil Perhitungan Hidrograf Nakayasu Periode Ulang 50 tahun untuk Sungai Curah Banyak

t (Jam)	Qd (m ³ /det)	R1	R2	R3	R4	R5	Q (m ³ /det)
		98.46	25.59	17.95	14.29	12.07	
0	0.000	0.000					0.000
0.5	0.050	3.103					3.103

t (Jam)	Qd (m ³ /det)	R1	R2	R3	R4	R5	Q (m ³ /det)
		98.46	25.59	17.95	14.29	12.07	
1	0.264	16.376	4.256				20.632
1.5	0.698	43.333	11.263				54.596
1.528	0.730	45.270	11.767				57.036
2	0.598	37.116	9.647	6.767			53.531
2.5	0.485	30.081	7.819	5.485			43.384
3	0.393	24.379	6.336	4.445	3.539		38.699
3.5	0.318	19.757	5.135	3.602	2.868		31.363
4	0.258	16.012	4.162	2.919	2.324	1.963	27.381
4.392	0.219	13.581	3.530	2.476	1.971	1.665	23.223
4.5	0.212	13.175	3.425	2.402	1.912	1.615	22.529
5	0.212	13.175	3.425	2.402	1.912	1.615	22.529
5.5	0.185	11.453	2.977	2.088	1.662	1.404	19.584
6	0.160	9.955	2.588	1.815	1.445	1.220	17.023
6.5	0.139	8.654	2.249	1.578	1.256	1.061	14.798
7	0.121	7.522	1.955	1.372	1.092	0.922	12.863
7.5	0.105	6.539	1.700	1.192	0.949	0.801	11.181
8	0.092	5.684	1.477	1.036	0.825	0.697	9.719
8.5	0.080	4.941	1.284	0.901	0.717	0.606	8.449
8.688	0.069	4.295	1.116	0.783	0.623	0.526	7.344
9	0.061	3.816	0.992	0.696	0.554	0.468	6.525
9.5	0.055	3.435	0.893	0.626	0.499	0.421	5.874
10	0.050	3.092	0.804	0.564	0.449	0.379	5.288
10.5	0.045	2.784	0.724	0.508	0.404	0.341	4.761
11	0.040	2.506	0.651	0.457	0.364	0.307	4.286
11.5	0.036	2.256	0.586	0.411	0.327	0.277	3.858
12	0.033	2.031	0.528	0.370	0.295	0.249	3.473
12.5	0.029	1.829	0.475	0.333	0.265	0.224	3.127

t (Jam)	Qd (m ³ /det)	R1	R2	R3	R4	R5	Q (m ³ /det)
		98.46	25.59	17.95	14.29	12.07	
13	0.027	1.646	0.428	0.300	0.239	0.202	2.815
13.5	0.024	1.482	0.385	0.270	0.215	0.182	2.534
14	0.022	1.334	0.347	0.243	0.194	0.164	2.281
14.5	0.019	1.201	0.312	0.219	0.174	0.147	2.054
15	0.017	1.081	0.281	0.197	0.157	0.133	1.849
15.5	0.016	0.973	0.253	0.177	0.141	0.119	1.664
16	0.014	0.876	0.228	0.160	0.127	0.107	1.498
16.5	0.013	0.789	0.205	0.144	0.115	0.097	1.349
17	0.011	0.710	0.185	0.129	0.103	0.087	1.214
17.5	0.010	0.639	0.166	0.117	0.093	0.078	1.093
18	0.009	0.576	0.150	0.105	0.084	0.071	0.984
18.5	0.008	0.518	0.135	0.094	0.075	0.064	0.886
19	0.008	0.466	0.121	0.085	0.068	0.057	0.798
19.5	0.007	0.420	0.109	0.077	0.061	0.051	0.718
20	0.006	0.378	0.098	0.069	0.055	0.046	0.646
20.5	0.005	0.340	0.088	0.062	0.049	0.042	0.582
21	0.005	0.306	0.080	0.056	0.044	0.038	0.524
21.5	0.004	0.276	0.072	0.050	0.040	0.034	0.472
22	0.004	0.248	0.065	0.045	0.036	0.030	0.425
22.5	0.004	0.224	0.058	0.041	0.032	0.027	0.382
23	0.003	0.201	0.052	0.037	0.029	0.025	0.344
23.5	0.003	0.181	0.047	0.033	0.026	0.022	0.310
24	0.003	0.163	0.042	0.030	0.024	0.020	0.279

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2019)

Berikut merupakan hasil rekapitulasi debit banjir hidrograf Nakayasu pada sub DAS sungai yang memotong jalan tol.

Tabel 4.51 Hasil Rekapitulasi Debit Banjir

No	Nama Sungai	Debit 50th (m ³ /s)
1	Curah Banyak	57,03
2	Betiting	25,11
3	Gemandar	69,40
4	Pilang	59,09
5	Rengket	26,10
6	Sebandung	68,12
7	Kerang	53,24
8	Kerang 2	50,46
9	Sumber tunpang	49,62
10	Jumpinang	46,85
11	Juri	31,41
12	Iprak	29,36
13	Bamban 1	46,33
14	Bamban 2	28,36
15	Bamban 3	39,54
16	Jambean 1	22,34
17	Jambean 2	22,66

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2019)

4.9.3. Perhitungan debit banjir (*Full bank capacity*)

Full Bank Capacity existing adalah besarnya debit tampungan pada saluran sesuai dengan keadaan di lapangan. Perhitungan ini diperlukan untuk mengetahui seberapa besar kemampuan penampang saluran untuk menampung limpasan air hujan.

Perhitungan *full bank capacity existing* kali curah banyak dengan data sebagai berikut :

$$b = 6 \text{ meter}$$

$$h = 6 \text{ meter}$$

$$n = 2 \text{ buah}$$

$$\begin{aligned} A &= 2 \times b \times h_{\text{saluran}} \\ &= 2 \times 6 \times 6 \\ &= 72 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P &= b + (2 \times h_{\text{total}}) \\ &= 6 + (2 \times 6) \\ &= 18 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R &= \frac{A}{P} \\ &= \frac{72}{18} \\ &= 4 \text{ m} \end{aligned}$$

$$V = 1,67 \text{ m/s}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{hidrolika}} &= V \times A \\ &= 1,67 \times 72 \\ &= 120,95 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan *Full Bank Capacity* pada kali lainya dapat dilihat pada Tabel 4.53.

Tabel 4.52 Hasil Perhitungan Full Bank Capacity

No	Nama Sungai	b	h	n	A	P	R	s	n	V	Q hidrolika
		(m)	(m)		(m ²)	(m)	(m)			(m/s)	(m ³ /s)
1	Curah Banyak	6	6	2	72	18	4	0.005	0.015	1.68	120.95
2	Betiting	5	4	2	40	13	3.08	0.005	0.015	1.41	56.41
3	Rengket	6	4	1	24	14	1.71	0.005	0.015	1.35	32.41
4	Sumber tumpang	4	6	1	24	16	1.5	0.005	0.015	2.14	51.36
5	Jumpinang	6	4	2	48	14	3.43	0.005	0.015	2.14	102.90
6	Juri	4	4	2	32	12	2.67	0.005	0.015	1.81	58.02
7	Iprak	4	4	2	32	12	2.67	0.005	0.015	1.81	58.02

No	Nama Sungai	b	h	n	A	P	R	s	n	V	Q
		(m)	(m)		(m ²)	(m)	(m)			(m/s)	(m ³ /s)
8	Bamban 1	6	4	2	48	14	3.43	0.005	0.015	2.14	102.90
9	Bamban 2	6	4	1	24	14	1.71	0.005	0.015	1.35	32.41
10	Bamban 3	4	4	2	32	12	2.67	0.005	0.015	1.81	58.02
11	Jambean 1	3	6	1	18	15	1.2	0.005	0.015	1.30	23.47
12	Jambean 2	4	6	1	24	16	1.5	0.005	0.015	1.24	29.65

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2019)

Hasil perbandingan kapasitas sungai yang terpotong jalan tol dengan debit rencana 50 tahun yang terjadi dapat dilihat pada Tabel 4.53.

Tabel 4.53 Hasil Perbandingan Kapasitas Saluran Eksisting dengan Debit Rencana 50 tahun

No	Nama Sungai	Q rencana (m ³ /s)	Q eksisting (m ³ /s)	Keterangan
1	Curah Banyak	57.04	120.95	Aman
2	Betiting	25.12	56.41	Aman
3	Rengket	26.11	32.41	Aman
4	Sumber tumpang	49.62	51.36	Aman
5	Jumpinang	46.85	102.90	Aman
6	Juri	31.41	58.02	Aman
7	Iprak	29.36	58.02	Aman
8	Bamban 1	46.33	102.90	Aman
9	Bamban 2	28.37	32.41	Aman
10	Bamban 3	39.54	58.02	Aman
11	Jambean 1	22.34	23.47	Aman
12	Jambean 2	22.67	29.65	Aman

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2019)

4.9.4. Elevasi saluran pembuang (Sungai)

Analisa elevasi diperlukan untuk mengecek antara elevasi saluran samping jalan tol dan saluran pembuang. Elevasi disaluran samping jalan harus lebih tinggi dari pada saluran pembuang agar tidak terjadi *backwater* dari saluran pembuang.

Elevasi tiap pertemuan saluran samping jalan tol dengan sungai dapat dilihat pada tabel 4.54.

Tabel 4.54 Elevasi untuk tiap pertemuan Saluran Samping Jalan Tol dengan Sungai

No	Nama STA/sungai	Elevasi Dasar Saluran	Elevasi Muka Air	Keterangan
1	Curah banyak	187.494	189.334	OK
	S9T	190.822	191.122	
	S10T	190.722	191.122	
2	Betiting	189.345	190.600	OK
	S11T	192.295	192.995	
	S12T1	192.495	192.995	
3	Gemandar	197.003	197.903	OK
	S22T	197.633	198.133	
4	Pilang	291.046	295.146	OK
	S29T	294.964	295.564	
	S30T	294.964	295.564	
5	Rengket	297.525	299.325	OK
	S40T	301.163	301.663	
6	Sebandung	291,946	295.846	OK
	S41T	296.274	296.774	
	S42T	300.864	301.364	
7	Kerang	297,907	302,107	OK
	S48T	302.457	302.957	
	S49T	302.491	302.991	

8	Kerang 2	299,307	302,807	OK
	S52T	302.537	303.137	
	S53T	303.595	304.095	
9	Sumber tumpang	306.465	310.195	OK
	S56T	311.414	311.914	
	S57T	311.605	312.105	
10	Jumpinang	308.350	309.990	Ok
	S58T	311.076	311.576	
	S59T	310.976	311.576	
11	Juri	321.402	323.072	OK
	S65T	322.763	323.363	
	S66T	326.604	327.204	
12	Iprak	328.622	330.202	OK
	S67T	330.631	331.131	
13	Bamban 1	332.023	333.653	OK
	S70T	333.477	334.077	
	S71T	333.477	334.077	
14	Bamban 2	343.080	344.980	OK
	S72T	345.072	345.672	
	S73T	345.072	345.672	
15	Bamban 3	343.154	345.084	OK
	S74T	350.617	351.117	
	S75T	350.617	351.117	
16	Jambean 1	342.830	345.570	OK
	S77T	345.788	346.588	
	S78T	353.137	353.437	
17	Jambean 2	346.463	348.663	OK
	S79T	353.098	353.398	

	S80T	352.898	353.398	
--	------	---------	---------	--

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2019)

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Setelah melakukan berbagai analisis dan perhitungan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan dari pengerjaan tugas akhir ini sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil analisis, diketahui bahwa sistem aliran pada proyek jalan tol Pandaan-Malang dialirkan sesuai dengan kondisi kontur yang ada dilapangan dan kemudian dibuang melalui pembuangan akhir berupa sungai ataupun saluran pembuang.
2. Berdasarkan perhitungan analisis hidrologi didapatkan debit banjir rencana maksimum periode 10 tahun yang dialirkan ke saluran samping sisi kanan Jalan Tol Pandaan-malang sta 0+000 – 15+000 sebesar 2,756 m³/detik , debit banjir rencana maksimum periode 10 tahun yang dialirkan ke saluran samping sisi kiri Jalan Tol Pandaan-Malang sta 0+000 – 15+000 sebesar 2,833 m³/detik, debit banjir rencana periode 50 tahun Sungai Curah Banyak sebesar 57,03 m³/detik, debit banjir rencana periode 50 tahun Sungai Betiting sebesar 25,11 m³/detik, debit banjir rencana periode 50 tahun Sungai Gemandar 69,40 sebesar m³/detik, debit banjir rencana periode 50 tahun Sungai Pilang sebesar 59,09 m³/detik, debit banjir rencana periode 50 tahun Sungai Rengket sebesar 26,10 m³/detik, debit banjir rencana periode 50 tahun Sungai Sebandung sebesar 68,12 m³/detik, debit banjir rencana periode 50 tahun Sungai Kerang sebesar 53,24 m³/detik, debit banjir rencana periode 50 tahun Sungai Kerang 2 sebesar 50,46 m³/detik, debit banjir rencana periode 50 tahun Sungai Sumbertumpang sebesar 49,62 m³/detik, debit banjir rencana periode 50 tahun Sungai Jumpinang sebesar 46,85

m³/detik, debit banjir rencana periode 50 tahun Sungai Juri sebesar 31,41 m³/detik, debit banjir rencana periode 50 tahun Sungai Iprak sebesar 29,36 m³/detik, debit banjir rencana periode 50 tahun Sungai Bamban 1 sebesar 46,33 m³/detik, debit banjir rencana periode 50 tahun Sungai Bamban 2 sebesar 28,36 m³/detik, debit banjir rencana periode 50 tahun Sungai Bamban 3 sebesar 39,54 m³/detik, debit banjir rencana periode 50 tahun Sungai Jambean 1 sebesar 22,19 m³/detik, debit banjir rencana periode 50 tahun Sungai Jambean 2 sebesar 22,66 m³/detik.

3. Berdasarkan hasil analisis hidrologi dan hidrolika :
 - a. Didapatkan bahwa saluran eksisting yang ada pada jalan tol Pandaan-Malang dapat menampung debit banjir yang sekiranya akan masuk ke saluran samping jalan tol. jenis saluran eksisting untuk saluran samping kanan dan kiri jalan tol Pandaan-Malang yaitu saluran galian tanah dengan dimensi terbesar 2,0 meter x 1,0 meter dengan kemiringan 2:1 untuk saluran yang memiliki kemiringan kurang dari 1%, saluran galian dengan pasangan batu kali dengan dimensi terbesar 1,4 meter x 0,7 meter dengan kemiringan 2:1 untuk saluran yang memiliki kemiringan 1-2%, saluran berbentuk trapesium dengan pasangan batu kali dengan dimensi terbesar 0,8 meter x 0,8 meter dengan kemiringan 1:1 untuk saluran yang memiliki kemiringan 3-4%, saluran berbentuk persegi dengan menggunakan U-ditch dengan dimensi terbesar 0,6 meter x 0,8 meter untuk saluran yang memiliki kemiringan lebih besar dari 4%.
 - b. Untuk bangunan persilangan jalan tol dengan sungai direncanakan menggunakan box culvert ataupun jembatan dengan dimensi mengikuti dimensi penampang eksisting setiap sungai yang berpotongan tersebut. Untuk Sungai Curah Banyak direncanakan

menggunakan 2 buah box culvert dengan dimensi 6,0 meter x 6,0 meter, Sungai Betiting direncanakan menggunakan 2 box culvert dengan dimensi 5,0 meter x 4,0 meter, Sungai rengket dan Sungai Bamban 2 direncanakan menggunakan 1 buah box culvert berdimensi 6,0 meter x 4,0 meter, Sungai Iprak, Sungai Bamban 3 dan Sungai Juri direncanakan menggunakan 2 buah box culvert berdimensi 4,0 meter x 4,0 meter, Sungai Bamban 1 dan Sungai Jumpinang direncanakan menggunakan 2 buah box culvert berdimensi 6,0 meter x 4,0 meter, Sungai Jambean 1 direncanakan menggunakan box culvert berdimensi 3,0 meter x 6,0 meter, Sungai Jambean 2 dan Sungai Sumbertumpang direncanakan menggunakan box culvert dengan dimensi 4,0 meter x 6,0 meter, serta direncanakan jembatan dengan Panjang 100 meter x 23,4 meter pada Sungai Gemandar, Sebandung dan kerang, jembatan dengan Panjang 150 meter x 23,4 meter pada Sungai Pilang.

4. Berdasarkan perencanaan elevasi saluran drainase jalan tol yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa, tidak terjadi *backwater* dari sungai yang memotong jalan tol dikarenakan elevasi saluran samping jalan lebih tinggi daripada elevasi sungai.

5.2. Saran

Dikarenakan perencanaan elevasi saluran rencana mengikuti elevasi eksisting tanah asli sehingga didapatkan kemiringan saluran yang sangat curam yang mengakibatkan besarnya kecepatan aliran melebihi kecepatan aliran ijin, sehingga diperlukan perencanaan kolam peredam energi pada hilir saluran agar dapat mereduksi kecepatan aliran.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum. 2006. **Perencanaan Sistem Drainase Jalan, Pedoman Konstruksi dan Bangunan Pd-T-2006-B.**
- Chandra, D. A., 2015. **Perencanaan Drainase Jalan Lingkar Luar Barat Surabaya (STA 0+000 – 4+850).** Surabaya: Institit Teknologi Sepuluh Nopember.
- Purwandani, S. C., 2018. **Perencanaan Ulang Sistem Perumahan Sukolilo Park Regency di Surabaya Timur.** Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Prameswari, P., 2017. **Perencanaan Drainase Jalan Lingkar Luar Barat Surabaya Tahap 3 (STA 4+000 SAMPAI DENGAN STA 11+502.94).** Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Sofia, F., **Modul Ajar Sistem dan Bangunan Drainase.** Surabaya
- Suripin, 2004. **Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan.** Yogyakarta: ANDI Yogyakarta.
- Triatmojo, B., 2008. **Hidrologi Terapan.** Yogyakarta: Beta Offset.
- Wesli, 2008. **Drainase Perkotaan.** Yogyakarta: Graha Ilmu.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Pipe & Precast Indonesia



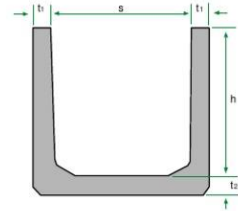
CONCRETE PIPES AND ASSOCIATED PRODUCTS



U-Ditch & Cover

TYPE (sxh x L)	s	h	t1	t2	L	WEIGHT (kg)
U 30 X 30 X 240	300	300	50	60	2400	245
U 30 X 40 X 240	300	400	50	60	2400	275
U 30 X 50 X 240	300	500	50	60	2400	300
U 40 X 40 X 120	400	400	50	60	1200	230
U 40 X 40 X 240	400	400	50	60	2400	455
U 40 X 50 X 120	400	500	50	60	1200	275
U 40 X 50 X 240	400	500	50	60	2400	550
U 40 X 60 X 120	400	600	50	60	1200	300
U 40 X 60 X 240	400	600	50	60	2400	600
U 50 X 50 X 120	500	500	70	70	1200	345
U 50 X 50 X 240	500	500	70	70	2400	690
U 50 X 60 X 120	500	600	70	70	1200	375
U 50 X 60 X 240	500	600	70	70	2400	765
U 50 X 70 X 120	500	700	70	70	1200	405
U 50 X 70 X 240	500	700	70	70	2400	815
U 60 X 60 X 120	600	600	70	70	1200	430
U 60 X 60 X 240	600	600	70	70	2400	830
U 60 X 70 X 120	600	700	70	70	1200	465
U 60 X 70 X 240	600	700	70	70	2400	895
U 60 X 80 X 120	600	800	70	70	1200	510
U 60 X 80 X 240	600	800	70	70	2400	1020
U 80 X 80 X 120	800	800	70	100	1200	560
U 80 X 80 X 240	800	800	70	100	2400	1120
U 80 X 100 X 120	800	1000	70	100	1200	640
U 100 X 100 X 120	1000	1000	85	85	1200	820
U 100 X 120 X 120	1000	1200	85	85	1200	900
U 120 X 100 X 120	1200	1000	95	110	1200	1095
U 120 X 120 X 120	1200	1200	95	110	1200	1225
U 120 X 140 X 120	1200	1400	95	110	1200	1355
U 140 X 140 X 120	1400	1400	115	135	1200	1610
U 140 X 140 X 240	1400	1400	115	135	2400	3580
U 140 X 160 X 120	1400	1600	110	135	1200	1835
U 140 X 160 X 240	1400	1600	110	135	2400	3815
U 160 X 185 X 120	1610	1850	140	170	1200	2685
U 160 X 185 X 240	1610	1850	140	170	2400	4900

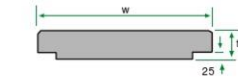
U - Ditch



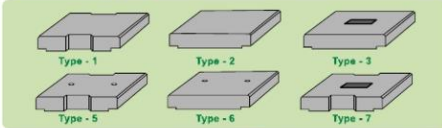
CLU - Light Duty Cover



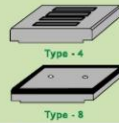
CHU - Heavy Duty Cover



Standard Type



Non Standard Type



Light Duty Cover				Heavy Duty Cover					
Thickness (t)	Length (L)	W	Weight (kg)	Thickness (t)	Length (L)	W	Weight (kg)		
CLU 30	60	600	400	35	CHU 30	90	600	400	60
CLU 40	80	600	500	60	CHU 40	100	600	500	70
CLU 50	100	600	640	95	CHU 50	120	600	640	110
CLU 60	100	600	740	110	CHU 60	120	600	740	130
CLU 80	100	600	940	140	CHU 80	150	1200	940	425
CLU 100	110	1200	1170	395	CHU 100	170	1200	1170	565
CLU 120	120	1200	1370	510	CHU 120	180	1200	1380	760
CLU 160	200	1200	1890	1130	CHU 160	250	1200	1890	1490

Notes:

- 1) U-ditch and Cover have each a minimum concrete strength of 282 kg/cm² respectively.
- 2) Reinforcement Steel shall be High-Duty Steel with physical properties of 4850 kg/cm² yield strength and 61kgf/cm² ultimate strength.
- 3) Non-Standard size and other type of U-ditch such as for crossing, special condition are applied produced on request.



Lampiran Gambar 1. Brosur Dimensi U-Ditch

DIMENSI BETON PRECAST BOX CULVERT

PRECAST BOX CULVERT

TYPE
BOX CULVERT

TYPE	REV. LOAD	MIN. LOAD (kN/m ²)	MAX. LOAD (kN/m ²)
BC LIGHT DUTY	P = 33 ton	C ₁ = 4.51	U ₁ = 4.91
BC HEAVY DUTY	P = 22.3 ton	C ₁ = 35.51	U ₁ = 22.4

SPECIFICATION :
 Concrete Strength f_c = 280
 Reinforcement Bar U-50 HEBRW
 Water Cement Ratio 0.4

A. PRECAST BOX CULVERT LIGHT DUTY

Adu Load / Beban Standar P = 33 ton

TYPE BOX CULVERT	DIMENSION (mm)			WEIGHT (kg)
	W	t	L	
BC 40 x 40 LD	400	75	75	371
BC 50 x 50 LD	500	80	80	483
BC 60 x 80 LD	600	85	85	606
BC 80 x 80 LD	800	90	90	855
BC 100 x 100 LD	1000	110	110	1290

B. PRECAST BOX CULVERT HEAVY DUTY

Adu Load / Beban Standar P = 22.3 ton

TYPE BOX CULVERT	DIMENSION (mm)			WEIGHT (kg)
	W	t	L	
BC 40 x 40 HD	400	90	70	468
BC 50 x 50 HD	500	100	80	619
BC 60 x 80 HD	600	110	90	804
BC 80 x 80 HD	800	150	120	1464
BC 100 x 100 HD	1000	150	150	1757
BC 120 x 120 HD	1200	160	180	2261
BC 140 x 140 HD	1400	180	180	2961
BC 150 x 150 HD	1500	200	200	3549
BC 180 x 180 HD	1800	220	220	4332
BC 200 x 200 HD	2000	240	240	5714

Data is subject to change without notice

GAM

Lampiran Gambar 2. Brosur Dimensi *Box Culvert*

Lampiran Tabel 1. Hasil Perhitungan Curah Hujan Rata-Rata Harian Maksimum Tahunan Sungai Curah Banyak

No	Tahun	CH max
1	2006	114.34
2	2007	102.99
3	2008	111.70
4	2009	111.94
5	2010	176.73
6	2011	88.25
7	2012	138.64
8	2013	149.99
9	2014	149.99
10	2015	84.13

Lampiran Tabel 2. Hasil Perhitungan Curah Hujan Rata-Rata Harian Maksimum Tahunan Sungai Betiting

No	Tahun	CH max
1	2006	121.00
2	2007	109.00
3	2008	107.00
4	2009	122.00
5	2010	183.00
6	2011	97.00
7	2012	150.00
8	2013	156.00
9	2014	156.00
10	2015	91.00

Lampiran Tabel 3. Hasil Perhitungan Curah Hujan Rata-Rata
Harian Maksimum Tahunan Sungai Gemandar

No	Tahun	CH max
1	2006	121.00
2	2007	109.00
3	2008	107.00
4	2009	122.00
5	2010	183.00
6	2011	97.00
7	2012	150.00
8	2013	156.00
9	2014	156.00
10	2015	91.00

Lampiran Tabel 4. Hasil Perhitungan Curah Hujan Rata-Rata
Harian Maksimum Tahunan Sungai Pilang

No	Tahun	CH max
1	2006	121.00
2	2007	109.00
3	2008	107.00
4	2009	122.00
5	2010	183.00
6	2011	97.00
7	2012	150.00
8	2013	156.00
9	2014	156.00
10	2015	91.00

Lampiran Tabel 5. Hasil Perhitungan Curah Hujan Rata-Rata
Harian Maksimum Tahunan Kali Rengket

No	Tahun	CH max
1	2006	121.00
2	2007	109.00
3	2008	107.00
4	2009	122.00
5	2010	183.00
6	2011	97.00
7	2012	150.00
8	2013	156.00
9	2014	156.00
10	2015	91.00

Lampiran Tabel 6. Hasil Perhitungan Curah Hujan Rata-Rata
Harian Maksimum Tahunan Sungai Sebandung

No	Tahun	CH max
1	2006	121.00
2	2007	109.00
3	2008	107.00
4	2009	122.00
5	2010	183.00
6	2011	97.00
7	2012	150.00
8	2013	156.00
9	2014	156.00
10	2015	91.00

Lampiran Tabel 7. Hasil Perhitungan Curah Hujan Rata-Rata
Harian Maksimum Tahunan Sungai Kerang

No	Tahun	CH max
1	2006	102.24
2	2007	78.49
3	2008	116.82
4	2009	64.54
5	2010	109.18
6	2011	80.13
7	2012	59.14
8	2013	74.14
9	2014	83.79
10	2015	56.09

Lampiran Tabel 8. Hasil Perhitungan Curah Hujan Rata-Rata
Harian Maksimum Tahunan Sungai Kerang 2

No	Tahun	CH max
1	2006	102.24
2	2007	78.49
3	2008	116.82
4	2009	64.54
5	2010	109.18
6	2011	80.13
7	2012	59.14
8	2013	74.14
9	2014	83.79
10	2015	56.09

Lampiran Tabel 9. Hasil Perhitungan Curah Hujan Rata-Rata Harian Maksimum Tahunan Sungai Sumber Tumpang

No	Tahun	CH max
1	2006	101.13
2	2007	87.34
3	2008	119.39
4	2009	81.05
5	2010	96.53
6	2011	91.02
7	2012	76.92
8	2013	80.71
9	2014	99.82
10	2015	97.31

Lampiran Tabel 10. Hasil Perhitungan Curah Hujan Rata-Rata Harian Maksimum Tahunan Sungai Jumpinang

No	Tahun	CH max
1	2006	113.26
2	2007	68.13
3	2008	101.43
4	2009	54.11
5	2010	90.80
6	2011	88.28
7	2012	105.93
8	2013	102.58
9	2014	90.63
10	2015	123.63

Lampiran Tabel 11. Hasil Perhitungan Curah Hujan Rata-Rata Harian Maksimum Tahunan Sungai Juri

No	Tahun	CH max
1	2006	110.00
2	2007	95.00
3	2008	126.00
4	2009	85.00
5	2010	105.00
6	2011	99.00
7	2012	77.00
8	2013	87.00
9	2014	102.00
10	2015	104.00

Lampiran Tabel 12. Hasil Perhitungan Curah Hujan Rata-Rata Harian Maksimum Tahunan Sungai Iprak

No	Tahun	CH max
1	2006	90.18
2	2007	77.88
3	2008	111.23
4	2009	76.17
5	2010	92.14
6	2011	81.16
7	2012	78.12
8	2013	75.88
9	2014	97.14
10	2015	89.05

Lampiran Tabel 13. Hasil Perhitungan Curah Hujan Rata-Rata Harian Maksimum Tahunan Sungai Baman 1

No	Tahun	CH max
1	2006	110.00
2	2007	95.00
3	2008	126.00
4	2009	85.00
5	2010	105.00
6	2011	99.00
7	2012	77.00
8	2013	87.00
9	2014	102.00
10	2015	104.00

Lampiran Tabel 14. Hasil Perhitungan Curah Hujan Rata-Rata Harian Maksimum Tahunan Sungai Baman 2

No	Tahun	CH max
1	2006	110.00
2	2007	95.00
3	2008	126.00
4	2009	85.00
5	2010	105.00
6	2011	99.00
7	2012	77.00
8	2013	87.00
9	2014	102.00
10	2015	104.00

Lampiran Tabel 15. Hasil Perhitungan Curah Hujan Rata-Rata Harian Maksimum Tahunan Sungai Bamber 3

No	Tahun	CH max
1	2006	104.55
2	2007	56.06
3	2008	94.34
4	2009	49.60
5	2010	98.00
6	2011	76.15
7	2012	110.30
8	2013	91.72
9	2014	90.66
10	2015	108.00

Lampiran Tabel 16. Hasil Perhitungan Curah Hujan Rata-Rata Harian Maksimum Tahunan Sungai Jambean 1

No	Tahun	CH max
1	2006	90.70
2	2007	78.33
3	2008	89.12
4	2009	76.40
5	2010	89.12
6	2011	81.63
7	2012	76.82
8	2013	75.81
9	2014	97.26
10	2015	79.44

Lampiran Tabel 17. Hasil Perhitungan Curah Hujan Rata-Rata Harian Maksimum Tahunan Sungai Jambean 2

No	Tahun	CH max
1	2006	89.23
2	2007	49.65
3	2008	82.95
4	2009	54.11
5	2010	79.98
6	2011	72.76
7	2012	90.77
8	2013	83.09
9	2014	89.30
10	2015	88.88

Lampiran Tabel 18. Hasil Perhitungan Curah Hujan Rata-Rata Harian Maksimum Tahunan Sta 0+000 – 1+400

No	Tahun	CH max
1	2006	113.26
2	2007	68.13
3	2008	101.43
4	2009	54.11
5	2010	90.80
6	2011	88.28
7	2012	105.93
8	2013	102.58
9	2014	90.63
10	2015	123.63

Lampiran Tabel 19. Hasil Perhitungan Curah Hujan Rata-Rata Harian Maksimum Tahunan Sta 1+401 – 6+480

No	Tahun	CH max
1	2006	113.26
2	2007	68.13
3	2008	101.43
4	2009	54.11
5	2010	90.80
6	2011	88.28
7	2012	105.93
8	2013	102.58
9	2014	90.63
10	2015	123.63

Lampiran Tabel 20. Hasil Perhitungan Curah Hujan Rata-Rata Harian Maksimum Tahunan Sta 6+481 – 15+000

No	Tahun	CH max
1	2006	113.26
2	2007	68.13
3	2008	101.43
4	2009	54.11
5	2010	90.80
6	2011	88.28
7	2012	105.93
8	2013	102.58
9	2014	90.63
10	2015	123.63

Lampiran Tabel 21. Hasil Perhitungan Analisa Distribusi E.J
Gumbel Sungai Curah Banyak

No	Tahun	R Max (X)	\bar{X}	$(X - \bar{X})$	$(X - \bar{X})^2$	$(X - \bar{X})^3$	$(X - \bar{X})^4$
		(mm)	(mm)				
1	2010	176.73	122.871	53.860	2900.900	156242.452	8415218.489
2	2014	149.99	122.871	27.121	735.561	19949.310	541049.717
3	2013	149.99	122.871	27.121	735.561	19949.310	541049.717
4	2012	138.64	122.871	15.766	248.571	3918.995	61787.352
5	2006	114.34	122.871	-8.532	72.792	-621.051	5298.710
6	2009	111.94	122.871	-10.928	119.416	-1304.947	14260.141
7	2008	111.70	122.871	-11.169	124.737	-1393.134	15559.316
8	2007	102.99	122.871	-19.879	395.166	-7855.411	156155.943
9	2011	88.25	122.871	-34.622	1198.657	-41499.478	1436779.677
10	2015	84.13	122.871	-38.740	1500.788	-58140.512	2252363.420
	Σ	1228.71	1228.71		8032.1477	89245.53496	13439522.48

Lampiran Tabel 22. Hasil Perhitungan Analisa Distribusi E.J
Gumbel Sungai Betinging

No	Tahun	R Max (X)	\bar{X}	$(X - \bar{X})$	$(X - \bar{X})^2$	$(X - \bar{X})^3$	$(X - \bar{X})^4$
		(mm)	(mm)				
1	2008	183.00	129.20	53.80	2894.4	155720.9	8377782.9
2	2006	156.00	129.20	26.80	718.2	19248.8	515868.7
3	2010	156.00	129.20	26.80	718.2	19248.8	515868.7
4	2015	150.00	129.20	20.80	432.6	8998.9	187177.4
5	2014	122.00	129.20	-7.20	51.8	-373.2	2687.4
6	2011	121.00	129.20	-8.20	67.2	-551.4	4521.2
7	2007	109.00	129.20	-20.20	408.0	-8242.4	166496.6
8	2013	107.00	129.20	-22.20	492.8	-10941.0	242891.3
9	2009	97.00	129.20	-32.20	1036.8	-33386.2	1075037.2
10	2012	91.00	129.20	-38.20	1459.2	-55743.0	2129381.4
	Σ	1292.00	1292.00		8279.6	93980.2	13217712.8

Lampiran Tabel 23. Hasil Perhitungan Analisa Distribusi E.J
Gumbel Sungai Gemandar

No	Tahun	R Max (X)	\bar{X}	$(X - \bar{X})$	$(X - \bar{X})^2$	$(X - \bar{X})^3$	$(X - \bar{X})^4$
		(mm)	(mm)				
1	2008	183.00	129.20	53.80	2894.4	155720.9	8377782.9
2	2006	156.00	129.20	26.80	718.2	19248.8	515868.7
3	2010	156.00	129.20	26.80	718.2	19248.8	515868.7
4	2015	150.00	129.20	20.80	432.6	8998.9	187177.4
5	2014	122.00	129.20	-7.20	51.8	-373.2	2687.4
6	2011	121.00	129.20	-8.20	67.2	-551.4	4521.2
7	2007	109.00	129.20	-20.20	408.0	-8242.4	166496.6
8	2013	107.00	129.20	-22.20	492.8	-10941.0	242891.3
9	2009	97.00	129.20	-32.20	1036.8	-33386.2	1075037.2
10	2012	91.00	129.20	-38.20	1459.2	-55743.0	2129381.4
	Σ	1292.00	1292.00		8279.6	93980.2	13217712.8

Lampiran Tabel 24. Hasil Perhitungan Analisa Distribusi E.J
Gumbel Sungai Pilang

No	Tahun	R Max (X)	\bar{X}	$(X - \bar{X})$	$(X - \bar{X})^2$	$(X - \bar{X})^3$	$(X - \bar{X})^4$
		(mm)	(mm)				
1	2008	183.00	129.20	53.80	2894.4	155720.9	8377782.9
2	2006	156.00	129.20	26.80	718.2	19248.8	515868.7
3	2010	156.00	129.20	26.80	718.2	19248.8	515868.7
4	2015	150.00	129.20	20.80	432.6	8998.9	187177.4
5	2014	122.00	129.20	-7.20	51.8	-373.2	2687.4
6	2011	121.00	129.20	-8.20	67.2	-551.4	4521.2
7	2007	109.00	129.20	-20.20	408.0	-8242.4	166496.6
8	2013	107.00	129.20	-22.20	492.8	-10941.0	242891.3
9	2009	97.00	129.20	-32.20	1036.8	-33386.2	1075037.2
10	2012	91.00	129.20	-38.20	1459.2	-55743.0	2129381.4
	Σ	1292.00	1292.00		8279.6	93980.2	13217712.8

Lampiran Tabel 25. Hasil Perhitungan Analisa Distribusi E.J
Gumbel Sungai Rengket

No	Tahun	R Max (X)	\bar{X}	$(X - \bar{X})$	$(X - \bar{X})^2$	$(X - \bar{X})^3$	$(X - \bar{X})^4$
		(mm)	(mm)				
1	2008	183.00	129.20	53.80	2894.4	155720.9	8377782.9
2	2006	156.00	129.20	26.80	718.2	19248.8	515868.7
3	2010	156.00	129.20	26.80	718.2	19248.8	515868.7
4	2015	150.00	129.20	20.80	432.6	8998.9	187177.4
5	2014	122.00	129.20	-7.20	51.8	-373.2	2687.4
6	2011	121.00	129.20	-8.20	67.2	-551.4	4521.2
7	2007	109.00	129.20	-20.20	408.0	-8242.4	166496.6
8	2013	107.00	129.20	-22.20	492.8	-10941.0	242891.3
9	2009	97.00	129.20	-32.20	1036.8	-33386.2	1075037.2
10	2012	91.00	129.20	-38.20	1459.2	-55743.0	2129381.4
	Σ	1292.00	1292.00		8279.6	93980.2	13217712.8

Lampiran Tabel 26. Hasil Perhitungan Analisa Distribusi E.J
Gumbel Sungai Sebandung

No	Tahun	R Max (X)	\bar{X}	$(X - \bar{X})$	$(X - \bar{X})^2$	$(X - \bar{X})^3$	$(X - \bar{X})^4$
		(mm)	(mm)				
1	2008	183.00	129.20	53.80	2894.4	155720.9	8377782.9
2	2006	156.00	129.20	26.80	718.2	19248.8	515868.7
3	2010	156.00	129.20	26.80	718.2	19248.8	515868.7
4	2015	150.00	129.20	20.80	432.6	8998.9	187177.4
5	2014	122.00	129.20	-7.20	51.8	-373.2	2687.4
6	2011	121.00	129.20	-8.20	67.2	-551.4	4521.2
7	2007	109.00	129.20	-20.20	408.0	-8242.4	166496.6
8	2013	107.00	129.20	-22.20	492.8	-10941.0	242891.3
9	2009	97.00	129.20	-32.20	1036.8	-33386.2	1075037.2
10	2012	91.00	129.20	-38.20	1459.2	-55743.0	2129381.4
	Σ	1292.00	1292.00		8279.6	93980.2	13217712.8

Lampiran Tabel 27. Hasil Perhitungan Analisa Distribusi E.J
Gumbel Sungai Kerang

No	Tahun	R Max (X)	\bar{X}	$(X - \bar{X})$	$(X - \bar{X})^2$	$(X - \bar{X})^3$	$(X - \bar{X})^4$
		(mm)	(mm)				
1	2008	116.82	82.456	34.367	1181.099	40590.992	1394995.744
2	2010	109.18	82.456	26.721	714.020	19079.430	509824.313
3	2006	102.24	82.456	19.783	391.376	7742.672	153174.962
4	2014	83.79	82.456	1.337	1.788	2.391	3.198
5	2011	80.13	82.456	-2.325	5.405	-12.565	29.212
6	2007	78.49	82.456	-3.969	15.749	-62.500	248.032
7	2013	74.14	82.456	-8.311	69.073	-574.071	4771.120
8	2009	64.54	82.456	-17.920	321.135	-5754.807	103127.456
9	2012	59.14	82.456	-23.313	543.512	-12671.065	295404.763
10	2015	56.09	82.456	-26.371	695.419	-18338.767	483608.052
	Σ	824.56	824.56		3938.5758	30001.71	2945186.852

Lampiran Tabel 28. Hasil Perhitungan Analisa Distribusi E.J
Gumbel Sungai Kerang 2

No	Tahun	R Max (X)	\bar{X}	$(X - \bar{X})$	$(X - \bar{X})^2$	$(X - \bar{X})^3$	$(X - \bar{X})^4$
		(mm)	(mm)				
1	2008	116.82	82.456	34.367	1181.099	40590.992	1394995.744
2	2010	109.18	82.456	26.721	714.020	19079.430	509824.313
3	2006	102.24	82.456	19.783	391.376	7742.672	153174.962
4	2014	83.79	82.456	1.337	1.788	2.391	3.198
5	2011	80.13	82.456	-2.325	5.405	-12.565	29.212
6	2007	78.49	82.456	-3.969	15.749	-62.500	248.032
7	2013	74.14	82.456	-8.311	69.073	-574.071	4771.120
8	2009	64.54	82.456	-17.920	321.135	-5754.807	103127.456
9	2012	59.14	82.456	-23.313	543.512	-12671.065	295404.763
10	2015	56.09	82.456	-26.371	695.419	-18338.767	483608.052
	Σ	824.56	824.56		3938.5758	30001.71	2945186.852

Lampiran Tabel 29. Hasil Perhitungan Analisa Distribusi E.J
Gumbel Sungai Sumber Tumpang

No	Tahun	R Max (X)	\bar{X}	$(X - \bar{X})$	$(X - \bar{X})^2$	$(X - \bar{X})^3$	$(X - \bar{X})^4$
		(mm)	(mm)				
1	2008	119.39	93.121	26.266	689.910	18121.253	475975.17
2	2006	101.13	93.121	8.008	64.129	513.550	4112.54
3	2010	99.82	93.121	6.702	44.912	300.980	2017.05
4	2014	97.31	93.121	4.185	17.518	73.322	306.89
5	2015	96.53	93.121	3.411	11.637	39.697	135.42
6	2011	91.02	93.121	-2.105	4.430	-9.325	19.63
7	2007	87.34	93.121	-5.782	33.435	-193.327	1117.87
8	2013	81.05	93.121	-12.073	145.747	-1759.545	21242.25
9	2009	80.71	93.121	-12.411	154.040	-1911.837	23728.36
10	2012	76.92	93.121	-16.202	262.492	-4252.798	68902.19
	Σ	931.21	931.21		1428.2499	10921.971	597557.36

Lampiran Tabel 30. Hasil Perhitungan Analisa Distribusi E.J
Gumbel Sungai Jumpinang

No	Tahun	R Max (X)	\bar{X}	$(X - \bar{X})$	$(X - \bar{X})^2$	$(X - \bar{X})^3$	$(X - \bar{X})^4$
		(mm)	(mm)				
1	2008	123.63	93.88	29.75	885.0	26328.2	783239.5
2	2006	113.26	93.88	19.38	375.6	7278.2	141048.1
3	2010	105.93	93.88	12.05	145.2	1749.8	21085.6
4	2015	102.58	93.88	8.71	75.8	659.9	5745.0
5	2014	101.43	93.88	7.55	57.1	431.1	3256.5
6	2011	90.80	93.88	-3.08	9.5	-29.2	89.9
7	2007	90.63	93.88	-3.25	10.6	-34.4	111.7
8	2013	88.28	93.88	-5.60	31.3	-175.2	980.0
9	2009	68.13	93.88	-25.75	662.9	-17067.9	439447.1
10	2012	54.11	93.88	-39.77	1581.4	-62889.1	2500924.0
	Σ	938.79	938.79		3834.33	-43748.5	3895927.3

Lampiran Tabel 31. Hasil Perhitungan Analisa Distribusi E.J
Gumbel Sungai Juri

No	Tahun	R Max (X)	\bar{X}	$(X - \bar{X})$	$(X - \bar{X})^2$	$(X - \bar{X})^3$	$(X - \bar{X})^4$
		(mm)	(mm)				
1	2008	126.00	99.000	27	729	19683	531441
2	2006	110.00	99.000	11	121	1331	14641
3	2010	105.00	99.000	6	36	216	1296
4	2015	104.00	99.000	5	25	125	625
5	2014	102.00	99.000	3	9	27	81
6	2011	99.00	99.000	0	0	0	0
7	2007	95.00	99.000	-4	16	-64	256
8	2013	87.00	99.000	-12	144	-1728	20736
9	2009	85.00	99.000	-14	196	-2744	38416
10	2012	77.00	99.000	-22	484	-10648	234256
	Σ	990.00	990.000		1760	6198	841748

Lampiran Tabel 32. Hasil Perhitungan Analisa Distribusi E.J
Gumbel Sungai Iprak

No	Tahun	R Max (X)	\bar{X}	$(X - \bar{X})$	$(X - \bar{X})^2$	$(X - \bar{X})^3$	$(X - \bar{X})^4$
		(mm)	(mm)				
1	2008	111.23	86.895	24.332	592.044	14405.597	350516.41
2	2014	97.14	86.895	10.241	104.876	1074.031	10999.07
3	2010	92.14	86.895	5.241	27.467	143.954	754.45
4	2006	90.18	86.895	3.287	10.807	35.527	116.79
5	2015	89.05	86.895	2.152	4.630	9.963	21.44
6	2011	81.16	86.895	-5.731	32.842	-188.212	1078.61
7	2012	78.12	86.895	-8.777	77.041	-676.209	5935.28
8	2007	77.88	86.895	-9.010	81.183	-731.471	6590.67
9	2009	76.17	86.895	-10.723	114.976	-1232.844	13219.37
10	2013	75.88	86.895	-11.012	121.266	-1335.388	14705.39
	Σ	868.95	868.947		1167.1324	11504.948	403937.49

Lampiran Tabel 33. Hasil Perhitungan Analisa Distribusi E.J
Gumbel Sungai Bamban 1

No	Tahun	R Max (X)	\bar{X}	$(X - \bar{X})$	$(X - \bar{X})^2$	$(X - \bar{X})^3$	$(X - \bar{X})^4$
		(mm)	(mm)				
1	2008	126.00	99.000	27	729	19683	531441
2	2006	110.00	99.000	11	121	1331	14641
3	2010	105.00	99.000	6	36	216	1296
4	2015	104.00	99.000	5	25	125	625
5	2014	102.00	99.000	3	9	27	81
6	2011	99.00	99.000	0	0	0	0
7	2007	95.00	99.000	-4	16	-64	256
8	2013	87.00	99.000	-12	144	-1728	20736
9	2009	85.00	99.000	-14	196	-2744	38416
10	2012	77.00	99.000	-22	484	-10648	234256
	Σ	990	990		1760	6198	841748

Lampiran Tabel 34. Hasil Perhitungan Analisa Distribusi E.J
Gumbel Sungai Bamban 2

No	Tahun	R Max (X)	\bar{X}	$(X - \bar{X})$	$(X - \bar{X})^2$	$(X - \bar{X})^3$	$(X - \bar{X})^4$
		(mm)	(mm)				
1	2008	126.00	99.000	27	729	19683	531441
2	2006	110.00	99.000	11	121	1331	14641
3	2010	105.00	99.000	6	36	216	1296
4	2015	104.00	99.000	5	25	125	625
5	2014	102.00	99.000	3	9	27	81
6	2011	99.00	99.000	0	0	0	0
7	2007	95.00	99.000	-4	16	-64	256
8	2013	87.00	99.000	-12	144	-1728	20736
9	2009	85.00	99.000	-14	196	-2744	38416
10	2012	77.00	99.000	-22	484	-10648	234256
	Σ	990	990		1760	6198	841748

Lampiran Tabel 35. Hasil Perhitungan Analisa Distribusi E.J
Gumbel Sungai Bamban 3

No	Tahun	R Max (X)	\bar{X}	(X - \bar{X})	(X - \bar{X}) ²	(X - \bar{X}) ³	(X - \bar{X}) ⁴
		(mm)	(mm)				
1	2012	110.30	87.938	22.360	499.951	11178.682	249950.57
2	2015	108.00	87.938	20.062	402.472	8074.271	161983.62
3	2006	104.55	87.938	16.615	276.055	4586.619	76206.19
4	2010	98.00	87.938	10.062	101.238	1018.625	10249.10
5	2008	94.34	87.938	6.402	40.987	262.406	1679.95
6	2013	91.72	87.938	3.785	14.327	54.229	205.26
7	2014	90.66	87.938	2.721	7.405	20.152	54.84
8	2011	76.15	87.938	-11.789	138.989	-1638.592	19317.96
9	2007	56.06	87.938	-31.874	1015.982	-32383.877	1032218.85
10	2009	49.60	87.938	-38.343	1470.151	-56369.358	2161345.10
	Σ	879.38	879.383		3967.557	-65196.842	3713211.446

Lampiran Tabel 36. Hasil Perhitungan Analisa Distribusi E.J
Gumbel Sungai Jambean 1

No	Tahun	R Max (X)	\bar{X}	(X - \bar{X})	(X - \bar{X}) ²	(X - \bar{X}) ³	(X - \bar{X}) ⁴
		(mm)	(mm)				
1	2014	97.26	83.465	13.798	190.392	2627.070	36248.955
2	2006	90.70	83.465	7.237	52.372	379.007	2742.814
3	2008	89.12	83.465	5.658	32.012	181.119	1024.754
4	2010	89.12	83.465	5.658	32.012	181.119	1024.754
5	2011	81.63	83.465	-1.833	3.361	-6.162	11.297
6	2015	79.44	83.465	-4.026	16.211	-65.271	262.804
7	2007	78.33	83.465	-5.132	26.333	-135.130	693.432
8	2012	76.82	83.465	-6.640	44.094	-292.801	1944.304
9	2009	76.40	83.465	-7.061	49.863	-352.106	2486.361
10	2013	75.81	83.465	-7.658	58.643	-449.085	3439.043
	Σ	834.65	834.649		505.29347	2067.7597	49878.51594

Lampiran Tabel 37. Hasil Perhitungan Analisa Distribusi E.J
Gumbel Sungai Jambean 2

No	Tahun	R Max (X)	\bar{X}	$(X - \bar{X})$	$(X - \bar{X})^2$	$(X - \bar{X})^3$	$(X - \bar{X})^4$
		(mm)	(mm)				
1	2015	123.63	93.88	29.75	885.0	26328.2	783239.5
2	2006	113.26	93.88	19.38	375.6	7278.2	141048.1
3	2012	105.93	93.88	12.05	145.2	1749.8	21085.6
4	2013	102.58	93.88	8.71	75.8	659.9	5745.0
5	2008	101.43	93.88	7.55	57.1	431.1	3256.5
6	2010	90.80	93.88	-3.08	9.5	-29.2	89.9
7	2014	90.63	93.88	-3.25	10.6	-34.4	111.7
8	2011	88.28	93.88	-5.60	31.3	-175.2	980.0
9	2007	68.13	93.88	-25.75	662.9	-17067.9	439447.1
10	2009	54.11	93.88	-39.77	1581.4	-62889.1	2500924.0
	Σ	938.79	938.79		3834.33	-43748.5	3895927.3

Lampiran Tabel 38. Hasil Perhitungan Analisa Distribusi E.J
Gumbel Sta 0+000 – 1+400

No	Tahun	R Max (X)	\bar{X}	$(X - \bar{X})$	$(X - \bar{X})^2$	$(X - \bar{X})^3$	$(X - \bar{X})^4$
		(mm)	(mm)				
1	2008	143.00	111.50	31.50	992.3	31255.9	984560.1
2	2006	140.00	111.50	28.50	812.3	23149.1	659750.1
3	2010	130.00	111.50	18.50	342.3	6331.6	117135.1
4	2015	115.00	111.50	3.50	12.3	42.9	150.1
5	2014	110.00	111.50	-1.50	2.3	-3.4	5.1
6	2011	110.00	111.50	-1.50	2.3	-3.4	5.1
7	2007	105.00	111.50	-6.50	42.3	-274.6	1785.1
8	2013	100.00	111.50	-11.50	132.3	-1520.9	17490.1
9	2009	85.00	111.50	-26.50	702.3	-18609.6	493155.1
10	2012	77.00	111.50	-34.50	1190.3	-41063.6	1416695.1
	Σ	1115.00	1115.00		4230.5	-696.0	3690730.6

Lampiran Tabel 39. Hasil Perhitungan Analisa Distribusi E.J
Gumbel Sta 1+441 – 6+480

No	Tahun	R Max (X)	\bar{X}	$(X - \bar{X})$	$(X - \bar{X})^2$	$(X - \bar{X})^3$	$(X - \bar{X})^4$
		(mm)	(mm)				
1	2008	183.00	129.20	53.80	2894.4	155720.9	8377782.9
2	2006	156.00	129.20	26.80	718.2	19248.8	515868.7
3	2010	156.00	129.20	26.80	718.2	19248.8	515868.7
4	2015	150.00	129.20	20.80	432.6	8998.9	187177.4
5	2014	122.00	129.20	-7.20	51.8	-373.2	2687.4
6	2011	121.00	129.20	-8.20	67.2	-551.4	4521.2
7	2007	109.00	129.20	-20.20	408.0	-8242.4	166496.6
8	2013	107.00	129.20	-22.20	492.8	-10941.0	242891.3
9	2009	97.00	129.20	-32.20	1036.8	-33386.2	1075037.2
10	2012	91.00	129.20	-38.20	1459.2	-55743.0	2129381.4
	Σ	1292.00	1292.00		8279.6	93980.2	13217712.8

Lampiran Tabel 40. Hasil Perhitungan Analisa Distribusi E.J
Gumbel Sta 6+481 – 15+000

No	Tahun	R Max (X)	\bar{X}	$(X - \bar{X})$	$(X - \bar{X})^2$	$(X - \bar{X})^3$	$(X - \bar{X})^4$
		(mm)	(mm)				
1	2008	126.00	99.00	27.00	729.0	19683.0	531441.0
2	2006	110.00	99.00	11.00	121.0	1331.0	14641.0
3	2010	105.00	99.00	6.00	36.0	216.0	1296.0
4	2015	104.00	99.00	5.00	25.0	125.0	625.0
5	2014	102.00	99.00	3.00	9.0	27.0	81.0
6	2011	99.00	99.00	0.00	0.0	0.0	0.0
7	2007	95.00	99.00	-4.00	16.0	-64.0	256.0
8	2013	87.00	99.00	-12.00	144.0	-1728.0	20736.0
9	2009	85.00	99.00	-14.00	196.0	-2744.0	38416.0
10	2012	77.00	99.00	-22.00	484.0	-10648.0	234256.0
	Σ	990	990		1760	6198	841748

Lampiran Tabel 41. Hasil Perhitungan Analisa Distribusi Log
pearson Tipe III Sungai Curah Banyak

No	Tahun	Xi	Y =	Log	Log	Log	Log
		mm	Log Xi	(Y- \bar{Y})	(Y- \bar{Y}) ²	(Y- \bar{Y}) ³	(Y- \bar{Y}) ⁴
1	2010	176.73	2.247	0.169	0.029	0.0049	0.00082
2	2014	149.99	2.176	0.098	0.010	0.0009	0.00009
3	2013	149.99	2.176	0.098	0.010	0.0009	0.00009
4	2012	138.64	2.142	0.064	0.004	0.0003	0.00002
5	2006	114.34	2.058	-0.020	0.000	0.0000	0.00000
6	2009	111.94	2.049	-0.029	0.001	0.0000	0.00000
7	2008	111.70	2.048	-0.030	0.001	0.0000	0.00000
8	2007	102.99	2.013	-0.065	0.004	-0.0003	0.00002
9	2011	88.25	1.946	-0.132	0.018	-0.0023	0.00031
10	2015	84.13	1.925	-0.153	0.023	-0.0036	0.00055
Σ		1228.71	20.780		0.099	0.0008	0.00190

Lampiran Tabel 42. Hasil Perhitungan Analisa Distribusi Log
pearson Tipe III Sungai Betiting

No	Tahun	Xi	Y =	Log	Log	Log	Log
		mm	Log Xi	(Y- \bar{Y})	(Y- \bar{Y}) ²	(Y- \bar{Y}) ³	(Y- \bar{Y}) ⁴
1	2008	183.00	2.262	0.162	0.026	0.0042	0.00069
2	2015	156.00	2.193	0.092	0.009	0.0008	0.00007
3	2014	156.00	2.193	0.092	0.009	0.0008	0.00007
4	2006	150.00	2.176	0.075	0.006	0.0004	0.00003
5	2011	122.00	2.086	-0.014	0.000	0.0000	0.00000
6	2010	121.00	2.083	-0.018	0.000	0.0000	0.00000
7	2013	109.00	2.037	-0.063	0.004	-0.0003	0.00002
8	2007	107.00	2.029	-0.071	0.005	-0.0004	0.00003
9	2012	97.00	1.987	-0.114	0.013	-0.0015	0.00017
10	2009	91.00	1.959	-0.142	0.020	-0.0028	0.00040
Σ		1292	21.007		0.092	0.0013	0.00148

Lampiran Tabel 43. Hasil Perhitungan Analisa Distribusi Log
pearson Tipe III Sungai Gemandar

No	Tahun	Xi	Y = Log Xi	Log	Log	Log	Log
		mm		(Y- \bar{Y})	(Y- \bar{Y}) ²	(Y- \bar{Y}) ³	(Y- \bar{Y}) ⁴
1	2008	183.00	2.262	0.162	0.026	0.0042	0.00069
2	2015	156.00	2.193	0.092	0.009	0.0008	0.00007
3	2014	156.00	2.193	0.092	0.009	0.0008	0.00007
4	2006	150.00	2.176	0.075	0.006	0.0004	0.00003
5	2011	122.00	2.086	-0.014	0.000	0.0000	0.00000
6	2010	121.00	2.083	-0.018	0.000	0.0000	0.00000
7	2013	109.00	2.037	-0.063	0.004	-0.0003	0.00002
8	2007	107.00	2.029	-0.071	0.005	-0.0004	0.00003
9	2012	97.00	1.987	-0.114	0.013	-0.0015	0.00017
10	2009	91.00	1.959	-0.142	0.020	-0.0028	0.00040
Σ		1292	21.007		0.092	0.0013	0.00148

Lampiran Tabel 44. Hasil Perhitungan Analisa Distribusi Log
pearson Tipe III Sungai Pilang

No	Tahun	Xi	Y = Log Xi	Log	Log	Log	Log
		mm		(Y- \bar{Y})	(Y- \bar{Y}) ²	(Y- \bar{Y}) ³	(Y- \bar{Y}) ⁴
1	2008	183.00	2.262	0.162	0.026	0.0042	0.00069
2	2015	156.00	2.193	0.092	0.009	0.0008	0.00007
3	2014	156.00	2.193	0.092	0.009	0.0008	0.00007
4	2006	150.00	2.176	0.075	0.006	0.0004	0.00003
5	2011	122.00	2.086	-0.014	0.000	0.0000	0.00000
6	2010	121.00	2.083	-0.018	0.000	0.0000	0.00000
7	2013	109.00	2.037	-0.063	0.004	-0.0003	0.00002
8	2007	107.00	2.029	-0.071	0.005	-0.0004	0.00003
9	2012	97.00	1.987	-0.114	0.013	-0.0015	0.00017
10	2009	91.00	1.959	-0.142	0.020	-0.0028	0.00040
Σ		1292	21.007		0.092	0.0013	0.00148

Lampiran Tabel 45. Hasil Perhitungan Analisa Distribusi Log
pearson Tipe III Sungai Rengket

No	Tahun	Xi	Y = Log Xi	Log	Log	Log	Log
		mm		(Y- \bar{Y})	(Y- \bar{Y}) ²	(Y- \bar{Y}) ³	(Y- \bar{Y}) ⁴
1	2008	183.00	2.262	0.162	0.026	0.0042	0.00069
2	2015	156.00	2.193	0.092	0.009	0.0008	0.00007
3	2014	156.00	2.193	0.092	0.009	0.0008	0.00007
4	2006	150.00	2.176	0.075	0.006	0.0004	0.00003
5	2011	122.00	2.086	-0.014	0.000	0.0000	0.00000
6	2010	121.00	2.083	-0.018	0.000	0.0000	0.00000
7	2013	109.00	2.037	-0.063	0.004	-0.0003	0.00002
8	2007	107.00	2.029	-0.071	0.005	-0.0004	0.00003
9	2012	97.00	1.987	-0.114	0.013	-0.0015	0.00017
10	2009	91.00	1.959	-0.142	0.020	-0.0028	0.00040
Σ		1292	21.007		0.092	0.0013	0.00148

Lampiran Tabel 46. Hasil Perhitungan Analisa Distribusi Log
pearson Tipe III Sungai Sebandung

No	Tahun	Xi	Y = Log Xi	Log	Log	Log	Log
		mm		(Y- \bar{Y})	(Y- \bar{Y}) ²	(Y- \bar{Y}) ³	(Y- \bar{Y}) ⁴
1	2008	183.00	2.262	0.162	0.026	0.0042	0.00069
2	2015	156.00	2.193	0.092	0.009	0.0008	0.00007
3	2014	156.00	2.193	0.092	0.009	0.0008	0.00007
4	2006	150.00	2.176	0.075	0.006	0.0004	0.00003
5	2011	122.00	2.086	-0.014	0.000	0.0000	0.00000
6	2010	121.00	2.083	-0.018	0.000	0.0000	0.00000
7	2013	109.00	2.037	-0.063	0.004	-0.0003	0.00002
8	2007	107.00	2.029	-0.071	0.005	-0.0004	0.00003
9	2012	97.00	1.987	-0.114	0.013	-0.0015	0.00017
10	2009	91.00	1.959	-0.142	0.020	-0.0028	0.00040
Σ		1292	21.007		0.092	0.0013	0.00148

Lampiran Tabel 47. Hasil Perhitungan Analisa Distribusi Log
pearson Tipe III Sungai Kerang

No	Tahun	Xi	Y = Log Xi	Log	Log	Log	Log
		mm		(Y- \bar{Y})	(Y- \bar{Y}) ²	(Y- \bar{Y}) ³	(Y- \bar{Y}) ⁴
1	2008	116.82	2.068	0.164	0.027	0.0044	0.00072
2	2010	109.18	2.038	0.134	0.018	0.0024	0.00033
3	2006	102.24	2.010	0.106	0.011	0.0012	0.00013
4	2014	83.79	1.923	0.019	0.000	0.0000	0.00000
5	2011	80.13	1.904	0.000	0.000	0.0000	0.00000
6	2007	78.49	1.895	-0.009	0.000	0.0000	0.00000
7	2013	74.14	1.870	-0.034	0.001	0.0000	0.00000
8	2009	64.54	1.810	-0.094	0.009	-0.0008	0.00008
9	2012	59.14	1.772	-0.132	0.017	-0.0023	0.00030
10	2015	56.09	1.749	-0.155	0.024	-0.0037	0.00058
Σ		824.56	19.038		0.108	0.0011	0.00213

Lampiran Tabel 48. Hasil Perhitungan Analisa Distribusi Log
pearson Tipe III Sungai Kerang 2

No	Tahun	Xi	Y = Log Xi	Log	Log	Log	Log
		mm		(Y- \bar{Y})	(Y- \bar{Y}) ²	(Y- \bar{Y}) ³	(Y- \bar{Y}) ⁴
1	2008	116.82	2.068	0.164	0.027	0.0044	0.00072
2	2010	109.18	2.038	0.134	0.018	0.0024	0.00033
3	2006	102.24	2.010	0.106	0.011	0.0012	0.00013
4	2014	83.79	1.923	0.019	0.000	0.0000	0.00000
5	2011	80.13	1.904	0.000	0.000	0.0000	0.00000
6	2007	78.49	1.895	-0.009	0.000	0.0000	0.00000
7	2013	74.14	1.870	-0.034	0.001	0.0000	0.00000
8	2009	64.54	1.810	-0.094	0.009	-0.0008	0.00008
9	2012	59.14	1.772	-0.132	0.017	-0.0023	0.00030
10	2015	56.09	1.749	-0.155	0.024	-0.0037	0.00058
Σ		824.56	19.038		0.108	0.0011	0.00213

Lampiran Tabel 49. Hasil Perhitungan Analisa Distribusi Log
pearson Tipe III Sungai Sumber Tumpang

No	Tahun	Xi	Y = Log Xi	Log	Log	Log	Log
		mm		(Y- \bar{Y})	(Y- \bar{Y}) ²	(Y- \bar{Y}) ³	(Y- \bar{Y}) ⁴
1	2008	119.39	2.077	0.111	0.012	0.0014	0.00015
2	2006	101.13	2.005	0.039	0.002	0.0001	0.00000
3	2010	99.82	1.999	0.034	0.001	0.0000	0.00000
4	2014	97.31	1.988	0.023	0.001	0.0000	0.00000
5	2015	96.53	1.985	0.019	0.000	0.0000	0.00000
6	2011	91.02	1.959	-0.006	0.000	0.0000	0.00000
7	2007	87.34	1.941	-0.024	0.001	0.0000	0.00000
8	2013	81.05	1.909	-0.057	0.003	-0.0002	0.00001
9	2009	80.71	1.907	-0.059	0.003	-0.0002	0.00001
10	2012	76.92	1.886	-0.080	0.006	-0.0005	0.00004
Σ		931.21	19.656		0.030	0.0006	0.00022

Lampiran Tabel 50. Hasil Perhitungan Analisa Distribusi Log
pearson Tipe III Sungai Jumpinang

No	Tahun	Xi	Y = Log Xi	Log	Log	Log	Log
		mm		(Y- \bar{Y})	(Y- \bar{Y}) ²	(Y- \bar{Y}) ³	(Y- \bar{Y}) ⁴
1	2008	123.63	2.092	0.130	0.017	0.0022	0.00029
2	2015	113.26	2.054	0.092	0.009	0.0008	0.00007
3	2014	105.93	2.025	0.063	0.004	0.0003	0.00002
4	2006	102.58	2.011	0.049	0.002	0.0001	0.00001
5	2011	101.43	2.006	0.045	0.002	0.0001	0.00000
6	2010	90.80	1.958	-0.004	0.000	0.0000	0.00000
7	2013	90.63	1.957	-0.004	0.000	0.0000	0.00000
8	2007	88.28	1.946	-0.016	0.000	0.0000	0.00000
9	2012	68.13	1.833	-0.128	0.016	-0.0021	0.00027
10	2009	54.11	1.733	-0.228	0.052	-0.0119	0.00272
Σ		926.63	19.616	19.616	0.103	-0.0105	0.00338

Lampiran Tabel 51. Hasil Perhitungan Analisa Distribusi Log
pearson Tipe III Sungai Juri

No	Tahun	Xi	Y = Log Xi	Log	Log	Log	Log
		mm		(Y- \bar{Y})	(Y- \bar{Y}) ²	(Y- \bar{Y}) ³	(Y- \bar{Y}) ⁴
1	2008	126.00	2.100	0.109	0.012	0.0013	0.00014
2	2015	110.00	2.041	0.050	0.002	0.0001	0.00001
3	2014	105.00	2.021	0.029	0.001	0.0000	0.00000
4	2006	104.00	2.017	0.025	0.001	0.0000	0.00000
5	2011	102.00	2.009	0.017	0.000	0.0000	0.00000
6	2010	99.00	1.996	0.004	0.000	0.0000	0.00000
7	2013	95.00	1.978	-0.014	0.000	0.0000	0.00000
8	2007	87.00	1.940	-0.052	0.003	-0.0001	0.00001
9	2012	85.00	1.929	-0.062	0.004	-0.0002	0.00002
10	2009	77.00	1.886	-0.105	0.011	-0.0012	0.00012
Σ		990.00	19.917		0.034	-0.0001	0.00029

Lampiran Tabel 52. Hasil Perhitungan Analisa Distribusi Log
pearson Tipe III Sungai Iprak

No	Tahun	Xi	Y = Log Xi	Log	Log	Log	Log
		mm		(Y- \bar{Y})	(Y- \bar{Y}) ²	(Y- \bar{Y}) ³	(Y- \bar{Y}) ⁴
1	2008	111.23	2.046	1.936	0.110	0.012	0.0013
2	2014	97.14	1.987	1.936	0.052	0.003	0.0001
3	2010	92.14	1.964	1.936	0.029	0.001	0.0000
4	2006	90.18	1.955	1.936	0.019	0.000	0.0000
5	2015	89.05	1.950	1.936	0.014	0.000	0.0000
6	2011	81.16	1.909	1.936	-0.026	0.001	0.0000
7	2012	78.12	1.893	1.936	-0.043	0.002	-0.0001
8	2007	77.88	1.891	1.936	-0.044	0.002	-0.0001
9	2009	76.17	1.882	1.936	-0.054	0.003	-0.0002
10	2009	76.17	1.880	1.936	-0.056	0.003	-0.0002
Σ		868.95	19.358		0.027	0.0010	0.00018

Lampiran Tabel 53. Hasil Perhitungan Analisa Distribusi Log
pearson Tipe III Sungai Bamban 1

No	Tahun	Xi	Y = Log Xi	Log	Log	Log	Log
		mm		(Y- \bar{Y})	(Y- \bar{Y}) ²	(Y- \bar{Y}) ³	(Y- \bar{Y}) ⁴
1	2008	126.00	2.048	0.109	0.012	0.0013	0.00014
2	2015	110.00	2.010	0.050	0.002	0.0001	0.00001
3	2014	105.00	1.988	0.029	0.001	0.0000	0.00000
4	2006	104.00	1.987	0.025	0.001	0.0000	0.00000
5	2011	102.00	1.982	0.017	0.000	0.0000	0.00000
6	2010	99.00	1.977	0.004	0.000	0.0000	0.00000
7	2013	95.00	1.952	-0.014	0.000	0.0000	0.00000
8	2007	87.00	1.927	-0.052	0.003	-0.0001	0.00001
9	2012	85.00	1.886	-0.062	0.004	-0.0002	0.00002
10	2009	77.00	1.883	-0.105	0.011	-0.0012	0.00012
Σ		990.00	19.917		0.034	-0.0001	0.00029

Lampiran Tabel 54. Hasil Perhitungan Analisa Distribusi Log
pearson Tipe III Sungai Bamban 2

No	Tahun	Xi	Y = Log Xi	Log	Log	Log	Log
		mm		(Y- \bar{Y})	(Y- \bar{Y}) ²	(Y- \bar{Y}) ³	(Y- \bar{Y}) ⁴
1	2008	126.00	2.048	0.109	0.012	0.0013	0.00014
2	2015	110.00	2.010	0.050	0.002	0.0001	0.00001
3	2014	105.00	1.988	0.029	0.001	0.0000	0.00000
4	2006	104.00	1.987	0.025	0.001	0.0000	0.00000
5	2011	102.00	1.982	0.017	0.000	0.0000	0.00000
6	2010	99.00	1.977	0.004	0.000	0.0000	0.00000
7	2013	95.00	1.952	-0.014	0.000	0.0000	0.00000
8	2007	87.00	1.927	-0.052	0.003	-0.0001	0.00001
9	2012	85.00	1.886	-0.062	0.004	-0.0002	0.00002
10	2009	77.00	1.883	-0.105	0.011	-0.0012	0.00012
Σ		990.00	19.917		0.034	-0.0001	0.00029

Lampiran Tabel 55. Hasil Perhitungan Analisa Distribusi Log
pearson Tipe III Sungai Bamban 3

No	Tahun	Xi	Y = Log Xi	Log	Log	Log	Log
		mm		(Y- \bar{Y})	(Y- \bar{Y}) ²	(Y- \bar{Y}) ³	(Y- \bar{Y}) ⁴
1	2012	110.30	2.043	1.931	0.112	0.013	0.0014
2	2015	108.00	2.033	1.931	0.103	0.011	0.0011
3	2006	104.55	2.019	1.931	0.089	0.008	0.0007
4	2010	98.00	1.991	1.931	0.061	0.004	0.0002
5	2008	94.34	1.975	1.931	0.044	0.002	0.0001
6	2013	91.72	1.962	1.931	0.032	0.001	0.0000
7	2014	90.66	1.957	1.931	0.027	0.001	0.0000
8	2011	76.15	1.882	1.931	-0.049	0.002	-0.0001
9	2007	56.06	1.749	1.931	-0.182	0.033	-0.0060
10	2009	49.60	1.695	1.931	-0.235	0.055	-0.0130
Σ		879.38	19.307		0.129	-0.0156	0.00451

Lampiran Tabel 56. Hasil Perhitungan Analisa Distribusi Log
pearson Tipe III Sungai jambean 1

No	Tahun	Xi	Y = Log Xi	Log	Log	Log	Log
		mm		(Y- \bar{Y})	(Y- \bar{Y}) ²	(Y- \bar{Y}) ³	(Y- \bar{Y}) ⁴
1	2014	97.26	1.988	1.920	0.068	0.005	0.0003
2	2006	90.70	1.958	1.920	0.038	0.001	0.0001
3	2008	89.12	1.950	1.920	0.030	0.001	0.0000
4	2010	89.12	1.950	1.920	0.030	0.001	0.0000
5	2011	81.63	1.912	1.920	-0.008	0.000	0.0000
6	2015	79.44	1.900	1.920	-0.020	0.000	0.0000
7	2007	78.33	1.894	1.920	-0.026	0.001	0.0000
8	2012	76.82	1.886	1.920	-0.034	0.001	0.0000
9	2009	76.40	1.883	1.920	-0.037	0.001	-0.0001
10	2013	75.81	1.880	1.920	-0.040	0.002	-0.0001
Σ		834.65	19.200		0.013	0.0002	0.00003

Lampiran 57. Tabel Hasil Perhitungan Analisa Distribusi Log
pearson Tipe III Sungai jambean 2

No	Tahun	Xi	Y = Log Xi	Log	Log	Log	Log
		mm		(Y- \bar{Y})	(Y- \bar{Y}) ²	(Y- \bar{Y}) ³	(Y- \bar{Y}) ⁴
1	2012	90.77	1.958	0.074	0.005	0.0004	0.00003
2	2014	89.30	1.951	0.067	0.004	0.0003	0.00002
3	2006	89.23	1.951	0.066	0.004	0.0003	0.00002
4	2015	88.88	1.949	0.065	0.004	0.0003	0.00002
5	2013	83.09	1.920	0.035	0.001	0.0000	0.00000
6	2008	82.95	1.919	0.035	0.001	0.0000	0.00000
7	2010	79.98	1.903	0.019	0.000	0.0000	0.00000
8	2011	72.76	1.862	-0.022	0.000	0.0000	0.00000
9	2009	54.11	1.733	-0.151	0.023	-0.0034	0.00052
10	2007	49.65	1.696	-0.188	0.035	-0.0067	0.00125
Σ		780.73	18.841		0.080	-0.0087	0.00186

Lampiran 58. Tabel Hasil Perhitungan Analisa Distribusi Log
pearson Tipe III Sta 0+000 – 1+400

No	Tahun	Xi	Y = Log Xi	Log	Log	Log	Log
		mm		(Y- \bar{Y})	(Y- \bar{Y}) ²	(Y- \bar{Y}) ³	(Y- \bar{Y}) ⁴
1	2008	143.00	2.155	0.116	0.013	0.0016	0.00018
2	2015	140.00	2.146	0.107	0.011	0.0012	0.00013
3	2014	130.00	2.114	0.074	0.006	0.0004	0.00003
4	2006	115.00	2.061	0.021	0.000	0.0000	0.00000
5	2011	110.00	2.041	0.002	0.000	0.0000	0.00000
6	2010	110.00	2.041	0.002	0.000	0.0000	0.00000
7	2013	105.00	2.021	-0.018	0.000	0.0000	0.00000
8	2007	100.00	2.000	-0.040	0.002	-0.0001	0.00000
9	2012	85.00	1.929	-0.110	0.012	-0.0013	0.00015
10	2009	77.00	1.886	-0.153	0.023	-0.0036	0.00055
Σ		1115.00	20.396		0.068	-0.0018	0.00104

Lampiran Tabel 59. Hasil Perhitungan Analisa Distribusi Log
pearson Tipe III Sta 1+441 – 6+480

No	Tahun	Xi	Y =	Log	Log	Log	Log
		mm	Log Xi	(Y- \bar{Y})	(Y- \bar{Y}) ²	(Y- \bar{Y}) ³	(Y- \bar{Y}) ⁴
1	2008	183.00	2.262	0.162	0.026	0.0042	0.00069
2	2015	156.00	2.193	0.092	0.009	0.0008	0.00007
3	2014	156.00	2.193	0.092	0.009	0.0008	0.00007
4	2006	150.00	2.176	0.075	0.006	0.0004	0.00003
5	2011	122.00	2.086	-0.014	0.000	0.0000	0.00000
6	2010	121.00	2.083	-0.018	0.000	0.0000	0.00000
7	2013	109.00	2.037	-0.063	0.004	-0.0003	0.00002
8	2007	107.00	2.029	-0.071	0.005	-0.0004	0.00003
9	2012	97.00	1.987	-0.114	0.013	-0.0015	0.00017
10	2009	91.00	1.959	-0.142	0.020	-0.0028	0.00040
Σ		1292.00	21.007		0.092	0.0013	0.00148

Lampiran Tabel 60. Hasil Perhitungan Analisa Distribusi Log
pearson Tipe III 6+481 – 15+000

No	Tahun	Xi	Y =	Log	Log	Log	Log
		mm	Log Xi	(Y- \bar{Y})	(Y- \bar{Y}) ²	(Y- \bar{Y}) ³	(Y- \bar{Y}) ⁴
1	2008	126.00	2.100	0.109	0.012	0.0013	0.00014
2	2015	110.00	2.041	0.050	0.002	0.0001	0.00001
3	2014	105.00	2.021	0.029	0.001	0.0000	0.00000
4	2006	104.00	2.017	0.025	0.001	0.0000	0.00000
5	2011	102.00	2.009	0.017	0.000	0.0000	0.00000
6	2010	99.00	1.996	0.004	0.000	0.0000	0.00000
7	2013	95.00	1.978	-0.014	0.000	0.0000	0.00000
8	2007	87.00	1.940	-0.052	0.003	-0.0001	0.00001
9	2012	85.00	1.929	-0.062	0.004	-0.0002	0.00002
10	2009	77.00	1.886	-0.105	0.011	-0.0012	0.00012
Σ		990.00	19.917		0.034	-0.0001	0.00029

Lampiran Tabel 61. Penentuan Jenis Metode Distribusi
Sungai Curah Banyak

No	Distribusi Teoritis	Parameter Statistik Teoritis	Hasil Analisis Parameter	Kesimpulan
1	Normal	Cs = 0	0.4649	Memenuhi
		Ck = 3	3.348	
2	Log Normal	Cs = Cv ³ +3Cv Cs = 0,136	0.091	Tidak Memenuhi
		Ck = Cv ⁸ +6Cv ⁶ +15Cv ⁴ +16Cv ² +3 Ck = 3,033	4,068	
3	Gumbel	Cs = 1.14	3.094	Tidak Memenuhi
		Ck = 5.4	4,367	
4	Log Pearson III	Cs bebas	0.4649	Memenuhi
		Ck bebas	3.348	

Lampiran Tabel 62. Penentuan Jenis Metode Distribusi
Sungai Beting

No	Distribusi Teoritis	Parameter Statistik Teoritis	Hasil Analisis Parameter	Kesimpulan
1	Normal	Cs = 0	0.4678	Memenuhi
		Ck = 3	3.099	
2	Log Normal	Cs = Cv ³ +3Cv Cs = 0,136	0.177	Tidak Memenuhi
		Ck = Cv ⁸ +6Cv ⁶ +15Cv ⁴ +16Cv ² +3 Ck = 3,033	4,068	
3	Gumbel	Cs = 1.14	2.828	Tidak Memenuhi
		Ck = 5.4	4,367	
4	Log Pearson III	Cs bebas	0.4678	Memenuhi
		Ck bebas	3.099	

Lampiran Tabel 63. Penentuan Jenis Metode Distribusi
Sungai Gemandar

No	Distribusi Teoritis	Parameter Statistik Teoritis	Hasil Analisis Parameter	Kesimpulan
1	Normal	Cs = 0	0.4678	Memenuhi
		Ck = 3	3.099	
2	Log Normal	Cs = Cv ³ +3Cv Cs = 0,144	0.177	Tidak Memenuhi
		Ck = Cv ⁸ +6Cv ⁶ +15Cv ⁴ +16Cv ² +3 Ck = 3,037	4,068	
3	Gumbel	Cs = 1.14	2.828	Tidak Memenuhi
		Ck = 5.4	4,367	
4	Log Pearson III	Cs bebas	0.4678	Memenuhi
		Ck bebas	3.099	

Lampiran Tabel 64. Penentuan Jenis Metode Distribusi
Sungai Pilang

No	Distribusi Teoritis	Parameter Statistik Teoritis	Hasil Analisis Parameter	Kesimpulan
1	Normal	Cs = 0	0.4678	Memenuhi
		Ck = 3	3.099	
2	Log Normal	Cs = Cv ³ +3Cv Cs = 0,144	0.177	Tidak Memenuhi
		Ck = Cv ⁸ +6Cv ⁶ +15Cv ⁴ +16Cv ² +3 Ck = 3,037	4,068	
3	Gumbel	Cs = 1.14	2.828	Tidak Memenuhi
		Ck = 5.4	4,367	
4	Log Pearson III	Cs bebas	0.4678	Memenuhi
		Ck bebas	3.099	

Lampiran Tabel 65. Penentuan Jenis Metode Distribusi
Sungai Rengket

No	Distribusi Teoritis	Parameter Statistik Teoritis	Hasil Analisis Parameter	Kesimpulan
1	Normal	Cs = 0	0.4678	Memenuhi
		Ck = 3	3.099	
2	Log Normal	Cs = Cv ³ +3Cv Cs = 0,144	0.177	Tidak Memenuhi
		Ck = Cv ⁸ +6Cv ⁶ +15Cv ⁴ +16Cv ² +3 Ck = 3,037	4,068	
3	Gumbel	Cs = 1.14	2.828	Tidak Memenuhi
		Ck = 5.4	4,367	
4	Log Pearson III	Cs bebas	0.4678	Memenuhi
		Ck bebas	3.099	

Lampiran Tabel 66. Penentuan Jenis Metode Distribusi
Sungai Sebandung

No	Distribusi Teoritis	Parameter Statistik Teoritis	Hasil Analisis Parameter	Kesimpulan
1	Normal	Cs = 0	0.4678	Memenuhi
		Ck = 3	3.099	
2	Log Normal	Cs = Cv ³ +3Cv Cs = 0,144	0.177	Tidak Memenuhi
		Ck = Cv ⁸ +6Cv ⁶ +15Cv ⁴ +16Cv ² +3 Ck = 3,037	4,068	
3	Gumbel	Cs = 1.14	2.828	Tidak Memenuhi
		Ck = 5.4	4,367	
4	Log Pearson III	Cs bebas	0.4678	Memenuhi
		Ck bebas	3.099	

Lampiran Tabel 67. Penentuan Jenis Metode Distribusi
Sungai Kerang

No	Distribusi Teoritis	Parameter Statistik Teoritis	Hasil Analisis Parameter	Kesimpulan
1	Normal	Cs = 0	0.4552	Memenuhi
		Ck = 3	3.051	
2	Log Normal	Cs = Cv ³ +3Cv Cs = 0,075	0.120	Tidak Memenuhi
		Ck = Cv ⁸ +6Cv ⁶ +15Cv ⁴ +16Cv ² +3 Ck = 3,010	4,068	
3	Gumbel	Cs = 1.14	2.939	Tidak Memenuhi
		Ck = 5.4	4,367	
4	Log Pearson III	Cs bebas	0.4552	Memenuhi
		Ck bebas	3.051	

Lampiran Tabel 68. Penentuan Jenis Metode Distribusi
Sungai Kerang 2

No	Distribusi Teoritis	Parameter Statistik Teoritis	Hasil Analisis Parameter	Kesimpulan
1	Normal	Cs = 0	0.4552	Memenuhi
		Ck = 3	3.051	
2	Log Normal	Cs = Cv ³ +3Cv Cs = 0,075	0.120	Tidak Memenuhi
		Ck = Cv ⁸ +6Cv ⁶ +15Cv ⁴ +16Cv ² +3 Ck = 3,010	4,068	
3	Gumbel	Cs = 1.14	2.939	Tidak Memenuhi
		Ck = 5.4	4,367	
4	Log Pearson III	Cs bebas	0.4552	Memenuhi
		Ck bebas	3.051	

Lampiran Tabel 69. Penentuan Jenis Metode Distribusi
Sungai Sumber Tumpang

No	Distribusi Teoritis	Parameter Statistik Teoritis	Hasil Analisis Parameter	Kesimpulan
1	Normal	Cs = 0	0.7588	Memenuhi
		Ck = 3	4.708	
2	Log Normal	Cs = Cv ³ +3Cv Cs = 0,085	0.438	Tidak Memenuhi
		Ck = Cv ⁸ +6Cv ⁶ +15Cv ⁴ +16Cv ² +3 Ck = 3,013	4,068	
3	Gumbel	Cs = 1.14	4.049	Tidak Memenuhi
		Ck = 5.4	4,367	
4	Log Pearson III	Cs bebas	0.7588	Memenuhi
		Ck bebas	4.708	

Lampiran Tabel 70. Penentuan Jenis Metode Distribusi
Sungai Jumpinang

No	Distribusi Teoritis	Parameter Statistik Teoritis	Hasil Analisis Parameter	Kesimpulan
1	Normal	Cs = 0	-0.6910	Memenuhi
		Ck = 3	4.259	
2	Log Normal	Cs = Cv ³ +3Cv Cs = 0,164	-1.198	Tidak Memenuhi
		Ck = Cv ⁸ +6Cv ⁶ +15Cv ⁴ +16Cv ² +3 Ck = 3,048	4,068	
3	Gumbel	Cs = 1.14	5.129	Tidak Memenuhi
		Ck = 5.4	4,367	
4	Log Pearson III	Cs bebas	-0.6910	Memenuhi
		Ck bebas	4.259	

Lampiran Tabel 71. Penentuan Jenis Metode Distribusi
Sungai Juri

No	Distribusi Teoritis	Parameter Statistik Teoritis	Hasil Analisis Parameter	Kesimpulan
1	Normal	Cs = 0	0.3148	Tidak Memenuhi
		Ck = 3	4.367	
2	Log Normal	Cs = Cv ³ +3Cv Cs = 0,093	-0.061	Tidak Memenuhi
		Ck = Cv ⁸ +6Cv ⁶ +15Cv ⁴ +16Cv ² +3 Ck = 3,015	4,068	
3	Gumbel	Cs = 1.14	4.068	Tidak Memenuhi
		Ck = 5.4	4,367	
4	Log Pearson III	Cs bebas	0.3148	Memenuhi
		Ck bebas	4.367	

Lampiran Tabel 72. Penentuan Jenis Metode Distribusi
Sungai Iprak

No	Distribusi Teoritis	Parameter Statistik Teoritis	Hasil Analisis Parameter	Kesimpulan
1	Normal	Cs = 0	1.0820	Tidak Memenuhi
		Ck = 3	4.766	
2	Log Normal	Cs = Cv ³ +3Cv Cs = 0,081	0.855	Tidak Memenuhi
		Ck = Cv ⁸ +6Cv ⁶ +15Cv ⁴ +16Cv ² +3 Ck = 3,012	4,068	
3	Gumbel	Cs = 1.14	4.089	Tidak Memenuhi
		Ck = 5.4	4,367	
4	Log Pearson III	Cs bebas	1.0820	Memenuhi
		Ck bebas	4.766	

Lampiran Tabel 73. Penentuan Jenis Metode Distribusi
Sungai Baman 1

No	Distribusi Teoritis	Parameter Statistik Teoritis	Hasil Analisis Parameter	Kesimpulan
1	Normal	Cs = 0	0.3148	Tidak Memenuhi
		Ck = 3	4.367	
2	Log Normal	Cs = Cv ³ +3Cv	-0.061	Tidak Memenuhi
		Cs = 0,093		
		Ck = Cv ⁸ +6Cv ⁶ +15Cv ⁴ +16Cv ² +3 Ck = 3,015	4,068	
3	Gumbel	Cs = 1.14	4.068	Tidak Memenuhi
		Ck = 5.4	4,367	
4	Log Pearson III	Cs bebas	0.3148	Memenuhi
		Ck bebas	4.367	

Lampiran Tabel 74. Penentuan Jenis Metode Distribusi
Sungai Baman 2

No	Distribusi Teoritis	Parameter Statistik Teoritis	Hasil Analisis Parameter	Kesimpulan
1	Normal	Cs = 0	0.3148	Tidak Memenuhi
		Ck = 3	4.367	
2	Log Normal	Cs = Cv ³ +3Cv	-0.061	Tidak Memenuhi
		Cs = 0,093		
		Ck = Cv ⁸ +6Cv ⁶ +15Cv ⁴ +16Cv ² +3 Ck = 3,015	4,068	
3	Gumbel	Cs = 1.14	4.068	Tidak Memenuhi
		Ck = 5.4	4,367	
4	Log Pearson III	Cs bebas	0.3148	Memenuhi
		Ck bebas	4.367	

Lampiran Tabel 75. Penentuan Jenis Metode Distribusi
Sungai Bamban 3

No	Distribusi Teoritis	Parameter Statistik Teoritis	Hasil Analisis Parameter	Kesimpulan
1	Normal	$C_s = 0$	-0.9783	Memenuhi
		$C_k = 3$	3.791	
2	Log Normal	$C_s = C_v^3 + 3C_v$ $C_s = 0,198$	-1.263	Tidak Memenuhi
		$C_k =$ $C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$ $C_k = 3,070$	4,068	
3	Gumbel	$C_s = 1.14$	4.351	Tidak Memenuhi
		$C_k = 5.4$	4,367	
4	Log Pearson III	Cs bebas	-0.9783	Memenuhi
		Ck bebas	3.791	

Lampiran Tabel 76. Penentuan Jenis Metode Distribusi
Sungai Jambean 1

No	Distribusi Teoritis	Parameter Statistik Teoritis	Hasil Analisis Parameter	Kesimpulan
1	Normal	$C_s = 0$	0.6827	Memenuhi
		$C_k = 3$	3.140	
2	Log Normal	$C_s = C_v^3 + 3C_v$ $C_s = 0,080$	0.595	Tidak Memenuhi
		$C_k =$ $C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$ $C_k = 3,012$	4,068	
3	Gumbel	$C_s = 1.14$	2.928	Tidak Memenuhi
		$C_k = 5.4$	4,367	
4	Log Pearson III	Cs bebas	0.6827	Memenuhi
		Ck bebas	3.140	

Lampiran Tabel 77. Penentuan Jenis Metode Distribusi
Sungai Jambean 2

No	Distribusi Teoritis	Parameter Statistik Teoritis	Hasil Analisis Parameter	Kesimpulan
1	Normal	Cs = 0	-0.6910	Memenuhi
		Ck = 3	4.259	
2	Log Normal	Cs = Cv ³ +3Cv Cs = 0,164	-1.198	Tidak Memenuhi
		Ck = Cv ⁸ +6Cv ⁶ +15Cv ⁴ +16Cv ² +3 Ck = 3,048	4,068	
3	Gumbel	Cs = 1.14	5.129	Tidak Memenuhi
		Ck = 5.4	4,367	
4	Log Pearson III	Cs bebas	-0.6910	Memenuhi
		Ck bebas	4.259	

Lampiran Tabel 78. Penentuan Jenis Metode Distribusi Sta
0+000 – 1+140

No	Distribusi Teoritis	Parameter Statistik Teoritis	Hasil Analisis Parameter	Kesimpulan
1	Normal	Cs = 0	-0.0095	Memenuhi
		Ck = 3	3.314	
2	Log Normal	Cs = Cv ³ +3Cv Cs = 0,128	-0.382	Tidak Memenuhi
		Ck = Cv ⁸ +6Cv ⁶ +15Cv ⁴ +16Cv ² +3 Ck = 3,029	4,068	
3	Gumbel	Cs = 1.14	3.587	Tidak Memenuhi
		Ck = 5.4	4,367	
4	Log Pearson III	Cs bebas	-0.0095	Memenuhi

Lampiran Tabel 79. Penentuan Jenis Metode Distribusi Sta
1+141 – 6+480

No	Distribusi Teoritis	Parameter Statistik Teoritis	Hasil Analisis Parameter	Kesimpulan
1	Normal	Cs = 0	0.4678	Memenuhi
		Ck = 3	3.099	
2	Log Normal	Cs = Cv ³ +3Cv Cs = 0,144	0.177	Tidak Memenuhi
		Ck = Cv ⁸ +6Cv ⁶ +15Cv ⁴ +16Cv ² +3 Ck = 3,037	4,068	
3	Gumbel	Cs = 1.14	2.828	Tidak Memenuhi
		Ck = 5.4	4,367	
4	Log Pearson III	Cs bebas	0.4678	Memenuhi

Lampiran Tabel 80. Penentuan Jenis Metode Distribusi Sta
6+481 – 15+000

No	Distribusi Teoritis	Parameter Statistik Teoritis	Hasil Analisis Parameter	Kesimpulan
1	Normal	Cs = 0	0.3148	Memenuhi
		Ck = 3	4.367	
2	Log Normal	Cs = Cv ³ +3Cv Cs = 0,093	-0.061	Tidak Memenuhi
		Ck = Cv ⁸ +6Cv ⁶ +15Cv ⁴ +16Cv ² +3 Ck = 3,015	4,068	
3	Gumbel	Cs = 1.14	4.068	Tidak Memenuhi
		Ck = 5.4	4,367	
4	Log Pearson III	Cs bebas	0.3148	Memenuhi

Lampiran Tabel 81. Hasil Perhitungan Chi-Kuadrat sub DAS
Sungai Curah Banyak

No	Nilai batas Sub Group			Jumlah data		$(O_i - E_i)^2$	$(O_i - E_i)^2 / E_i$
				O _i	E _i		
1	P	\geq	146.509	3	2	1	0.5
2	146.509	$\leq P \leq$	123.392	1	2	1	0.5
3	123.392	$\leq P \leq$	99.506	4	2	4	2
4	99.506	$\leq P \leq$	79.378	2	2	0	0
5	P	\leq	79.378	0	2	4	2
Σ				10	10		5

Lampiran Tabel 82. Hasil Perhitungan Chi-Kuadrat sub DAS
Sungai Beting

No	Nilai batas Sub Group			Jumlah data		$(O_i - E_i)^2$	$(O_i - E_i)^2 / E_i$
				O _i	E _i		
1	P	\geq	147.177	3	2	1	0.5
2	147.177	$\leq P \leq$	126.236	1	2	1	0.5
3	126.236	$\leq P \leq$	104.874	4	2	4	2
4	104.874	$\leq P \leq$	72.898	2	2	0	0
5	P	\leq	72.898	0	2	4	2
Σ				10	10		5

Lampiran Tabel 83. Hasil Perhitungan Chi-Kuadrat sub DAS
Sungai Gemandar

No	Nilai batas Sub Group			Jumlah data		$(O_i - E_i)^2$	$(O_i - E_i)^2 / E_i$
				O _i	E _i		
1	P	\geq	152.943	3	2	1	0.5
2	152.943	$\leq P \leq$	129.472	1	2	1	0.5
3	129.472	$\leq P \leq$	105.893	4	2	4	2
4	105.893	$\leq P \leq$	71.764	2	2	0	0
5	P	\leq	71.764	0	2	4	2
Σ				10	10		5

Lampiran Tabel 84. Hasil Perhitungan Chi-Kuadrat sub DAS
Sungai Pilang

No	Nilai batas Sub Group			Jumlah data		$(O_i - E_i)^2$	$(O_i - E_i)^2 / E_i$
				O _i	E _i		
1	P	\geq	112.690	2	2	0	0
2	112.690	$\leq P \leq$	98.634	3	2	1	0.5
3	98.634	$\leq P \leq$	72.999	3	2	1	0.5
4	72.999	$\leq P \leq$	51.808	2	2	0	0
5	P	\leq	51.808	0	2	4	2
Σ				10	10		5

Lampiran Tabel 85. Hasil Perhitungan Chi-Kuadrat sub DAS
Sungai Rengket

No	Nilai batas Sub Group			Jumlah data		$(O_i - E_i)^2$	$(O_i - E_i)^2 / E_i$
				O _i	E _i		
1	P	\geq	112.690	2	2	0	0
2	112.690	$\leq P \leq$	98.634	3	2	1	0.5
3	98.634	$\leq P \leq$	72.999	3	2	1	0.5
4	72.999	$\leq P \leq$	51.808	2	2	0	0
5	P	\leq	51.808	0	2	4	2
Σ				10	10		5

Lampiran Tabel 86. Hasil Perhitungan Chi-Kuadrat sub DAS
Sungai Sebandung

No	Nilai batas Sub Group			Jumlah data		$(O_i - E_i)^2$	$(O_i - E_i)^2 / E_i$
				O _i	E _i		
1	P	\geq	112.690	2	2	0	0
2	112.690	$\leq P \leq$	98.634	3	2	1	0.5
3	98.634	$\leq P \leq$	72.999	3	2	1	0.5
4	72.999	$\leq P \leq$	51.808	2	2	0	0
5	P	\leq	51.808	0	2	4	2
Σ				10	10		5

Lampiran Tabel 87. Hasil Perhitungan Chi-Kuadrat sub DAS
Sungai Kerang

No	Nilai batas Sub Group			Jumlah data		$(O_i - E_i)^2$	$(O_i - E_i)^2 / E_i$
				O _i	E _i		
1	P	\geq	98.895	3	2	1	0.5
2	98.895	$\leq P \leq$	82.636	2	2	0	0
3	82.636	$\leq P \leq$	66.167	2	2	0	0
4	66.167	$\leq P \leq$	49.766	3	2	1	0.5
5	P	\leq	49.766	0	2	4	2
Σ				10	10		3

Lampiran Tabel 88. Hasil Perhitungan Chi-Kuadrat sub DAS
Sungai Kerang 2

No	Nilai batas Sub Group			Jumlah data		$(O_i - E_i)^2$	$(O_i - E_i)^2 / E_i$
				O _i	E _i		
1	P	\geq	98.895	3	2	1	0.5
2	98.895	$\leq P \leq$	82.636	2	2	0	0
3	82.636	$\leq P \leq$	66.167	2	2	0	0
4	66.167	$\leq P \leq$	49.766	3	2	1	0.5
5	P	\leq	49.766	0	2	4	2
Σ				10	10		3

Lampiran Tabel 89. Hasil Perhitungan Chi-Kuadrat sub DAS
Sungai Sumber tumpang

No	Nilai batas Sub Group			Jumlah data		$(O_i - E_i)^2$	$(O_i - E_i)^2 / E_i$
				O _i	E _i		
1	P	\geq	102.850	1	2	1	0.5
2	102.850	$\leq P \leq$	93.303	4	2	4	2
3	93.303	$\leq P \leq$	84.058	2	2	0	0
4	84.058	$\leq P \leq$	75.597	3	2	1	0.5
5	P	\leq	75.597	0	2	4	2
Σ				10	10		5

Lampiran Tabel 90. Hasil Perhitungan Chi-Kuadrat sub DAS
Sungai Jumpinang

No	Nilai batas Sub Group			Jumlah data		$(O_i - E_i)^2$	$(O_i - E_i)^2 / E_i$
				O _i	E _i		
1	P	\geq	112.690	2	2	0	0
2	112.690	$\leq P \leq$	98.634	3	2	1	0.5
3	98.634	$\leq P \leq$	72.999	3	2	1	0.5
4	72.999	$\leq P \leq$	51.808	2	2	0	0
5	P	\leq	51.808	0	2	4	2
Σ				10	10		3

Lampiran Tabel 91. Hasil Perhitungan Chi-Kuadrat sub DAS
Sungai Juri

No	Nilai batas Sub Group			Jumlah data		$(O_i - E_i)^2$	$(O_i - E_i)^2 / E_i$
				O _i	E _i		
1	P	\geq	102.920	4	2	4	2
2	102.920	$\leq P \leq$	99.021	1	2	1	0.5
3	99.021	$\leq P \leq$	87.824	2	2	0	0
4	87.824	$\leq P \leq$	76.324	3	2	1	0.5
5	P	\leq	76.324	0	2	4	2
Σ				10	10		5

Lampiran Tabel 92. Hasil Perhitungan Chi-Kuadrat sub DAS
Sungai Iprak

No	Nilai batas Sub Group			Jumlah data		$(O_i - E_i)^2$	$(O_i - E_i)^2 / E_i$
				O _i	E _i		
1	P	\geq	95.067	2	2	0	0
2	95.067	$\leq P \leq$	86.389	2	2	0	0
3	86.389	$\leq P \leq$	79.421	2	2	0	0
4	79.421	$\leq P \leq$	73.228	4	2	4	2
5	P	\leq	73.228	0	2	4	2
Σ				10	10		4

Lampiran Tabel 93. Hasil Perhitungan Chi-Kuadrat sub DAS
Sungai Bamban 1

No	Nilai batas Sub Group			Jumlah data		$(O_i - E_i)^2$	$(O_i - E_i)^2 / E_i$
				O _i	E _i		
1	P	\geq	102.920	4	2	4	2
2	102.920	$\leq P \leq$	99.021	1	2	1	0.5
3	99.021	$\leq P \leq$	87.824	2	2	0	0
4	87.824	$\leq P \leq$	76.324	3	2	1	0.5
5	P	\leq	76.324	0	2	4	2
Σ				10	10		5

Lampiran Tabel 94. Hasil Perhitungan Chi-Kuadrat sub DAS
Sungai Bamban 2

No	Nilai batas Sub Group			Jumlah data		$(O_i - E_i)^2$	$(O_i - E_i)^2 / E_i$
				O _i	E _i		
1	P	\geq	102.920	4	2	4	2
2	102.920	$\leq P \leq$	99.021	1	2	1	0.5
3	99.021	$\leq P \leq$	87.824	2	2	0	0
4	87.824	$\leq P \leq$	76.324	3	2	1	0.5
5	P	\leq	76.324	0	2	4	2
Σ				10	10		5

Lampiran Tabel 95. Hasil Perhitungan Chi-Kuadrat sub DAS
Sungai Bamban 3

No	Nilai batas Sub Group			Jumlah data		$(O_i - E_i)^2$	$(O_i - E_i)^2 / E_i$
				O _i	E _i		
1	P	\geq	107.482	2	2	0	0
2	107.482	$\leq P \leq$	92.870	3	2	1	0.5
3	92.870	$\leq P \leq$	66.028	3	2	1	0.5
4	66.028	$\leq P \leq$	44.711	2	2	0	0
5	P	\leq	44.711	0	2	4	2
Σ				10	10		3

Lampiran Tabel 96. Hasil Perhitungan Chi-Kuadrat sub DAS
Sungai Jambean 1

No	Nilai batas Sub Group			Jumlah data		$(O_i - E_i)^2$	$(O_i - E_i)^2 / E_i$
				O _i	E _i		
1	P	\geq	89.241	1	2	1	0.5
2	89.241	$\leq P \leq$	83.665	3	2	1	0.5
3	83.665	$\leq P \leq$	78.334	3	2	1	0.5
4	78.334	$\leq P \leq$	73.318	3	2	1	0.5
5	P	\leq	73.318	0	2	4	2
Σ				10	10		4

Lampiran Tabel 97. Hasil Perhitungan Chi-Kuadrat sub DAS
Sungai Jambean 2

No	Nilai batas Sub Group			Jumlah data		$(O_i - E_i)^2$	$(O_i - E_i)^2 / E_i$
				O _i	E _i		
1	P	\geq	121.944	1	2	1	0.5
2	121.944	$\leq P \leq$	104.669	4	2	4	2
3	104.669	$\leq P \leq$	71.669	3	2	1	0.5
4	71.669	$\leq P \leq$	46.378	2	2	0	0
5	P	\leq	46.378	0	2	4	2
Σ				10	10		5

Lampiran Tabel 98. Hasil Perhitungan Chi-Kuadrat sub DAS
Sta 0+000 – 1+400

No	Nilai batas Sub Group			Jumlah data		$(O_i - E_i)^2$	$(O_i - E_i)^2 / E_i$
				O _i	E _i		
1	P	\geq	112.690	2	2	0	0
2	112.690	$\leq P \leq$	98.634	3	2	1	0.5
3	98.634	$\leq P \leq$	72.999	3	2	1	0.5
4	72.999	$\leq P \leq$	51.808	2	2	0	0
5	P	\leq	51.808	0	2	4	2
Σ				10	10		3

Lampiran Tabel 100. Hasil Perhitungan Chi-Kuadrat sub DAS
Sta 1+401 – 6+480

No	Nilai batas Sub Group			Jumlah data		$(O_i - E_i)^2$	$(O_i - E_i)^2 / E_i$
				O _i	E _i		
1	P	\geq	152.943	3	2	1	0.5
2	152.943	$\leq P \leq$	129.472	1	2	1	0.5
3	129.472	$\leq P \leq$	105.893	4	2	4	2
4	105.893	$\leq P \leq$	71.764	2	2	0	0
5	P	\leq	71.764	0	2	4	2
Σ				10	10		5

Lampiran Tabel 101. Hasil Perhitungan Chi-Kuadrat sub DAS
Sta 6+481 – 15+000

No	Nilai batas Sub Group			Jumlah data		$(O_i - E_i)^2$	$(O_i - E_i)^2 / E_i$
				O _i	E _i		
1	P	\geq	110.562	1	2	1	0.5
2	110.562	$\leq P \leq$	100.211	4	2	4	2
3	100.211	$\leq P \leq$	87.824	2	2	0	0
4	87.824	$\leq P \leq$	76.324	3	2	1	0.5
5	P	\leq	76.324	0	2	4	2
Σ				10	10		5

Lampiran Tabel 104. Hasil Perhitungan Uji Kecocokan Smirnov-Kolmogorof Sungai Gemandar

m	X (mm)	Log X	P(x)	P(xi<)	f(t)	P'(xi<)	D	
1	183.00	2.262	0.091	0.909	1.604	0.946	-0.037	
2	156.00	2.193	0.182	0.818	0.917	0.820	-0.002	
3	156.00	2.193	0.273	0.727	0.917	0.820	-0.093	
4	150.00	2.176	0.364	0.636	0.748	0.773	-0.136	
5	122.00	2.086	0.455	0.545	-0.142	0.444	0.102	
6	121.00	2.083	0.545	0.455	-0.177	0.430	0.025	
7	109.00	2.037	0.636	0.364	-0.627	0.265	0.098	
8	107.00	2.029	0.727	0.273	-0.706	0.240	0.033	
9	97.00	1.987	0.818	0.182	-1.129	0.129	0.052	
10	91.00	1.959	0.909	0.091	-1.404	0.080	0.011	
			Dmax					0.102

Lampiran Tabel 105. Hasil Perhitungan Uji Kecocokan Smirnov-Kolmogorof Sungai Pilang

m	X (mm)	Log X	P(x)	P(xi<)	f(t)	P'(xi<)	D	
1	183.00	2.262	0.091	0.909	1.604	0.946	-0.037	
2	156.00	2.193	0.182	0.818	0.917	0.820	-0.002	
3	156.00	2.193	0.273	0.727	0.917	0.820	-0.093	
4	150.00	2.176	0.364	0.636	0.748	0.773	-0.136	
5	122.00	2.086	0.455	0.545	-0.142	0.444	0.102	
6	121.00	2.083	0.545	0.455	-0.177	0.430	0.025	
7	109.00	2.037	0.636	0.364	-0.627	0.265	0.098	
8	107.00	2.029	0.727	0.273	-0.706	0.240	0.033	
9	97.00	1.987	0.818	0.182	-1.129	0.129	0.052	
10	91.00	1.959	0.909	0.091	-1.404	0.080	0.011	
			Dmax					0.102

Lampiran Tabel 106. Hasil Perhitungan Uji Kecocokan Smirnov-Kolmogorof Sungai Rengket

m	X (mm)	Log X	P(x)	P(xi<)	f(t)	P'(xi<)	D	
1	183.00	2.262	0.091	0.909	1.604	0.946	-0.037	
2	156.00	2.193	0.182	0.818	0.917	0.820	-0.002	
3	156.00	2.193	0.273	0.727	0.917	0.820	-0.093	
4	150.00	2.176	0.364	0.636	0.748	0.773	-0.136	
5	122.00	2.086	0.455	0.545	-0.142	0.444	0.102	
6	121.00	2.083	0.545	0.455	-0.177	0.430	0.025	
7	109.00	2.037	0.636	0.364	-0.627	0.265	0.098	
8	107.00	2.029	0.727	0.273	-0.706	0.240	0.033	
9	97.00	1.987	0.818	0.182	-1.129	0.129	0.052	
10	91.00	1.959	0.909	0.091	-1.404	0.080	0.011	
			Dmax					0.102

Lampiran Tabel 107. Hasil Perhitungan Uji Kecocokan Smirnov-Kolmogorof Sungai Sebandung

m	X (mm)	Log X	P(x)	P(xi<)	f(t)	P'(xi<)	D	
1	183.00	2.262	0.091	0.909	1.604	0.946	-0.037	
2	156.00	2.193	0.182	0.818	0.917	0.820	-0.002	
3	156.00	2.193	0.273	0.727	0.917	0.820	-0.093	
4	150.00	2.176	0.364	0.636	0.748	0.773	-0.136	
5	122.00	2.086	0.455	0.545	-0.142	0.444	0.102	
6	121.00	2.083	0.545	0.455	-0.177	0.430	0.025	
7	109.00	2.037	0.636	0.364	-0.627	0.265	0.098	
8	107.00	2.029	0.727	0.273	-0.706	0.240	0.033	
9	97.00	1.987	0.818	0.182	-1.129	0.129	0.052	
10	91.00	1.959	0.909	0.091	-1.404	0.080	0.011	
			Dmax					0.102

Lampiran Tabel 108. Hasil Perhitungan Uji Kecocokan Smirnov-Kolmogorof Sungai Kerang

m	X (mm)	Log X	P(x)	P(xi<)	f(t)	P'(xi<)	D	
1	116.82	2.068	0.091	0.909	1.496	0.933	-0.024	
2	109.18	2.038	0.182	0.818	1.227	0.890	-0.072	
3	102.24	2.010	0.273	0.727	0.967	0.833	-0.106	
4	83.79	1.923	0.364	0.636	0.178	0.570	0.066	
5	80.13	1.904	0.455	0.545	0.000	0.500	0.045	
6	78.49	1.895	0.545	0.455	-0.082	0.467	-0.013	
7	74.14	1.870	0.636	0.364	-0.308	0.379	-0.016	
8	64.54	1.810	0.727	0.273	-0.858	0.195	0.077	
9	59.14	1.772	0.818	0.182	-1.204	0.114	0.068	
10	56.09	1.749	0.909	0.091	-1.415	0.079	0.012	
			Dmax					0.077

Lampiran Tabel 109. Hasil Perhitungan Uji Kecocokan Smirnov-Kolmogorof Sungai Kerang 2

m	X (mm)	Log X	P(x)	P(xi<)	f(t)	P'(xi<)	D	
1	116.82	2.068	0.091	0.909	1.496	0.933	-0.024	
2	109.18	2.038	0.182	0.818	1.227	0.890	-0.072	
3	102.24	2.010	0.273	0.727	0.967	0.833	-0.106	
4	83.79	1.923	0.364	0.636	0.178	0.570	0.066	
5	80.13	1.904	0.455	0.545	0.000	0.500	0.045	
6	78.49	1.895	0.545	0.455	-0.082	0.467	-0.013	
7	74.14	1.870	0.636	0.364	-0.308	0.379	-0.016	
8	64.54	1.810	0.727	0.273	-0.858	0.195	0.077	
9	59.14	1.772	0.818	0.182	-1.204	0.114	0.068	
10	56.09	1.749	0.909	0.091	-1.415	0.079	0.012	
			Dmax					0.077

Lampiran Tabel 110. Hasil Perhitungan Uji Kecocokan
Smirnov-Kolmogorof Sungai Sumber tumpang

m	X (mm)	Log X	P(x)	P(xi<)	f(t)	P'(xi<)	D	
1	119.39	2.077	0.091	0.909	1.942	0.974	-0.065	
2	101.13	2.005	0.182	0.818	0.685	0.753	0.065	
3	99.82	1.999	0.273	0.727	0.587	0.721	0.006	
4	97.31	1.988	0.364	0.636	0.393	0.653	-0.017	
5	96.53	1.985	0.455	0.545	0.333	0.630	-0.085	
6	91.02	1.959	0.545	0.455	-0.113	0.455	-0.001	
7	87.34	1.941	0.636	0.364	-0.425	0.335	0.028	
8	81.05	1.909	0.727	0.273	-0.991	0.161	0.112	
9	80.71	1.907	0.818	0.182	-1.023	0.153	0.029	
10	76.92	1.886	0.909	0.091	-1.387	0.083	0.008	
			Dmax					0.112

Lampiran Tabel 111. Hasil Perhitungan Uji Kecocokan
Smirnov-Kolmogorof Sungai Jumpinag

m	X (mm)	Log X	P(x)	P(xi<)	f(t)	P'(xi<)	D	
1	126.00	2.100	0.091	0.909	1.769	0.962	-0.05	
2	110.00	2.041	0.182	0.818	0.808	0.791	0.03	
3	105.00	2.021	0.273	0.727	0.479	0.684	0.04	
4	104.00	2.017	0.364	0.636	0.412	0.660	-0.02	
5	102.00	2.009	0.455	0.545	0.275	0.608	-0.06	
6	99.00	1.996	0.545	0.455	0.063	0.525	-0.07	
7	95.00	1.978	0.636	0.364	-0.228	0.410	-0.05	
8	87.00	1.940	0.727	0.273	-0.850	0.198	0.08	
9	85.00	1.929	0.818	0.182	-1.015	0.155	0.03	
10	77.00	1.886	0.909	0.091	-1.713	0.043	0.05	
			Dmax					0.075

Lampiran Tabel 112. Hasil Perhitungan Uji Kecocokan Smirnov-Kolmogorof Sungai Juri

m	X (mm)	Log X	P(x)	P(xi<)	f(t)	P'(xi<)	D
1	126.00	2.100	0.091	0.909	1.769	0.962	-0.05
2	110.00	2.041	0.182	0.818	0.808	0.791	0.03
3	105.00	2.021	0.273	0.727	0.479	0.684	0.04
4	104.00	2.017	0.364	0.636	0.412	0.660	-0.02
5	102.00	2.009	0.455	0.545	0.275	0.608	-0.06
6	99.00	1.996	0.545	0.455	0.063	0.525	-0.07
7	95.00	1.978	0.636	0.364	-0.228	0.410	-0.05
8	87.00	1.940	0.727	0.273	-0.850	0.198	0.08
9	85.00	1.929	0.818	0.182	-1.015	0.155	0.03
10	77.00	1.886	0.909	0.091	-1.713	0.043	0.05
Dmax							0.075

Lampiran Tabel 113. Hasil Perhitungan Uji Kecocokan Smirnov-Kolmogorof Sungai Iprak

m	X (mm)	Log X	P(x)	P(xi<)	f(t)	P'(xi<)	D
1	111.23	2.046	0.091	0.909	2.024	0.979	-0.07
2	97.14	1.987	0.182	0.818	0.945	0.828	-0.01
3	92.14	1.964	0.273	0.727	0.524	0.700	0.03
4	90.18	1.955	0.364	0.636	0.354	0.638	0.00
5	89.05	1.950	0.455	0.545	0.253	0.600	-0.05
6	81.16	1.909	0.545	0.455	-0.485	0.314	0.14
7	78.12	1.893	0.636	0.364	-0.790	0.215	0.15
8	77.88	1.891	0.727	0.273	-0.814	0.208	0.06
9	76.17	1.882	0.818	0.182	-0.991	0.161	0.02
10	75.88	1.880	0.909	0.091	-1.021	0.154	-0.06
Dmax							0.149

Lampiran Tabel 114. Hasil Perhitungan Uji Kecocokan
Smirnov-Kolmogorof Sungai Bamban 1

m	X (mm)	Log X	P(x)	P(xi<)	f(t)	P'(xi<)	D
1	126.00	2.100	0.091	0.909	1.769	0.962	-0.05
2	110.00	2.041	0.182	0.818	0.808	0.791	0.03
3	105.00	2.021	0.273	0.727	0.479	0.684	0.04
4	104.00	2.017	0.364	0.636	0.412	0.660	-0.02
5	102.00	2.009	0.455	0.545	0.275	0.608	-0.06
6	99.00	1.996	0.545	0.455	0.063	0.525	-0.07
7	95.00	1.978	0.636	0.364	-0.228	0.410	-0.05
8	87.00	1.940	0.727	0.273	-0.850	0.198	0.08
9	85.00	1.929	0.818	0.182	-1.015	0.155	0.03
10	77.00	1.886	0.909	0.091	-1.713	0.043	0.05
Dmax							0.075

Lampiran Tabel 115. Hasil Perhitungan Uji Kecocokan
Smirnov-Kolmogorof Sungai Bamban 2

m	X (mm)	Log X	P(x)	P(xi<)	f(t)	P'(xi<)	D
1	126.00	2.100	0.091	0.909	1.769	0.962	-0.05
2	110.00	2.041	0.182	0.818	0.808	0.791	0.03
3	105.00	2.021	0.273	0.727	0.479	0.684	0.04
4	104.00	2.017	0.364	0.636	0.412	0.660	-0.02
5	102.00	2.009	0.455	0.545	0.275	0.608	-0.06
6	99.00	1.996	0.545	0.455	0.063	0.525	-0.07
7	95.00	1.978	0.636	0.364	-0.228	0.410	-0.05
8	87.00	1.940	0.727	0.273	-0.850	0.198	0.08
9	85.00	1.929	0.818	0.182	-1.015	0.155	0.03
10	77.00	1.886	0.909	0.091	-1.713	0.043	0.05
Dmax							0.075

Lampiran Tabel 116. Hasil Perhitungan Uji Kecocokan
Smirnov-Kolmogorof Sungai Bamban 3

m	X (mm)	Log X	P(x)	P(xi<)	f(t)	P'(xi<)	D
1	110.30	2.043	0.091	0.909	0.934	0.825	0.08
2	108.00	2.033	0.182	0.818	0.858	0.804	0.01
3	104.55	2.019	0.273	0.727	0.740	0.770	-0.04
4	98.00	1.991	0.364	0.636	0.505	0.693	-0.06
5	94.34	1.975	0.455	0.545	0.367	0.643	-0.10
6	91.72	1.962	0.545	0.455	0.265	0.605	-0.15
7	90.66	1.957	0.636	0.364	0.223	0.588	-0.22
8	76.15	1.882	0.727	0.273	-0.409	0.341	-0.07
9	56.06	1.749	0.818	0.182	-1.520	0.064	0.12
10	49.60	1.695	0.909	0.091	-1.964	0.025	0.07
Dmax							0.118

Lampiran Tabel 117. Hasil Perhitungan Uji Kecocokan
Smirnov-Kolmogorof Sungai Jambean 1

m	X (mm)	Log X	P(x)	P(xi<)	f(t)	P'(xi<)	D
1	97.26	1.988	0.091	0.909	1.778	0.962	-0.05
2	90.70	1.958	0.182	0.818	0.985	0.838	-0.02
3	89.12	1.950	0.273	0.727	0.785	0.784	-0.06
4	89.12	1.950	0.364	0.636	0.785	0.784	-0.15
5	81.63	1.912	0.455	0.545	-0.212	0.416	0.13
6	79.44	1.900	0.545	0.455	-0.522	0.301	0.15
7	78.33	1.894	0.636	0.364	-0.681	0.248	0.12
8	76.82	1.886	0.727	0.273	-0.902	0.184	0.09
9	76.40	1.883	0.818	0.182	-0.964	0.167	0.01
10	75.81	1.880	0.909	0.091	-1.053	0.146	-0.06
Dmax							0.154

Lampiran Tabel 118. Hasil Perhitungan Uji Kecocokan
Smirnov-Kolmogorof Sungai Jambean 2

m	X (mm)	Log X	P(x)	P(xi<)	f(t)	P'(xi<)	D	
1	123.63	2.092	0.091	0.909	1.220	0.89	0.02	
2	113.26	2.054	0.182	0.818	0.865	0.81	0.01	
3	105.93	2.025	0.273	0.727	0.593	0.72	0.00	
4	102.58	2.011	0.364	0.636	0.462	0.68	-0.04	
5	101.43	2.006	0.455	0.545	0.417	0.66	-0.12	
6	90.80	1.958	0.545	0.455	-0.033	0.49	-0.03	
7	90.63	1.957	0.636	0.364	-0.041	0.48	-0.12	
8	88.28	1.946	0.727	0.273	-0.147	0.44	-0.17	
9	68.13	1.833	0.818	0.182	-1.200	0.12	0.07	
10	54.11	1.733	0.909	0.091	-2.136	0.02	0.07	
Dmax								0.075

Lampiran Tabel 119. Hasil Perhitungan Uji Kecocokan
Smirnov-Kolmogorof Log Pearson Type III Sta 0+000 –
1+400

m	X (mm)	Log X	P(x)	P(xi<)	f(t)	P'(xi<)	D	
1	143.00	2.155	0.091	0.909	1.329	0.908	0.00	
2	140.00	2.146	0.182	0.818	1.224	0.889	-0.07	
3	130.00	2.114	0.273	0.727	0.854	0.803	-0.08	
4	115.00	2.061	0.364	0.636	0.242	0.596	0.04	
5	110.00	2.041	0.455	0.545	0.021	0.508	0.04	
6	110.00	2.041	0.545	0.455	0.021	0.508	-0.05	
7	105.00	2.021	0.636	0.364	-0.211	0.416	-0.05	
8	100.00	2.000	0.727	0.273	-0.455	0.325	-0.05	
9	85.00	1.929	0.818	0.182	-1.266	0.103	0.08	
10	77.00	1.886	0.909	0.091	-1.759	0.039	0.05	
Dmax								0.079

Lampiran Tabel 120. Hasil Perhitungan Uji Kecocokan Smirnov-Kolmogorof Log Pearson Type III Sta 1+141 – 6+480

m	X (mm)	Log X	P(x)	P(xi<)	f(t)	P'(xi<)	D
1	183.00	2.262	0.091	0.909	1.604	0.946	-0.04
2	156.00	2.193	0.182	0.818	0.917	0.820	0.00
3	156.00	2.193	0.273	0.727	0.917	0.820	-0.09
4	150.00	2.176	0.364	0.636	0.748	0.773	-0.14
5	122.00	2.086	0.455	0.545	-0.142	0.444	0.10
6	121.00	2.083	0.545	0.455	-0.177	0.430	0.02
7	109.00	2.037	0.636	0.364	-0.627	0.265	0.10
8	107.00	2.029	0.727	0.273	-0.706	0.240	0.03
9	97.00	1.987	0.818	0.182	-1.129	0.129	0.05
10	91.00	1.959	0.909	0.091	-1.404	0.080	0.01
Dmax							0.102

Lampiran Tabel 121. Hasil Perhitungan Uji Kecocokan Smirnov-Kolmogorof Log Pearson Type III Sta 6+481 – 15+000

m	X (mm)	Log X	P(x)	P(xi<)	f(t)	P'(xi<)	D
1	126.00	2.100	0.091	0.909	1.769	0.962	-0.05
2	110.00	2.041	0.182	0.818	0.808	0.791	0.03
3	105.00	2.021	0.273	0.727	0.479	0.684	0.04
4	104.00	2.017	0.364	0.636	0.412	0.660	-0.02
5	102.00	2.009	0.455	0.545	0.275	0.608	-0.06
6	99.00	1.996	0.545	0.455	0.063	0.525	-0.07
7	95.00	1.978	0.636	0.364	-0.228	0.410	-0.05
8	87.00	1.940	0.727	0.273	-0.850	0.198	0.08
9	85.00	1.929	0.818	0.182	-1.015	0.155	0.03
10	77.00	1.886	0.909	0.091	-1.713	0.043	0.05
Dmax							0.075

Lampiran Tabel 122. Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana
Sungai Curah Banyak

Periode Ulang (tahun)	Log (Xrt)	Cs	K	Sd	Log X	X
						(mm)
2	2.078	0.091	-0.016	0.105	2.076	119.226
5	2.078	0.091	0.837	0.105	2.166	146.509
10	2.078	0.091	1.291	0.105	2.214	163.537
20	2.078	0.091	1.618	0.105	2.248	177.008
50	2.078	0.091	2.102	0.105	2.299	198.990

Lampiran Tabel 123. Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana
Sungai Beting

Periode Ulang (tahun)	Log (Xrt)	Cs	K	Sd	Log X	X
						(mm)
2	2.101	0.177	-0.029	0.101	2.098	125.229
5	2.101	0.177	0.831	0.101	2.185	152.943
10	2.101	0.177	1.299	0.101	2.232	170.487
20	2.101	0.177	1.640	0.101	2.266	184.537
50	2.101	0.177	2.147	0.101	2.317	207.603

Lampiran Tabel 124. Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana
Sungai Gemandar

Periode Ulang (tahun)	Log (Xrt)	Cs	K	Sd	Log X	X
						(mm)
2	2.101	0.177	-0.029	0.101	2.098	125.229
5	2.101	0.177	0.831	0.101	2.185	152.943
10	2.101	0.177	1.299	0.101	2.232	170.487
20	2.101	0.177	1.640	0.101	2.266	184.537
50	2.101	0.177	2.147	0.101	2.317	207.603

Lampiran Tabel 125. Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana
Sungai Rengket

Periode Ulang (tahun)	Log (Xrt)	Cs	K	Sd	Log X	X
						(mm)
2	2.101	0.177	-0.029	0.101	2.098	125.229
5	2.101	0.177	0.831	0.101	2.185	152.943
10	2.101	0.177	1.299	0.101	2.232	170.487
20	2.101	0.177	1.640	0.101	2.266	184.537
50	2.101	0.177	2.147	0.101	2.317	207.603

Lampiran Tabel 126. Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana
Sungai Sebandung

Periode Ulang (tahun)	Log (Xrt)	Cs	K	Sd	Log X	X
						(mm)
2	2.101	0.177	-0.029	0.101	2.098	125.229
5	2.101	0.177	0.831	0.101	2.185	152.943
10	2.101	0.177	1.299	0.101	2.232	170.487
20	2.101	0.177	1.640	0.101	2.266	184.537
50	2.101	0.177	2.147	0.101	2.317	207.603

Lampiran Tabel 127. Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana
Sungai Kerang

Periode Ulang (tahun)	Log (Xrt)	Cs	K	Sd	Log X	X
						(mm)
2	1.904	0.120	-0.020	0.109	1.902	79.720
5	1.904	0.120	0.229	0.109	1.929	84.886
10	1.904	0.120	1.294	0.109	2.045	111.025
20	1.904	0.120	1.626	0.109	2.082	120.712
50	1.904	0.120	2.117	0.109	2.136	136.639

Lampiran Tabel 128. Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana
Sungai Kerang 2

Periode Ulang (tahun)	Log (Xrt)	Cs	K	Sd	Log X	X
						(mm)
2	1.904	0.120	-0.020	0.109	1.902	79.720
5	1.904	0.120	0.229	0.109	1.929	84.886
10	1.904	0.120	1.294	0.109	2.045	111.025
20	1.904	0.120	1.626	0.109	2.082	120.712
50	1.904	0.120	2.117	0.109	2.136	136.639

Lampiran Tabel 130. Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana
Sungai Sumbertumpang

Periode Ulang (tahun)	Log (Xrt)	Cs	K	Sd	Log X	X
						(mm)
2	1.966	0.438	-0.072	0.057	1.961	91.503
5	1.966	0.438	0.813	0.057	2.012	102.850
10	1.966	0.438	1.319	0.057	2.041	109.960
20	1.966	0.438	1.701	0.057	2.063	115.639
50	1.966	0.438	2.280	0.057	2.096	124.831

Lampiran Tabel 131. Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana
Sungai Jumpinang

Periode Ulang (tahun)	Log (Xrt)	Cs	K	Sd	Log X	X
						(mm)
2	1.992	-0.061	0.010	0.061	1.992	98.260
5	1.992	-0.061	0.338	0.061	2.012	102.920
10	1.992	-0.061	1.275	0.061	2.070	117.499
20	1.992	-0.061	1.578	0.061	2.089	122.649
50	1.992	-0.061	2.021	0.061	2.116	130.580

Lampiran Tabel 132. Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana
Sungai Juri

Periode Ulang (tahun)	Log (Xrt)	Cs	K	Sd	Log X	X
						(mm)
2	1.992	-0.061	0.010	0.061	1.992	98.260
5	1.992	-0.061	0.338	0.061	2.012	102.920
10	1.992	-0.061	1.275	0.061	2.070	117.499
20	1.992	-0.061	1.578	0.061	2.089	122.649
50	1.992	-0.061	2.021	0.061	2.116	130.580

Lampiran Tabel 133. Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana
Sungai Iprak

Periode Ulang (tahun)	Log (Xrt)	Cs	K	Sd	Log X	X
						(mm)
2	1.936	0.855	-0.141	0.055	1.928	84.751
5	1.936	0.855	0.774	0.055	1.978	95.067
10	1.936	0.855	1.338	0.055	2.009	102.041
20	1.936	0.855	1.784	0.055	2.033	107.921
50	1.936	0.855	2.478	0.055	2.071	117.750

Lampiran Tabel 134. Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana
Sungai Bamban 1

Periode Ulang (tahun)	Log (Xrt)	Cs	K	Sd	Log X	X
						(mm)
2	1.992	-0.061	0.010	0.061	1.992	98.260
5	1.992	-0.061	0.338	0.061	2.012	102.920
10	1.992	-0.061	1.275	0.061	2.070	117.499
20	1.992	-0.061	1.578	0.061	2.089	122.649
50	1.992	-0.061	2.021	0.061	2.116	130.580

Lampiran Tabel 135. Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Sungai Bamban 2

Periode Ulang (tahun)	Log (Xrt)	Cs	K	Sd	Log X	X
						(mm)
2	1.992	-0.061	0.010	0.061	1.992	98.260
5	1.992	-0.061	0.338	0.061	2.012	102.920
10	1.992	-0.061	1.275	0.061	2.070	117.499
20	1.992	-0.061	1.578	0.061	2.089	122.649
50	1.992	-0.061	2.021	0.061	2.116	130.580

Lampiran Tabel 136. Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Sungai Bamban 3

Periode Ulang (tahun)	Log (Xrt)	Cs	K	Sd	Log X	X
						(mm)
2	1.931	-1.263	0.204	0.120	1.955	90.195
5	1.931	-1.263	0.840	0.120	2.031	107.482
10	1.931	-1.263	1.072	0.120	2.059	114.582
20	1.931	-1.263	1.194	0.120	2.074	118.511
50	1.931	-1.263	1.344	0.120	2.092	123.515

Lampiran Tabel 137. Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Sungai Jambean 1

Periode Ulang (tahun)	Log (Xrt)	Cs	K	Sd	Log X	X
						(mm)
2	1.920	0.595	-0.079	0.038	1.917	82.593
5	1.920	0.595	0.800	0.038	1.951	89.241
10	1.920	0.595	1.328	0.038	1.971	93.480
20	1.920	0.595	1.734	0.038	1.986	96.885
50	1.920	0.595	2.357	0.038	2.010	102.340

Lampiran Tabel 138. Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Sungai Jambean 2

Periode Ulang (tahun)	Log (Xrt)	Cs	K	Sd	Log X	X
						(mm)
2	1.962	-1.198	0.195	0.107	1.982	96.040
5	1.962	-1.198	0.844	0.107	2.052	112.690
10	1.962	-1.198	1.086	0.107	2.078	119.617
20	1.962	-1.198	1.217	0.107	2.092	123.535
50	1.962	-1.198	1.380	0.107	2.109	128.585

Lampiran Tabel 139. Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Sta 0+000 – 1+400

Periode Ulang (tahun)	Log (Xrt)	Cs	K	Sd	Log X	X
						(mm)
2	2.040	-0.382	0.063	0.087	2.045	110.942
5	2.040	-0.382	0.855	0.087	2.114	130.018
10	2.040	-0.382	1.233	0.087	2.147	140.276
20	2.040	-0.382	1.486	0.087	2.169	147.566
50	2.040	-0.382	1.844	0.087	2.200	158.537

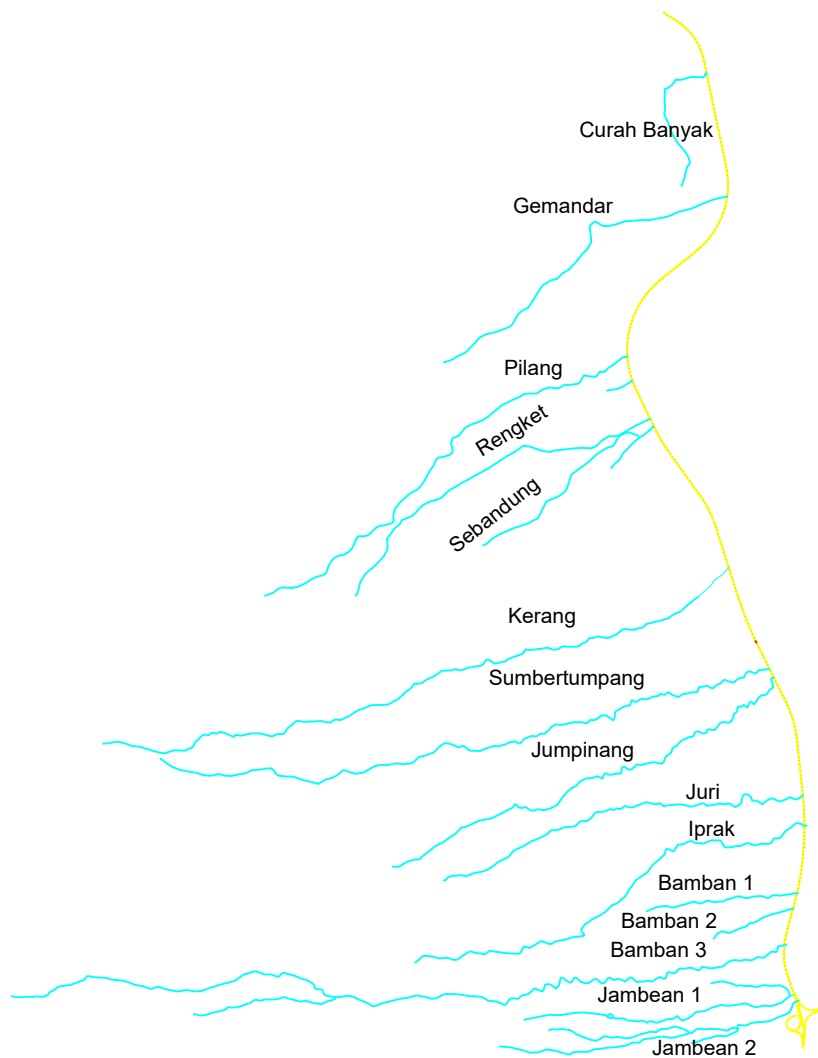
Lampiran Tabel 140. Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Sta 1+401 – 6+480

Periode Ulang (tahun)	Log (Xrt)	Cs	K	Sd	Log X	X
						(mm)
2	2.101	0.177	-0.029	0.101	2.098	125.229
5	2.101	0.177	0.831	0.101	2.185	152.943
10	2.101	0.177	1.299	0.101	2.232	170.487
20	2.101	0.177	1.640	0.101	2.266	184.537
50	2.101	0.177	2.147	0.101	2.317	207.603

Lampiran Tabel 142. Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Sta
6+481 – 15+000

Periode Ulang (tahun)	Log (Xrt)	Cs	K	Sd	Log X	X
						(mm)
2	1.992	-0.061	0.010	0.061	1.992	98.260
5	1.992	-0.061	0.844	0.061	2.044	110.562
10	1.992	-0.061	1.275	0.061	2.070	117.499
20	1.992	-0.061	1.578	0.061	2.089	122.649
50	1.992	-0.061	2.021	0.061	2.116	130.580

“Halaman ini sengaja dikosongkan



INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER
FTSLK
DEPARTEMEN
TEKNIK SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN DRAINASE PROYEK JALAN
TOL PANDAAN-MALANG STA 0+000 s.d STA
15+000

DOSEN PEMBIMBING

Dr. techn. Umboro
Lasminto, S.T., M.Sc

MAHASISWA

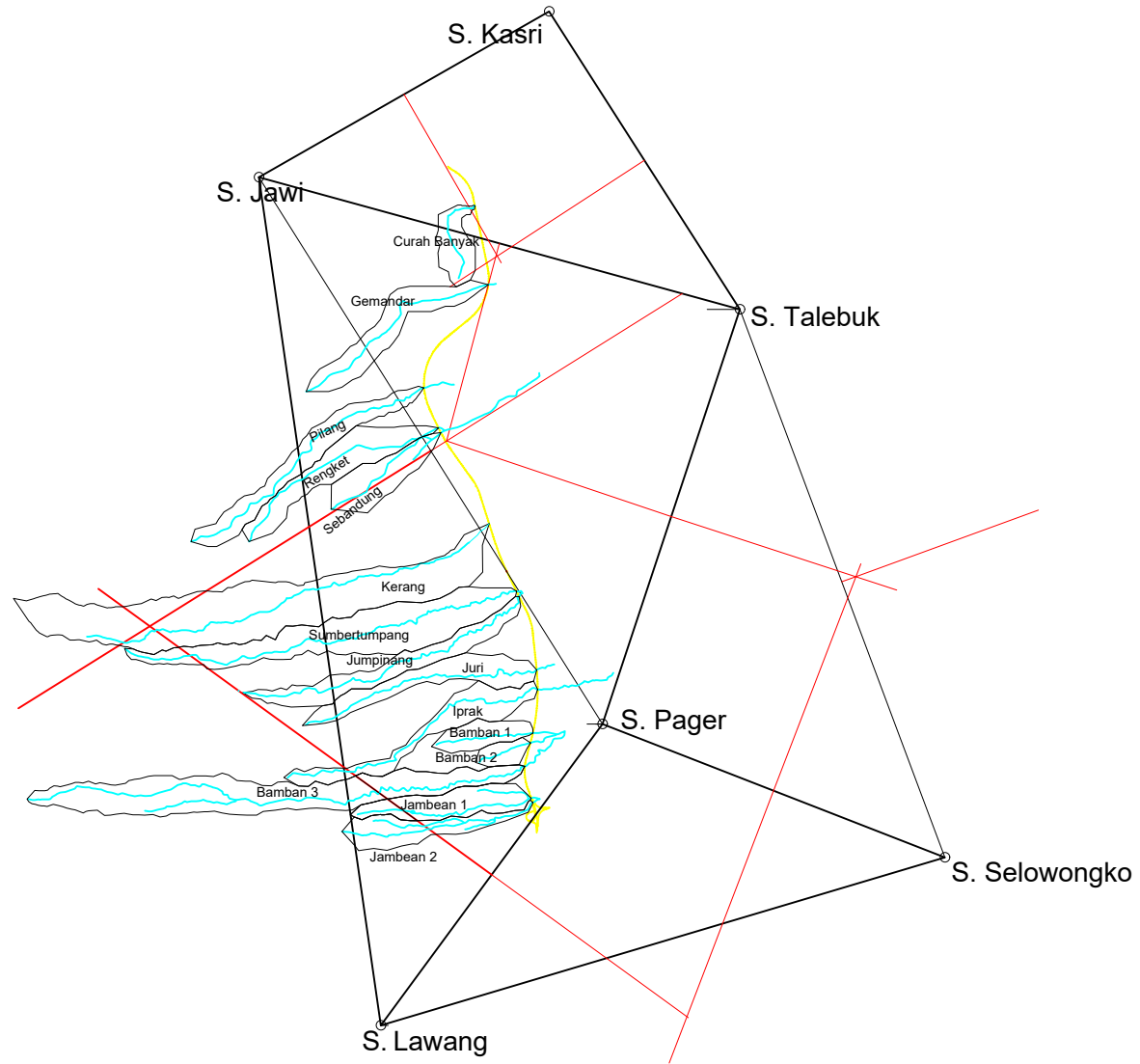
Frelya Eka Anjelita
(0311154000062)

JUDUL GAMBAR

LAYOUT JALAN TOL

NO / TOTAL LEMBAR

01/23



INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER
FTSLK
DEPARTEMEN
TEKNIK SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN DRAINASE PROYEK JALAN
TOL PANDAAN-MALANG STA 0+000 s.d STA
15+000

DOSEN PEMBIMBING

Dr. techn. Umboro
Lasminto, S.T., M.Sc

MAHASISWA

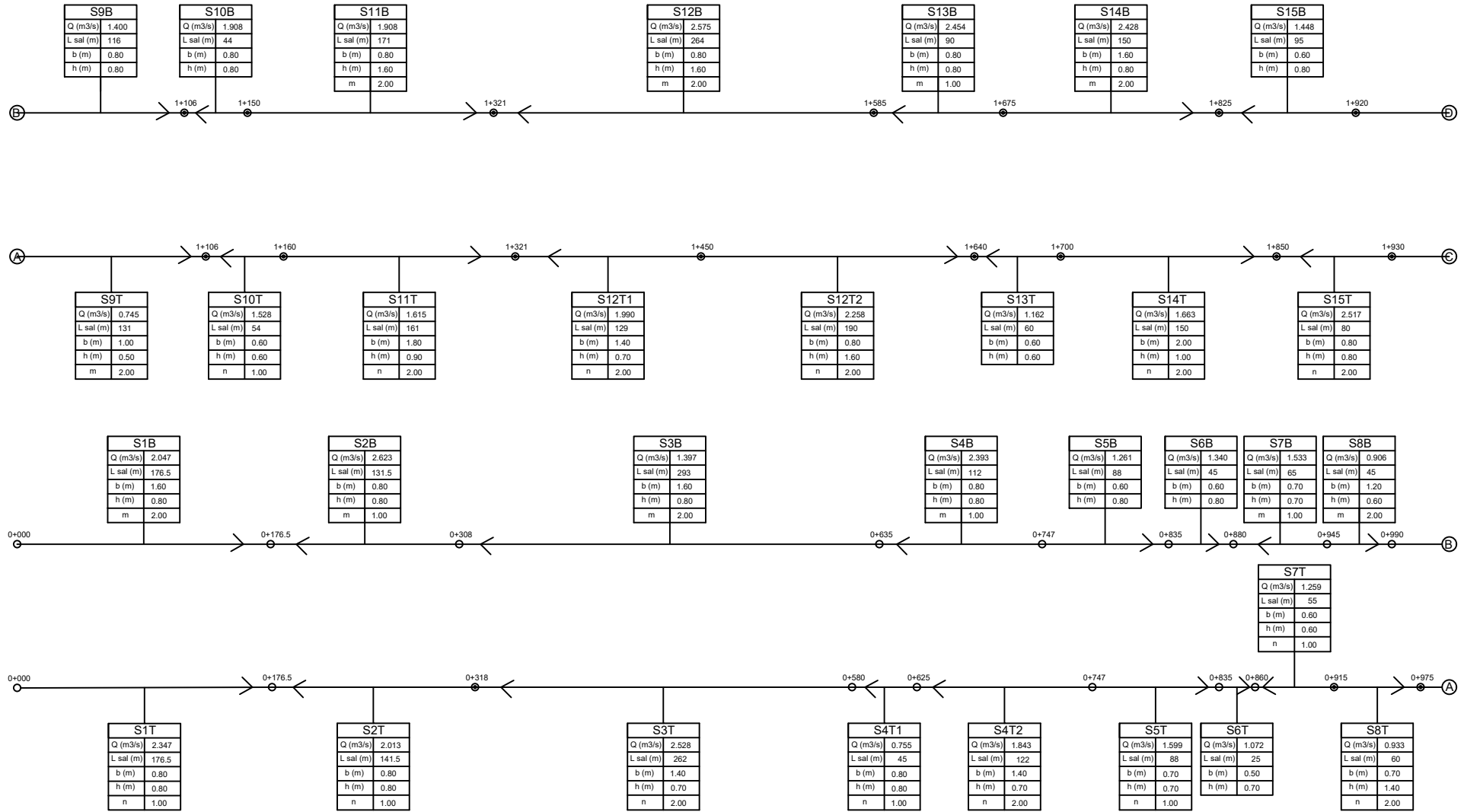
Frelya Eka Anjelita
(0311154000062)

JUDUL GAMBAR

POLIGON THIESEN

NO / TOTAL LEMBAR

02/23



INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER
FTSLK
DEPARTEMEN
TEKNIK SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN DRAINASE PROYEK JALAN
TOL PANDAAN-MALANG STA 0+000 s.d STA
15+000

DOSEN PEMBIMBING

Dr. techn. Umboro
Lasminto, S.T., M.Sc

MAHASISWA

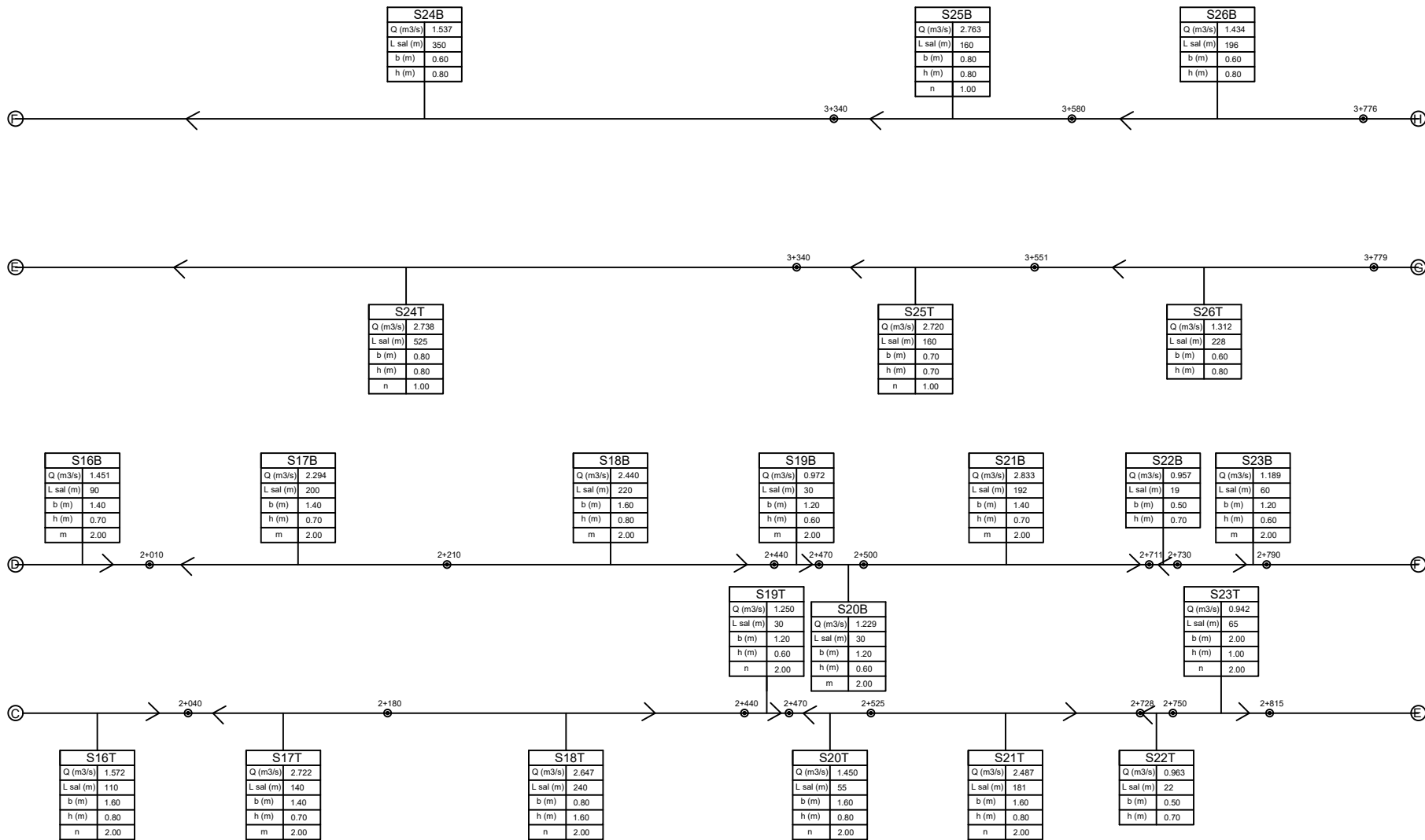
Frelya Eka Anjelita
(0311154000062)

JUDUL GAMBAR

SKEMA SALURAN

NO / TOTAL LEMBAR

03/23



S24B	
Q (m ³ /s)	1.537
L sal (m)	350
b (m)	0.60
h (m)	0.80

S25B	
Q (m ³ /s)	2.763
L sal (m)	160
b (m)	0.80
h (m)	0.80
n	1.00

S26B	
Q (m ³ /s)	1.434
L sal (m)	196
b (m)	0.60
h (m)	0.80

S24T	
Q (m ³ /s)	2.738
L sal (m)	525
b (m)	0.80
h (m)	0.80
n	1.00

S25T	
Q (m ³ /s)	2.720
L sal (m)	160
b (m)	0.70
h (m)	0.70
n	1.00

S26T	
Q (m ³ /s)	1.312
L sal (m)	228
b (m)	0.60
h (m)	0.80

S16B	
Q (m ³ /s)	1.451
L sal (m)	90
b (m)	1.40
h (m)	0.70
m	2.00

S17B	
Q (m ³ /s)	2.294
L sal (m)	200
b (m)	1.40
h (m)	0.70
m	2.00

S18B	
Q (m ³ /s)	2.440
L sal (m)	220
b (m)	1.60
h (m)	0.80
m	2.00

S19B	
Q (m ³ /s)	0.972
L sal (m)	30
b (m)	1.20
h (m)	0.60
m	2.00

S21B	
Q (m ³ /s)	2.833
L sal (m)	192
b (m)	1.40
h (m)	0.70
m	2.00

S22B	
Q (m ³ /s)	0.957
L sal (m)	19
b (m)	0.50
h (m)	0.70

S23B	
Q (m ³ /s)	1.189
L sal (m)	60
b (m)	1.20
h (m)	0.60
m	2.00

S19T	
Q (m ³ /s)	1.250
L sal (m)	30
b (m)	1.20
h (m)	0.60
n	2.00

S20B	
Q (m ³ /s)	1.229
L sal (m)	30
b (m)	1.20
h (m)	0.60
m	2.00

S23T	
Q (m ³ /s)	0.942
L sal (m)	65
b (m)	2.00
h (m)	1.00
n	2.00

S16T	
Q (m ³ /s)	1.572
L sal (m)	110
b (m)	1.60
h (m)	0.80
n	2.00

S17T	
Q (m ³ /s)	2.722
L sal (m)	140
b (m)	1.40
h (m)	0.70
m	2.00

S18T	
Q (m ³ /s)	2.647
L sal (m)	240
b (m)	0.80
h (m)	1.60
n	2.00

S20T	
Q (m ³ /s)	1.450
L sal (m)	55
b (m)	1.60
h (m)	0.80
n	2.00

S21T	
Q (m ³ /s)	2.487
L sal (m)	181
b (m)	1.60
h (m)	0.80
n	2.00

S22T	
Q (m ³ /s)	0.963
L sal (m)	22
b (m)	0.50
h (m)	0.70



INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER
FTSLK
DEPARTEMEN
TEKNIK SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN DRAINASE PROYEK JALAN
TOL PANDAAN-MALANG STA 0+000 s.d STA
15+000

DOSEN PEMBIMBING

Dr. techn. Umboro
Lasminto, S.T., M.Sc

MAHASISWA

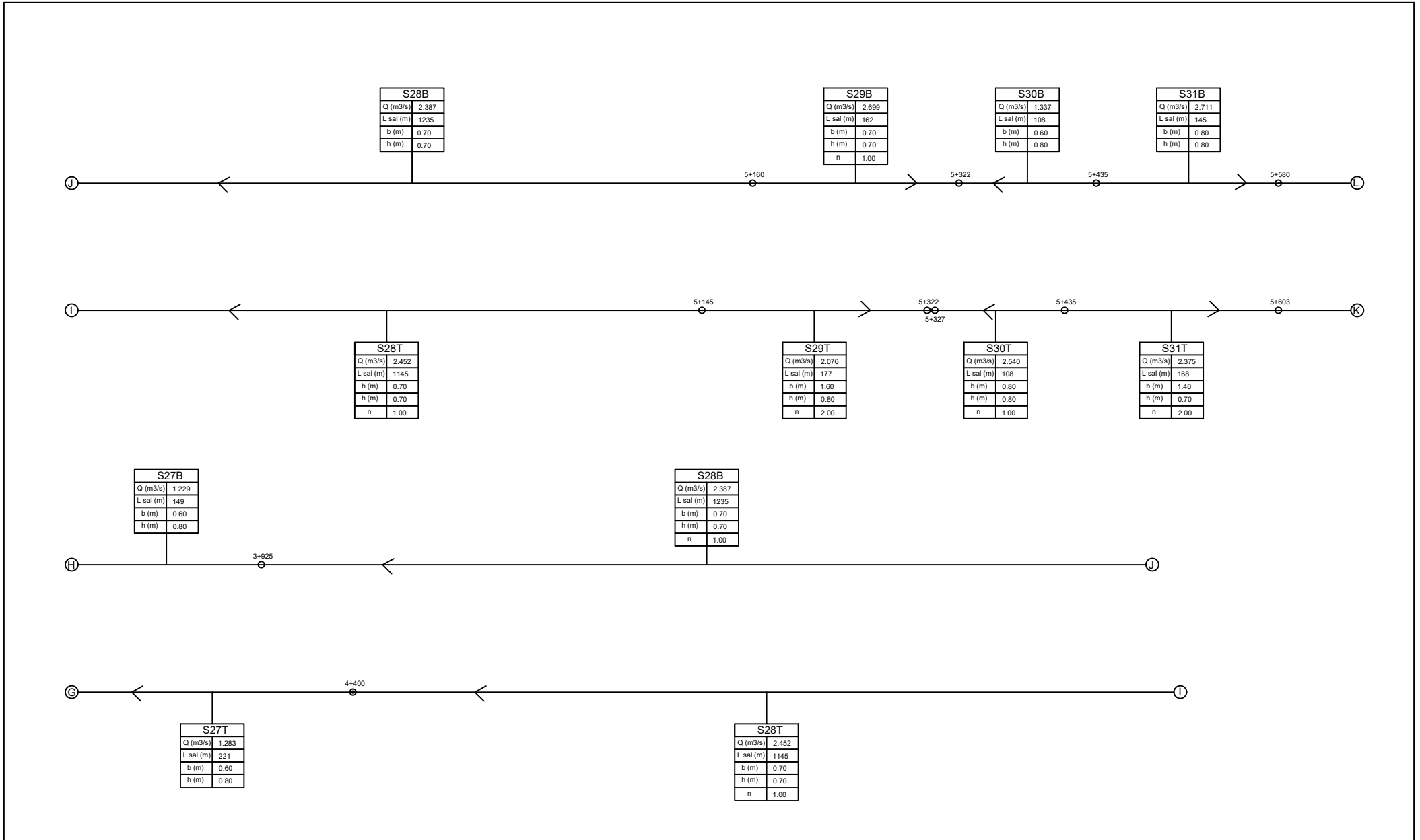
Frelya Eka Anjelita
(0311154000062)

JUDUL GAMBAR

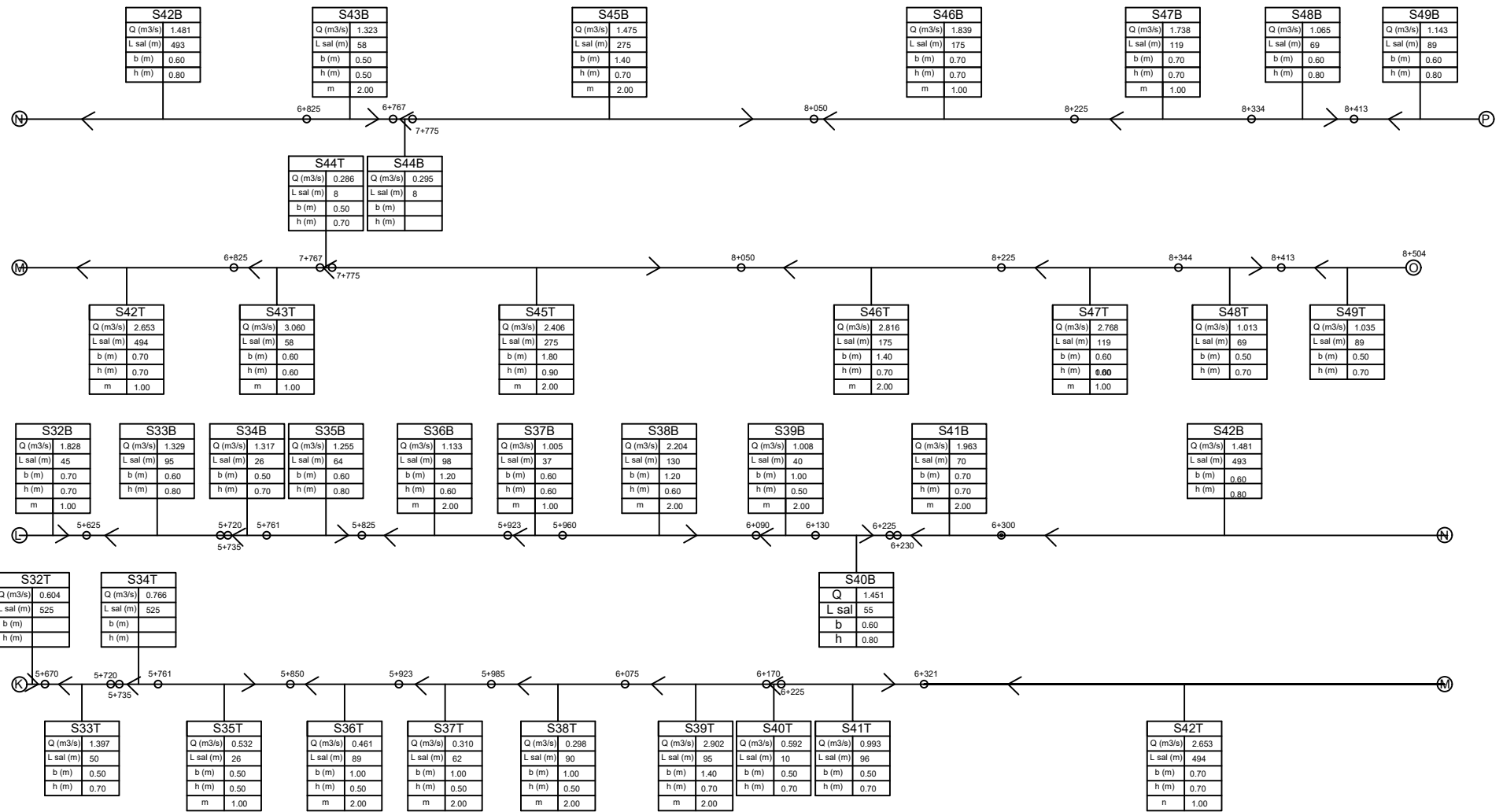
SKEMA SALURAN

NO / TOTAL LEMBAR

04/23

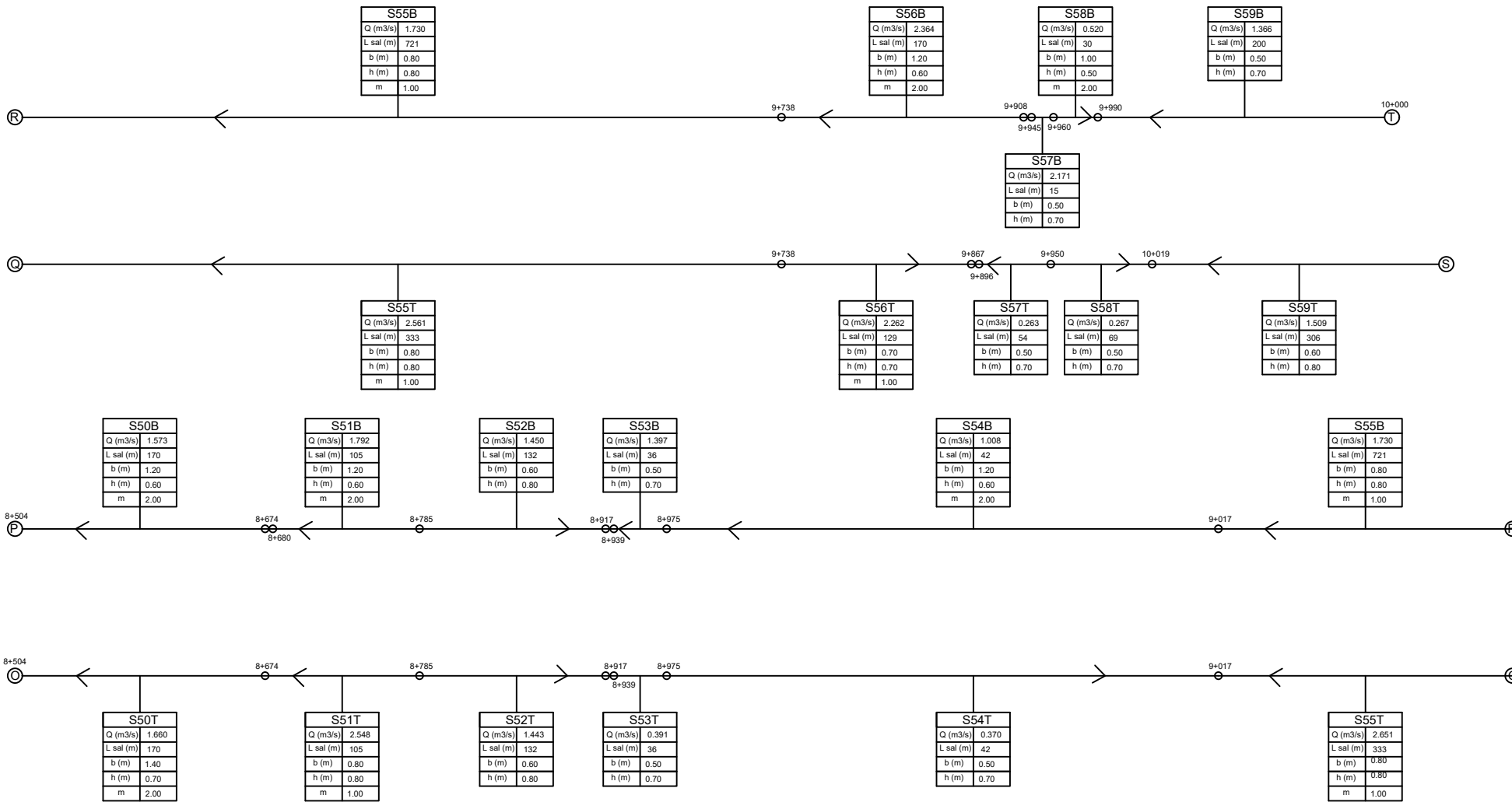


<p>INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER FTSLK DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL</p>	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	MAHASISWA	JUDUL GAMBAR	NO / TOTAL LEMBAR
	<p>PERENCANAAN DRAINASE PROYEK JALAN TOL PANDAAN-MALANG STA 0+000 s.d STA 15+000</p>	<p>Dr. techn. Umboro Lasminto, S.T., M.Sc</p>	<p>Frelya Eka Anjelita (0311154000062)</p>	<p>SKEMA SALURAN</p>	<p>05/23</p>



INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER
FTSLK
DEPARTEMEN
TEKNIK SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	MAHASISWA	JUDUL GAMBAR	NO / TOTAL LEMBAR
PERENCANAAN DRAINASE PROYEK JALAN TOL PANDAAN-MALANG STA 0+000 s.d STA 15+000	Dr. techn. Umboro Lasminto, S.T., M.Sc	Frelya Eka Anjelita (0311154000062)	SKEMA SALURAN	06/23



INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER
FTSLK
DEPARTEMEN
TEKNIK SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN DRAINASE PROYEK JALAN
TOL PANDAAN-MALANG STA 0+000 s.d STA
15+000

DOSEN PEMBIMBING

Dr. techn. Umboro
Lasminto, S.T., M.Sc

MAHASISWA

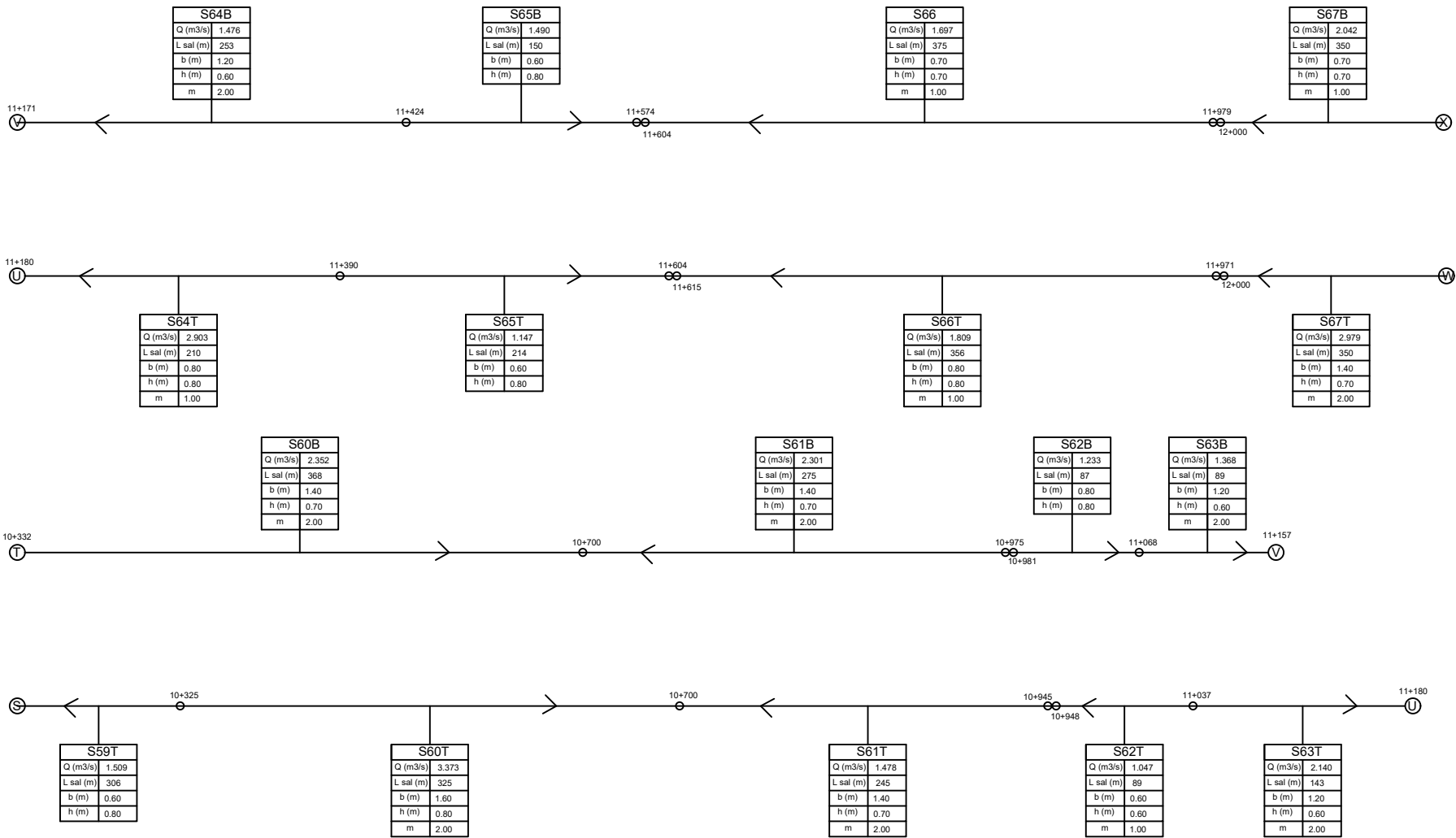
Frelya Eka Anjelita
(0311154000062)

JUDUL GAMBAR

SKEMA SALURAN

NO / TOTAL LEMBAR

07/23



INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER
FTSLK
DEPARTEMEN
TEKNIK SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN DRAINASE PROYEK JALAN
TOL PANDAAN-MALANG STA 0+000 s.d STA
15+000

DOSEN PEMBIMBING

Dr. techn. Umboro
Lasminto, S.T., M.Sc

MAHASISWA

Frelya Eka Anjelita
(0311154000062)

JUDUL GAMBAR

SKEMA SALURAN

NO / TOTAL LEMBAR

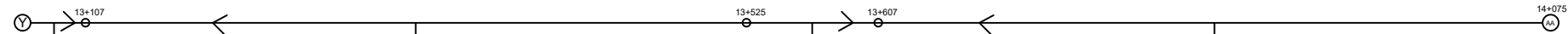
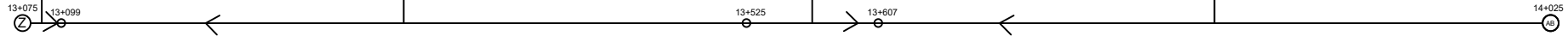
08/23

S72B	
Q (m ³ /s)	1,040
L sal (m)	24
b (m)	0,60
h (m)	0,80
m	

S73B	
Q (m ³ /s)	2,381
L sal (m)	426
b (m)	0,70
h (m)	0,70
m	1,00

S74B	
Q (m ³ /s)	1,293
L sal (m)	82
b (m)	0,50
h (m)	0,50
m	1,00

S75B	
Q (m ³ /s)	2,746
L sal (m)	418
b (m)	0,70
h (m)	0,70
m	1,00



S72T	
Q (m ³ /s)	2,385
L sal (m)	39
b (m)	0,80
h (m)	0,80
m	1,00

S73T	
Q (m ³ /s)	2,963
L sal (m)	411
b (m)	1,00
h (m)	0,80
m	0,80

S74T	
Q (m ³ /s)	1,921
L sal (m)	82
b (m)	0,70
h (m)	0,70
m	1,00

S75T	
Q (m ³ /s)	2,138
L sal (m)	418
b (m)	0,70
h (m)	0,70
m	1,00

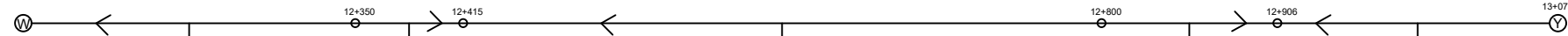
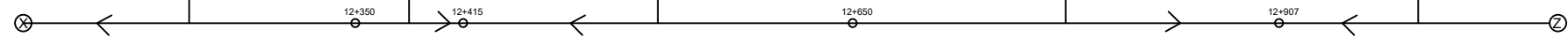
S67B	
Q (m ³ /s)	2,042
L sal (m)	350
b (m)	0,70
h (m)	0,70
m	1,00

S68B	
Q (m ³ /s)	0,930
L sal (m)	65
b (m)	0,50
h (m)	0,70
m	

S69B	
Q (m ³ /s)	1,475
L sal (m)	235
b (m)	0,60
h (m)	0,80
m	

S70B	
Q (m ³ /s)	2,189
L sal (m)	257
b (m)	0,70
h (m)	0,70
m	1,00

S71B	
Q (m ³ /s)	1,428
L sal (m)	168
b (m)	0,60
h (m)	0,80
m	



S67T	
Q (m ³ /s)	2,979
L sal (m)	350
b (m)	1,40
h (m)	0,70
m	2,00

S68T	
Q (m ³ /s)	0,916
L sal (m)	65
b (m)	0,50
h (m)	0,70
m	

S69T	
Q (m ³ /s)	2,757
L sal (m)	385
b (m)	0,80
h (m)	0,80
m	1,00

S70T	
Q (m ³ /s)	1,430
L sal (m)	106
b (m)	0,60
h (m)	0,80
m	

S71T	
Q (m ³ /s)	1,458
L sal (m)	169
b (m)	0,60
h (m)	0,80
m	



INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER
FTSLK
DEPARTEMEN
TEKNIK SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN DRAINASE PROYEK JALAN
TOL PANDAAN-MALANG STA 0+000 s.d STA
15+000

DOSEN PEMBIMBING

Dr. techn. Umboro
Lasminto, S.T., M.Sc

MAHASISWA

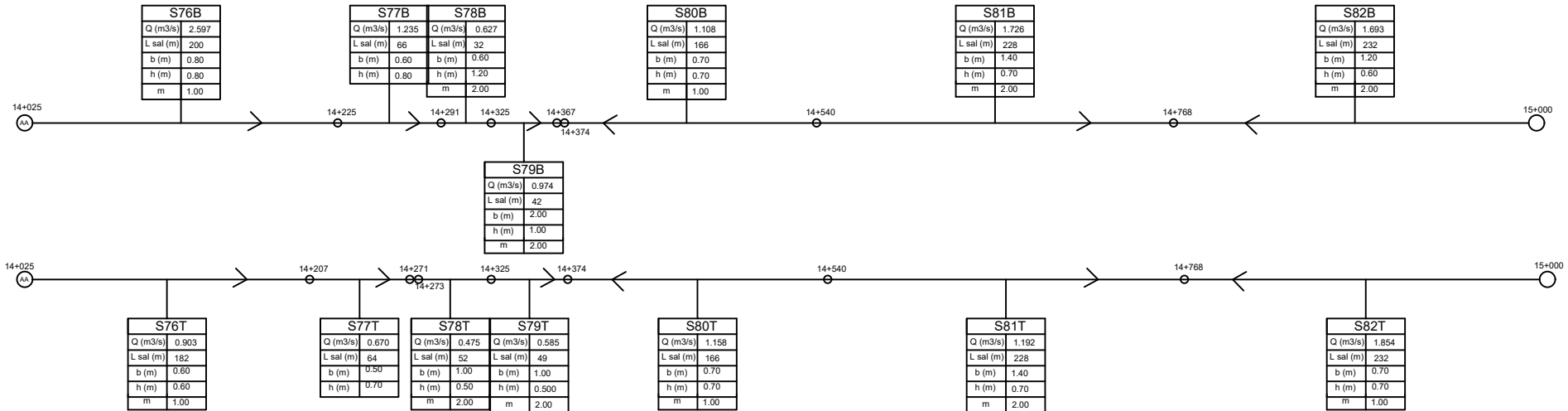
Frelya Eka Anjelita
(0311154000062)

JUDUL GAMBAR

SKEMA SALURAN

NO / TOTAL LEMBAR

09/23



INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER
FTSLK
DEPARTEMEN
TEKNIK SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN DRAINASE PROYEK JALAN
TOL PANDAAN-MALANG STA 0+000 s.d STA
15+000

DOSEN PEMBIMBING

Dr. techn. Umboro
Lasminto, S.T., M.Sc

MAHASISWA

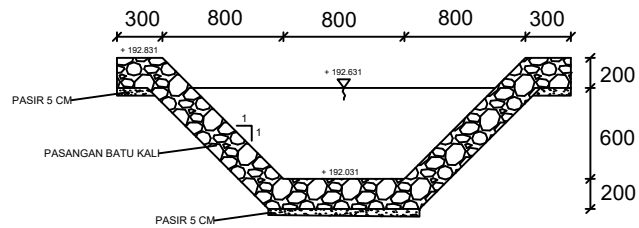
Frelya Eka Anjelita
(0311154000062)

JUDUL GAMBAR

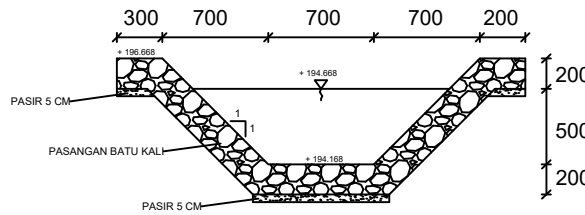
SKEMA SALURAN

NO / TOTAL LEMBAR

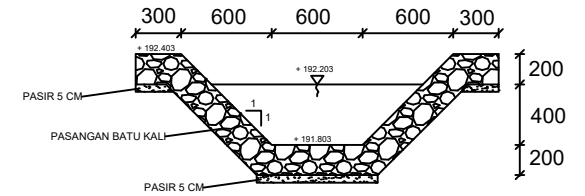
10/23



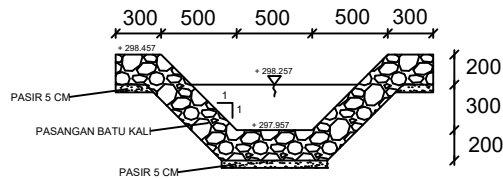
POTONGAN MELINTANG SALURAN S1T
SKALA 1 : 50



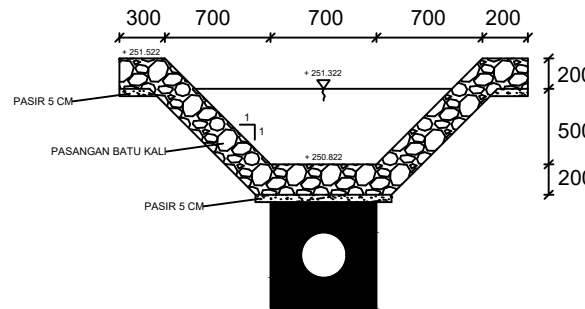
POTONGAN MELINTANG SALURAN S5T
SKALA 1 : 50



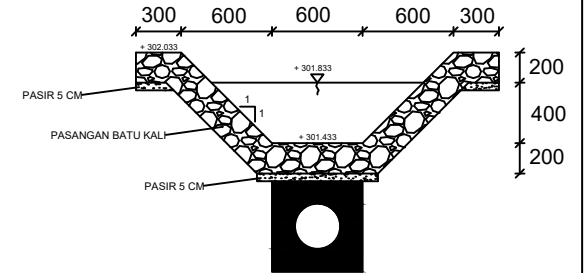
POTONGAN MELINTANG SALURAN S1T
SKALA 1 : 50



POTONGAN MELINTANG SALURAN S35T
SKALA 1 : 50



POTONGAN MELINTANG SALURAN S28T
SKALA 1 : 50



POTONGAN MELINTANG SALURAN S43T
SKALA 1 : 50



INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER
FTSLK
DEPARTEMEN
TEKNIK SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN DRAINASE PROYEK JALAN
TOL PANDAAN-MALANG STA 0+000 s.d STA
15+000

DOSEN PEMBIMBING

Dr. techn. Umboro
Lasminto, S.T., M.Sc

MAHASISWA

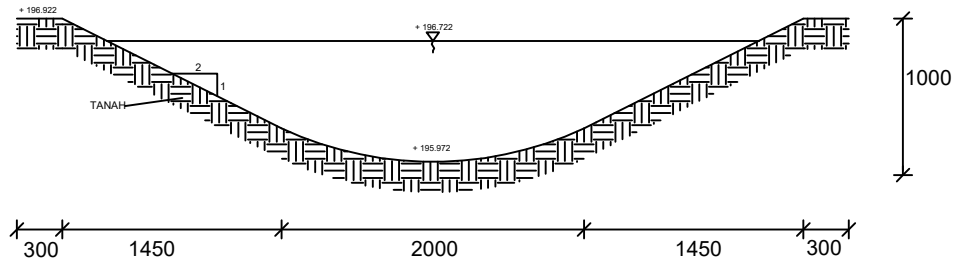
Frelya Eka Anjelita
(0311154000062)

JUDUL GAMBAR

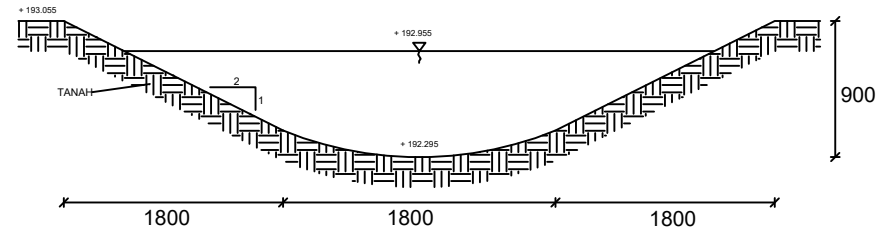
POTONGAN MELINTANG
SALURAN

NO / TOTAL LEMBAR

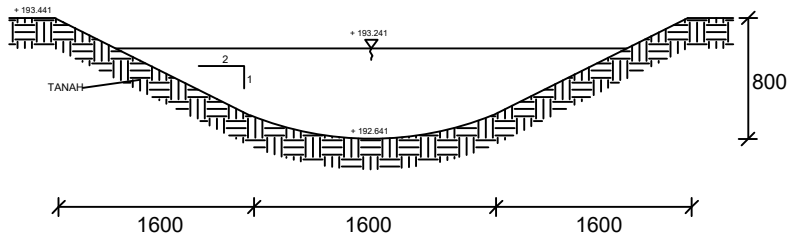
11/23



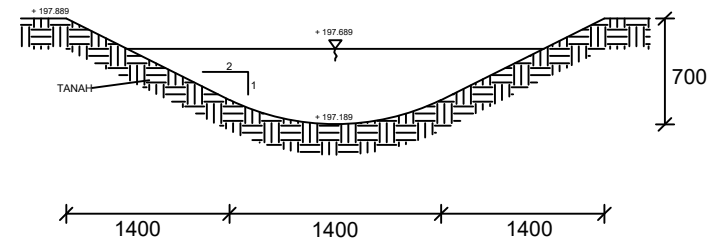
POTONGAN MELINTANG SALURAN S14T
SKALA 1 : 50



POTONGAN MELINTANG SALURAN S11T
SKALA 1 : 50



POTONGAN MELINTANG SALURAN S12T2
SKALA 1 : 50



POTONGAN MELINTANG SALURAN S4T2
SKALA 1 : 50



INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER
FTSLK
DEPARTEMEN
TEKNIK SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN DRAINASE PROYEK JALAN
TOL PANDAAN-MALANG STA 0+000 s.d STA
15+000

DOSEN PEMBIMBING

Dr. techn. Umboro
Lasminto, S.T., M.Sc

MAHASISWA

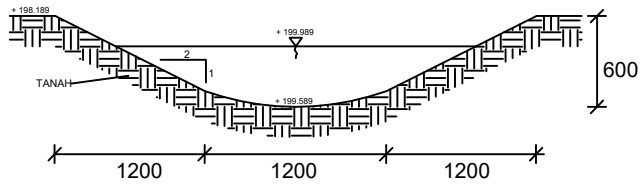
Frelya Eka Anjelita
(0311154000062)

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MELINTANG
SALURAN

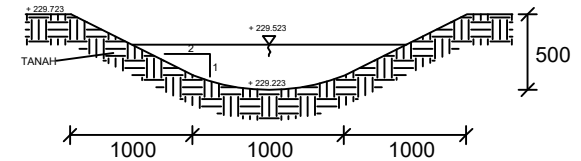
NO / TOTAL LEMBAR

12/23



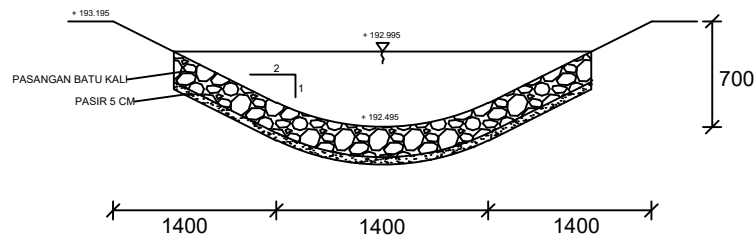
POTONGAN MELINTANG SALURAN S19T

SKALA 1 : 50



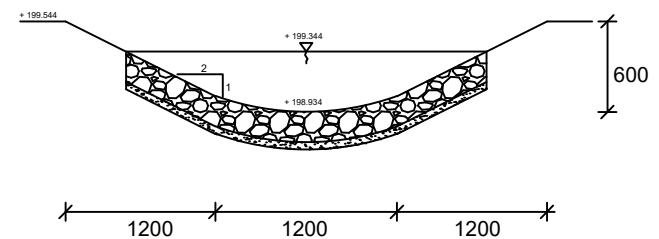
POTONGAN MELINTANG SALURAN S37T

SKALA 1 : 50



POTONGAN MELINTANG SALURAN S12T1

SKALA 1 : 50



POTONGAN MELINTANG SALURAN S23T

SKALA 1 : 50



INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER
FTSLK
DEPARTEMEN
TEKNIK SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN DRAINASE PROYEK JALAN
TOL PANDAAN-MALANG STA 0+000 s.d STA
15+000

DOSEN PEMBIMBING

Dr. techn. Umboro
Lasminto, S.T., M.Sc

MAHASISWA

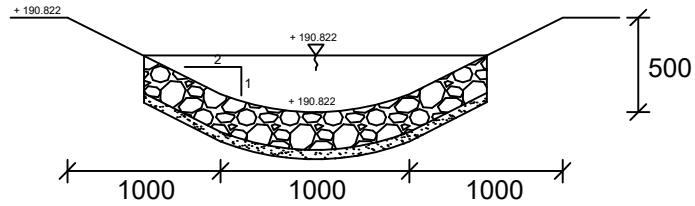
Frelya Eka Anjelita
(0311154000062)

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MELINTANG
SALURAN

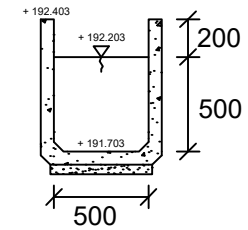
NO / TOTAL LEMBAR

13/23



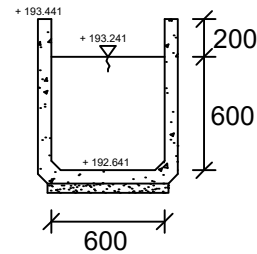
POTONGAN MELINTANG SALURAN S3T

SKALA 1 : 40



POTONGAN MELINTANG SALURAN S16T

SKALA 1 : 40



POTONGAN MELINTANG SALURAN S13T

SKALA 1 : 40



INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER
FTSLK
DEPARTEMEN
TEKNIK SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN DRAINASE PROYEK JALAN
TOL PANDAAN-MALANG STA 0+000 s.d STA
15+000

DOSEN PEMBIMBING

Dr. techn. Umboro
Lasminto, S.T., M.Sc

MAHASISWA

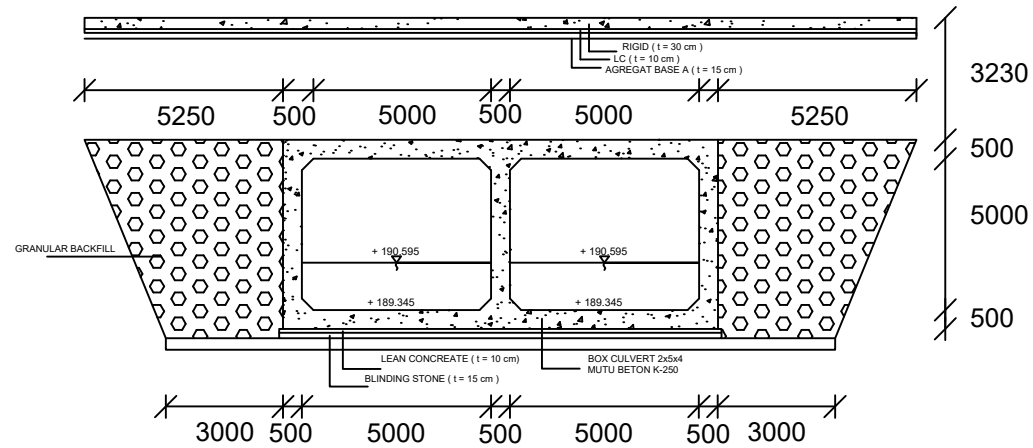
Frelya Eka Anjelita
(0311154000062)

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MELINTANG
SALURAN

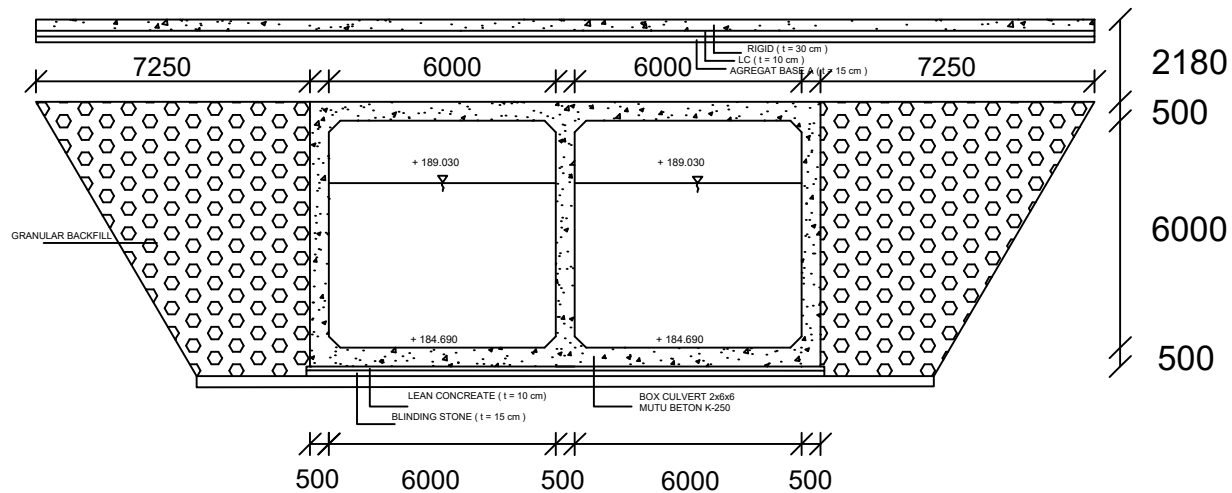
NO / TOTAL LEMBAR

14/23



POTONGAN MELINTANG S. BETITING

SKALA 1 : 200



POTONGAN MELINTANG S. CURAH BANYAK

SKALA 1 : 200



INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER
FTSLK
DEPARTEMEN
TEKNIK SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN DRAINASE PROYEK JALAN
TOL PANDAAN-MALANG STA 0+000 s.d STA
15+000

DOSEN PEMBIMBING

Dr. techn. Umboro
Lasminto, S.T., M.Sc

MAHASISWA

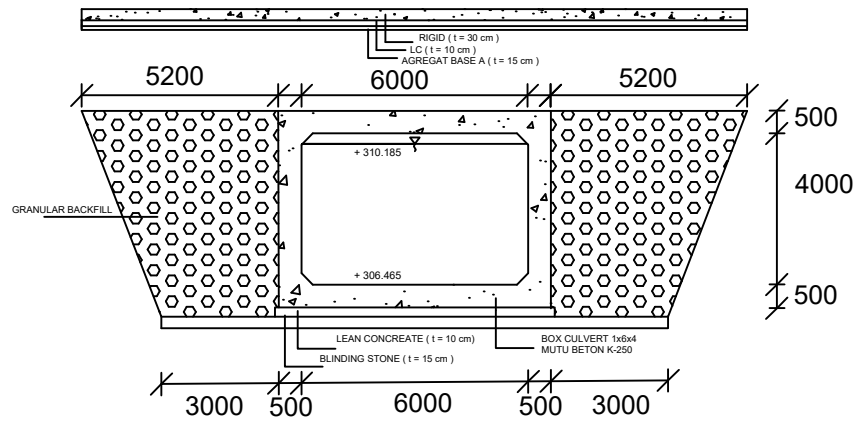
Frelya Eka Anjelita
(0311154000062)

JUDUL GAMBAR

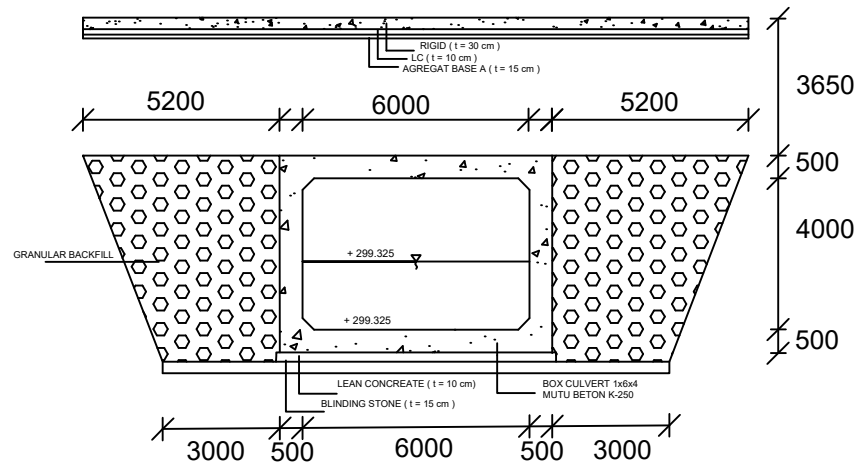
POTONGAN MELINTANG
GORONG-GORONG

NO / TOTAL LEMBAR

15/23



POTONGAN MELINTANG S. SUMBER TUMPANG
SKALA 1 : 200



POTONGAN MELINTANG S. RENGKET
SKALA 1 : 200



INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER
FTSLK
DEPARTEMEN
TEKNIK SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN DRAINASE PROYEK JALAN
TOL PANDAAN-MALANG STA 0+000 s.d STA
15+000

DOSEN PEMBIMBING

Dr. techn. Umboro
Lasminto, S.T., M.Sc

MAHASISWA

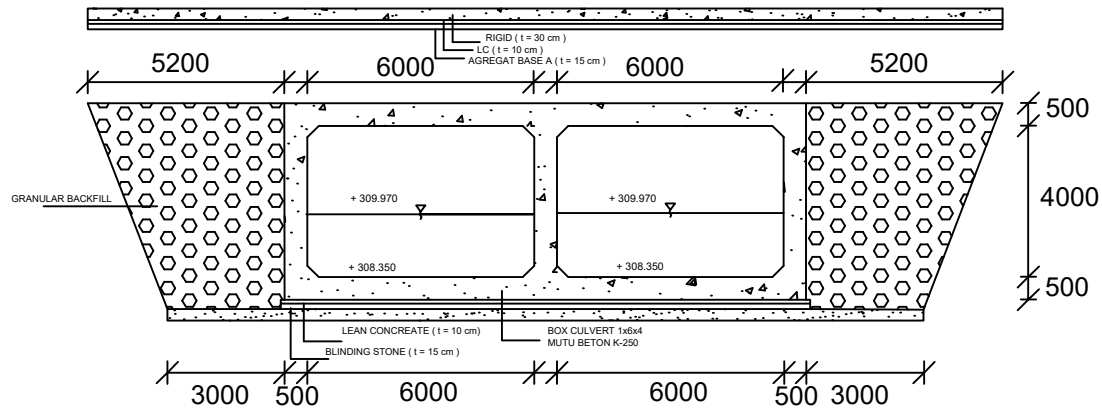
Frelya Eka Anjelita
(0311154000062)

JUDUL GAMBAR

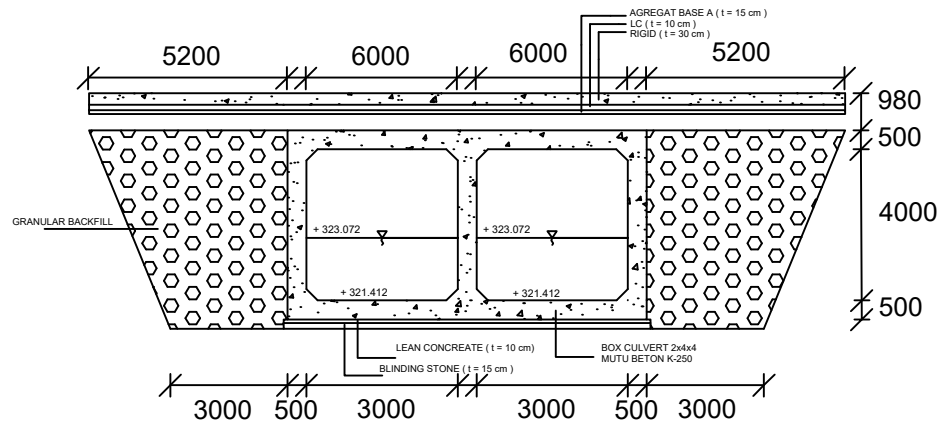
POTONGAN MELINTANG
GORONG-GORONG

NO / TOTAL LEMBAR

16/23



POTONGAN MELINTANG S. JUMPINANG
SKALA 1 : 200



POTONGAN MELINTANG S. JURI
SKALA 1 : 200



INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER
FTSLK
DEPARTEMEN
TEKNIK SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN DRAINASE PROYEK JALAN
TOL PANDAAN-MALANG STA 0+000 s.d STA
15+000

DOSEN PEMBIMBING

Dr. techn. Umboro
Lasminto, S.T., M.Sc

MAHASISWA

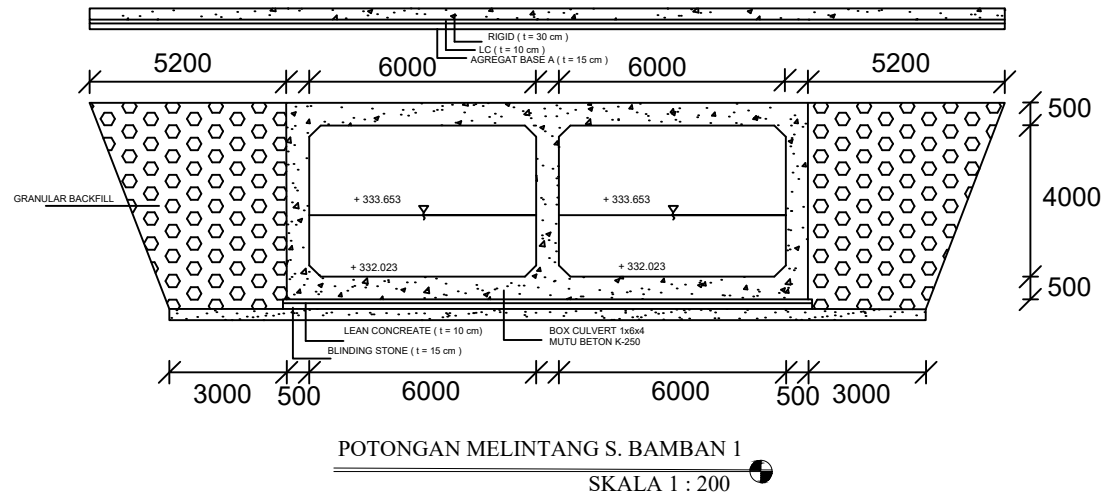
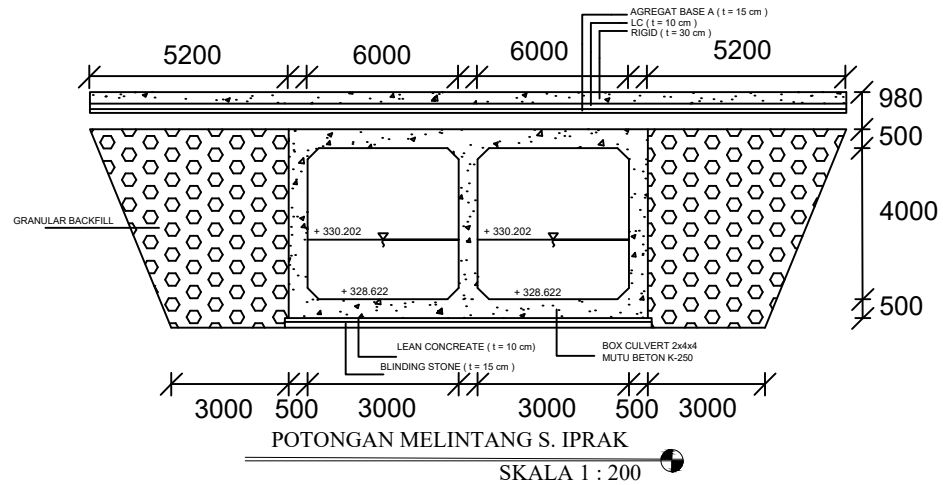
Frelya Eka Anjelita
(0311154000062)

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MELINTANG
GORONG-GORONG

NO / TOTAL LEMBAR

17/23



INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER
FTSLK
DEPARTEMEN
TEKNIK SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN DRAINASE PROYEK JALAN
TOL PANDAAN-MALANG STA 0+000 s.d STA
15+000

DOSEN PEMBIMBING

Dr. techn. Umboro
Lasminto, S.T., M.Sc

MAHASISWA

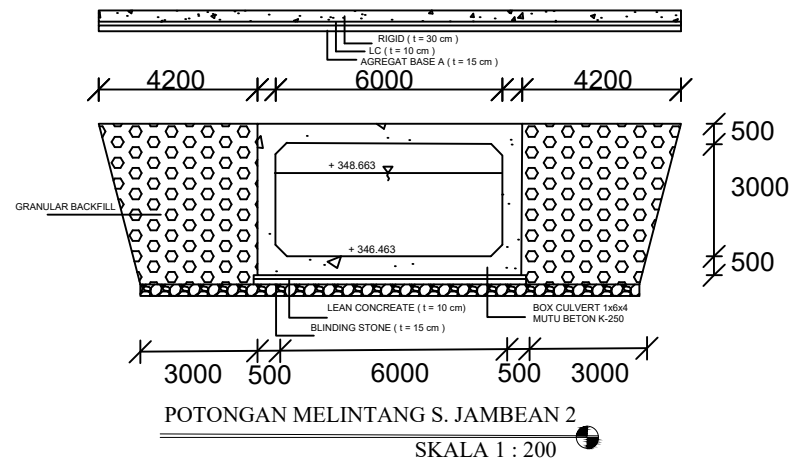
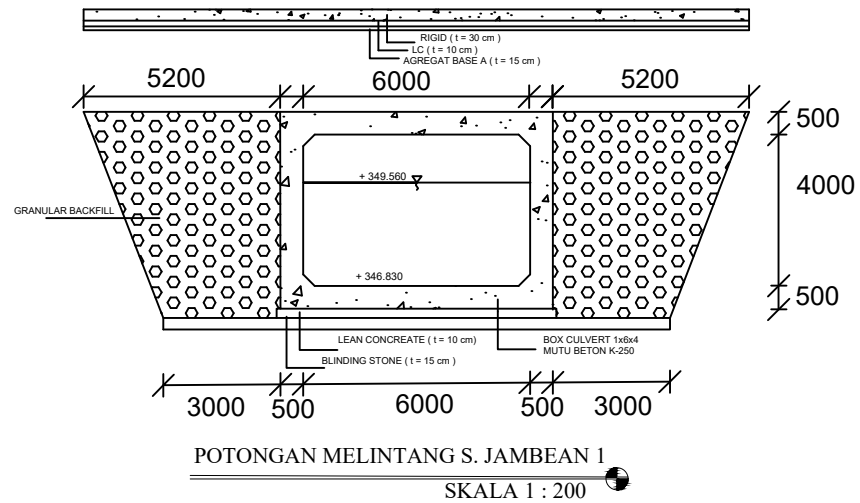
Frelya Eka Anjelita
(0311154000062)

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MELINTANG
GORONG-GORONG

NO / TOTAL LEMBAR

18/23



INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER
FTSLK
DEPARTEMEN
TEKNIK SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN DRAINASE PROYEK JALAN
TOL PANDAAN-MALANG STA 0+000 s.d STA
15+000

DOSEN PEMBIMBING

Dr. techn. Umboro
Lasminto, S.T., M.Sc

MAHASISWA

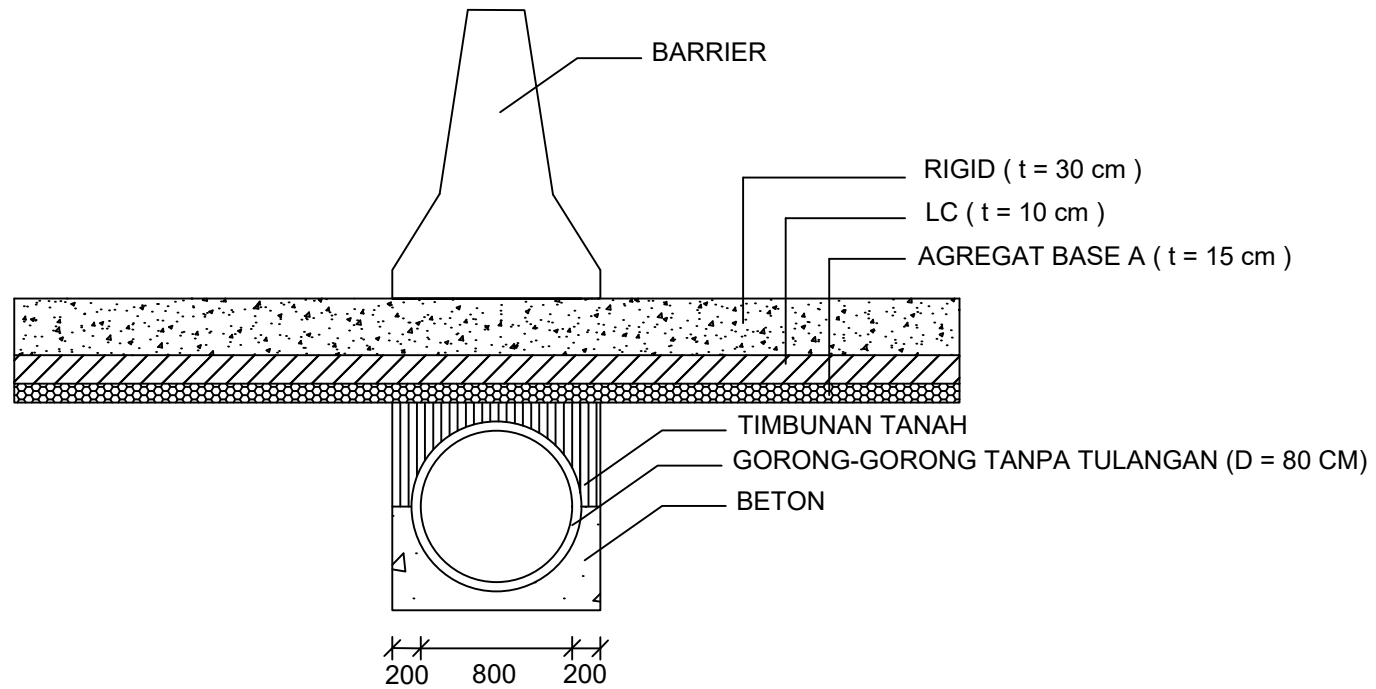
Frelya Eka Anjelita
(0311154000062)

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MELINTANG
GORONG-GORONG

NO / TOTAL LEMBAR

20/23



POTONGAN MELINTANG GORONG-GORONG

SKALA 1 : 40



INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER
FTSLK
DEPARTEMEN
TEKNIK SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN DRAINASE PROYEK JALAN
TOL PANDAAN-MALANG STA 0+000 s.d STA
15+000

DOSEN PEMBIMBING

Dr. techn. Umboro
Lasminto, S.T., M.Sc

MAHASISWA

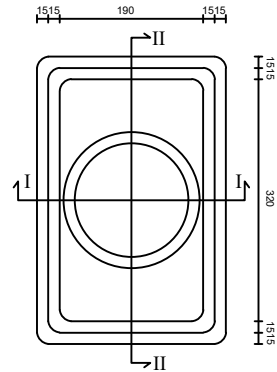
Frelya Eka Anjelita
(0311154000062)

JUDUL GAMBAR

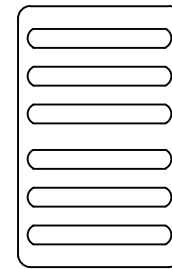
POTONGAN MELINTANG
GORONG-GORONG

NO / TOTAL LEMBAR

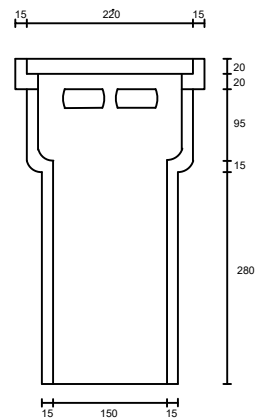
21/23



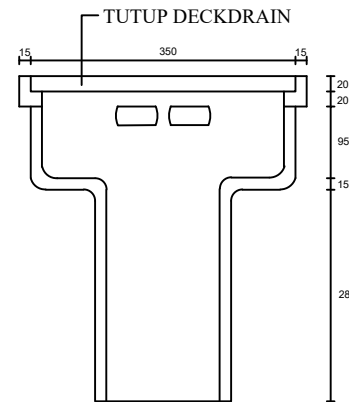
TAMPAK ATAS
SKALA 1 : 10



TUTUP DECK DRAIN
SKALA 1 : 10



POTONGAN I-I
SKALA 1 : 10



POTONGAN II-II
SKALA 1 : 10



INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER
FTSLK
DEPARTEMEN
TEKNIK SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN DRAINASE PROYEK JALAN
TOL PANDAAN-MALANG STA 0+000 s.d STA
15+000

DOSEN PEMBIMBING

Dr. techn. Umboro
Lasminto, S.T., M.Sc

MAHASISWA

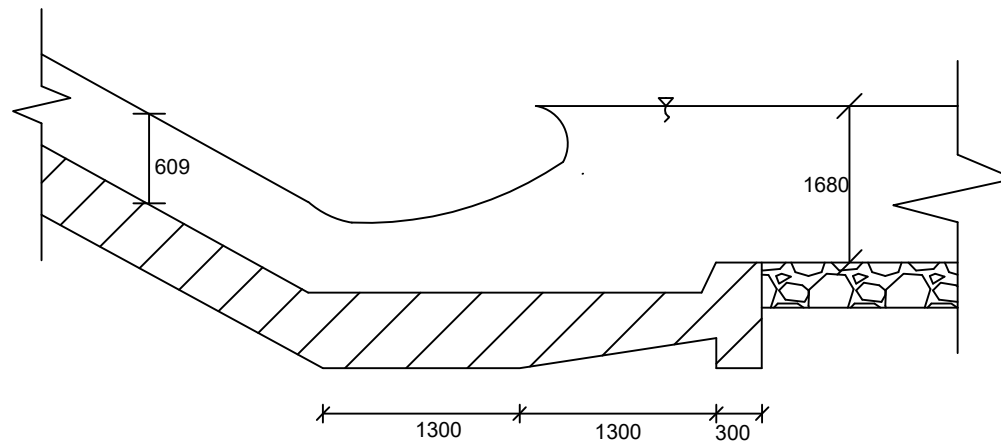
Frelya Eka Anjelita
(0311154000062)

JUDUL GAMBAR

DETAIL DECK DRAIN

NO / TOTAL LEMBAR

22/23



POTONGAN MEMANJANG KOLAM OLAK

SKALA 1 : 50



INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER
FTSLK
DEPARTEMEN
TEKNIK SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN DRAINASE PROYEK JALAN
TOL PANDAAN-MALANG STA 0+000 s.d STA
15+000

DOSEN PEMBIMBING

Dr. techn. Umboro
Lasminto, S.T., M.Sc

MAHASISWA

Frelya Eka Anjelita
(0311154000062)

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG
KOLAM OLAK

NO / TOTAL LEMBAR

23/23



Form AK/TA-04
rev01

PROGRAM STUDI S-1 JURUSAN TEKNIK SIPIL FTSP - ITS
LEMBAR KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR (WAJIB DIISI)

Jurusan Teknik Sipil It.2, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111

Telp.031-5946094, Fax.031-5947284



NAMA PEMBIMBING	: Dr. techn. Umboro Lasminto, S.T., M.Sc
NAMA MAHASISWA	: Frely4 Eka Anjelita
NRP	: 0311154000062
JUDUL TUGAS AKHIR	: Perencanaan Drainase Proyek Jalan tol Pandaan - Malang Sta. 0+000 - 15+000
TANGGAL PROPOSAL	: 28 Januari 2018
NO. SP-MMTA	: 14608/172.VI.4.1/PP.05.02.00/2019

NO	TANGGAL	KEGIATAN		PARAF ASISTEN
		REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
	5-03-19	Menentukan DAS sungai yang terpotong jalan tol.	- Sungai yang digunakan hanya sungai yang berpotongan dengan jalan tol saja. Menentukan debit rencana 50 tahun pada sungai.	
	14-03-19	Debit rencana 50 th pada Sungai		
	23-03-19	Debit rencana 50th pada Sungai	Analisa hidrologi	
	09-04-19	Menentukan curah hujan rencana pada DAS sungai, Drainase tepi menggunakan Poligon thiesen.		
	06-04-19	Asistensi Analisa hidrologi	Analisa hidrolika	
	03-05-19	Asistensi analisa hidrolika	Menentukan diameter Borong - Borong	
	17-05-19	Asistensi saluran median Asistensi saluran pada Bangunan peralangan (Borong - Borong)	direncanakan diameter saluran median 80 cm. Menentukan diameter gorong sesuai dengan kebutuhan di lapangan.	

BIODATA PENULIS



Frelya Eka Anjelita. Penulis dilahirkan di Bojonegoro pada 03 April 1997. Penulis telah menempuh Pendidikan formal di SDN Banjarjo II, SMP Negeri 1 Padangan, dan SMA Negeri 1 Cepu. Pada tahun 2015 penulis diterima di Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan (FTSLK), Institut Teknologi Sepuluh Nopember, terdaftar dengan NRP 03111540000062. Penulis adalah salah satu Mahasiswi Program Sarjana (S1) dengan bidang Studi Hidroteknik dengan mengambil judul tugas akhir “Perencanaan Drainase Jalan Tol Pandaan Malang Sta 0+000 s.d Sta 15+000”. Selama menempuh Pendidikan di Departemen Teknik Sipil ITS penulis aktif dalam organisasi Himpunan Mahasiswa Sipil ITS yaitu Divisi CITRA (Civil ITS Tradisi Juara) serta mengikuti kegiatan kepanitiaan dilingkup ITS. Bagi penulis merupakan kebanggaan apabila Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca. Untuk pembaca yang ingin berdiskusi, memberikan saran atau masukan dapat berkorespondensi melalui email frelyaeaa12@gmail.com.