PROYEK AKHIR – RC 090342

NORMALISASI KALI KEMUNING DENGAN CARA PENINGGIAN TANGKIS UNTUK MENGURANGI LUAPAN AIR DI KABUPATEN SAMPANG MADURA JAWA TIMUR

DANU SURENDRO
NRP. 3108 030 140

Dosen Pembimbing
Ir. Pudiastuti
NIP. 19501015.198203.2001

PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2012

ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

FINAL PROJECT - RC 090342

NORMALIZATION OF KEMUNING RIVER BY DIKE ENCHANMENT TO REDUCE THE OVERFLOW IN SAMPANG REGENCY MADURA EAST JAVA

DANU SURENDRO
NRP. 3108 030 140

Counselor Lecturer
Ir. Pudiastuti
NIP. 19501015.198203.2001

STUDY PROGRAM DIPLOMA III CIVIL ENGINEERING
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING AND PLANNING
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA 2012

NORMALISASI KALI KEMUNING DENGAN CARA PENINGGIAN TANGKIS UNTUK MENGURANGI LUAPAN AIR DI KABUPATEN SAMPANG MADURA JAWA TIMUR

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya Teknik
Pada
Program Studi Diploma III Teknik Sipil Bangunan Air
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

DANU SURENDRO
Nrp. 3108.030.140

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

Ir. PUDIASTUTI
NIP. 19501015 198203 2 001

SURABAYA, JULI 2012

DAFTAR ISI

Abstrak……....i
Kata Pengantar……....iii
Daftar isi……iv
Daftar Tabel……....vii
Daftar Gambar……xi
Daftar Lampiran……xii

BAB I PENDAHULUAN
1.1 Latar Belakang …… 1
1.2 Rumusan Masalah …… 3
1.3 Batasan Masalah …… 3
1.4 Tujuan …… 3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA
2.1 Umum……4
2.1.1 Menghitung Data Hujan Yang Hilang …….. 4
2.2 Analisa Hujan Maksimum …… 5
2.2.1 Cara Arithmatic mean …… 5
2.2.2 Cara Polygon Thiessen …… 6
2.3 Perhitungan Curah Hujan Rencana ……... 6
2.3.1 Metode Gumbel …… 6
2.3.2 Metode Log Pearson Tipe III ……... 7
2.4 Uji Distribusi Data …… 8
2.4.1 Uji Chi Kuadrat …… 8
2.4.2 Uji Smirnov – Kollogorov ……... 8
2.5 Distribusi Curah Hujan Efektif ……... 11
2.5.1 Distribusi Curah Hujan Efektif Jam – jaman ……. 11
2.6 Metode Satuan Hidrograf Nakayasu …….. 12
2.7 Koefisien Pengaliran …… 15
2.8 Analisa Hidrolika …….. 18
2.9 Stabilitas Lereng …… 19
2.9.1 Metode Perhitungan Stabilitas Lereng……..20

BAB III METODOLOGI

3.1 Persiapan……23
3.2 Pengumpulan Data……23
3.3 Pengolahan Data……23
3.4 Analisa Perhitungan……...23
3.5 Normalisasi……24
3.6 Peninggian Tanggul……....24
3.7 Diagram Flow Chart……...25

BAB IV ANALISA DAN PERENCANAAN

4.1 Analisa Data Hujan……27
4.2 Analisa Hujan Maksimum……29
4.2.1 Perhitungan Distribusi Gumbel……..35
4.2.1.1 Perhitungan Parameter Dasar Statistik……37
4.2.1.2 Perhitungan Periode Ulang Curah Hujan……37
4.2.2 Perhitungan Distribusi Log Pearson Tipe III……38
4.2.1.1 Perhitungan Parameter Dasar Statistik……41
4.2.1.2 Perhitungan Periode Ulang Curah Hujan……41
4.3 Uji Distribusi Frekuens……..43
4.3.1 Uji – Chi Kuadrat……...43
4.3.1.1 Perhitungan Uji Chi – Kuadrat……44
4.3.1.1.1 Perhitungan Dengan Metode Gumbel……45
4.3.1.1.2 Perhitungan Dengan Metode Log Pearson III...47
4.3.2 Uji Smirnov – Kolmogorov……49
4.4 Distribusi Hujan Jam – Jaman……53
4.5 Perhitungan Debit Banjir Rencana……..55
4.5.1 Perhitungan Unit Hidrograf Banjir Nakayasu……55
4.5.1.1 Perhitungan Unit Hidrograf Nakayasu Pantauan 1..68
4.5.1.2 Perhitungan Unit Hidrograf Nakayasu Pantauan 2..80
4.5.1.3 Perhitungan Unit Hidrograf Nakayasu Pantauan 3..92
4.5.1.4 Perhitungan Unit Hidrograf Nakayasu Pantauan 4104

4.6 Perhitungan Kondisi Eksisting……116
4.7 Perencanaan Saluran……121
4.8 Perhitungan Stabilitas Lereng……..126
4.8.1 Cara Perhitungaan……..……...128

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN
5.1 Kesimpulan ……. 132
5.2 Saran……..…….. 133

DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai Kritis Do Untuk Uji Smirnov – Kolomogrov ……10
Tabel 2.2 Koefisien Nilai C…….....17
Tabel 2.3 Kohesi Dari Ujung Pusat Lingkaran Dasar Talud …….....20
Tabel 4.1 Data Hujan Yang Ada ……..28
Tabel 4.2 Data Hujan Yang Telah Dilengkapi…….... 29
Tabel 4.3 Luas Daerah Pengaruh Thiessen Polygon…….. 30
Tabel 4.4 Curah Hujan Rata – Rata Thiessen Polygon…….. 34
Tabel 4.5 Kriteria Pemilihan Jenis Distribusi Frekuensi..…….. 35
Tabel 4.6 Perhitungan Distribusi Gumbel……... 36
Tabel 4.7 Perhitungan Periode Ulang Curah Hujan…….…….. 38
Tabel 4.8 Perhitungan Distribusi Log Pearson Tipe III……...40
Tabel 4.9 Perhitungan Ulang Curah Hujan……..……....42
Tabel 4.10 Perbandingan Periode Ulang Curah Hujan……...42
Tabel 4.11 Perhitungan Metode Gumbel Uji – Chi Kuadrat ……46
Tabel 4.12 Perhitungan Chi – Kuadrat...……..46
Tabel 4.13 Perhitungan Metode Log Pearson Chi – Kuadrat ……47
Tabel 4.14 Perhitungan Uji Chi – Kuadrat……..……48
Tabel 4.15 Perhitungan Uji Smirnov Metode Gumbel…….....50
Tabel 4.16 Perhitungan Uji Smirnov Metode Log Pearson III ……52
Tabel 4.17 Perhitungan Distribusi Hujan Efektif……54
Tabel 4.18 Perhitungan Curah Hujn Efektif……54
Tabel 4.19 Perhitungan Curah Hujan Efektif Jam – Jaman…….55
Tabel 4.20 Hidrograf Untuk Kurva Naik……56
Tabel 4.21 Hidrograf Untuk Kurva Turun I……57

Tabel 4.22 Hidrograf Untuk Kurva Turun II……58
Tabel 4.23 Hidrograf Untuk Kurva Turun III……..59
Tabel 4.24 Ordinat Hidrograf Banjir Kala Ulang 1.11 Tahun….60
Tabel 4.25 Ordinat Hidrograf Banjir Kala Ulang 2 Tahun……..61
Tabel 4.26 Ordinat Hidrograf Banjir Kala Ulang 5 Tahun……..62
Tabel 4.27 Ordinat Hidrograf Banjir Kala Ulang 10 Tahun……63
Tabel 4.28 Ordinat Hidrograf Banjir Kala Ulang 25 Tahun……64
Tabel 4.29 Ordinat Hidrograf Banjir Kala Ulang 50 Tahun……65
Tabel 4.30 Ordinat Hidrograf Banjir Kala Ulang 100 Tahun…..66
Tabel 4.31 Hidrograf Untuk Kurva Naik……68
Tabel 4.32 Hidrograf Untuk Kurva Turun I……69
Tabel 4.33 Hidrograf Untuk Kurva Turun II……70
Tabel 4.34 Hidrograf Untuk Kurva Turun III……..71
Tabel 4.35 Ordinat Hidrograf Banjir Kala Ulang 1.11 Tahun….72
Tabel 4.36 Ordinat Hidrograf Banjir Kala Ulang 2 Tahun……..73
Tabel 4.37 Ordinat Hidrograf Banjir Kala Ulang 5 Tahun……..74
Tabel 4.38 Ordinat Hidrograf Banjir Kala Ulang 10 Tahun…....75
Tabel 4.39 Ordinat Hidrograf Banjir Kala Ulang 25 Tahun……76
Tabel 4.40 Ordinat Hidrograf Banjir Kala Ulang 50 Tahun……77
Tabel 4.41 Ordinat Hidrograf Banjir Kala Ulang 100 Tahun…..78
Tabel 4.42 Hidrograf Untuk Kurva Naik……80
Tabel 4.43 Hidrograf Untuk Kurva Turun I……81
Tabel 4.44 Hidrograf Untuk Kurva Turun II……82
Tabel 4.45 Hidrograf Untuk Kurva Turun III……..83
Tabel 4.46 Ordinat Hidrograf Banjir Kala Ulang 1.11 Tahun….84
Tabel 4.47 Ordinat Hidrograf Banjir Kala Ulang 2 Tahun……..85
Tabel 4.48 Ordinat Hidrograf Banjir Kala Ulang 5 Tahun……..86
Tabel 4.49 Ordinat Hidrograf Banjir Kala Ulang 10 Tahun……87
Tabel 4.50 Ordinat Hidrograf Banjir Kala Ulang 25 Tahun……88
Tabel 4.51 Ordinat Hidrograf Banjir Kala Ulang 50 Tahun……89
Tabel 4.52 Ordinat Hidrograf Banjir Kala Ulang 100 Tahun…..90
Tabel 4.53 Hidrograf Untuk Kurva Naik……92

Tabel 4.54 Hidrograf Untuk Kurva Turun I…….93
Tabel 4.55 Hidrograf Untuk Kurva Turun II……94
Tabel 4.56 Hidrograf Untuk Kurva Turun III……..95
Tabel 4.57 Ordinat Hidrograf Banjir Kala Ulang 1.11 Tahun….96
Tabel 4.58 Ordinat Hidrograf Banjir Kala Ulang 2 Tahun……..97
Tabel 4.59 Ordinat Hidrograf Banjir Kala Ulang 5 Tahun……..98
Tabel 4.60 Ordinat Hidrograf Banjir Kala Ulang 10 Tahun……99
Tabel 4.61 Ordinat Hidrograf Banjir Kala Ulang 25 Tahun…..100
Tabel 4.62 Ordinat Hidrograf Banjir Kala Ulang 50 Tahun…..101
Tabel 4.63 Ordinat Hidrograf Banjir Kala Ulang 100 Tahun…102
Tabel 4.64 Hidrograf Untuk Kurva Naik……...104
Tabel 4.65 Hidrograf Untuk Kurva Turun I……...105
Tabel 4.66 Hidrograf Untuk Kurva Turun II…….106
Tabel 4.67 Hidrograf Untuk Kurva Turun III……107
Tabel 4.68 Ordinat Hidrograf Banjir Kala Ulang 1.11 Tahun...108
Tabel 4.69 Ordinat Hidrograf Banjir Kala Ulang 2 Tahun……109
Tabel 4.70 Ordinat Hidrograf Banjir Kala Ulang 5 Tahun……110
Tabel 4.71 Ordinat Hidrograf Banjir Kala Ulang 10 Tahun…..111
Tabel 4.72 Ordinat Hidrograf Banjir Kala Ulang 25 Tahun…..112
Tabel 4.73 Ordinat Hidrograf Banjir Kala Ulang 50 Tahun…..113
Tabel 4.74 Ordinat Hidrograf Banjir Kala Ulang 100 Tahun…114
Tabel 4.75 Contoh Perhitungan *Full Bank Capacity*……117
Tabel 4.76 Perhitungan Perencanaan Saluran……....123
Tabel 4.77 Kohesi Dari Pusat Lingkaran Ujung Dasar Talud...127

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu……15
Gambar 2.2 Penentuan Pusat Lingkaran Dari Ujung Dasar Talud ……..20
Gambar 2.3 Penentuan Titik Berat Perpias……..20
Gambar 2.4 Cara Menentukan Besarnya Harga N dan T…….22
Gambar 4.1 Poligon Thiessen DAS Kemuning……...31
Gambar 4.2 Grafik Unit Hidrograf Metode Nakayasu DAS Kali K Kemuning…….....67
Gambar 4.3 Grafik Unit Hidrograf Nakayasu Pantauan 1……...79
Gambar 4.4 Grafik Unit Hidrograf Nakayasu Pantauan 2……...91
Gambar 4.5 Grafik Unit Hidrograf Nakayasu Pantauan 3…….103
Gambar 4.6 Grafik Unit Hidrograf Nakayasu Pantauan 4…….115

DAFTAR LAMPIRAN

Peta DAS Kali Kemuning……..1
Daerah Genangan Kali Kemuning……2
Gambar Kestabilan Lereng Mk Tanah……...3
Gambar Kestabilan Lereng dengan Plengsengan……...4
Gambar Potongan Memanjang Kali Kemuning……5
Gambar Potongan Melintang Kali Kemuning……6

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Segala puji dan syukur kami ucapkan kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini.

Laporan tugas akhir ini, saya susun dalam rangka memenuhi mata kuliah yang harus di tempuh, untuk menyelasaikan studi di Program Diploma III Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya.

Terima Kasih yang sebesar-besarnya kami ucapkan kepada semua pihak telah membantu kelancaran penyusunan Tugas Akhir ini, terutama kepada :

1. Kedua Orang Tua saya yang telah mendo'akan dan memberikan dukungan kepada saya.
2. Ir M Sigit Darmawan, M.EngSc., Ph.D selaku Ketua Program Studi Diploma III Teknik Sipil FTSP ITS.
3. Ir. Pudiastuti selaku dosen Pembimbing dan juga dosen Wali.
4. Pimpinan dan staf kantor dinas Balai Besar Berantas dan PU Pengairan.

Saya menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu dengan kerendahan hati, saya berkenan menerima kritik dan saran yang bersifat membangun guna kesempurnaan laporan Tugas Akhir ini.

Akhir kata semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Surabaya, Juli 2012

Penyusun

NORMALISASI KALI KEMUNING DENGAN PENINGGIAN TANGKIS UNTUK MENGURANGI LUAPAN AIR DI KABUPATEN SAMPANG MADURA JAWA TIMUR

Nama Mahasiswa : Danu Surendro

NRP : 3108.030.140

Dosen Pembimbing : Ir. Pudiastuti

Abstrak

Banjir adalah bencana alam yang dapat terjadi kapan saja. Salah satunya yang terjadi pada Kali Kemuning, banjir yang terjadi pada Kali Kemuning ini disebabkan oleh endapan – endapan lumpur yang terdapat pada sungai tersebut dan dimensi saluran yang tidak dapat menampung debit hujan yang ada. Sehingga mengakibatkan meluapnya air Kali Kemuning pada saat musim penghujan datang. Hujan deras yang terjadi di hulu kali tersebut adalah salah satu penyebab utama terjadinya banjir pada Kali Kemuning di bagian hilir, disebabkan karena dimensi saluran di bagian hilir kali tersebut tidak dapat menampung debit yang mengalir dari hulu. Maka perlu dilakukan langkah – langkah untuk mengantisipasi banjir yang terjadi pada Kali Kemuning ini.

Normalisasi adalah salah satu alternatif yang di lakukan untuk mengurangi luapan air yang terjadi pada Kali Kemuning, dengan cara melihat kondisi eksisting yang terdapat di CS 0 - CS 103. Kemudian dilakukan sebuah analisa yang bertujuan untuk menyelesaikan permasalahan yang terjadi pada Kali Kemuning ini. Dari hasil analisa ini diharapkan Kali Kemuning dapat menampung debit yang mengalir dari hulu menuju hilir, sehingga tidak terjadi banjir di bagian hilir kali tersebut.

Kata kunci : luapan air, Kali Kemuning, normalisasi

NORMALIZATION OF KEMUNING RIVER BY DIKE ENCHANMENT TO REDUCE THE OVERFLOW IN SAMPANG REGENCY MADURA EAST JAVA

Nama Mahasiswa : Danu Surendro

NRP : 3108030140

Counselor Lecturer : Ir. Pudiastuti

Abstrac

Flood is the natural disasters that could happen anytime. One of that happened on Kemuning River. Flood on Kemuning River is caused by mud sediment in the basic of river and dimension of pipe that incapable to receive debit of rain, so that water of Kemuning River would be overflow in rainy season. Heavy rain in the upstream is one of the main cause of flood in the downstream, because the dimension of pipes at downstream incapable to receive debit of water from upstream. This is need to do the steps to anticipate flood in this Kemuning River.

Normalization is one of alternatives that could do for reduce the overflow of kemuning River by look at the existing condition in CS 0 – CS 103. Then, do the analysis to solve the problem. From the analysis result, Kemuning River could be expected to receive debit of water from upstream to downstream, so the flood doesn't happened in the downstream.

Keyword : Overflow, Kemuning River, normalization.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air luapan sungai merupakan hal yang tidak terasingkan lagi di mata masyarakat selama ini. Definisi dari luapan air itu sendiri adalah aliran permukaan tanah (*surface water*) yang relatif tinggi dan tidak dapat di tampung lagi oleh drainase atau sungai sehingga air meluap ke samping kiri dan kanan saluran drainase tersebut, sehingga menimbulkan genangan pada sub-sub area atau daerah tertentu yang berada pada daerah dataran rendah dalam jumlah melebihi normal dan menyebabkan kerugian pada manusia.

Banyak sekali factor yang menyebabkan terjadinya luapan air di sepanjang drainase atau sungai, salah satunya yaitu pendangkalan. Pendangkalan pada suatu sistem drainase atau sungai berarti terjadinya pengecilan penampang saluran drainase atau sungai sehingga saluran drainase atau sungai tidak mampu menampung air dan menyebabkan terjadinya genangan pada sub-sub area tertentu dan apabila luapan air tersebut mempunyai debit yang sangat besar. Pendangkalan sungai dapat diakibatkan oleh proses pengendapan secara terus menerus yang terjadi pada dasar sungai.

Seperti halnya luapan air yang terjadi pada Kali Kemuning di daerah Kecamatan Sampang Kabupaten Sampang Madura, salah satu penyebabnya karena tingginya curah hujan yang turun pada hulu sungai sehingga mengakibatkan adanya debit kiriman yang berjumlah besar dari hulu sungai dengan jangka waktu pendek, dan bersamaan

dengan datangnya pengaruh pasang surut air laut sehingga daerah yang terdapat pada hilir sungai seperti Kecamatan Robatal, Kedungdung, Karangpenang dan Sampang, terjadi luapan air yang disebabkan kurangnya daya tampung Kali Kemuning akibat pertambahan debit dari hulu.

DAS Kali kemuning terletak di wilayah Kabupaten Sampang Madura, tepatnya 3 km disebelah hulu muaranya di selat Madura. Kali Kemuning mempunyai panjang kurang lebih 58 km dengan luas daerah aliran 350 km², dengan elevasi hulu ± 200 dan ± 4 dari permukaan laut. Kebanyakan sungai - sungai di dataran rendah dasar sungainya dangkal, sungai ini menimbulkan problematika banjir dan genangan di musim hujan. Genangan ini akan bertambah luas bila datangnya banjir bersamaan dengan pasang surut air laut, karena elevasi muka air laut lebih tinggi dari elevasi muka air sungai. Dengan adanya luapan air (banjir) tersebut akan berdampak menggenanggi sawah dan jalan. Penduduk sekitar berpotensi gagal panen dan jalan transportasi pada daerah tersebut akan putus dan mengalami gangguan.

Pada Kali Kemuning terdapat beberapa anak sungai yang cukup besar bermuara di Kali Kemuning, antara lain:

1. Kali Kelokat
2. Kali Serpang
3. Kali Gunung Maddah

Bagian hulu wilayah Kali Kemuning merupakan daerah perbukitan yang tandus, gundul serta kering. Wilayah ini meliputi:

1. Kecamatan Kedungdung
2. Kecamatan Robatal
3. Kecamatan Omben

Kota Sampang berada pada daerah cekungan. Karena di daerah utara, timur dan barat letaknya lebih tinggi, sedangkan bagian selatan pada saat air laut pasang airnya lebih tinggi dari kota Sampang. Bagian tengah dan hilir sungai relative sempit, hal ini disebabkan oleh terjadinya sedimentasi.

Dari keadaan itu perlu dilakukan Normalisasi dengan peninggian tanggul secara tepat, agar aliran debit Kali Kemuning dapat mengalir secara aman atau tidak meluap.

1.2 Rumusan Masalah

1. Mengapa Kali Kemuning meluap pada saat musim penghujan?
2. Berapa debit yang mengalir pada DAS Kali Kemuning berdasarkan Q10 Tahun?

1.3 Tujuan

1. Mengevaluasi debit existing Kali Kemuning
2. Merencanakan peninggian tanggul
3. Merencanakan dimensi Kali Kemuning berdasarkan Q rencana terhadap pot melintang dan memanjang existing Kali Kemuning

1.4 Batasan Masalah

1. Menghitung debit rencana.
2. Menghitung stabilitas lereng.
3. Mengevaluasi debit banjir rencana terhadap daya tampung eksisting Kali Kemuning
4. Penggambaran detail potongan memanjang saluran
5. Penggambaran detail potongan melintang saluran

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Analisa data yang digunakan untuk keperluan penanggulangan banjir pada Kali Kemuning berdasarkan atas pencatatan yang dilakukan oleh Dinas Pekerjaan Umum Daerah Madura. Yang diambil dari beberapa stasiun pencatatan yang ada di sekitar daerah pengaliran. Berdasarkan teori dasar yang digunakan sebagai dasar acuan perhitungan dalam proses pengolahan data adalah sebagai berikut :

2.1.1 Menghitung data hujan yang hilang

Untuk melegkapi data hujan yang hilang menggunakan rumus Rasional Normal :

$$Rx = \frac{1}{n}\left\{\left(\frac{Nx}{Na}\,.\,\mathrm{R_a}\right) + \left(\frac{Nx}{Na}\,.\,R_b\right) + \left(\frac{Nx}{Na}\,.\,R_c\right)\right\}$$

Dimana :

Rx = Data hujan yang hilang (mm)

n = Jumlah stasiun

Nx = Rata – rata hujan tahunan yang ada pada stasiun yang hilang

Ra = Data hujan maksimum (mm)

Na = Rata – Rata hujan tahunan

2.2 Analisa hujan maksimum

Untuk menentukan tinggi hujan rata-rata suatu daerah dimana daerah tersebut beberapa stasiun penakar hujan, masing-masing stasiun hujan memiliki karakteristik daerah yang berbeda. Untuk itu perlu diadakanya pembaruan sifat karakteristik yang sama atau hampir sama.

Ada 3 macam cara yang berbeda dalam menentukan tinggi curah hujan rata-rata pada areal tertentu dari angka curah hujan di beberapa titik pos penakar atau pencatat.

2.2.1 Cara Arithmatic mean

Perhitungan ini biasanya dipakai pada daerah yan datar dan banyak stasiun penakar hujan dan dengan anggapan bahwa di daerah tersebut sifat curah hujannya adalah uniform

$$d = \frac{d1+d2+d3+...+dn}{n} = \sum_{i=0}^{n} \frac{d1}{n}$$

dengan :

d = Tinggi curah hujan rata-rata (mm)

d1,d2..dn = Tinggi curah hujan pada pos penakar

n = Banyaknya pos penakar

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

(Sumber : C.D Soemarto.1999:10)

2.2.2 Cara Polygon Thiessen

Cara ini biasanya dipakai pada daerah dataran tinggi dengan memasukkan faktor pengaruh daerah yang diwakili oleh stasiun penakar hujan yang disebut faktor pembabat. Besarnya faktor pembabat, tergantung dari luas daerah pengaruh yang diwakili oleh stasiun yang dibatasi oleh polygon-poligon yang memotong tegak lurus pada tengah-tengah garis penghubung dari stasiun 1 ke stasiun berikutnya.

$$d = \frac{A1d1+A2d2+A3d3+...+Andn}{A1+A2+A3+...An} = \sum_{i=1}^{n} \frac{Aidi}{Ai} = \sum_{i=1}^{n} \frac{Aidi}{A}$$

Jika $\frac{Ai}{A} = pi$ merupakan presentase luar pos 1 yang jumlah seluruh luasnya adalah 100% maka

$$d = \sum_{i=1}^{n} pi.di$$

A = Luas areal (km²)

d = Tinggi curah hujan rata rata areal (mm)

d_1,d_2,d_3,..dn = Tinggi curah hujan di pos 1,2,3.n (mm)

A_1,A_2,A_3..An = Luas daerah pengaruh pos 1,2,3,..(mm)

$\sum_{i=1}^{n} pi$ = Jumlah presentase luas = 100%

(Sumber : C.D Soemarto, 1999:11)

2.3 Perhitungan curah hujan rencana

Curah hujan rencana adalah curah hujan terbesar tahunan yang terjadi pada periode ulang tertentu yang dipakai sebagai perhitungan Perencanaan Debit Banjir. Untuk perhitungan besarnya curah hujan maksimum rencana menggunakan beberapa metode antara lain

2.3.1 Metode Gumbel

Dalam perhitungan rumus yang dipakai pada metode tersebut adalah

$$X = \bar{X} + \frac{S}{Sn}(Y - Yn)$$

X = Nilai variat yang di harapkan (mm)

$\bar{x}$= Nilai rata-rata hitung variat (mm)

$$\bar{X} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} Xi$$

S = Standart deviasi

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

(Sumber:Soewarno,1995: 130)

2.3.2 Metode Log Pearson Tipe III

Distribusi Log Pearson Tipe III banyak digunakan dalam analisa hidrologi, terutama dalam analisis data maksimum (banjir) dan minimum (debit minimum) dengan nilai ekstrim. Bentuk distribusi Log Pearson Tipe III merupakan transformai dari distribusi Pearson Tipe III dengan menggantikan variant menjadi nilai logaritmik. Persamaan fungsi kerapatan peluangnya adalah:

$$\mathrm{P(X)} = \frac{1}{(\mathrm{a})\tau(\mathrm{b})}\left[\frac{\mathrm{X-C}}{\mathrm{a}}\right]^{\mathrm{b}-1} \mathrm{e}^{-\left[\frac{\mathrm{X-C}}{\mathrm{a}}\right]}$$

$P(X)$ = Peluang dari variat X

X = Nilai variat X

a,b,c = Parameter

τ = Fungsi gamma

(*Sumber : Soewarno, 1995: 141-143*)

2.4 Uji distribusi data

Untuk menentukan kecocokan distribusi frekuensi dari sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut diperlukan pengujian parameter.

Pengujian parameter yang akan di sajikan dalam masalah ini saya menggunakan:

1. Chi-Kuadrat
2. Smirnov-Kolmogorov

2.4.1 Uji Chi-Kuadrat

Uji ini dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi peluang yang telah dipilih dapat mewakili dari distribusi statistik sampel data analisis. Pengambilan keputusan uji ini menggunakan parameter X^2 , oleh karena itu disebut Chi-Kuadrat. Parameter X^2 dapat dihitung dengan rumus :

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

$X_h{}^2$ = Parameter uji chi kuadrat
G = Jumlah sub kelompok (minimal 4 data pengamatan)
O_i = Jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok 1
E_i = jumlah nilai teoritis pada sub kelompok ke 1

(*Sumber : Soewarno, 1995: 194-195)*

2.4.2 Uji Smirnov-Kolmogorov

Uji kecocokan Smirnov-Kolmogorov, sering juga disebut uji kecocokan Non Parametric, karena pengujianya tidak

menggunakan fungsi distribusi tertentu. Prosedurnya adalah sebagai berikut:

1. Urutkan data (dari besar ke kecil atau sebaliknya) dan tentukan besarnya peluang dari masing - masing d ata tersebut :

   X1 P(X1)
   X2 P(X2)
   Xm P(Xm)
   Xn P(Xn)

2. Tentukan nilai masing-masing peluang teoritis dari hasil penggambaran data (persamaan distribusinya)

   X1 P(X1)
   X2 P(X2)
   Xm P(Xm)
   Xn P(Xn)

3. Dari kedua nilai peluang tersebut tentukan selisih terbesarnya antara peluang pengamatan dengan peluang teoritis.

D maximum [P(Xm) – P'(Xm)].

4. Berdasarkan tabel nilai kritis (Smirnov Kolmogorov Test) tentukan harga Do (lihat tabel 2.6)

Apabila D lebih kecil dari Do maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan persamaan distribusi dapat diterima, apabila D l ebih besar dari Do maka distribusi teoritis yang di yang di gunakan untuk menentukan persamaan distribusi tidak dapat di terima.

Tabel 2.1 Nilai Kritis Do Untuk Uji Smirnov-Kolomogrov

N	α			
	0,20	0,10	0,05	0,01
5	0,45	0,51	0,56	0,67
10	0,32	0,37	0,41	0,49
15	0,27	0,30	0,34	0,40
20	0,23	0,26	0,29	0,36
25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,20	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,20	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23
N > 50	$\frac{1.07}{N^{0,5}}$	$\frac{1.22}{N^{0,5}}$	$\frac{1.36}{N^{0,5}}$	$\frac{1.63}{N^{0,5}}$

Sumber : Bonnier, 1980.

Catatan : α = derajat kepercayaan.

(*Sumber : Soewarno, 1995: 199)*

2.5 Distribusi Curah Hujan Effektif

Hujan efektif adalah besarnya hujan total yang menghasilkan limpasan langsung (*direct run – off*), yang terdiri dari limpasan permukaan (*subdirect run off*) dan limpasan bawah (*sub surface run – off*)

$$R_{eff} = C * R$$

Dimana :
R = Curah Hujan Rencana (mm)
C = Koefisien Pengaliran
Reff = Hujan Effektif (mm)

2.5.1 Distribusi Curah Hujan Effektif Jam – Jaman

Untuk memperkirakan besarnya aliran atau debit maksimum yang lebih mendekati kenyataan didasarkan pada curah hujan tiap jamnya didasarkan pada curah hujan terpusat selama 6 (enam) jam tiap harinya, karena hasil pengamatan di Indonesia hujan terpusat tidak lebih dari 7 jam, maka dalam perhitungan ini diasumsikan hujan terpusat maksimum adalah 6 jam sehari. Dikarenakan tidak adanya pencatatan hujam jam-jaman di daerah studi, maka sebaran hujan jam-jaman dihitung dengan menggunakan rumus Mononobe:

$$I = \frac{R_{24}}{T} * \left(\frac{T}{t}\right)^{\frac{2}{3}}$$

Dimana :
I = Rata-rata hujan sampai ke – t (mm)
R_{24} = Curah hujan harian maksimum (mm/hari)
R_t = Besarnya hujan pada jam ke – t (mm)
T = Lamanya waktu hujan terpusat = 6 jam
t = Waktu hujan (jam)
(Sumber: Suripin,2003:47)

2.6 Metode Satuan Hidrograf Nakayasu

NAKAYASU dari jepang telah menyelidiki satuan hidrograf pada beberapa sungai di jepang. Dia membuat rumus hidrograf satuan sintetik dari hasil penyelidikannya. Rumus tersebut kemudian dikembangkan dan banyak di pakai para ahli hidrologi dalam perencanaan tugas, khususnya untuk memperkirakan besarnya debit banjir.

Rumus umum yang dipakai dalam metode Nakayasu adalah sebagai berikut:

Metodologi Perhitungan :

$$Q_p = \frac{C.A.R_o}{3.6(0.3T_p + T_{0.3})}$$

Qp = Debit puncak banjir (m^3/detik)

A = Cathcment Area (km^2)

C = Koefisien Pengaliran

Ro = Hujan satuan (mm)

Tp = Tenggang waktu dari awal hujan sampai puncak banjir (jam)

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

Bagian lengkung naik hidrograf satuan oleh Nakayasu diberi persamaan sebagai berikut :

Tp = t_g + 0.80.tr

Dimana:

Tp = tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak banjir

(jam)

tg = waktu konsentrasi (jam)

Untuk L < 15 km nilai tg = 0.21 $L^{0.70}$

Untuk L > 15 km nilai tg = 0.40 + 0.058.L

tr = waktu hujan efektif (jam)

tr = 0.50 tg sampai tg (jam)

Waktu yang diperlukan penurunan debit $T_{0.30}$ dihitung dengan persamaan:

$T_{0.30}$ = α x tg

Nilai α merupakan faktor koefisien yang ditetapkan berdasarkan bentuk hidrograf banjir yang terjadi pada daerah aliran sungai.

- Untuk daerah aliran α = 2.0
- Untuk bagian naik hidrograf yang cepat dan bagian yang menurun cepat α = 1.5
- Untuk bagian naik hidrograf yang cepat dan bagian yang menurun lambat α = 3.0

Bagian lengkung naik (*rising limb*) hidrograf satuan seperti pada gambar 6.19, mempunyai persamaan:

0 ≤ t ≤ Tp + T0.30

$$\mathbf{Qt = Qp\ (\frac{t}{Tp})^{2.4}}$$

Dimana :

Qt = debit limpasan sebelum sampai puncak banjir (jam)

T = waktu (jam)

Kurva Naik

$$\mathbf{Qt = Qp\ (\frac{t}{Tp})^{2.4} \qquad 0 \leq t \leq Tp}$$

Kurva Turun 1

Tp ≤ t ≤ Tp + T0.30

$$\mathbf{Qt = Qp\ .\ 0.30^{[\frac{t-Tp}{T0.30}]}}$$

Kurva Turun II

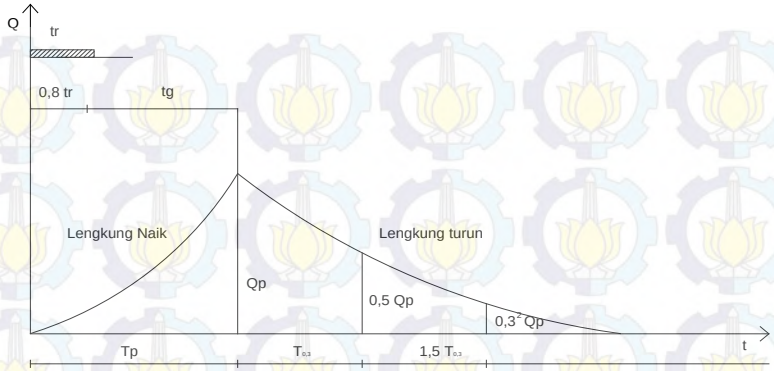
Tp + T0.30 ≤ t ≤ Tp + T0.30 + 1.5 T0.30

$$\mathbf{Qt = Qp.\ 0.30^{[\frac{t-Tp+0.50.T0.30}{1.50.T0.30}]}}$$

Kurva Turun III

t ≥ Tp + T0.30 + 1.5 T0.30

$$\mathbf{Qt = Qp.\ 0.30^{[\frac{t-Tp+1.50.T0.30}{2.T0.30}]}}$$



Gambar 2.1 Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu

(Sumber: Aplikasi Hidrologi,Dr. Ir. Drs N ugroho Hadisusanto, Dipl.H hal:199-202)

2.7 Koefisien Pengaliran

Koefisien pengaliran (C) sebenarnya merupakan perbandingan antara jumlah hujan yang jatuh dengan jumlah hujan yang melimpas dan tertangkap di titik yang ditinjau.

Koefisien pengaliran suatu daerah dipengaruhi oleh kondisi topografi tiap daerah antara lain:

1. Kondisi hujan
2. Luas dan bentuk daerah pengaliran
3. Kemiringan daerah pengaliran dan kemiringan dasar sungai
4. Daya infiltrasi dan perkolasi tanah
5. Kebesahan tanah
6. Suhu udara, angin dan evaporasi
7. Tata guna lahan

Untuk daerah pengaliran yang terdiri atas beberapa jenis tata guna lahan, maka nilai C diambil harga rata-ratanya sesuai dengan bobot luasannya dengan rumus:

$$C_{gab} = \frac{C_1.A_1 + C_2.A_2 + C_3.A_3 + \cdots + C_n.A_n}{A_1 + A_2 + A_3 + \cdots + A_n}$$

Dimana:

C = Kefisien Pengaliran

A_n = Luas daerah pengaruh pos penakar hujan (km^2)

C_n = Koefisien aliran pada tata guna lahan yang berbeda

A = Luasan total DAS

Pada kenyataannya koefisien pengalirannya (air larian) biasanya lebih besar dari 0 dan kurang dari 1

Adapun angka koefisien air larian untuk berbagai tata guna lahan pada tabel dibawah ini.

Tabel 2.2 koefisien Nilai C dibawah ini ;

Tata Guna Lahan	Nilai C
Perkantoran	
· Pusat kota	0.70 – 0.95
· Daerah sekitar kota	0.50 – 0.70
Perumahan	
· Rumah tinggal	0.30 – 0.50
· Rumah susun terpisah	0.40 – 0.60
· Rumah susun bersambung	0.60 – 0.75
· Pinggiran kota	0.25 – 0.40
Daerah Industri	
· Kurang padat industry	0.50 – 0.10
· Padat industry	0.10 – 0.15
Tanah Lapang	
· Berpasir, datar (2 %)	0.05 – 0.10
· Berpasir agak rata (2 – 7) %	0.10 – 0.15
· Berpasir miring (7%)	0.15 – 0.20
· Tanah berat datar (2 %)	0.13 – 0.17
· Tanah berat agak rata (2 – 7)%	0.18 – 0.22
Tanah pertanian	
· Rata	0.30 – 0.60
· Kasar	0.20 – 0.50
· Taman, kuburan	0.10 – 0.25
· Tempat bermain	0.20 – 0.35
· Daerah stasiun K.A	0.20 – 0.40
· Daerah tidak berkembang	0.10 – 0.30
Hutan Bervegetasi	0.05 – 0.25
Padang rumput berpasir	0.75 – 0.95
Jalan Beraspal	0.70 – 0.95

(*Sumber:Ir. Suyono Sosrodarsono KensakuTakeda,1981:38)*

2.8 Analisa Hidrolika

2.8.1 PERHITUNGAN DEBIT ASLI SUNGAI

Perhitungan debit asli sungai dilakukan dengan tujuan, untuk mengetahui apakah kapasitas sungai bisa menampung debit yang telah direncanakan atau tidak. Hal ini dilakukan sebelum melakukan perencanaan dimensi existing sungai. Perhitungan yang dipakai adalah menggunakan persamaan kontinyuitas, persamaan tersebut dinyatakan dengan :

$$Q = A \cdot V$$

Dimana :

Q = Debit aliran ($m^3/_{dtk}$)

A = Luas basah penampang saluran (m²)

V = Kecepatan aliran ($m/_{dtk}$)

(Sumber : Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan, Dr.Ir. Suripin,M. Eng hal 130)

Untuk menentukan V dilakukan perhitungan dengan Metode Manning

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

Dimana :

n = koofisien kekasaran dinding dan dasar saluran

R = Jari-jari hidrolis (R = $\frac{A}{P}$)

P = Keliling basah penampang saluran (m)

I = Kemiringan dasar saluran

(Sumber : Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan, Dr.Ir. Suripin,M. Eng hal 130)

$$s_f = \left[\frac{V^2}{R^{\frac{4}{3}}}\right]^2$$

Dimana ;

h = Kedalaman aliran (m)

V = Kecepatan rata-rata (m/det)

α = Koefisien energy

i_b = Kemiringan dasar saluran

i_f = Kemiringan garis energi

2.9 Stabilitas Lereng

Kemungkinan terjadinya longsor terhapad lereng selalu ada. Hal ini disebabkan terganggunya keseimbangan yang bekerja pada lereng tersebut baik pada lereng alam maupun lereng buatan (Plengsengan).

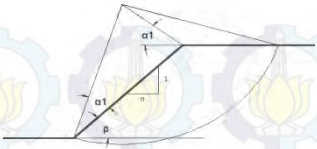
Dalam hal ini ada 3 macam lereng yang perlu diperhatikan yaitu:

1. Lereng alam yaitu lereng yang terbentuk karena proses alam, misalnya lereng suatu bukit atau pegunungan.
2. Lereng yang di buat dalam tanah asli yaitu lereng yang di buat dengan memotong atau menggali tanah asli.
3. Lereng yang di buat dari tanah yang di padatkan yaitu lereng yang di buat dengan jalan menimbun tanah yang kemudian memadatkannya.

   Analisa terhadap lereng didasarkan pada kekuatan geser dan gaya-gaya yang bekerja.

   Rumus yang di pakai adalah Metode Fellinius.

Metode Fellinius

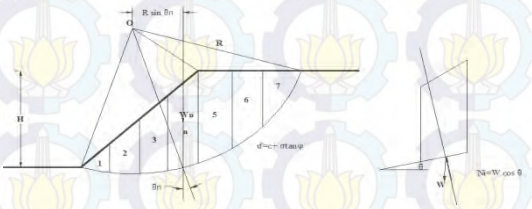


Gambar 2.2 Penentuan Pusat Lingkaran Dari Ujung Dasar Talud
(*Sumber : Braja. M. Das,1985: 182)*

Tabel 2.3 Kohesi Dari Ujung Pusat Lingkaran Dasar Talud

n	β (derajat)	α_1 (derajat)	α_2 (derajat)
1,0	45	28	37
1,5	33,68	26	35
2,0	26,57	25	35
3,0	18,43	25	35
5,0	11,32	25	37

(*Sumber : Braja.M. Das,1985 180)*



Gambar 2.3 Penentuan Titik Berat Perpias
(Sumber : Hari cristadi h,2003: 360-361)

Dimana faktor aman di definisikan sebagai berikut :

Faktor aman jumlah momen dari tahanan geser sepanjang bidang longsor di bagi dengan junlah momen dari berat masa tanah yang longsor.

2.9.1 Metode Perhitungan Stabilitas Lereng.

$$\mathbf{Fs} = \frac{(\Sigma C + (N - U - Ne)tg\emptyset)}{\Sigma(T + Te)} \quad \text{.....} \quad (2.21)$$

$$\mathbf{Fs} = \frac{(\Sigma C + \Sigma(\gamma \times A(cos\alpha - esin\alpha) - V) \times tg\emptyset)}{\Sigma\gamma \times A(sin\alpha + ecos\alpha)} \quad \text{.....} \quad (2.22)$$

Dimana :

Fs = *Safety factor.*

N = beban vertical setiap bidang luncur (N = γ A cos α).

T = Beban tangensial setiap irisan bidang luncur

(T = γ A sin α).

U = Tekanan air pori yang bekerja pada bidang luncur.

Ne = Komponen vertical beban seismis pada setiap irisan bidang luncur (Ne = e γ A sin α).

Te = Komponen tangensial beban seismis pada setiap irisan bidang luncur (Ne = e γ A cos α).

Ø = Sudut gesekan dalam bahan yang membentuk dasar setiap bidang luncur.

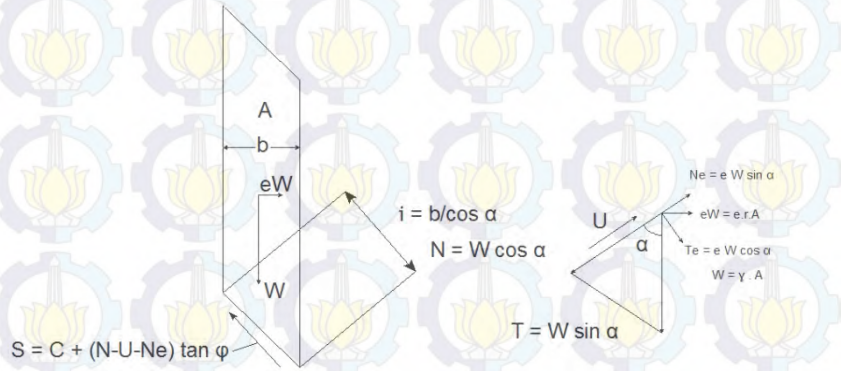
C = Angka kohesi bahan yang membentuk dasar setiap bidang luncur.

Z = Lebar urusan bidang luncur.

e = Intensitas seismis horizontal.

γ = Berat isi setiap bahan pembentuk irisan bidang luncur.

A = Luas setiap bahan pembentuk irisan bidang luncur.



Gambar 2.4 Cara menentukan besarnya harga N dan T

(Sumber : Suyono Sosrodarsono,2004: 141)

BAB III

METODOLOGI

3.1 Persiapan

Persiapan merupakan serangkaian kegiatan yang meliputi

a. Mencari informasi sekaligus mencari data-data yang dibutuhkan.
b. Survey lapangan bertujuan mengetahui lokasi saluran yang akan dievaluasi.

3.2 Pengumpulan Data

Data-data yang menunjang dan digunakan dalam pengamatan adalah sebagai berikut :

a. Peta Lokasi
b. Peta Situasi
c. Peta Topografi
d. Data Hidrologi
e. Data Hidrologi yang ada adalah data curah hujan harian
f. Kondisi existing lapangan

3.3 Pengolahan Data

a. Menganalisa data hidrologi
b. Menganalisa volume tampung Kali Kemuning

3.4 Analisa Perhitungan

a. Menghitung hujan rencana
b. Menghitung debit rencana
c. Menghitung kapasitas tampung

3.5 Normalisasi

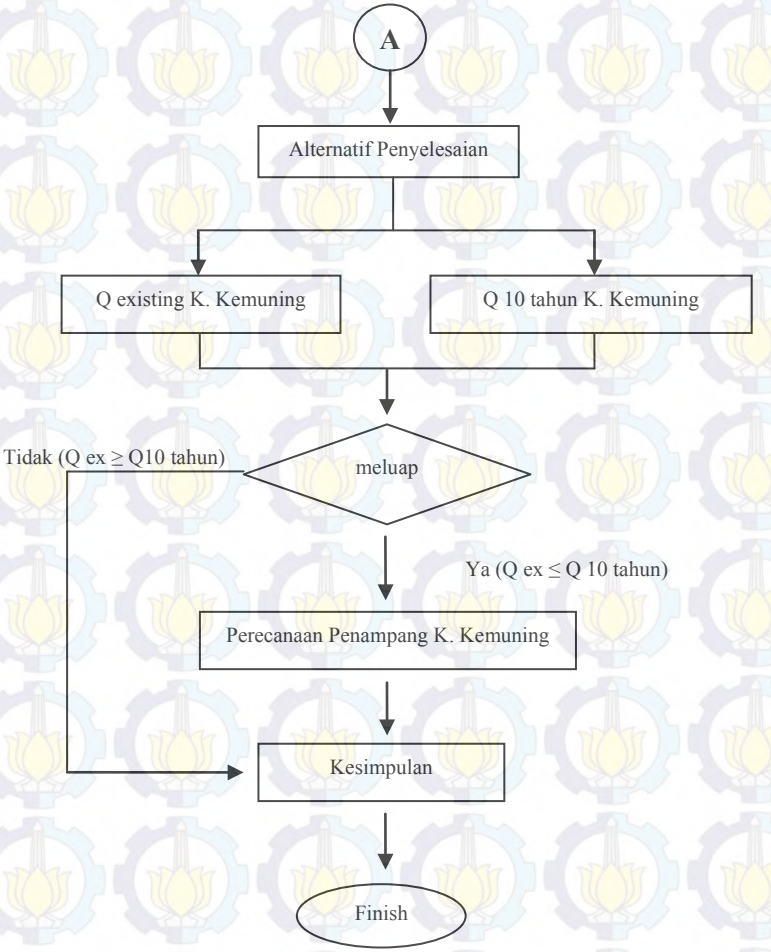
Normalisasi dilakukan jika dimensi yang ada tidak dapat menampung debit rencana

3.6 Peninggian Tanggul

Peninggian tanggul dilakukan jika terjadi aliran balik (back water) pada saat air laut mengalami pasang sehingga dapat mengalir ke laut.

3.7 Diagram Flow Chart

Pengerjaan tugas akhir ini melalui beberapa tahap yang sudah di rencanakan dalam bentuk Flow Chart


A
Alternatif Penyelesaian
Q existing K. Kemuning
Q 10 tahun K. Kemuning
Tidak (Q ex ≥ Q10 tahun)
meluap
Ya (Q ex ≤ Q 10 tahun)
Perecanaan Penampang K. Kemuning
Kesimpulan
Finish

BAB IV
ANALISA DAN PERENCANAAN

4.1 Analisa Data Hujan

Sebelum mengolah data hujan lebih lanjut, terlebih dahulu data hujan dari tahun 2000,2001,dan 2005 yang kosong harus di lengkapi.

Data hujan yang kosong terdapat pada stasiun Robatal dengan tahun data 2000,2001, dan 2005 hal tersebut dikarenakan pada kedua stasiun alat penakar hujan rusak.

Untuk melengkapi data hujan yang kosong dipakai rumus Rasional Normal :

$$R_x = \frac{1}{n}\left\{\left(\frac{N_x}{N_A} x\, R_A\right) + \left(\frac{N_x}{N_B} x\, R_B\right) + \left(\frac{N_x}{N_C} x\, R_C\right)\right\}$$

Di mana:

R_x = Data hujan yang hilang (mm)

n = Jumlah stasiun hujan

N_x = Rata – rata hujan tahunan yang ada pada stasiun yang hilang.

R_A = Data hujan maksimum (mm)

N_A = Rata – Rata hujan tahunan

Tabel 4.1. Data Hujan Tahunan yang Ada

No	Tahun	STASIUN			
		Kedungdung (mm)	Omben (mm)	Robatal (mm)	Sampang (mm)
1	2	3	4	5	6
1	2000	2177	1321	-	1367
2	2001	1245	665	-	1754
3	2002	1476	1360	841	1358
4	2003	1057	1527	424	1693
5	2004	1268	1565	1099	785
6	2005	1721	1343	-	1354
7	2006	1605	1502	938	1491
8	2007	1307	1726	1406	1822
9	2008	1373	1083	1744	1689
10	2009	828	1467	1114	1076
11	2010	1212	1198	1290	1179
12	2011	1145	1201	1109	1007
Rata - Rata		1367,8	1329,8	830,4	1283

Perhitungan Untuk Stasiun Robatal

$$R_x\ tahun\ 2000 = \frac{1}{3}\left\{\left(\frac{830,4}{1367,8} * 100\right) + \left(\frac{830,4}{1329,8} * 64\right) + \left(\frac{830,4}{1283} * 67\right)\right\}$$

= 30 mm

$$R_x\ tahun\ 2001 = \frac{1}{3}\left\{\left(\frac{830,4}{1367,8} * 37\right) + \left(\frac{830,4}{1329,8} * 73\right) + \left(\frac{830,4}{1283} * 70\right)\right\}$$

= 22 mm

$$R_x\ tahun\ 2005 = \frac{1}{3}\left\{\left(\frac{830,4}{1367,8} * 57\right) + \left(\frac{830,4}{1329,8} * 93\right) + \left(\frac{830,4}{1283} * 51\right)\right\}$$

= 24 mm

Tabel 4.2. Data hujan setelah dilengkapi

No	Tahun	STASIUN			
		Kedungdung (mm)	Omben (mm)	Robatal (mm)	Sampang (mm)
1	2	3	4	5	6
1	2000	100	64	30	67
2	2001	37	73	22	70
3	2002	160	169	95	75
4	2003	50	85	38	70
5	2004	101	70	50	70
6	2005	57	93	24	51
7	2006	60	141	55	96
8	2007	43	95	87.5	132
9	2008	75	53	75	80
10	2009	30	115	35	64
11	2010	45	130	30	55
12	2011	37	75	43	67
Jumlah		795	1163	637	870

4.2 Analisa Hujan Maksimum

Seperti yang diuraikan sebelumnya bahwa untuk perhitungan hujan rencana DAS Kemuning akan digunakan 4 (empat) stasiun hujan yang berpengaruh dan yang cukup lengkap, yaitu stasiun hujan Omben, Robatal, Sampang dan Kedundung dengan data curah hujan mulai tahun 2000 sampai dengan tahun 2011 (11 tahun).

Data hujan harian yang ada di rata-rata dengan metode *Thiessen Polygon* kemudian dari rata-rata *Thiessen Polygon* tersebut dicari data tertinggi dan kemudian data ini akan digunakan sebagai data hujan maksimum pada tahun itu. Perhitungan dengan Thiessen Polygon biasanya dipakai pada daerah dataran tinggi dengan memasukkan faktor pengaruh

daerah yang diwakili oleh stasiun hujan yang disebut juga faktor pembabat atau disebut juga koefisien thiessen. Biasanya faktor pembabat tergantung dari luas daerah pengaruh yang dibatasi oleh polygon-polygon yang memotong tegak lurus pada tengah-tengah garis penghubung dua stasiun. Hujan rata-rata daerah aliran dapat dihitung dengan persamaa sebagai berikut:

$$R = \frac{A_1}{A} \cdot R_1 + \frac{A_2}{A} \cdot R_2 + \ldots \frac{An}{A} \cdot Rn \ldots$$

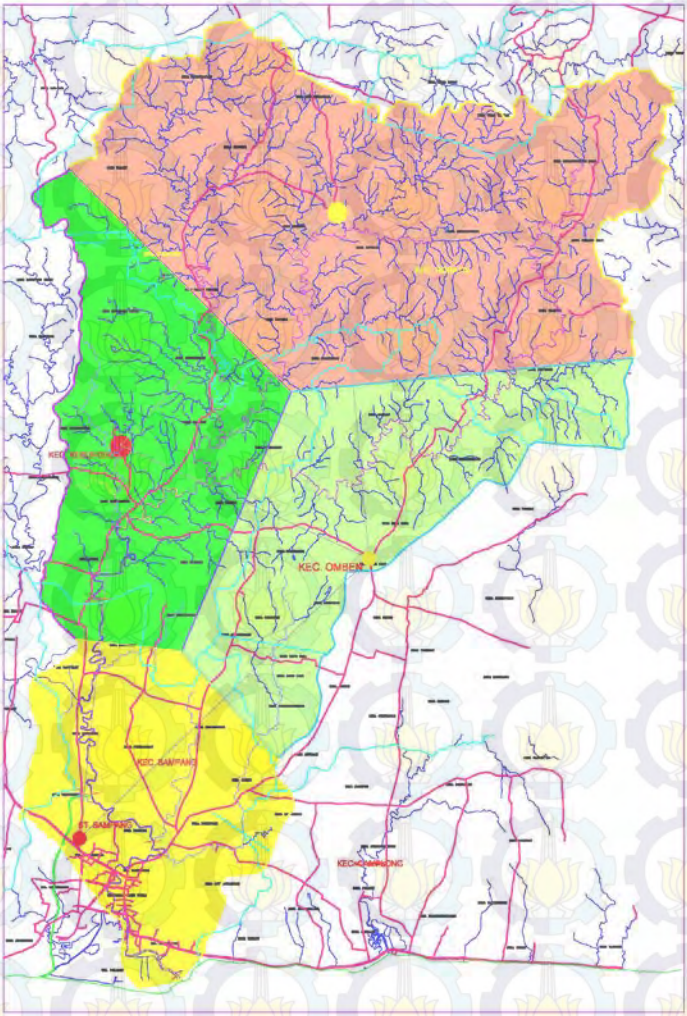
Atau

$$R = \frac{1}{A} \cdot \sum_{i=0}^{n} A_i \cdot R_i \ldots\ldots$$

Dari pembagian luas Thiessen (Gambar 4.1) akan didapatkan luasan masing-masing daerah pengaruh Thiessen (Tabel 4.3). Perhitungan rata-rata ini dilakukan untuk semua data tiap tahun yang ada dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3. Luas Daerah Pengaruh *Thiessen Polygon*

Stasiun	Luasan *Thiessen Polygon* km^2
1	2
Robatal	136,61
Sampang	58,12
Kedundung	67,57
Omben	69,29



Gambar 4.1. Poligon Thiessen DAS Kemuning

Hujan rata-rata daerah aliran dapat dihitung dengan pesamaan berikut :

$$r = \frac{A_1 d_1 + A_2 d_2 + A_3 d_3 + \cdots + A_n d_n}{A_1 + A_2 + A_3 + \cdots + A_n} = \sum_{i=1}^{n} \frac{A_i d_i}{A_i}$$

$$= \sum_{i=1}^{n} \frac{A_i d_i}{A}$$

Dimana:
A = Luas areal (km^2)
r = Tinggi curah hujan rata-rata areal (mm)
$d_{1,} d_2, d_{3,\ldots} d_n$ = Tinggi curah hujan di pos 1,2,3,…n
$A_{1,} A_2, A_{3,\ldots} A_n$ = Luas daerah pengaruh pos 1,2,3,…n

Cara *Thiessen Polygon*

$$r\ tahun\ 2000 = \frac{67{,}57 \times 100 + 69{,}29 \times 64 + 136{,}61 \times 30 + 58{,}12 \times\ 67}{67{,}57 + 69{,}29 + 136{,}61 + 58{,}12}$$

= 57,85 ≈ 58 mm

$$r\ tahun\ 2001 = \frac{67{,}57 \times 37 + 69{,}29 \times 73 + 136{,}61 \times 22 + 58{,}12 \times 70}{67{,}57 + 69{,}29 + 136{,}61 + 58{,}12}$$

= 44,13 ≈ 44 mm

$$r\ tahun\ 2002 = \frac{67{,}57 \times 160 + 69{,}29 \times 169 + 136{,}61 \times 95 + 58{,}12 \times 75}{67{,}57 + 69{,}29 + 136{,}61 + 58{,}12}$$

= 120,20 ≈ 120 mm

$$r\ tahun\ 2003 = \frac{67{,}57 \times 50 + 69{,}29 \times 85 + 136{,}61 \times 38 + 58{,}12 \times 70}{67{,}57 + 69{,}288 + 136{,}61 + 58{,}12}$$

= 55,88 ≈ 56 mm

$$r\ tahun\ 2004 = \frac{67{,}57 \times 101 + 69{,}29 \times 70 + 136{,}61 \times 50 + 58{,}12 \times 70}{67{,}57 + 69{,}29 + 136{,}61 + 58{,}12}$$

= 68,08 ≈ 68 mm

$$r\ tahun\ 2005 = \frac{67{,}57 \times 57 + 69{,}29 \times 93 + 136{,}61 \times 24 + 58{,}12 \times 51}{67{,}57 + 69{,}29 + 136{,}61 + 58{,}12}$$

= 49,88 ≈ 50 mm

$$r\ tahun\ 2006 = \frac{67{,}57 \times 60 + 69{,}29 \times 141 + 136{,}61 \times 55 + 58{,}12 \times 96}{67{,}57 + 69{,}29 + 136{,}61 + 58{,}12}$$

= 81,18 ≈ 81 mm

$$r\ tahun\ 2007 = \frac{67{,}57 \times 43 + 69{,}29 \times 95 + 136{,}61 \times 87{,}5 + 58{,}12 \times 132}{67{,}57 + 69{,}29 + 136{,}61 + 58{,}12}$$

= 87,80 ≈ 88 mm

$$r\ tahun\ 2008 = \frac{67{,}57 \times 75 + 69{,}29 \times 53 + 136{,}61 \times 75 + 58{,}12 \times 80}{67{,}57 + 69{,}29 + 136{,}61 + 58{,}12}$$

= 71,28 ≈ 71 mm

$$r\ tahun\ 2009 = \frac{67{,}57 \times 30 + 69{,}29 \times 115 + 136{,}61 \times 35 + 58{,}12 \times 64}{67{,}57 + 69{,}29 + 136{,}61 + 58{,}12}$$

= 55,78 ≈ 56 mm

$$r\ tahun\ 2010 = \frac{67{,}57 \times 45 + 69{,}29 \times 130 + 136{,}61 \times 30 + 58{,}12 \times 55}{67{,}57 + 69{,}29 + 136{,}61 + 58{,}12}$$

= 58,33 ≈ 58 mm

$$r\ tahun\ 2011 = \frac{67{,}57 \times 37 + 69{,}29 \times 75 + 136{,}61 \times 43 + 58{,}12 \times 67}{67{,}57 + 69{,}29 + 136{,}61 + 58{,}12}$$

= 52,67 ≈ 53 mm

Tabel 4.4. : Curah hujan rata-rata cara *Thiessen Polygon*

No	Tahun	STASIUN				Jumlah (mm)	Rata-Rata (mm)	Dibulatkan (mm)
		Kedungdung (mm)	Omben (mm)	Robatal (mm)	Sampang (mm)			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2000	100	64	30	67	261	57,85	58
2	2001	37	73	22	70	202	44,13	44
3	2002	160	169	95	75	499	12,.20	120
4	2003	50	85	38	70	243	55,88	56
5	2004	101	70	50	70	291	68,08	53
6	2005	57	93	24	51	239	55,45	55
7	2006	60	141	55	96	352	81,18	81
8	2007	43	95	88	132	358	87,80	88
9	2008	75	53	75	80	283	71,28	71
10	2009	30	115	35	64	244	55,78	56
11	2010	45	130	30	55	260	58,33	58
12	2011	37	75	43	67	222	52,67	53
Jumlah		795	1163	598	870	3465	803,89	804

Setelah mendapatkan data hujan rata-rata tersebut maka dapat dilakukan analisa frekuensi hujan rencana dengan Metode Log Pearson Tipe III dan Metode Gumbel sebagai berikut:

Setiap jenis distribusi atau sebaran memiliki parameter statistik yang terdiri dari nilai rata – rata. Adapun parameter – parameter yang digunakan:

- Nilai rata-rata (mean)

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

- Deviasi Standart (S)

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (X_i - \overline{X})^2}{n}}$$

- Koefien Variasi (C_V)

$$C_V = \frac{s}{\overline{X}}$$

- Koefisien Kemencengan (C_s)

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

- Koefisien Ketajaman/Kurtosis C_K)

$$C_K = \frac{n^2\sum_{i=1}^{n}(X_i - \overline{X})^4}{(n-1)(n-2)(m-3)s^4}$$

Tabel 4.5.Kriteria Pemilihan Jenis Distribusi Frekuensi

SEBARAN	SYARAT
Normal	Cs = 0
	Ck = 3
Log Normal	Cs = 0
Gumbel	Cs = 1.1396
	Ck = 5.4002
Gumbel Tipe III	Cs = 0.007 s/d 3.802
Log Normal 3 Parameter	Cs = -2 s/d 2
Log Pearson Tipe III	Cs = -3 s/d 3
	Ck = Fleksibel
Pearson Tipe III	Cs = -3 s/d 3

(sumber:Ir.Sri Harto, BR,1981:180)

4.2.1 Perhitungan Distribusi Gumbel.

Rumus dasar yang dipakai dalam analisa distribusi Gumbel adalah:

$$X = \overline{X} + s\,K$$

Dengan:

$\overline{X}$ = nilai tengah sampel

s = standar deviasi sampel

Faktor frekuensi K untuk nilai-nilai ekstrim GUMBEL ditulis dengan rumus berikut ini:

$$K = \frac{Y_T - Y_n}{s_n}$$

Dengan

Y_T = Reduced variate

$$Y_T = -\ln\left[-\ln\left\{\frac{T_r - 1}{T_r}\right\}\right]$$

y_n = Reduced mean yang tergantung dari besarnya sampel n

s_n = Reduced standard deviation yang tergantung dari besarnya sampel n

Tabel 4.6 Perhitungan Distribusi Gumbel

No	Tahun	X_i	$\bar{X}$	$x_i - \bar{X}$	$(x_i - \bar{X})^2$	$(x_i - \bar{X})^3$	$(x_i - \bar{X})^4$
1	2	3	4	5	6	7	8
1	2002	120	66,92	53,08	2817,84	149580,35	7940223,83
2	2007	88	66,92	21,08	444,51	9371,69	197586,42
3	2006	81	66,92	14,08	198,34	2793,29	39338,87
4	2004	68	66,92	1,08	1,17	1,27	1,38
5	2008	71	66,92	4,08	16,67	68,08	278,01
6	2010	58	66,92	-8,92	79,51	-708,94	6321,35
7	2000	58	66,92	-8,92	79,51	-708,94	6321,35
8	2003	56	66,92	-10,92	119,17	1300,98	14202,35
9	2009	56	66,92	-10,92	119,17	1300,98	14202,35
10	2005	50	66,92	-16,92	286,17	-4841,10	81895,34
11	2011	53	66,92	-13,92	193,67	-2695,29	37509,47
12	2001	44	66,92	-22,92	525,17	-12035,23	275801,32
∑		801	803	0,00	4880,92	138223,24	8613688,04

4.2.1.1 Perhitungan Parameter Dasar Statistik

1. Nilai rata-rata (Mean)

$$\overline{X} = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_i}{n} = \frac{820}{12} = 66{,}92$$

2. Nilai Deviasi Standart (s)

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(X_i - \overline{X})^2}{n}} = \sqrt{\frac{4880.92}{12}} = 20{,}16$$

3. Koefisien Variasi (C_V)

$$C_V = \frac{s}{\overline{X}} = \frac{20.06}{66.92} = 0{,}315$$

4. Koefisien Kemencengan (C_s)

$$C_S = \frac{n\sum_{i=1}^{n}(X_i - \overline{X})^3}{(n-1)(n-2)s^3} = \frac{12 * 13823{,}24}{(12-1)(12-2)20{,}16^3} = 1{,}61$$

5. Koefisien Ketajaman (C_K)

$$C_K = \frac{n^2\sum_{i=1}^{n}(X_i - \overline{X})^4}{(n-1)(n-2)(m-3)s^4}$$

$$= \frac{12^2 * 8613688{,}04}{(12-1)(12-2)(12-3)20{,}16^4}$$

$$= 6{,}36$$

4.2.1.2 Perhitungan Periode Ulang Curah Hujan (X) metode Gumbel.

Contoh perhitungan :

Untuk 5 Tahun

T = 5 tahun

$$Y_T = -\ln\left[-\ln\left\{\frac{T_r - 1}{T_r}\right\}\right]$$

$$Y_T = -\ln\left[-\ln\left\{\frac{5 - 1}{5}\right\}\right] = 1{,}4999$$

n = 12 Yn = 0,5035

Sn = 0,9833

$$K = \frac{Y_T - Y_n}{s_n} = \frac{1{,}4999 - 0{,}5035}{0{,}9833} = 1{,}01$$

$$X_5 = \bar{X} + s\,K$$

$$X_5 = 68{,}33 + 21{,}06 * 1{,}0133 = 88{,}26$$

Hasil perhitungan selanjutnya dalam tabel 4.7

Tabel 4.7 Perhitungan Periode Ulang Curah Hujan

T (tahun)	$\bar{X}$	S	Yn	Sn	Yt	Xt
1	2	3	4	5	6	7
1.1	66,92	21,06	0,50	0,98	-0,87	37,39
2	66,92	21,06	0,50	0,98	0,37	63,98
5	66,92	21,06	0,50	0,98	1,50	88,26
10	66,92	21,06	0,50	0,98	2,25	104,33
25	66,92	21,06	0,50	0,98	3,20	124,65
50	66,92	21,06	0,50	0,98	3,90	139,67

4.2.2 Perhitungan Distribusi Log Person Tipe III.

Setelah didapat data hujan harian maksimum maka hujan rencana dengan periode ulang tertentu dapat di estimasi dengan Metode Log Pearson Tipe III. Dalam analisa hujan rencana yang diambil adalah hujan rencana dengan periode ulang 1.1, ulang 2 tahun, 5 tahun dan 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun dan.

Estimasi hujan rencana dengan metode Log Pearson tipe III dengan kala ulang yang dikehendaki mengikuti persamaan :

- $\log X = \overline{\log X} + k\,\overline{(S\log X)}$
- $\overline{\log X} = \frac{\sum \log X}{n}$
- $\overline{S\log X} = \sqrt{\frac{\sum\left(\log X - \overline{\log X}\right)^2}{n-1}}$
- $Cs = \frac{n\sum\left(\log X - \overline{\log X}\right)^3}{(n-1)(n-2)(\overline{S\log X})^3}$

Dimana :

Log X = Nilai Logaritma Dari X

$\overline{LogX}$ = Nilai Rata – Rata dari Log X

n = Jumlah data

Cs = Koefisien Kemencengan

$\overline{SdLogX}$ = Standart Deviasi dari Log X

k = Karakteristik dari distribusi Log Pearson Tipe III

Nilai k dapat diketahui dari tabel distribusi Log Pearson Tipe III berdasarkan nilai kemencengan Cs dan periode ulang yang direncanakan. Untuk menghitung nilai Cs dihitung melalui Tabel 2.4 pada lampiran dan selanjutnya dihitung standart deviasi dan seterusnya nilai Cs. sebagai berikut.

Hasil perhitungan selanjutnya dalam tabel 4.8

Tabel 4.8 Perhitungan Distribusi Log Pearson Tipe III

No	Tahun	X (mm)	logX	$\overline{\log X}$	$\log X - \overline{\log X}$	$(\log X - \overline{\log X})^2$	$(\log X - \overline{\log X})^3$	$(\log X - \overline{\log X})^4$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2000	58	1,76	1,81	-0,05	0,00	-0,00	0,00
2	2001	44	1,64	1,81	-0,17	0,027	-0,00	0,00
3	2002	120	2,08	1,81	0,27	0,07	0,02	0,00
4	2003	56	1,75	1,81	-0,06	0,00	-0,00	0,00
5	2004	68	1,83	1,81	0,02	0,00	0,00	0,00
6	2005	24	1,70	1,81	-0,11	0,01	-0,00	0,00
7	2006	81	1,91	1,81	0,10	0,00	0,00	0,00
8	2007	88	1,94	1,81	0,14	0,01	0,00	0,00
9	2008	71	1,85	1,81	0,04	0,00	0,00	0,00
10	2009	56	1,75	1,81	-0,06	0,00	-0,00	0,00
11	2010	58	1,76	1,81	-0,05	0,00	-0,00	0,00
12	2011	53	1,72	1,81	-0,08	0,00	-0,02	0,00
∑		803	21,70	21,70	0,000	0,16	0,02	0,01

4.2.2.1 Perhitungan Parameter Dasar Statistik

1. Perhitungan Standart Deviasi (S)

$$\overline{\text{SlogX}} = \sqrt{\frac{\sum\left(\text{logX} - \overline{\text{logX}}\right)^2}{\text{n} - 1}} = \sqrt{\frac{0{,}1618}{12 - 1}} = 0{,}12$$

2. Perhitungan Koefisien Skewness (Cs)

$$\text{Cs} = \frac{\text{n}\sum\left(\text{logX} - \overline{\text{logX}}\right)^3}{(\text{n} - 1)(\text{n} - 2)(\overline{\text{SlogX}})^3}$$

$$= \frac{12 * 0{,}01625}{(12 - 1)(12 - 2) * 0{,}121^3} = 0{,}99$$

3 Perhitungan Koefisien Kurtosisi (Ck)

$$\text{C}_\text{K} = \frac{\text{n}^2 \sum_{\text{i}=1}^{\text{n}}\left(\text{logX} - \overline{\text{SlogX}}\right)^4}{(\text{n} - 1)(\text{n} - 2)(\text{n} - 3)(\overline{\text{SlogX}})^4}$$

$$= \frac{12^2 * 0{,}006764}{(12 - 1)(12 - 2)(12 - 3)0{,}121^4}$$

$$= 4{,}55$$

Dari perbandingan hasil perhitungan distribusi gumbel didapatkan harga Cs = 1,613 dan Ck = 6,363 dan hasil perhitungan distribusi log pearson tipe III dengan harga Cs = 0,993 dan Ck = 4,546 ,maka persamaan yang memenuhi Kriteria Pemilihan Jenis Distribusi Frekuensi adalah distribusi Log Pearson Tipe III.

4.2.2.2 Perhitungan Periode Ulang Curah Hujan (X) Metode Log Pearson Tipe III.

Contoh perhitungan untuk X 2 tahun

Diket Cs = -0,101

$$\text{k} = 0{,}017 + \left[\frac{0{,}101 - (0{,}1)}{0 - (0{,}1)}\right] * (0{,}000 - 0{,}017) = 0{,}02$$

$$\log X = \overline{\log X} + k\,(\overline{S\log X})$$

$$\log X = 1{,}88 + 0{,}02 * 0{,}11 = 1{,}88$$

$$X = 10^{\log X} = 10^{1.882} = 76{,}21$$

R 2th = 76,21

Hasil perhitungan selanjutnya dalam tabel 4.9

Tabel 4.9 Periode Ulang Curah Hujan

T (tahun)	$\overline{\log X}$	$\overline{S\log X}$	k	Log X	X (mm)
1	2	3	4	5	6
1.1	1,88	0,11	-1,29	1,74	55,48
2	1,88	0,11	0,02	1,88	76,63
5	1,88	0,11	0,84	1,97	93,77
10	1,88	0,11	1,27	2,02	104,36
25	1,88	0,11	1,72	2,07	116,48
50	1,88	0,11	1,99	2,09	124,93

Dari kedua metode perhitungan diatas dapat dilihat perbandingan periode ulang curah hujan seperti pada tabel 4.10

Tabel 4.10 Perbandingan Periode Ulang Curah Hujan

No	T (tahun)	Metode		
		Gumbel	Log Person Type III	Terpilih
		Xt (mm)	Xt (mm)	Xt (mm)
1	2	3	4	5
1	1.1	37.39	46.99	37.39
2	2	63.98	61.51	63.98
3	5	88.26	79.57	88.26
4	10	104.34	93.62	104.34
5	25	124.65	113.93	124.65
6	50	139.72	130.96	139.72
7	100	154.68	149.75	154.68
Jumlah		713.03	676.32	713.03

Catatan : Curah hujan rencana yang dipakai adalah Metode Log Pearson Tipe III karena sesuai dengan kriteria pemilihan distribusi dalam perhitungan dasar statistiknya yaitu nilai Cs dan Ck,dapat di lihat pada tabel 4.5.

4.3 Uji Distribusi Frekuensi

Untuk menentukan kesesuaian distribusi (*the goodness of fit test*) distribusi frekuensi dari sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang memperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi tersebut diperlukan pengujian parameter.

Pemeriksaan uji kesesuaian bertujuan untuk mengetahui kebenaran dari suatu hipotesa sehingga diketahui :

1. Kebenaran antara hasil pengamatan dengan model distribusi yang diharapkan atau yang didapatkan secara teoritis.
2. Kebenaran hipotesa (hasil model distribusi diterima atau ditolak).

Pengujian parameter yang dilakukan adalah :

a. Smirnov Kolmogorov
b. Chi-Kuadrat (*Chi-Square*)

4.3.1 Uji Chi-Kuadrat (*Chi-Square*)

Untuk mengetahui apakah data hujan yang tersedia betul–betul sesuai dengan jenis sebaran distribusi yang dipilih dan apakah hujan rencana dapat diterima, maka perlu dilakukan pengujian kecocokan dengan uji Chi-Kuadrat.

Uji Chi-Kuadrat digunakan untuk menghitung besarnya simpangan vertikal antara data perhitungan dan data teoritis. Uji ini didasarkan pada perbedaan

nilai ordinat teoritis dan empiris pada sumbu vertikal yang merupakan data curah hujan rancangan. Uji Chi Kuadrat dikatakan berhasil jika X^2 *hitung* < X^2 (tabel 2.5 pada lampiran).

Menghitung jumlah kelas dengan rumus $k = 1 + 3.3 \log n$.

Menghitung ${X_h}^2$ dengan rumus :

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

$$ dk = G - R - 1 $$

$$ G = 1 + 3{,}3 \log n $$

keterangan :

${X_h}^2$ = Parameter uji Chi-Kuadrat

G = Jumlah sub kelompok (minimal 4 data pengamatan)

O_i = Jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok ke-1

E_i = jumlah nilai teoritis pada sub kelompok ke-1

4.3.1.1 Perhitungan Uji Chi-Kuadrat.

n (Banyaknya Data) = 12

α taraf signifikan 5 % = 0,05

G (Kelas interval) $= 1 + 3{,}3 \log n$

$= 1 + 3{,}3 * \log 12$

$= 4{,}56 \approx 5$

Derajat Kebebasan

$dk = G - R - 1$

$= 5 - 2 - 1 = 2; \alpha = 0{,}05;$ maka, $X^2 = 5{,}991$

(lihat tabel 2.5 pada lampiran nilai kritis distribusi Chi Kuadrat)

Pembagian data pengamatan menjadi 5 sub-bagian, dengan interval peluang $P = \frac{1}{kelas} = \frac{1}{5} = 0.2\ (20\%)$

Sub grup 1P ≤ 0,2
Sub grup 2P ≤ 0,4
Sub grup 3P ≤ 0,6
Sub grup 4P ≤ 0,8
Sub grup 5P ≤ 1,0

4.3.1.1.1 Perhitungan Dengan Metode Gumbel

Untuk P(%) = 20

$$T = \frac{100}{P(\%)} = \frac{100}{20} = 5$$

$$Y_T = -ln\left[-ln\left\{\frac{T_r - 1}{T_r}\right\}\right]$$

$$Y_T = -ln\left[-ln\left\{\frac{5 - 1}{5}\right\}\right] = 1{,}50$$

n = 12 Yn = 0,50
Sn = 0,98

$$K = \frac{Y_T - Y_n}{s_n} = \frac{1{,}50 - 0{,}50}{0{,}98} = 1{,}01$$

$$X_5 = \bar{X} + s\,K$$

$$X_5 = 78{,}51 + 19{,}11 * 0{,}921 = 96{,}07$$

Hasil perhitungan selanjutnya dalam tabel 4.11

Tabel 4.11 Perhitungan Metode Gumbel Uji Chi-Kuadrat

P(%)	T	Y_T	S_d	Y_n	S_n	K	X (mm)
20	5.00	1.50	21.06	0.50	0.98	1.01	88.26
40	2.50	0.67	21.06	0.50	0.98	0.17	70.52
60	1.67	0.09	21.06	0.50	0.98	-0.42	58.00
80	1.25	-0.48	21.06	0.50	0.98	-1.00	45.94

Sehingga :

Sub grup 1 $X \leq 45{,}94$

Sub grup 2 $45{,}94 \leq X \leq 58{,}00$

Sub grup 3 $58{,}00 \leq X \leq 70{,}52$

Sub grup 4 $70{,}52 \leq X \leq 88{,}26$

Sub grup 5 $88{,}26 \leq X$

Tabel 4.12 Perhitungan Uji Chi-Kuadrat

No.	Nilai Batas Sub Kelas	Jumlah Data Oi	Jumlah Data Ei	(Ef - Of)	$(Ef - Of)^2 / Ef$
1	X < 45.94	1	2.4	-1.40	-0.58
2	45.94 < X < 58.00	5	2.4	6.76	2.82
3	58.00 < X < 70.52	2	2.4	0.16	0.07
4	70.52 < X < 88.26	3	2.4	0.36	0.15
5	X > 88.26	1	2.4	1.96	0.82
Jumlah		12	12		3.27

Keterangan :

$$E_i = \frac{n}{kelas} = \frac{12}{5} = 4{,}58$$

Kesimpulan :

$$X^2{}_{hitung} = 3.27$$

Karena

$$X^2{}_{hitung} = 3.27 < X^2 = 5.99$$

Maka Persamaan Distribusi Gumbel *Dapat Diterima***.**

4.3.1.1.2 Perhitungan Dengan Metode Log Pearson Tipe III

Contoh perhitungan untuk X 5 tahun -7.94

Diket Cs = 0.994

$$k = 0{,}85 + \left[\frac{0{,}994-(0{,}2)}{0{,}1-(0{,}2)}\right] * (0{,}84 - 0{,}85) = 0{,}96$$

$$logX = \overline{logX} + k\,(\overline{SlogX})$$

$$logX = 1{,}81 + 0{,}76 * 0{,}12 = 1{,}90$$

$$X = 10^{logX} = 10^{1{,}90} = 79{,}79$$

X 5th = 79,79

Hasil perhitungan selanjutnya dalam tabel 5.13

Tabel 4.13 Perhitungan Metode Log Pearson Uji Chi-Kuadrat

P(%)	T	Cs	k	$\overline{logX}$	$\overline{SlogX}$	Log X	X (mm)
20	5	1.0	0.76	1.81	0.12	1.90	79.57
40	2.5	1.0	0.14	1.81	0.12	1.83	67.02
60	1.667	1.0	-0.39	1.81	0.12	1.76	57.69
80	1.25	1.0	-0.85	1.81	0.12	1.71	50.76

Sehingga :

Sub grup 1 X ≤ 50,755

Sub grup 2 50,755 ≤ X ≤ 57,692

Sub grup 3 57,692 ≤ X ≤ 67,020

Sub grup 4 67,020 ≤ X ≤ 79,572

Sub grup 5 79,572 ≤ X

Tabel 4.14 Perhtiungan Uji-Kuadrat

No.	Nilai Batas Sub Kelas				Jumlah Data		(Ef - Of)	$(Ef - Of)^2 / Ef$
					Ef	Of		
1	X	<	50.755		1	2.4	-1.40	0.82
2	50.755	< X <	57.692		4	2.4	1.60	1.07
3	57.692	< X <	67.020		2	2.4	-0.40	0.07
4	67.020	< X <	79.572		2	2.4	-0.40	0.07
5	X	>	79.572		3	2.4	0.60	0.15
Jumlah :					12	12		2.17

Keterangan :

$$E_i = \frac{n}{kelas} = \frac{12}{5} = 4{,}58$$

Kesimpulan :

$$X^2{}_{hitung} = 2.17$$

Karena

$$X^2{}_{hitung} = 2.17 < X^2 = 5.991$$

Maka Persamaan Distribusi Log Pearson *Dapat Diterima*

\

4.3.2 Uji Smirnov Kolmogorov

Pengujian ini digunakan untuk mengetahui simpangan horizontal terbesar antara data perhitungan dengan data teoritis. Uji Smirnov Kolmogorof sering juga disebut uji kecocokan non-parametic, karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu. Uji simpangan ini dikatakan berhasil jika simpangan horizontal yang dinyatakan dengan D maks (hitung) < Do (tabel 2.6).

Secara garis besar prosedurnya sbb :

1. Urutkan data (dari besar ke kecil atau sebaliknya) dan tentukan besarnya peluang dari masing - masing d ata tersebut ;
   X1 P(X1); Xm P(Xm)
   X2 P(X2); Xn P(Xn)
2. Tentukan nilai masing-masing peluang teoritis dari hasil penggambaran data (persamaan distribusinya)
   X1 P(X1); Xm P(Xm)
   X2 P(X2); Xn P(Xn)
3. Dari kedua nilai peluang tersebut tentukan selisih terbesarnya antara peluang pengamatan dengan peluang teoritis.
   D maximum = [P(Xm) – P'(Xm)].
4. Berdasarkan tabel nilai kritis (Smirnov Kolmogorov Test) tentukan harga Do (lihat tabel 2.6).

Apabila D lebih kecil dari Do maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan persamaan distribusi dapat diterima, apbila D lebih besar dari Do maka distribusi toritis yang di yang di gunakan untuk menentukan persamaan distribusi tidak dapat di terima.

Tabel 4.15 Perhitungan Uji Smirnov Metode Gumbel

Tahun	m	X	X	S	P(X)=m/(n+1)	P(X<)	f(t)=(X-X)/S	P'(X)	P'(X<)	D
1	2	3	4	5	6	7	8	8=(angka 1)-10	10	11
2002	1	120	66.92	21.06	0.08	0.92	2.52	0.01	0.99	0.07
2007	2	88	66.92	21.06	0.15	0.85	1.00	0.16	0.84	0.00
2006	3	81	66.92	21.06	0.23	0.77	0.67	0.25	0.75	-0.02
2004	4	71	66.92	21.06	0.31	0.69	0.19	0.42	0.58	-0.12
2008	5	68	66.92	21.06	0.38	0.62	0.05	0.52	0.48	-0.14
2010	6	58	66.92	21.06	0.46	0.54	-0.42	0.66	0.34	-0.20
2000	7	58	66.92	21.06	0.54	0.46	-0.42	0.66	0.34	-0.12
2003	8	56	66.92	21.06	0.62	0.38	-0.52	0.70	0.30	-0.08
2009	9	56	66.92	21.06	0.69	0.31	-0.52	0.70	0.30	-0.01
2005	10	50	66.92	21.06	0.77	0.23	-0.80	0.75	0.25	0.02
2011	11	53	66.92	21.06	0.85	0.15	-0.66	0.79	0.21	0.06
2001	12	44	66.92	21.06	0.92	0.08	-1.09	0.86	0.14	0.06
									D max	0.07

Dari perhitungan nilai D pada tabel diatas, menunjukkan nilai Dmak = 0,07, data pada peringkat ke m = 1. Dengan menggunakan data pada tabel 2.1, untuk derajat kepercayaan (0,05) 5 % dan n = 12, maka di peroleh nilai Do = 0,38 yang berarti nilai Dmax lebih kecil dari nilai Do (0,09 < 0,29) maka persamaan distribusi Gumbel dapat diterima.

Tabel 4.16 Perhitungan Uji Smirnov Metode Log Pearson tipe III

Tahun	m	X	Log X	Log x rata2	S Log X rata2	p(x)=m/(n+1)	f(t)=(x- $\bar{x}$)/s	P(X<)	P' (X)	P'(X<)	D
1	2	3	4	5	6	7	8	9=(angka1)-7	10=(angka1)-11	11	12=11-9
2002	1	120	2.08	1.81	0.12	0.08	2.23	0.92	0.01	0.99	0.06
2007	2	88	1.94	1.81	0.12	0.15	1.12	0.85	0.13	0.87	0.02
2006	3	81	1.91	1.81	0.12	0.23	0.82	0.77	0.21	0.79	0.02
2004	4	71	1.85	1.81	0.12	0.31	0.35	0.69	0.36	0.64	-0.06
2008	5	68	1.83	1.81	0.12	0.38	0.20	0.62	0.42	0.58	-0.04
2010	6	58	1.76	1.81	0.12	0.46	-0.37	0.54	0.64	0.36	-0.18
2000	7	58	1.76	1.81	0.12	0.54	-0.37	0.46	0.64	0.36	-0.11
2003	8	56	1.75	1.81	0.12	0.62	-0.50	0.38	0.31	0.69	0.31
2009	9	56	1.75	1.81	0.12	0.69	-0.50	0.31	0.31	0.69	0.38
2005	10	50	1.70	1.81	0.12	0.77	-0.91	0.23	0.75	0.25	0.02
2011	11	53	1.72	1.81	0.12	0.85	-0.70	0.15	0.82	0.18	0.03
2001	12	44	1.64	1.81	0.12	0.92	-1.36	0.08	0.91	0.09	0.01
										D max	0.38

Dari perhitungan nilai D pada tabel diatas, menunjukkan nilai Dmak = 0 ,38, data pada peringkat ke m = 9. Dengan menggunakan data pada tabel 2.1, untuk derajat kepercayaan (0,05) 5 % dan n = 12, maka di peroleh nilai Do = 0,382 yang berarti nilai Dmax lebih kecil dari nilai Do (0.38 < 0,382) maka persamaan distribusi Log Paerson Tipe III dapat diterima.

4.4 Distribusi Hujan Jam-Jaman

Berdasarkan pengamatan di sekitar stasiun hujan, lamanya hujan yang sering terjadi di pulau Madura diperkirakan selama 5 jam/hari. Dalam analisa ini data pengamatan sebaran hujan jam-jaman perhitungannya menggunakan rumus Mononobe, sebagai berikut:

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

Dimana :

I = Intensitas curah hujan rata-rata sampai jam ke T (mm/jam)

R_{24}= Curah hujan efektif dalam 1 hari (mm)

T = Waktu hujan (jam)

t = Lamanya hujan terpusat (jam)

Perhitungan Distribusi Hujan

$$I_1 = \frac{R_{24}}{5}\left(\frac{5}{1}\right)^{\frac{2}{3}} = 0{,}585\ R_{24}$$

$$I_2 = \frac{R_{24}}{5}\left(\frac{5}{2}\right)^{\frac{2}{3}} = 0{,}368\ R_{24}$$

$$I_3 = \frac{R_{24}}{5}\left(\frac{5}{3}\right)^{\frac{2}{3}} = 0{,}281\ R_{24}$$

$$I_4 = \frac{R_{24}}{5}\left(\frac{5}{4}\right)^{\frac{2}{3}} = 0{,}232\ R_{24}$$

$$I_5 = \frac{R_{24}}{5}\left(\frac{5}{5}\right)^{\frac{2}{3}} = 0{,}200\ R_{24}$$

Distribusi Hujannya :

$$I_1 = 1R_1 = 0.585\ R_{24}$$
$$I_2 = 2I_2 - 1I_1 = (0.736 - 0.368) = 0{,}152\ I_2$$
$$I_3 = 3I_3 - 2I_2 = (0.843 - 0.736) = 0{,}107 I_{24}$$
$$I_4 = 4I_4 - 3I_3 = (0.928 - 0.843) = 0{,}085 I_{24}$$
$$I_5 = 5I_5 - 4I_4 = (1.000 - 0.928) = 0{,}072\ I_{24}$$

Distribusi Hujan Efektif :

Tabel 4.17 Perhitungan Distribusi Hujan Efektif

Jam ke	Rt		%distribusi hujan
1	0.585	I_{24}	58.5
2	0.152	I_{24}	15.2
3	0.107	I_{24}	10.7
4	0.085	I_{24}	8.5
5	0.072	I_{24}	7.2

Perhitungan Curah Hujan efektif:

Tabel 4.18 Perhitungan Curah Hujan Efektif

t	Xt	C	Reff
1.1	37.39	0.8	29.92
2	63.98	0.8	51.19
5	88.26	0.8	70.61
10	104.34	0.8	83.47
25	124.65	0.8	99.72
50	139.72	0.8	111.78
100	154.68	0.8	123.74

Perhitungan Curah Hujan Efektif Jam-Jaman :

Tabel 4.19 Perhitungan Curah Hujan Efektif Jam-Jaman.

Hujan Rencana Tahunan	Reff(R24)	R1 0.585XR.eff	R2 0.152XR.eff	R3 0.107XR.eff	R4 0.085XR.eff	R5 0.072XR.eff
1	2	3	4	5	6	7
1.1	29.92	17.50	4.55	3.20	2.54	2.15
2	51.19	29.94	7.78	5.48	4.35	3.69
5	70.61	41.31	10.73	7.56	6.00	5.08
10	83.47	48.83	12.69	8.93	7.10	6.01
25	99.72	58.34	15.16	10.67	8.48	7.18
50	111.78	65.39	16.99	11.96	9.50	8.05
100	123.74	72.39	18.81	13.24	10.52	8.91

4.5 Perhitungan Debit Banjir Rencana

Untuk menghitung debit banjir rencana perlu dianalisa dengan metode hidrograf satuan Nakayasu.

5.3.1 Perhitungan Unit Hidrograf Banjir Nakayasu.

Perhitungan Unit Hidrograf Nakayasu Seluruh DAS Kali Kemuning

Data yang ada :

Luas DAS (A) = 331 km^2
Panjang Sungai (L) = 54,11 km
Koefisien (α) = 3,5
Tinggi Hujan Satuan (Ro) = 1 mm
Koefisien Pengaliran (C) = 1,00
Satuan Waktu Hujan (tr) = 1 jam

Waktu Mencapai Puncak (Tg)

(L > 15 km) = 0,4 + 0,058 x L

= 0,4 + 0,058 x 331

= 3,54 jam

$T_{0.3}$ = α x Tg

= 3,5 x 3,54

= 12,38 jam

Waktu konsentrasi banjir (Tp) = Tg + 0,8 tr

= 3,54+ 0,8 x 1

= 4,34 jam

Debit Puncak (Qp) $= \frac{CxAx\ R_0}{3,6(0,3Tp + T_{0,3})}$

$= \frac{0.8x331\ x\ 1}{3,6\ (0,3x4,34+12,38)}$

= 6,72 m^3/det

Untuk Kurva Naik

0 < t < Tp

$Qt = Qp\ x\ (t/Tp)^{2.4}$

Tabel 4.20 Hidrograf Untuk Kurva Naik

t (jam)	$(t/Tp)^{2.4}$	Qp	Qt (m^3/det)
0.0	0.00	6.72	0.00
1.0	0.03	6.72	0.20
2.0	0.16	6.72	1.05
3.0	0.41	6.72	2.77
4.0	0.82	6.72	5.53
4.34	1.00	6.72	6.72

Untuk Kurva Turun I

$Tp < t < (Tp + T_{0.3})$

$Qt = Qp \times 0.3^{((t-Tp)/T0.3)}$

Tabel 4.21 Hidrograf Untuk Kurva Turun I

t	((t - Tp)/T0.30)	0.3 ^ ((T - Tp)/(T0.3))	Qp	Qt
Jam			(m^3/det)	(m^3/det)
4.34	0.00	1.00	6.72	6.72
5	0.05	0.94	6.72	6.30
6	0.13	0.85	6.72	5.72
7	0.21	0.77	6.72	5.19
8	0.30	0.70	6.72	4.71
9	0.38	0.64	6.72	4.27
10	0.46	0.58	6.72	3.87
11	0.54	0.52	6.72	3.52
12	0.62	0.47	6.72	3.19
13	0.70	0.43	6.72	2.89
14	0.78	0.39	6.72	2.63
15	0.86	0.35	6.72	2.38
16	0.94	0.32	6.72	2.16
16.72	1.00	0.30	6.72	2.02

Untuk Kurva Turun II

$(Tp + T_{0.3}) < t < (Tp + T_{0.3})/(1.5 \times T_{0.3})$

$Qt = Qp \times 0.3^{((t-Tp)+(0.5xT0.3)/(1.5xT0.3))}$

Tabel 4.22 Hidrograf Untuk Kurva Turun II

t (jam)	((t - Tp) + (0.5*T0.3))/ (1.5*T0.3)	0.3^((t - Tp) + (0.5*T0.3)/ (1.5*T0.3))	Qp (m/det)	Qt (m^3/det)
16.72	1.00	0.30	6.72	2.02
17	1.01	0.29	6.72	1.98
18	1.07	0.28	6.72	1.86
19	1.12	0.26	6.72	1.74
20	1.18	0.24	6.72	1.63
21	1.23	0.23	6.72	1.53
22	1.28	0.21	6.72	1.43
23	1.34	0.20	6.72	1.34
24	1.39	0.19	6.72	1.26
25	1.45	0.18	6.72	1.18
26	1.50	0.16	6.72	1.10
27	1.55	0.15	6.72	1.04
28	1.61	0.14	6.72	0.97
29	1.66	0.14	6.72	0.91
30	1.71	0.13	6.72	0.85
31	1.77	0.12	6.72	0.80
32	1.82	0.11	6.72	0.75
33	1.88	0.10	6.72	0.70
34	1.93	0.10	6.72	0.66
35	1.98	0.09	6.72	0.62
35.23	2.00	0.09	6.72	0.61

Untuk Kurva Turun III

$Qt = Qp \times 0.3 \wedge ((t - Tp + 1.5\ T0.3)/\ 2\ T0.3)$

Tabel 4.23 Hidrograf Untuk Kurva Turun III

t (jam)	(t - Tp + 1.5*T0.30)/2 T0.3)	0.3^((t - Tp + 1.5 T0.30)/2*T0.30)	Qp (m/det)	Qt (m^3/det)
35.23	2.00	0.09	6.72	0.61
36.00	2.03	0.09	6.72	0.58
37	2.07	0.08	6.72	0.56
38	2.11	0.08	6.72	0.53
39	2.15	0.08	6.72	0.51
40	2.19	0.07	6.72	0.48

Tabel 4.24 Ordinat Hidrograf Banjir dengan Kala Ulang 1.11 Tahun

T	Qt	R1	R2	R3	R4	R5	Q1.11
Jam	(m³/det)	17.50	4.55	3.20	2.54	2.15	(m³/det)
0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	0.00
1.00	0.20	3.47	0.00	-	-	-	3.47
2.00	1.05	18.33	4.76	0.00	-	-	23.09
3.00	2.77	48.51	12.60	8.87	0.00	-	69.98
4.00	5.53	96.75	25.14	17.70	14.06	0.00	153.65
4.34	6.72	117.55	30.54	21.50	17.08	14.44	201.11
5.00	6.30	110.25	28.65	20.17	16.02	13.54	188.62
6.00	5.72	100.04	25.99	18.30	14.54	12.29	171.15
7.00	5.19	90.77	23.58	16.60	13.19	11.15	155.29
8.00	4.71	82.36	21.40	15.06	11.97	10.12	140.91
9.00	4.27	74.73	19.42	13.67	10.86	9.18	127.85
10.00	3.87	67.81	17.62	12.40	9.85	8.33	116.01
11.00	3.52	61.52	15.99	11.25	8.94	7.56	105.26
12.00	3.19	55.82	14.50	10.21	8.11	6.86	95.51
13.00	2.89	50.65	13.16	9.26	7.36	6.22	86.66
14.00	2.63	45.96	11.94	8.41	6.68	5.65	78.63
15.00	2.38	41.70	10.84	7.63	6.06	5.12	71.35
16.00	2.16	37.84	9.83	6.92	5.50	4.65	64.74
16.72	2.02	35.29	9.17	6.45	5.13	4.34	60.37
17.00	1.98	34.64	9.00	6.34	5.03	4.26	59.27
18.00	1.86	32.47	8.44	5.94	4.72	3.99	55.55
19.00	1.74	30.43	7.91	5.57	4.42	3.74	52.07
20.00	1.63	28.52	7.41	5.22	4.14	3.50	48.80
21.00	1.53	26.73	6.95	4.89	3.88	3.28	45.74
22.00	1.43	25.05	6.51	4.58	3.64	3.08	42.87
23.00	1.34	23.48	6.10	4.30	3.41	2.88	40.18
24.00	1.26	22.01	5.72	4.03	3.20	2.70	37.65
25.00	1.18	20.63	5.36	3.77	3.00	2.53	35.29
26.00	1.10	19.33	5.02	3.54	2.81	2.38	33.08
27.00	1.04	18.12	4.71	3.31	2.63	2.23	31.00
28.00	0.97	16.98	4.41	3.11	2.47	2.09	29.06
29.00	0.91	15.92	4.14	2.91	2.31	1.96	27.23
30.00	0.85	14.92	3.88	2.73	2.17	1.83	25.52
31.00	0.80	13.98	3.63	2.56	2.03	1.72	23.92
32.00	0.75	13.10	3.40	2.40	1.90	1.61	22.42
33.00	0.70	12.28	3.19	2.25	1.78	1.51	21.01
34.00	0.66	11.51	2.99	2.11	1.67	1.41	19.69
35.00	0.62	10.79	2.80	1.97	1.57	1.33	18.46
35.23	0.61	10.63	2.76	1.94	1.54	1.31	18.19
36.00	0.58	10.23	2.66	1.87	1.49	1.26	17.50
37.00	0.56	9.74	2.53	1.78	1.42	1.20	16.67
38.00	0.53	9.28	2.41	1.70	1.35	1.14	15.88
39.00	0.51	8.84	2.30	1.62	1.28	1.09	15.12
40.00	0.48	8.42	2.19	1.54	1.22	1.03	14.41
						Q 1.1 maks	201.11

Tabel 4.25 Ordinat Hidrograf Banjir dengan Kala Ulang 2 Tahun

T	Qt	R1	R2	R3	R4	R5	Q_2
Jam	**(m³/det)**	**29.94**	**7.78**	**5.48**	**4.35**	**3.69**	**(m³/det)**
0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	0.00
1.00	0.20	5.94	0.00	-	-	-	5.94
2.00	1.05	31.36	8.15	0.00	-	-	39.51
3.00	2.77	83.00	21.57	15.18	0.00	-	119.74
4.00	5.53	165.54	43.01	30.28	24.05	0.00	262.89
4.34	6.72	201.13	52.26	36.79	29.22	24.75	344.15
5.00	6.30	188.64	49.01	34.50	27.41	23.22	322.78
6.00	5.72	171.16	44.47	31.31	24.87	21.07	292.87
7.00	5.19	155.30	40.35	28.41	22.57	19.11	265.74
8.00	4.71	140.92	36.61	25.77	20.47	17.34	241.12
9.00	4.27	127.86	33.22	23.39	18.58	15.74	218.79
10.00	3.87	116.02	30.14	21.22	16.86	14.28	198.52
11.00	3.52	105.27	27.35	19.25	15.30	12.96	180.13
12.00	3.19	95.52	24.82	17.47	13.88	11.76	163.44
13.00	2.89	86.67	22.52	15.85	12.59	10.67	148.30
14.00	2.63	78.64	20.43	14.38	11.43	9.68	134.56
15.00	2.38	71.35	18.54	13.05	10.37	8.78	122.09
16.00	2.16	64.74	16.82	11.84	9.41	7.97	110.78
16.72	2.02	60.38	15.69	11.04	8.77	7.43	103.31
17.00	1.98	59.28	15.40	10.84	8.61	7.30	101.43
18.00	1.86	55.56	14.43	10.16	8.07	6.84	95.06
19.00	1.74	52.07	13.53	9.52	7.57	6.41	89.10
20.00	1.63	48.80	12.68	8.93	7.09	6.01	83.50
21.00	1.53	45.74	11.88	8.37	6.65	5.63	78.26
22.00	1.43	42.87	11.14	7.84	6.23	5.28	73.35
23.00	1.34	40.18	10.44	7.35	5.84	4.95	68.75
24.00	1.26	37.66	9.78	6.89	5.47	4.63	64.43
25.00	1.18	35.29	9.17	6.46	5.13	4.34	60.39
26.00	1.10	33.08	8.59	6.05	4.81	4.07	56.60
27.00	1.04	31.00	8.06	5.67	4.50	3.82	53.05
28.00	0.97	29.06	7.55	5.31	4.22	3.58	49.72
29.00	0.91	27.23	7.08	4.98	3.96	3.35	46.60
30.00	0.85	25.52	6.63	4.67	3.71	3.14	43.68
31.00	0.80	23.92	6.22	4.38	3.48	2.94	40.93
32.00	0.75	22.42	5.83	4.10	3.26	2.76	38.37
33.00	0.70	21.01	5.46	3.84	3.05	2.59	35.96
34.00	0.66	19.70	5.12	3.60	2.86	2.42	33.70
35.00	0.62	18.46	4.80	3.38	2.68	2.27	31.59
35.23	0.61	18.19	4.73	3.33	2.64	2.24	31.12
36.00	0.58	17.50	4.55	3.20	2.54	2.15	29.94
37.00	0.56	16.67	4.33	3.05	2.42	2.05	28.52
38.00	0.53	15.88	4.13	2.90	2.31	1.95	27.17
39.00	0.51	15.12	3.93	2.77	2.20	1.86	25.88
40.00	0.48	14.41	3.74	2.64	2.09	1.77	24.65
						Q_2 maks	344.15

Tabel 4.26 Ordinat Hidrograf Banjir dengan Kala Ulang 5 Tahun

T	Qt	R1	R2	R3	R4	R5	Q_5
Jam	(m^3/det)	41.31	10.73	7.56	6.00	5.08	(m^3/det)
0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	0.00
1.00	0.20	8.20	0.00	-	-	-	8.20
2.00	1.05	43.27	11.24	0.00	-	-	54.51
3.00	2.77	114.49	29.75	20.94	0.00	-	165.18
4.00	5.53	228.37	59.34	41.77	33.18	0.00	362.66
4.34	6.72	277.45	72.09	50.75	40.31	34.15	474.75
5.00	6.30	260.22	67.61	47.60	37.81	32.03	445.27
6.00	5.72	236.11	61.35	43.19	34.31	29.06	404.02
7.00	5.19	214.24	55.67	39.19	31.13	26.37	366.59
8.00	4.71	194.39	50.51	35.56	28.25	23.93	332.63
9.00	4.27	176.38	45.83	32.26	25.63	21.71	301.81
10.00	3.87	160.04	41.58	29.27	23.25	19.70	273.85
11.00	3.52	145.22	37.73	26.56	21.10	17.87	248.48
12.00	3.19	131.76	34.24	24.10	19.15	16.22	225.46
13.00	2.89	119.56	31.06	21.87	17.37	14.71	204.58
14.00	2.63	108.48	28.19	19.84	15.76	13.35	185.62
15.00	2.38	98.43	25.58	18.00	14.30	12.11	168.43
16.00	2.16	89.31	23.21	16.34	12.98	10.99	152.82
16.72	2.02	83.29	21.64	15.23	12.10	10.25	142.52
17.00	1.98	81.77	21.25	14.96	11.88	10.06	139.92
18.00	1.86	76.64	19.91	14.02	11.14	9.43	131.14
19.00	1.74	71.83	18.66	13.14	10.44	8.84	122.91
20.00	1.63	67.32	17.49	12.31	9.78	8.29	115.19
21.00	1.53	63.10	16.39	11.54	9.17	7.77	107.96
22.00	1.43	59.14	15.37	10.82	8.59	7.28	101.19
23.00	1.34	55.43	14.40	10.14	8.05	6.82	94.84
24.00	1.26	51.95	13.50	9.50	7.55	6.39	88.89
25.00	1.18	48.69	12.65	8.91	7.07	5.99	83.31
26.00	1.10	45.63	11.86	8.35	6.63	5.62	78.08
27.00	1.04	42.77	11.11	7.82	6.21	5.26	73.18
28.00	0.97	40.08	10.42	7.33	5.82	4.93	68.59
29.00	0.91	37.57	9.76	6.87	5.46	4.62	64.28
30.00	0.85	35.21	9.15	6.44	5.12	4.33	60.25
31.00	0.80	33.00	8.57	6.04	4.80	4.06	56.47
32.00	0.75	30.93	8.04	5.66	4.49	3.81	52.93
33.00	0.70	28.99	7.53	5.30	4.21	3.57	49.60
34.00	0.66	27.17	7.06	4.97	3.95	3.34	46.49
35.00	0.62	25.46	6.62	4.66	3.70	3.13	43.57
35.23	0.61	25.09	6.52	4.59	3.65	3.09	42.93
36.00	0.58	24.14	6.27	4.42	3.51	2.97	41.31
37.00	0.56	22.99	5.97	4.21	3.34	2.83	39.35
38.00	0.53	21.90	5.69	4.01	3.18	2.70	37.48
39.00	0.51	20.86	5.42	3.82	3.03	2.57	35.70
40.00	0.48	19.87	5.16	3.64	2.89	2.45	34.01
						Q_5 maks	474.75

Tabel 4.27 Ordinat Hidrograf Banjir dengan Kala Ulang10Tahun

T	Qt	R1	R2	R3	R4	R5	Q_{10}
Jam	(m³/det)	48.83	12.69	8.93	7.10	6.01	(m³/det)
0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	0.00
1.00	0.20	9.69	0.00	-	-	-	9.69
2.00	1.05	51.15	13.29	0.00	-	-	64.44
3.00	2.77	135.35	35.17	24.76	0.00	-	195.27
4.00	5.53	269.96	70.14	49.38	39.23	0.00	428.71
4.34	6.72	327.99	85.22	59.99	47.66	40.37	561.22
5.00	6.30	307.62	79.93	56.27	44.70	37.86	526.37
6.00	5.72	279.12	72.52	51.05	40.56	34.35	477.60
7.00	5.19	253.26	65.80	46.32	36.80	31.17	433.36
8.00	4.71	229.80	59.71	42.03	33.39	28.28	393.21
9.00	4.27	208.51	54.18	38.14	30.30	25.66	356.78
10.00	3.87	189.19	49.16	34.60	27.49	23.29	323.73
11.00	3.52	171.67	44.60	31.40	24.94	21.13	293.74
12.00	3.19	155.76	40.47	28.49	22.63	19.17	266.53
13.00	2.89	141.33	36.72	25.85	20.54	17.39	241.84
14.00	2.63	128.24	33.32	23.46	18.63	15.78	219.43
15.00	2.38	116.36	30.23	21.28	16.91	14.32	199.10
16.00	2.16	105.58	27.43	19.31	15.34	12.99	180.66
16.72	2.02	98.46	25.58	18.01	14.31	12.12	168.48
17.00	1.98	96.66	25.12	17.68	14.05	11.90	165.40
18.00	1.86	90.60	23.54	16.57	13.16	11.15	155.02
19.00	1.74	84.91	22.06	15.53	12.34	10.45	145.29
20.00	1.63	79.58	20.68	14.56	11.56	9.79	136.18
21.00	1.53	74.59	19.38	13.64	10.84	9.18	127.63
22.00	1.43	69.91	18.16	12.79	10.16	8.60	119.62
23.00	1.34	65.52	17.02	11.98	9.52	8.06	112.11
24.00	1.26	61.41	15.96	11.23	8.92	7.56	105.08
25.00	1.18	57.56	14.95	10.53	8.36	7.08	98.48
26.00	1.10	53.94	14.02	9.87	7.84	6.64	92.30
27.00	1.04	50.56	13.14	9.25	7.35	6.22	86.51
28.00	0.97	47.39	12.31	8.67	6.89	5.83	81.08
29.00	0.91	44.41	11.54	8.12	6.45	5.47	75.99
30.00	0.85	41.62	10.82	7.61	6.05	5.12	71.22
31.00	0.80	39.01	10.14	7.14	5.67	4.80	66.75
32.00	0.75	36.56	9.50	6.69	5.31	4.50	62.56
33.00	0.70	34.27	8.90	6.27	4.98	4.22	58.64
34.00	0.66	32.12	8.35	5.87	4.67	3.95	54.96
35.00	0.62	30.10	7.82	5.51	4.37	3.70	51.51
35.23	0.61	29.66	7.71	5.43	4.31	3.65	50.75
36.00	0.58	28.54	7.41	5.22	4.15	3.51	48.83
37.00	0.56	27.18	7.06	4.97	3.95	3.35	46.51
38.00	0.53	25.89	6.73	4.74	3.76	3.19	44.30
39.00	0.51	24.66	6.41	4.51	3.58	3.04	42.20
40.00	0.48	23.49	6.10	4.30	3.41	2.89	40.20
						Q_{10} maks	561.22

Tabel 4.28 Ordinat Hidrograf Banjir dengan Kala Ulang25Tahun

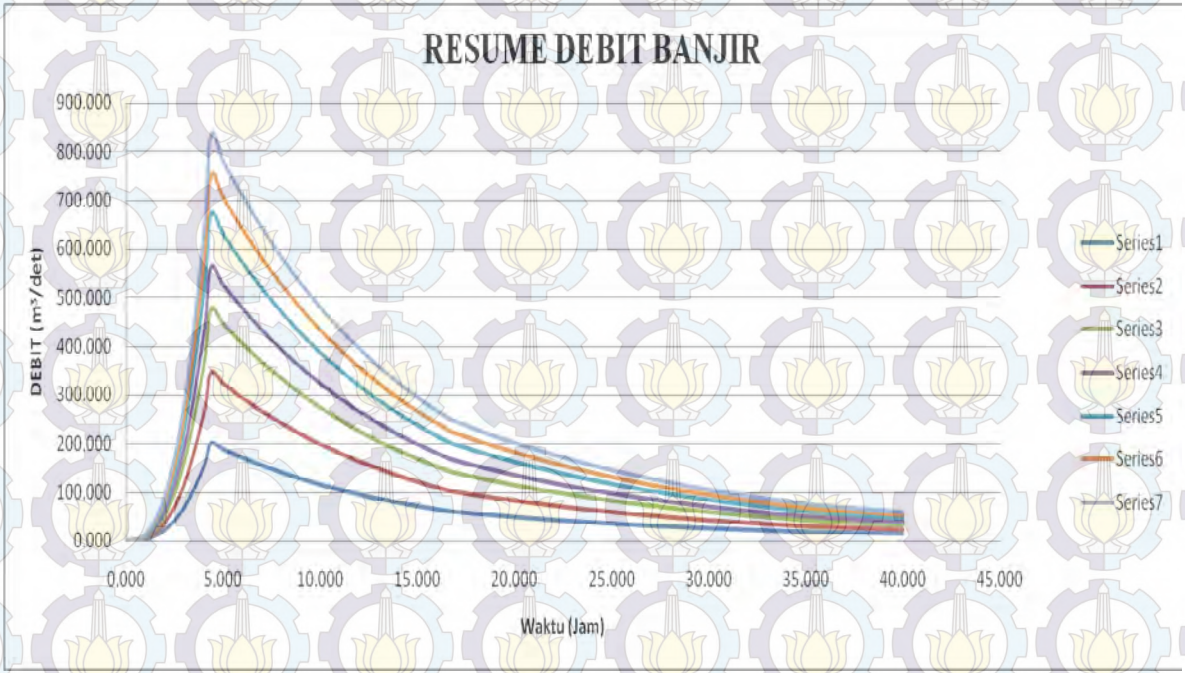
T	Qt	R1	R2	R3	R4	R5	Q_{25}
Jam	(m^3/det)	58.34	15.16	10.67	8.48	7.18	(m^3/det)
0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	0.00
1.00	0.20	11.58	0.00	-	-	-	11.58
2.00	1.05	61.11	15.88	0.00	-	-	76.98
3.00	2.77	161.70	42.01	29.58	0.00	-	233.28
4.00	5.53	322.52	83.80	58.99	46.86	0.00	512.17
4.34	6.72	391.84	101.81	71.67	56.93	48.23	670.47
5.00	6.30	367.50	95.49	67.22	53.40	45.23	628.84
6.00	5.72	333.46	86.64	60.99	48.45	41.04	570.58
7.00	5.19	302.56	78.62	55.34	43.96	37.24	517.72
8.00	4.71	274.53	71.33	50.21	39.89	33.79	469.76
9.00	4.27	249.10	64.72	45.56	36.19	30.66	426.24
10.00	3.87	226.02	58.73	41.34	32.84	27.82	386.75
11.00	3.52	205.09	53.29	37.51	29.80	25.24	350.92
12.00	3.19	186.09	48.35	34.04	27.04	22.90	318.41
13.00	2.89	168.85	43.87	30.88	24.53	20.78	288.92
14.00	2.63	153.20	39.81	28.02	22.26	18.86	262.15
15.00	2.38	139.01	36.12	25.43	20.20	17.11	237.86
16.00	2.16	126.13	32.77	23.07	18.33	15.52	215.83
16.72	2.02	117.63	30.56	21.52	17.09	14.48	201.28
17.00	1.98	115.48	30.01	21.12	16.78	14.21	197.60
18.00	1.86	108.23	28.12	19.80	15.73	13.32	185.20
19.00	1.74	101.44	26.36	18.55	14.74	12.49	173.58
20.00	1.63	95.08	24.70	17.39	13.81	11.70	162.68
21.00	1.53	89.11	23.15	16.30	12.95	10.97	152.48
22.00	1.43	83.52	21.70	15.28	12.13	10.28	142.91
23.00	1.34	78.28	20.34	14.32	11.37	9.63	133.94
24.00	1.26	73.36	19.06	13.42	10.66	9.03	125.53
25.00	1.18	68.76	17.87	12.58	9.99	8.46	117.66
26.00	1.10	64.44	16.74	11.79	9.36	7.93	110.27
27.00	1.04	60.40	15.69	11.05	8.78	7.43	103.35
28.00	0.97	56.61	14.71	10.35	8.23	6.97	96.87
29.00	0.91	53.06	13.79	9.70	7.71	6.53	90.79
30.00	0.85	49.73	12.92	9.10	7.23	6.12	85.09
31.00	0.80	46.61	12.11	8.52	6.77	5.74	79.75
32.00	0.75	43.68	11.35	7.99	6.35	5.38	74.74
33.00	0.70	40.94	10.64	7.49	5.95	5.04	70.05
34.00	0.66	38.37	9.97	7.02	5.58	4.72	65.66
35.00	0.62	35.96	9.34	6.58	5.23	4.43	61.54
35.23	0.61	35.44	9.21	6.48	5.15	4.36	60.63
36.00	0.58	34.09	8.86	6.24	4.95	4.20	58.33
37.00	0.56	32.47	8.44	5.94	4.72	4.00	55.57
38.00	0.53	30.93	8.04	5.66	4.49	3.81	52.93
39.00	0.51	29.47	7.66	5.39	4.28	3.63	50.42
40.00	0.48	28.07	7.29	5.13	4.08	3.45	48.03
						Q_{25} Maks	670.47

Tabel 4.29 Ordinat Hidrograf Banjir dengan Kala Ulang50 Tahun

T	Qt	R1	R2	R3	R4	R5	Q_{50}
Jam	(m^3/det)	65.39	16.99	11.96	9.50	8.05	(m^3/det)
0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	0.00
1.00	0.20	12.98	0.00	-	-	-	12.98
2.00	1.05	68.49	17.80	0.00	-	-	86.29
3.00	2.77	181.24	47.09	33.15	0.00	-	261.49
4.00	5.53	361.50	93.93	66.12	52.53	0.00	574.08
4.34	6.72	439.20	114.12	80.33	63.82	54.06	751.52
5.00	6.30	411.93	107.03	75.34	59.85	50.70	704.86
6.00	5.72	373.77	97.12	68.36	54.31	46.00	639.56
7.00	5.19	339.14	88.12	62.03	49.28	41.74	580.31
8.00	4.71	307.72	79.96	56.28	44.71	37.87	526.55
9.00	4.27	279.21	72.55	51.07	40.57	34.36	477.77
10.00	3.87	253.35	65.83	46.34	36.81	31.18	433.51
11.00	3.52	229.88	59.73	42.05	33.40	28.29	393.35
12.00	3.19	208.58	54.20	38.15	30.31	25.67	356.91
13.00	2.89	189.26	49.17	34.62	27.50	23.29	323.84
14.00	2.63	171.72	44.62	31.41	24.95	21.14	293.84
15.00	2.38	155.82	40.49	28.50	22.64	19.18	266.62
16.00	2.16	141.38	36.73	25.86	20.54	17.40	241.92
16.72	2.02	131.85	34.26	24.12	19.16	16.23	225.61
17.00	1.98	129.44	33.63	23.68	18.81	15.93	221.49
18.00	1.86	121.32	31.52	22.19	17.63	14.93	207.59
19.00	1.74	113.70	29.54	20.80	16.52	13.99	194.56
20.00	1.63	106.57	27.69	19.49	15.48	13.12	182.35
21.00	1.53	99.88	25.95	18.27	14.51	12.29	170.91
22.00	1.43	93.61	24.32	17.12	13.60	11.52	160.18
23.00	1.34	87.74	22.80	16.05	12.75	10.80	150.13
24.00	1.26	82.23	21.37	15.04	11.95	10.12	140.71
25.00	1.18	77.07	20.03	14.10	11.20	9.49	131.88
26.00	1.10	72.23	18.77	13.21	10.50	8.89	123.60
27.00	1.04	67.70	17.59	12.38	9.84	8.33	115.85
28.00	0.97	63.45	16.49	11.61	9.22	7.81	108.58
29.00	0.91	59.47	15.45	10.88	8.64	7.32	101.76
30.00	0.85	55.74	14.48	10.19	8.10	6.86	95.38
31.00	0.80	52.24	13.57	9.56	7.59	6.43	89.39
32.00	0.75	48.96	12.72	8.96	7.11	6.03	83.78
33.00	0.70	45.89	11.92	8.39	6.67	5.65	78.52
34.00	0.66	43.01	11.18	7.87	6.25	5.29	73.59
35.00	0.62	40.31	10.47	7.37	5.86	4.96	68.98
35.23	0.61	39.72	10.32	7.26	5.77	4.89	67.96
36.00	0.58	38.21	9.93	6.99	5.55	4.70	65.39
37.00	0.56	36.40	9.46	6.66	5.29	4.48	62.28
38.00	0.53	34.67	9.01	6.34	5.04	4.27	59.33
39.00	0.51	33.03	8.58	6.04	4.80	4.06	56.51
40.00	0.48	31.46	8.17	5.75	4.57	3.87	53.83
						Q_{50} maks	751.52

Tabel 4.30 Ordinat Hidrograf Banjir dengan Kala Ulang 100 Tahun

T	Qt	R1	R2	R3	R4	R5	Q_{100}
Jam	(m^3/det)	72.39	18.81	13.24	10.52	8.91	(m^3/det)
0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	0.00
1.00	0.20	14.37	0.00	-	-	-	14.37
2.00	1.05	75.82	19.70	0.00	-	-	95.53
3.00	2.77	200.65	52.13	36.70	0.00	-	289.48
4.00	5.53	400.21	103.98	73.20	58.15	0.00	635.54
4.34	6.72	486.22	126.33	88.93	70.65	59.84	831.98
5.00	6.30	456.03	118.49	83.41	66.26	56.13	780.31
6.00	5.72	413.78	107.51	75.68	60.12	50.93	708.02
7.00	5.19	375.45	97.55	68.67	54.55	46.21	642.43
8.00	4.71	340.67	88.51	62.31	49.50	41.93	582.92
9.00	4.27	309.11	80.31	56.54	44.91	38.04	528.91
10.00	3.87	280.47	72.87	51.30	40.75	34.52	479.91
11.00	3.52	254.49	66.12	46.55	36.98	31.32	435.45
12.00	3.19	230.91	60.00	42.23	33.55	28.42	395.11
13.00	2.89	209.52	54.44	38.32	30.44	25.79	358.51
14.00	2.63	190.11	49.40	34.77	27.62	23.40	325.30
15.00	2.38	172.50	44.82	31.55	25.06	21.23	295.16
16.00	2.16	156.52	40.67	28.63	22.74	19.26	267.82
16.72	2.02	145.96	37.93	26.70	21.21	17.96	249.76
17.00	1.98	143.30	37.23	26.21	20.82	17.64	245.20
18.00	1.86	134.31	34.90	24.57	19.51	16.53	229.81
19.00	1.74	125.88	32.71	23.02	18.29	15.49	215.39
20.00	1.63	117.98	30.65	21.58	17.14	14.52	201.87
21.00	1.53	110.57	28.73	20.22	16.07	13.61	189.20
22.00	1.43	103.63	26.93	18.96	15.06	12.76	177.33
23.00	1.34	97.13	25.24	17.77	14.11	11.95	166.20
24.00	1.26	91.04	23.65	16.65	13.23	11.20	155.77
25.00	1.18	85.32	22.17	15.61	12.40	10.50	146.00
26.00	1.10	79.97	20.78	14.63	11.62	9.84	136.83
27.00	1.04	74.95	19.47	13.71	10.89	9.22	128.25
28.00	0.97	70.25	18.25	12.85	10.21	8.65	120.20
29.00	0.91	65.84	17.11	12.04	9.57	8.10	112.66
30.00	0.85	61.71	16.03	11.29	8.97	7.59	105.59
31.00	0.80	57.83	15.03	10.58	8.40	7.12	98.96
32.00	0.75	54.20	14.08	9.91	7.88	6.67	92.75
33.00	0.70	50.80	13.20	9.29	7.38	6.25	86.93
34.00	0.66	47.61	12.37	8.71	6.92	5.86	81.47
35.00	0.62	44.63	11.60	8.16	6.48	5.49	76.36
35.23	0.61	43.97	11.43	8.04	6.39	5.41	75.24
36.00	0.58	42.30	10.99	7.74	6.15	5.21	72.39
37.00	0.56	40.30	10.47	7.37	5.85	4.96	68.95
38.00	0.53	38.38	9.97	7.02	5.58	4.72	65.68
39.00	0.51	36.56	9.50	6.69	5.31	4.50	62.56
40.00	0.48	34.83	9.05	6.37	5.06	4.29	59.59
						Q_{100} maks	831.98



Gambar 4.2 Grafik Unit Hidrograf Nakayasu Seluruh DAS Kali Kemuning

5.5.1.1Perhitungan Unit Hidrograf Nakayasu Pantauan 1

Data yang ada :

Luas DAS (A) = 324,25 km^2

Panjang Sungai (L) = 50,43 km

Koefisien (α) = 3,5

Tinggi Hujan Satuan (Ro) = 1,00 mm

Koefisien Pengaliran (C) = 0,95

Satuan Waktu Hujan (tr) = 1,00 jam

Waktu Mencapai Puncak (Tg)

(L > 15 km) = 0,4 x (0,058.L)

= 0,4 x (0,058 x 50,43)

= 3.32 jam

$T_{0.3}$ = α x Tg

= 3,5 x 3,32

= 11,64

Waktu konsentrasi banjir (Tp) = Tg + 0,8 tr

= 3,32+ 0,8 x 1

= 4,12 jam

Debit Puncak (Qp) $= \frac{CxAx\ R_0}{3,6(0,3Tp + T_{0,3})}$

$= \frac{0,95x324,25\ x\ 1}{3,6\ (0,3x4,12+11,64)}$

= 6,65 m^3/det

Untuk Kurva Naik

0 < t < Tp

$Qt = Qp\ x\ (t/Tp)^{2.4}$

Tabel 4.31 Hidrograf Untuk Kurva Naik

t	t/Tp^2.40	Qp	Qt
Jam		m³/det	m³/det
0	0.00	6.65	0.00
1	0.03	6.65	0.22
2	0.18	6.65	1.17
3	0.47	6.65	3.09
4	0.93	6.65	6.17
4.13	1.00	6.65	6.65

Untuk Kurva Turun I

$Tp < t < (Tp + T_{0.3})$

$Qt = Qp \times 0.3^{((t-Tp)/T0.3)}$

Tabel 4.32 Hidrograf Untuk Kurva Turun I

t	$((t - Tp)/T_{0,3})$	$0.30^{((t - Tp)/T_{0,3})}$	Qp	Qt
Jam			m³/det	m³/det
4.13	0.00	1.00	6.65	6.65
5	0.08	0.91	6.65	6.07
6	0.16	0.82	6.65	5.47
7	0.25	0.74	6.65	4.94
8	0.33	0.67	6.65	4.45
9	0.42	0.60	6.65	4.01
10	0.50	0.54	6.65	3.62
11	0.59	0.49	6.65	3.26
12	0.68	0.44	6.65	2.94
13	0.76	0.40	6.65	2.65
14	0.85	0.36	6.65	2.39
15	0.93	0.32	6.65	2.16
15.76	1.00	0.30	6.65	1.99

Untuk Kurva Turun II

$(Tp + T_{0.3}) < t < (Tp + T_{0.3})/(1.5 \times T_{0.3})$

$Qt = Qp \times 0.3^{((t-Tp)+(0.5xT0.3)/(1.5xT0.3))}$

Tabel 4.33 Hidrograf Untuk Kurva Turun II

t	((t - Tp) + (0.5 T0.3))/ (1.5 T0.3)	0.3 ^ ((t - Tp) + (0.5 T0.3)/ (1.5 T0.3))	Qp	Qt
Jam			m³/det	m³/det
15.76	1.00	0.30	6.65	1.99
16	1.01	0.30	6.65	1.96
17	1.07	0.28	6.65	1.83
18	1.13	0.26	6.65	1.71
19	1.19	0.24	6.65	1.59
20	1.24	0.22	6.65	1.49
21	1.30	0.21	6.65	1.39
22	1.36	0.20	6.65	1.30
23	1.41	0.18	6.65	1.21
24	1.47	0.17	6.65	1.13
25	1.53	0.16	6.65	1.05
26	1.59	0.15	6.65	0.98
27	1.64	0.14	6.65	0.92
28	1.70	0.13	6.65	0.86
29	1.76	0.12	6.65	0.80
30	1.82	0.11	6.65	0.75
31	1.87	0.10	6.65	0.70
32	1.93	0.10	6.65	0.65
33	1.99	0.09	6.65	0.61
33.22	2.00	0.09	6.65	0.60

Untuk Kurva Turun III

$Qt = Qp \times 0.3 \wedge ((t - Tp + 1.5\ T0.3)/\ 2\ T0.3)$

Tabel 4.34 Hidrograf Untuk Kurva Turun III

t	(t - Tp + 1.5 T0.3)/ 2 T0.3)	0.3 ^ ((t - Tp + 1.5 T0.3)/ 2 T0.3)	Qp	Qt
Jam			m³/det	m³/det
33.22	2.00	0.09	6.65	0.60
34	2.03	0.09	6.65	0.57
35	2.08	0.08	6.65	0.55
36	2.12	0.08	6.65	0.52
37	2.16	0.07	6.65	0.49
38	2.21	0.07	6.65	0.47
39	2.25	0.07	6.65	0.44
40	2.29	0.06	6.65	0.42

Tabel 4.35 Ordinat Hidrograf Banjir dengan Kala Ulang 1.1 Tahun

T	Qt	R1	R2	R3	R4	R5	Q 1.11
Jam	m³/det	17.50	4.55	3.20	2.54	2.15	m³/det
0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	0.00
1.00	0.22	3.88	0.00	-	-	-	3.88
2.00	1.17	20.47	5.32	0.00	-	-	25.79
3.00	3.09	54.16	14.07	9.91	0.00	-	78.14
4.00	6.17	108.03	28.07	19.76	15.70	0.00	171.56
4.12	6.65	116.31	30.22	21.27	16.90	14.31	199.02
5.00	6.07	106.24	27.60	19.43	15.44	13.08	181.79
6.00	5.47	95.80	24.89	17.52	13.92	11.79	163.93
7.00	4.94	86.38	22.45	15.80	12.55	10.63	147.81
8.00	4.45	77.89	20.24	14.25	11.32	9.59	133.29
9.00	4.01	70.24	18.25	12.85	10.21	8.64	120.19
10.00	3.62	63.33	16.46	11.58	9.20	7.80	108.37
11.00	3.26	57.11	14.84	10.45	8.30	7.03	97.72
12.00	2.94	51.50	13.38	9.42	7.48	6.34	88.12
13.00	2.65	46.44	12.07	8.49	6.75	5.72	79.46
14.00	2.39	41.87	10.88	7.66	6.08	5.15	71.65
15.00	2.16	37.76	9.81	6.91	5.49	4.65	64.60
15.76	1.99	34.89	9.07	6.38	5.07	4.29	59.70
16.00	1.96	34.33	8.92	6.28	4.99	4.22	58.73
17.00	1.83	32.04	8.32	5.86	4.66	3.94	54.82
18.00	1.71	29.90	7.77	5.47	4.34	3.68	51.17
19.00	1.59	27.91	7.25	5.10	4.06	3.44	47.76
20.00	1.49	26.05	6.77	4.76	3.78	3.21	44.57
21.00	1.39	24.31	6.32	4.45	3.53	2.99	41.60
22.00	1.30	22.69	5.90	4.15	3.30	2.79	38.83
23.00	1.21	21.18	5.50	3.87	3.08	2.61	36.24
24.00	1.13	19.77	5.14	3.62	2.87	2.43	33.83
25.00	1.05	18.45	4.79	3.37	2.68	2.27	31.57
26.00	0.98	17.22	4.47	3.15	2.50	2.12	29.47
27.00	0.92	16.07	4.18	2.94	2.34	1.98	27.50
28.00	0.86	15.00	3.90	2.74	2.18	1.85	25.67
29.00	0.80	14.00	3.64	2.56	2.03	1.72	23.96
30.00	0.75	13.07	3.40	2.39	1.90	1.61	22.36
31.00	0.70	12.20	3.17	2.23	1.77	1.50	20.87
32.00	0.65	11.39	2.96	2.08	1.65	1.40	19.48
33.00	0.61	10.63	2.76	1.94	1.54	1.31	18.18
33.22	0.60	10.47	2.72	1.91	1.52	1.29	17.91
34.00	0.57	10.05	2.61	1.84	1.46	1.24	17.20
35.00	0.55	9.55	2.48	1.75	1.39	1.17	16.33
36.00	0.52	9.06	2.36	1.66	1.32	1.12	15.51
37.00	0.49	8.61	2.24	1.57	1.25	1.06	14.73
38.00	0.47	8.17	2.12	1.50	1.19	1.01	13.99
39.00	0.44	7.76	2.02	1.42	1.13	0.96	13.28
40.00	0.42	7.37	1.92	1.35	1.07	0.91	12.61
						Q 1.1 max	199.02

Tabel 4.36 Ordinat Hidrograf Banjir dengan Kala Ulang 2 Tahun

T	Qt	R1	R2	R3	R4	R5	Q_2
Jam	m³/det	29.94	7.78	5.48	4.35	3.69	m³/det
0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	0.00
1.00	0.22	6.64	0.00	-	-	-	6.64
2.00	1.17	35.02	9.10	0.00	-	-	44.12
3.00	3.09	92.67	24.08	16.95	0.00	-	133.70
4.00	6.17	184.84	48.03	33.81	26.86	0.00	293.54
4.12	6.65	199.00	51.71	36.40	28.92	24.49	340.52
5.00	6.07	181.78	47.23	33.25	26.41	22.37	311.05
6.00	5.47	163.91	42.59	29.98	23.82	20.17	280.48
7.00	4.94	147.80	38.40	27.03	21.48	18.19	252.91
8.00	4.45	133.28	34.63	24.38	19.36	16.40	228.05
9.00	4.01	120.18	31.23	21.98	17.46	14.79	205.64
10.00	3.62	108.37	28.16	19.82	15.75	13.34	185.43
11.00	3.26	97.71	25.39	17.87	14.20	12.03	167.20
12.00	2.94	88.11	22.89	16.12	12.80	10.84	150.77
13.00	2.65	79.45	20.64	14.53	11.54	9.78	135.95
14.00	2.39	71.64	18.61	13.10	10.41	8.82	122.59
15.00	2.16	64.60	16.79	11.82	9.39	7.95	110.54
15.76	1.99	59.70	15.51	10.92	8.67	7.35	102.15
16.00	1.96	58.73	15.26	10.74	8.53	7.23	100.49
17.00	1.83	54.82	14.24	10.03	7.96	6.75	93.80
18.00	1.71	51.16	13.29	9.36	7.43	6.30	87.55
19.00	1.59	47.75	12.41	8.73	6.94	5.88	81.71
20.00	1.49	44.57	11.58	8.15	6.48	5.49	76.27
21.00	1.39	41.60	10.81	7.61	6.04	5.12	71.18
22.00	1.30	38.83	10.09	7.10	5.64	4.78	66.44
23.00	1.21	36.24	9.42	6.63	5.27	4.46	62.01
24.00	1.13	33.82	8.79	6.19	4.91	4.16	57.88
25.00	1.05	31.57	8.20	5.77	4.59	3.89	54.02
26.00	0.98	29.47	7.66	5.39	4.28	3.63	50.42
27.00	0.92	27.50	7.15	5.03	4.00	3.38	47.06
28.00	0.86	25.67	6.67	4.70	3.73	3.16	43.92
29.00	0.80	23.96	6.23	4.38	3.48	2.95	41.00
30.00	0.75	22.36	5.81	4.09	3.25	2.75	38.26
31.00	0.70	20.87	5.42	3.82	3.03	2.57	35.71
32.00	0.65	19.48	5.06	3.56	2.83	2.40	33.33
33.00	0.61	18.18	4.72	3.33	2.64	2.24	31.11
33.22	0.60	17.91	4.65	3.28	2.60	2.20	30.64
34.00	0.57	17.20	4.47	3.15	2.50	2.12	29.43
35.00	0.55	16.33	4.24	2.99	2.37	2.01	27.95
36.00	0.52	15.51	4.03	2.84	2.25	1.91	26.54
37.00	0.49	14.73	3.83	2.69	2.14	1.81	25.20
38.00	0.47	13.99	3.63	2.56	2.03	1.72	23.93
39.00	0.44	13.28	3.45	2.43	1.93	1.63	22.72
40.00	0.42	12.61	3.28	2.31	1.83	1.55	21.58
						Q_2 max	340.52

Tabel 4.37 Ordinat Hidrograf Banjir dengan Kala Ulang 5 Tahun

T	Qt	R1	R2	R3	R4	R5	Q_5
Jam	m³/det	41.31	10.73	7.56	6.00	5.08	m³/det
0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	0.00
1.00	0.22	9.15	0.00	-	-	-	9.15
2.00	1.17	48.31	12.55	0.00	-	-	60.86
3.00	3.09	127.84	33.22	23.38	0.00	-	184.44
4.00	6.17	254.99	66.25	46.64	37.05	0.00	404.94
4.12	6.65	274.53	71.33	50.21	39.89	33.79	469.74
5.00	6.07	250.77	65.16	45.87	36.44	30.86	429.09
6.00	5.47	226.12	58.75	41.36	32.85	27.83	386.91
7.00	4.94	203.89	52.98	37.29	29.63	25.09	348.89
8.00	4.45	183.85	47.77	33.63	26.71	22.63	314.60
9.00	4.01	165.78	43.08	30.32	24.09	20.40	283.67
10.00	3.62	149.49	38.84	27.34	21.72	18.40	255.79
11.00	3.26	134.80	35.02	24.66	19.59	16.59	230.65
12.00	2.94	121.55	31.58	22.23	17.66	14.96	207.98
13.00	2.65	109.60	28.48	20.05	15.93	13.49	187.54
14.00	2.39	98.83	25.68	18.08	14.36	12.16	169.11
15.00	2.16	89.12	23.15	16.30	12.95	10.97	152.49
15.76	1.99	82.35	21.40	15.06	11.97	10.14	140.91
16.00	1.96	81.02	21.05	14.82	11.77	9.97	138.63
17.00	1.83	75.62	19.65	13.83	10.99	9.31	129.39
18.00	1.71	70.58	18.34	12.91	10.26	8.69	120.77
19.00	1.59	65.88	17.12	12.05	9.57	8.11	112.72
20.00	1.49	61.48	15.98	11.25	8.93	7.57	105.21
21.00	1.39	57.39	14.91	10.50	8.34	7.06	98.20
22.00	1.30	53.56	13.92	9.80	7.78	6.59	91.65
23.00	1.21	49.99	12.99	9.14	7.26	6.15	85.54
24.00	1.13	46.66	12.12	8.53	6.78	5.74	79.84
25.00	1.05	43.55	11.32	7.97	6.33	5.36	74.52
26.00	0.98	40.65	10.56	7.43	5.91	5.00	69.55
27.00	0.92	37.94	9.86	6.94	5.51	4.67	64.92
28.00	0.86	35.41	9.20	6.48	5.15	4.36	60.59
29.00	0.80	33.05	8.59	6.05	4.80	4.07	56.55
30.00	0.75	30.85	8.02	5.64	4.48	3.80	52.78
31.00	0.70	28.79	7.48	5.27	4.18	3.54	49.27
32.00	0.65	26.87	6.98	4.92	3.90	3.31	45.98
33.00	0.61	25.08	6.52	4.59	3.64	3.09	42.92
33.22	0.60	24.71	6.42	4.52	3.59	3.04	42.27
34.00	0.57	23.73	6.17	4.34	3.45	2.92	40.60
35.00	0.55	22.53	5.85	4.12	3.27	2.77	38.55
36.00	0.52	21.40	5.56	3.91	3.11	2.63	36.61
37.00	0.49	20.32	5.28	3.72	2.95	2.50	34.77
38.00	0.47	19.29	5.01	3.53	2.80	2.37	33.01
39.00	0.44	18.32	4.76	3.35	2.66	2.25	31.35
40.00	0.42	17.40	4.52	3.18	2.53	2.14	29.77
						Q_5 max	469.74

Tabel 4.38 Ordinat Hidrograf Banjir dengan Kala Ulang 10 Tahun

T	Qt	R1	R2	R3	R4	R5	Q_{10}
Jam	m³/det	48.83	12.69	8.93	7.10	6.01	m³/det
0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	0.00
1.00	0.22	10.82	0.00	-	-	-	10.82
2.00	1.17	57.11	14.84	0.00	-	-	71.95
3.00	3.09	151.13	39.27	27.64	0.00	-	218.04
4.00	6.17	301.44	78.32	55.13	43.80	0.00	478.69
4.12	6.65	324.53	84.32	59.36	47.15	39.94	555.30
5.00	6.07	296.44	77.02	54.22	43.07	36.48	507.24
6.00	5.47	267.30	69.45	48.89	38.84	32.90	457.39
7.00	4.94	241.03	62.63	44.09	35.02	29.67	412.43
8.00	4.45	217.34	56.47	39.75	31.58	26.75	371.89
9.00	4.01	195.98	50.92	35.85	28.48	24.12	335.34
10.00	3.62	176.72	45.92	32.32	25.68	21.75	302.38
11.00	3.26	159.35	41.40	29.15	23.15	19.61	272.66
12.00	2.94	143.69	37.33	26.28	20.88	17.68	245.86
13.00	2.65	129.56	33.66	23.70	18.83	15.95	221.70
14.00	2.39	116.83	30.36	21.37	16.98	14.38	199.91
15.00	2.16	105.35	27.37	19.27	15.31	12.97	180.26
15.76	1.99	97.35	25.29	17.81	14.14	11.98	166.58
16.00	1.96	95.78	24.89	17.52	13.92	11.79	163.88
17.00	1.83	89.39	23.23	16.35	12.99	11.00	152.96
18.00	1.71	83.43	21.68	15.26	12.12	10.27	142.77
19.00	1.59	77.87	20.23	14.24	11.31	9.58	133.25
20.00	1.49	72.68	18.89	13.29	10.56	8.95	124.37
21.00	1.39	67.84	17.63	12.41	9.86	8.35	116.08
22.00	1.30	63.32	16.45	11.58	9.20	7.79	108.34
23.00	1.21	59.10	15.36	10.81	8.59	7.27	101.12
24.00	1.13	55.16	14.33	10.09	8.01	6.79	94.38
25.00	1.05	51.48	13.38	9.42	7.48	6.34	88.09
26.00	0.98	48.05	12.49	8.79	6.98	5.91	82.22
27.00	0.92	44.85	11.65	8.20	6.52	5.52	76.74
28.00	0.86	41.86	10.88	7.66	6.08	5.15	71.63
29.00	0.80	39.07	10.15	7.15	5.68	4.81	66.85
30.00	0.75	36.47	9.48	6.67	5.30	4.49	62.40
31.00	0.70	34.04	8.84	6.23	4.95	4.19	58.24
32.00	0.65	31.77	8.25	5.81	4.62	3.91	54.36
33.00	0.61	29.65	7.70	5.42	4.31	3.65	50.74
33.22	0.60	29.20	7.59	5.34	4.24	3.59	49.97
34.00	0.57	28.05	7.29	5.13	4.08	3.45	48.00
35.00	0.55	26.64	6.92	4.87	3.87	3.28	45.58
36.00	0.52	25.29	6.57	4.63	3.68	3.11	43.28
37.00	0.49	24.02	6.24	4.39	3.49	2.96	41.10
38.00	0.47	22.81	5.93	4.17	3.31	2.81	39.03
39.00	0.44	21.66	5.63	3.96	3.15	2.67	37.06
40.00	0.42	20.57	5.34	3.76	2.99	2.53	35.19
						Q_{10} max	555.30

Tabel 4.39 Ordinat Hidrograf Banjir dengan Kala Ulang 25 Tahun

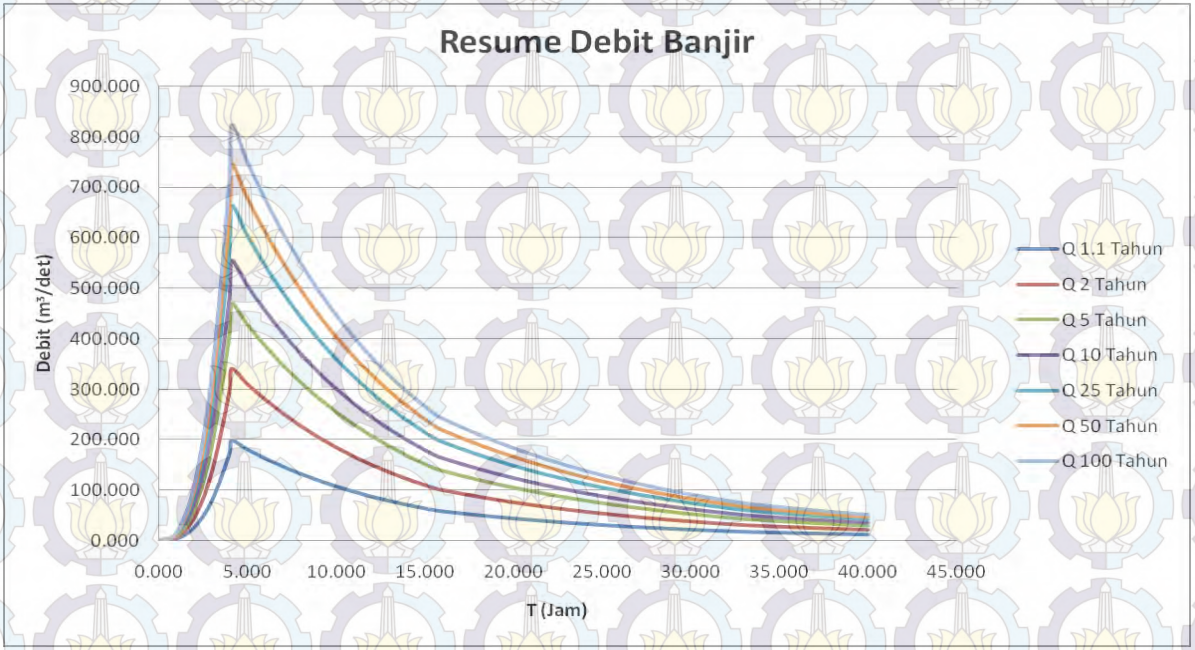
T	Qt	R1	R2	R3	R4	R5	Q_{25}
Jam	m³/det	58.34	15.16	10.67	8.48	7.18	m³/det
0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	0.00
1.00	0.22	12.93	0.00	-	-	-	12.93
2.00	1.17	68.23	17.73	0.00	-	-	85.96
3.00	3.09	180.55	46.91	33.02	0.00	-	260.48
4.00	6.17	360.12	93.57	65.87	52.32	0.00	571.88
4.12	6.65	387.70	100.74	70.91	56.33	47.72	663.40
5.00	6.07	354.15	92.02	64.78	51.46	43.59	605.99
6.00	5.47	319.34	82.97	58.41	46.40	39.30	546.43
7.00	4.94	287.95	74.82	52.67	41.84	35.44	492.72
8.00	4.45	259.65	67.47	47.49	37.73	31.96	444.29
9.00	4.01	234.13	60.83	42.82	34.02	28.82	400.62
10.00	3.62	211.12	54.85	38.62	30.68	25.98	361.25
11.00	3.26	190.37	49.46	34.82	27.66	23.43	325.74
12.00	2.94	171.66	44.60	31.40	24.94	21.13	293.73
13.00	2.65	154.79	40.22	28.31	22.49	19.05	264.86
14.00	2.39	139.57	36.27	25.53	20.28	17.18	238.83
15.00	2.16	125.86	32.70	23.02	18.29	15.49	215.35
15.76	1.99	116.30	30.22	21.27	16.90	14.31	199.01
16.00	1.96	114.42	29.73	20.93	16.63	14.08	195.79
17.00	1.83	106.79	27.75	19.53	15.52	13.14	182.74
18.00	1.71	99.68	25.90	18.23	14.48	12.27	170.56
19.00	1.59	93.03	24.17	17.02	13.52	11.45	159.19
20.00	1.49	86.83	22.56	15.88	12.62	10.69	148.58
21.00	1.39	81.05	21.06	14.82	11.78	9.97	138.68
22.00	1.30	75.64	19.65	13.84	10.99	9.31	129.44
23.00	1.21	70.60	18.34	12.91	10.26	8.69	120.81
24.00	1.13	65.90	17.12	12.05	9.57	8.11	112.76
25.00	1.05	61.51	15.98	11.25	8.94	7.57	105.24
26.00	0.98	57.41	14.92	10.50	8.34	7.07	98.23
27.00	0.92	53.58	13.92	9.80	7.79	6.59	91.68
28.00	0.86	50.01	12.99	9.15	7.27	6.15	85.57
29.00	0.80	46.68	12.13	8.54	6.78	5.74	79.87
30.00	0.75	43.57	11.32	7.97	6.33	5.36	74.55
31.00	0.70	40.66	10.57	7.44	5.91	5.00	69.58
32.00	0.65	37.95	9.86	6.94	5.51	4.67	64.94
33.00	0.61	35.42	9.20	6.48	5.15	4.36	60.61
33.22	0.60	34.89	9.07	6.38	5.07	4.29	59.70
34.00	0.57	33.51	8.71	6.13	4.87	4.12	57.34
35.00	0.55	31.82	8.27	5.82	4.62	3.92	54.45
36.00	0.52	30.22	7.85	5.53	4.39	3.72	51.70
37.00	0.49	28.69	7.46	5.25	4.17	3.53	49.10
38.00	0.47	27.25	7.08	4.98	3.96	3.35	46.62
39.00	0.44	25.87	6.72	4.73	3.76	3.18	44.27
40.00	0.42	24.57	6.38	4.49	3.57	3.02	42.04
						Q_{25} max	663.40

Tabel 4.40 Ordinat Hidrograf Banjir dengan Kala Ulang 50 Tahun

T	Qt	R1	R2	R3	R4	R5	Q_{50}
Jam	m³/det	65.39	16.99	11.96	9.50	8.05	m³/det
0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	0.00
1.00	0.22	14.49	0.00	-	-	-	14.49
2.00	1.17	76.48	19.87	0.00	-	-	96.35
3.00	3.09	202.37	52.58	37.02	0.00	-	291.97
4.00	6.17	403.65	104.88	73.83	58.65	0.00	641.01
4.12	6.65	434.57	112.91	79.49	63.14	53.49	743.60
5.00	6.07	396.96	103.14	72.61	57.68	48.86	679.24
6.00	5.47	357.94	93.00	65.47	52.01	44.05	612.48
7.00	4.94	322.76	83.86	59.04	46.90	39.72	552.28
8.00	4.45	291.04	75.62	53.23	42.29	35.82	498.00
9.00	4.01	262.43	68.19	48.00	38.13	32.30	449.05
10.00	3.62	236.64	61.49	43.28	34.38	29.13	404.92
11.00	3.26	213.38	55.44	39.03	31.00	26.26	365.12
12.00	2.94	192.41	49.99	35.19	27.96	23.68	329.23
13.00	2.65	173.50	45.08	31.73	25.21	21.35	296.88
14.00	2.39	156.45	40.65	28.61	22.73	19.25	267.70
15.00	2.16	141.07	36.65	25.80	20.50	17.36	241.39
15.76	1.99	130.36	33.87	23.84	18.94	16.04	223.06
16.00	1.96	128.25	33.32	23.46	18.63	15.78	219.45
17.00	1.83	119.70	31.10	21.89	17.39	14.73	204.83
18.00	1.71	111.73	29.03	20.44	16.23	13.75	191.18
19.00	1.59	104.28	27.09	19.07	15.15	12.83	178.43
20.00	1.49	97.33	25.29	17.80	14.14	11.98	166.54
21.00	1.39	90.84	23.60	16.62	13.20	11.18	155.44
22.00	1.30	84.79	22.03	15.51	12.32	10.44	145.08
23.00	1.21	79.14	20.56	14.47	11.50	9.74	135.41
24.00	1.13	73.86	19.19	13.51	10.73	9.09	126.39
25.00	1.05	68.94	17.91	12.61	10.02	8.49	117.97
26.00	0.98	64.35	16.72	11.77	9.35	7.92	110.10
27.00	0.92	60.06	15.60	10.98	8.73	7.39	102.76
28.00	0.86	56.05	14.56	10.25	8.14	6.90	95.92
29.00	0.80	52.32	13.59	9.57	7.60	6.44	89.52
30.00	0.75	48.83	12.69	8.93	7.10	6.01	83.56
31.00	0.70	45.58	11.84	8.34	6.62	5.61	77.99
32.00	0.65	42.54	11.05	7.78	6.18	5.24	72.79
33.00	0.61	39.70	10.32	7.26	5.77	4.89	67.94
33.22	0.60	39.11	10.16	7.15	5.68	4.81	66.92
34.00	0.57	37.56	9.76	6.87	5.46	4.62	64.27
35.00	0.55	35.67	9.27	6.52	5.18	4.39	61.03
36.00	0.52	33.87	8.80	6.19	4.92	4.17	57.95
37.00	0.49	32.16	8.36	5.88	4.67	3.96	55.03
38.00	0.47	30.54	7.94	5.59	4.44	3.76	52.26
39.00	0.44	29.00	7.54	5.30	4.21	3.57	49.62
40.00	0.42	27.54	7.16	5.04	4.00	3.39	47.12
						Q_{50} max	743.60

Tabel 4.41 Ordinat Hidrograf Banjir dengan Kala Ulang 100 Tahun

T	Qt	R1	R2	R3	R4	R5	Q_{100}
Jam	m³/det	72.39	18.81	13.24	10.52	8.91	m³/det
0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	0.00
1.00	0.22	16.04	0.00	-	-	-	16.04
2.00	1.17	84.66	22.00	0.00	-	-	106.66
3.00	3.09	224.04	58.21	40.98	0.00	-	323.23
4.00	6.17	446.86	116.11	81.73	64.93	0.00	709.63
4.12	6.65	481.09	125.00	87.99	69.90	59.21	823.20
5.00	6.07	439.46	114.18	80.38	63.85	54.09	751.96
6.00	5.47	396.26	102.96	72.48	57.58	48.77	678.05
7.00	4.94	357.32	92.84	65.36	51.92	43.98	611.41
8.00	4.45	322.20	83.72	58.93	46.81	39.65	551.31
9.00	4.01	290.53	75.49	53.14	42.21	35.76	497.13
10.00	3.62	261.97	68.07	47.92	38.06	32.24	448.27
11.00	3.26	236.23	61.38	43.21	34.32	29.07	404.21
12.00	2.94	213.01	55.35	38.96	30.95	26.22	364.48
13.00	2.65	192.07	49.91	35.13	27.91	23.64	328.66
14.00	2.39	173.19	45.00	31.68	25.16	21.32	296.35
15.00	2.16	156.17	40.58	28.56	22.69	19.22	267.23
15.76	1.99	144.32	37.50	26.40	20.97	17.76	246.94
16.00	1.96	141.98	36.89	25.97	20.63	17.47	242.95
17.00	1.83	132.52	34.43	24.24	19.25	16.31	226.75
18.00	1.71	123.69	32.14	22.62	17.97	15.22	211.64
19.00	1.59	115.44	30.00	21.12	16.77	14.21	197.54
20.00	1.49	107.75	28.00	19.71	15.66	13.26	184.37
21.00	1.39	100.57	26.13	18.39	14.61	12.38	172.08
22.00	1.30	93.87	24.39	17.17	13.64	11.55	160.61
23.00	1.21	87.61	22.76	16.02	12.73	10.78	149.91
24.00	1.13	81.77	21.25	14.96	11.88	10.06	139.92
25.00	1.05	76.32	19.83	13.96	11.09	9.39	130.59
26.00	0.98	71.23	18.51	13.03	10.35	8.77	121.89
27.00	0.92	66.49	17.28	12.16	9.66	8.18	113.77
28.00	0.86	62.06	16.12	11.35	9.02	7.64	106.18
29.00	0.80	57.92	15.05	10.59	8.42	7.13	99.11
30.00	0.75	54.06	14.05	9.89	7.85	6.65	92.50
31.00	0.70	50.46	13.11	9.23	7.33	6.21	86.34
32.00	0.65	47.09	12.24	8.61	6.84	5.80	80.58
33.00	0.61	43.96	11.42	8.04	6.39	5.41	75.21
33.22	0.60	43.29	11.25	7.92	6.29	5.33	74.08
34.00	0.57	41.58	10.80	7.61	6.04	5.12	71.15
35.00	0.55	39.49	10.26	7.22	5.74	4.86	67.57
36.00	0.52	37.50	9.74	6.86	5.45	4.61	64.16
37.00	0.49	35.61	9.25	6.51	5.17	4.38	60.92
38.00	0.47	33.81	8.78	6.18	4.91	4.16	57.85
39.00	0.44	32.11	8.34	5.87	4.66	3.95	54.94
40.00	0.42	30.49	7.92	5.58	4.43	3.75	52.17
						Q_{100} max	823.20



Gambar 4.3 Grafik Unit Hidrograf Nakayasu Pantauan 1 DAS Kali Kemuning

4.5.1.2 Perhitungan Unit Hidrograf Nakayasu Pantauan 2

Data yang ada :

Luas DAS (A) = 321,55 km^2

Panjang Sungai (L) = 48,38 km

Koefisien (α) = 3,5

Tinggi Hujan Satuan (Ro) = 1 mm

Koefisien Pengaliran (C) = 0,91

Satuan Waktu Hujan (tr) = 1 jam

Waktu Mencapai Puncak (Tg)

(L < 15 km) = 0,4 x (0,058 x L)

= 0,4 x (0,058 x 48,38)

= 0,4 jam

$T_{0.3}$ = α x Tg

= 3,5 x 0,4

= 3,21

Waktu konsentrasi banjir (Tp) = Tg + 0.8 tr

= 3,21+ 0,8 x 1

= 4,01 jam

Debit Puncak (Qp) $= \frac{C x A x R_0}{3,6(0,3Tp + T_{0.3})}$

$= \frac{0,91 x 321,55 x 1}{3,6\ (0,3x4,01+11,22)}$

= 6,54 m^3/det

Untuk Kurva Naik

0 < t < Tp

$Qt = Qp \times (t/Tp)^{2.4}$

Tabel 4.42 Hidrograf Untuk Kurva Naik

t	$(t/Tp)^{2.4}$	Qp	Qt
Jam		m^3/det	m^3/det
0	0.00	6.54	0.00
1	0.04	6.54	0.23
2	0.19	6.54	1.24
3	0.50	6.54	3.27
4	1.00	6.54	6.52
4.01	1.00	6.54	6.54

Untuk Kurva Turun I

$Tp < t < (Tp + T_{0.3})$

$Qt = Qp \times 0.3^{((t-Tp)/T0.3)}$

Tabel 4.43 Hidrograf Untuk Kurva Turun I

t	$((t - Tp)/T_{0,3})$	$0.3 \wedge ((t - Tp)/ T_{0,3})$	Qp	Qt
Jam			m³/det	m³/det
4.01	0.00	1.00	6.54	6.54
5	0.09	0.90	6.54	5.88
6	0.18	0.81	6.54	5.28
7	0.27	0.73	6.54	4.75
8	0.36	0.65	6.54	4.26
9	0.45	0.59	6.54	3.83
10	0.53	0.53	6.54	3.44
11	0.62	0.47	6.54	3.09
12	0.71	0.42	6.54	2.77
13	0.80	0.38	6.54	2.49
14	0.89	0.34	6.54	2.24
15	0.98	0.31	6.54	2.01
15.23	1.00	0.30	6.54	1.96

Untuk Kurva Turun II

$(Tp + T_{0.3}) < t < (Tp + T_{0.3})/(1.5 \times T_{0.3})$

$Qt = Qp \times 0.3^{((t-Tp)+(0.5xT0.3)/(1.5xT0.3))}$

Tabel 4.44 Hidrograf Untuk Kurva Turun II

t	((t - Tp) + (0.5 T0.3))/ (1.5 T0.3)	0.3 ^ ((t - Tp) + (0.5 T0.3)/ (1.5 T0.3))	Qp	Qt
Jam			m³/det	m³/det
15.23	1.00	0.30	6.54	1.96
16	1.05	0.28	6.54	1.86
17	1.11	0.26	6.54	1.73
18	1.16	0.25	6.54	1.61
19	1.22	0.23	6.54	1.50
20	1.28	0.21	6.54	1.40
21	1.34	0.20	6.54	1.30
22	1.40	0.18	6.54	1.21
23	1.46	0.17	6.54	1.13
24	1.52	0.16	6.54	1.05
25	1.58	0.15	6.54	0.98
26	1.64	0.14	6.54	0.91
27	1.70	0.13	6.54	0.85
28	1.76	0.12	6.54	0.79
29	1.82	0.11	6.54	0.73
30	1.88	0.10	6.54	0.68
31	1.94	0.10	6.54	0.64
32	2.00	0.09	6.54	0.59
32.06	2.00	0.09	6.54	0.59

Untuk Kurva Turun III

$Qt = Qp \times 0.3 \wedge ((t - Tp + 1.5\ T0.3)/\ 2\ T0.3)$

Tabel 4.45 Hidrograf Untuk Kurva Turun III

t	(t - Tp + 1.5 T0.3)/ 2 T0.3)	0.3 ^ ((t - Tp + 1.5 T0.3)/ 2 T0.3)	Qp	Qt
Jam			m³/det	m³/det
32.06	2.00	0.09	6.54	0.59
33	2.04	0.09	6.54	0.56
34	2.09	0.08	6.54	0.53
35	2.13	0.08	6.54	0.50
36	2.18	0.07	6.54	0.48
37	2.22	0.07	6.54	0.45
38	2.26	0.07	6.54	0.43
39	2.31	0.06	6.54	0.41
40	2.35	0.06	6.54	0.38

Tabel 4.46 Ordinat Hidrograf Banjir dengan Kala Ulang 1.1 Tahun

t	Qt	R1	R2	R3	R4	R5	Q 1.11
Jam	m³/det	17.50	4.55	3.20	2.54	2.15	m³/det
0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	0.00
1.00	0.23	4.10	0.00	-	-	-	4.10
2.00	1.24	21.62	5.62	0.00	-	-	27.23
3.00	3.27	57.20	14.86	10.46	0.00	-	82.52
4.00	6.52	114.09	29.64	20.87	16.58	0.00	181.18
4.01	6.54	114.50	29.75	20.94	16.64	14.09	195.93
5.00	5.88	102.92	26.74	18.82	14.95	12.67	176.11
6.00	5.28	92.45	24.02	16.91	13.43	11.38	158.19
7.00	4.75	83.04	21.58	15.19	12.07	10.22	142.10
8.00	4.26	74.59	19.38	13.64	10.84	9.18	127.64
9.00	3.83	67.01	17.41	12.26	9.74	8.25	114.65
10.00	3.44	60.19	15.64	11.01	8.75	7.41	102.99
11.00	3.09	54.06	14.05	9.89	7.86	6.65	92.51
12.00	2.77	48.56	12.62	8.88	7.06	5.98	83.10
13.00	2.49	43.62	11.33	7.98	6.34	5.37	74.64
14.00	2.24	39.19	10.18	7.17	5.69	4.82	67.05
15.00	2.01	35.20	9.15	6.44	5.11	4.33	60.23
15.23	1.96	34.34	8.92	6.28	4.99	4.23	58.77
16.00	1.86	32.50	8.45	5.95	4.72	4.00	55.62
17.00	1.73	30.26	7.86	5.53	4.40	3.72	51.78
18.00	1.61	28.17	7.32	5.15	4.09	3.47	48.20
19.00	1.50	26.23	6.81	4.80	3.81	3.23	44.88
20.00	1.40	24.42	6.34	4.47	3.55	3.01	41.78
21.00	1.30	22.73	5.91	4.16	3.30	2.80	38.89
22.00	1.21	21.16	5.50	3.87	3.07	2.60	36.21
23.00	1.13	19.70	5.12	3.60	2.86	2.42	33.71
24.00	1.05	18.34	4.77	3.35	2.66	2.26	31.38
25.00	0.98	17.07	4.44	3.12	2.48	2.10	29.22
26.00	0.91	15.90	4.13	2.91	2.31	1.96	27.20
27.00	0.85	14.80	3.85	2.71	2.15	1.82	25.32
28.00	0.79	13.78	3.58	2.52	2.00	1.70	23.57
29.00	0.73	12.83	3.33	2.35	1.86	1.58	21.95
30.00	0.68	11.94	3.10	2.18	1.73	1.47	20.43
31.00	0.64	11.12	2.89	2.03	1.62	1.37	19.02
32.00	0.59	10.35	2.69	1.89	1.50	1.27	17.71
32.06	0.59	10.30	2.68	1.88	1.50	1.27	17.63
33.00	0.56	9.80	2.55	1.79	1.42	1.21	16.77
34.00	0.53	9.29	2.41	1.70	1.35	1.14	15.89
35.00	0.50	8.80	2.29	1.61	1.28	1.08	15.06
36.00	0.48	8.34	2.17	1.53	1.21	1.03	14.27
37.00	0.45	7.91	2.05	1.45	1.15	0.97	13.53
38.00	0.43	7.49	1.95	1.37	1.09	0.92	12.82
39.00	0.41	7.10	1.85	1.30	1.03	0.87	12.15
40.00	0.38	6.73	1.75	1.23	0.98	0.83	11.52
						Q 1.1 max	195.93

Tabel 4.47 Ordinat Hidrograf Banjir dengan Kala Ulang 2 Tahun

t	Qt	R1	R2	R3	R4	R5	Q_2
Jam	m³/det	29.94	7.78	5.48	4.35	3.69	m³/det
0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	0.00
1.00	0.23	7.01	0.00	-	-	-	7.01
2.00	1.24	36.98	9.61	0.00	-	-	46.59
3.00	3.27	97.87	25.43	17.90	0.00	-	141.20
4.00	6.52	195.21	50.72	35.70	28.36	0.00	309.99
4.01	6.54	195.92	50.90	35.83	28.47	24.11	335.23
5.00	5.88	176.10	45.75	32.21	25.59	21.67	301.32
6.00	5.28	158.18	41.10	28.93	22.98	19.47	270.66
7.00	4.75	142.09	36.92	25.99	20.65	17.49	243.13
8.00	4.26	127.63	33.16	23.34	18.54	15.71	218.39
9.00	3.83	114.65	29.79	20.97	16.66	14.11	196.17
10.00	3.44	102.98	26.76	18.84	14.96	12.67	176.21
11.00	3.09	92.50	24.04	16.92	13.44	11.39	158.29
12.00	2.77	83.09	21.59	15.20	12.07	10.23	142.18
13.00	2.49	74.64	19.39	13.65	10.85	9.19	127.72
14.00	2.24	67.05	17.42	12.26	9.74	8.25	114.72
15.00	2.01	60.22	15.65	11.02	8.75	7.41	103.05
15.23	1.96	58.76	15.27	10.75	8.54	7.23	100.55
16.00	1.86	55.61	14.45	10.17	8.08	6.84	95.16
17.00	1.73	51.77	13.45	9.47	7.52	6.37	88.59
18.00	1.61	48.20	12.52	8.82	7.00	5.93	82.48
19.00	1.50	44.87	11.66	8.21	6.52	5.52	76.78
20.00	1.40	41.78	10.85	7.64	6.07	5.14	71.48
21.00	1.30	38.89	10.11	7.11	5.65	4.79	66.55
22.00	1.21	36.21	9.41	6.62	5.26	4.46	61.95
23.00	1.13	33.71	8.76	6.17	4.90	4.15	57.68
24.00	1.05	31.38	8.15	5.74	4.56	3.86	53.70
25.00	0.98	29.21	7.59	5.34	4.24	3.60	49.99
26.00	0.91	27.20	7.07	4.97	3.95	3.35	46.54
27.00	0.85	25.32	6.58	4.63	3.68	3.12	43.33
28.00	0.79	23.57	6.12	4.31	3.43	2.90	40.33
29.00	0.73	21.94	5.70	4.01	3.19	2.70	37.55
30.00	0.68	20.43	5.31	3.74	2.97	2.51	34.96
31.00	0.64	19.02	4.94	3.48	2.76	2.34	32.54
32.00	0.59	17.71	4.60	3.24	2.57	2.18	30.30
32.06	0.59	17.63	4.58	3.22	2.56	2.17	30.17
33.00	0.56	16.76	4.36	3.07	2.44	2.06	28.69
34.00	0.53	15.89	4.13	2.91	2.31	1.96	27.19
35.00	0.50	15.06	3.91	2.75	2.19	1.85	25.77
36.00	0.48	14.27	3.71	2.61	2.07	1.76	24.42
37.00	0.45	13.53	3.51	2.47	1.97	1.66	23.15
38.00	0.43	12.82	3.33	2.34	1.86	1.58	21.94
39.00	0.41	12.15	3.16	2.22	1.77	1.50	20.79
40.00	0.38	11.52	2.99	2.11	1.67	1.42	19.70
						Q_2 max	335.23

Tabel 4.48 Ordinat Hidrograf Banjir dengan Kala Ulang 5 Tahun

t	Qt	R1	R2	R3	R4	R5	Q_5
Jam	m³/det	41.31	10.73	7.56	6.00	5.08	m³/det
0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	0.00
1.00	0.23	9.67	0.00	-	-	-	9.67
2.00	1.24	51.02	13.26	0.00	-	-	64.28
3.00	3.27	135.01	35.08	24.69	0.00	-	194.78
4.00	6.52	269.29	69.97	49.25	39.13	0.00	427.64
4.01	6.54	270.26	70.22	49.43	39.27	33.26	462.45
5.00	5.88	242.92	63.12	44.43	35.30	29.90	415.67
6.00	5.28	218.21	56.70	39.91	31.71	26.86	373.38
7.00	4.75	196.01	50.93	35.85	28.48	24.12	335.39
8.00	4.26	176.07	45.75	32.20	25.58	21.67	301.27
9.00	3.83	158.15	41.09	28.93	22.98	19.47	270.62
10.00	3.44	142.06	36.91	25.98	20.64	17.48	243.09
11.00	3.09	127.61	33.16	23.34	18.54	15.71	218.35
12.00	2.77	114.63	29.78	20.97	16.66	14.11	196.14
13.00	2.49	102.96	26.75	18.83	14.96	12.67	176.18
14.00	2.24	92.49	24.03	16.92	13.44	11.38	158.26
15.00	2.01	83.08	21.59	15.20	12.07	10.23	142.16
15.23	1.96	81.06	21.06	14.83	11.78	9.98	138.71
16.00	1.86	76.72	19.93	14.03	11.15	9.44	131.27
17.00	1.73	71.42	18.56	13.06	10.38	8.79	122.21
18.00	1.61	66.49	17.28	12.16	9.66	8.18	113.78
19.00	1.50	61.90	16.08	11.32	8.99	7.62	105.92
20.00	1.40	57.63	14.97	10.54	8.37	7.09	98.61
21.00	1.30	53.65	13.94	9.81	7.80	6.60	91.80
22.00	1.21	49.95	12.98	9.14	7.26	6.15	85.46
23.00	1.13	46.50	12.08	8.50	6.76	5.72	79.57
24.00	1.05	43.29	11.25	7.92	6.29	5.33	74.07
25.00	0.98	40.30	10.47	7.37	5.86	4.96	68.96
26.00	0.91	37.52	9.75	6.86	5.45	4.62	64.20
27.00	0.85	34.93	9.08	6.39	5.08	4.30	59.77
28.00	0.79	32.52	8.45	5.95	4.72	4.00	55.64
29.00	0.73	30.27	7.87	5.54	4.40	3.73	51.80
30.00	0.68	28.18	7.32	5.15	4.09	3.47	48.22
31.00	0.64	26.24	6.82	4.80	3.81	3.23	44.90
32.00	0.59	24.43	6.35	4.47	3.55	3.01	41.80
32.06	0.59	24.32	6.32	4.45	3.53	2.99	41.62
33.00	0.56	23.13	6.01	4.23	3.36	2.85	39.57
34.00	0.53	21.92	5.69	4.01	3.18	2.70	37.50
35.00	0.50	20.77	5.40	3.80	3.02	2.56	35.55
36.00	0.48	19.69	5.12	3.60	2.86	2.42	33.69
37.00	0.45	18.66	4.85	3.41	2.71	2.30	31.93
38.00	0.43	17.69	4.60	3.23	2.57	2.18	30.26
39.00	0.41	16.76	4.36	3.07	2.44	2.06	28.68
40.00	0.38	15.89	4.13	2.91	2.31	1.96	27.18
						Q_5 max	462.45

Tabel 4.49 Ordinat Hidrograf Banjir dengan Kala Ulang 10 Tahun

t	Qt	R1	R2	R3	R4	R5	Q_{10}
Jam	m³/det	48.83	12.69	8.93	7.10	6.01	m³/det
0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	0.00
1.00	0.23	11.43	0.00	-	-	-	11.43
2.00	1.24	60.31	15.67	0.00	-	-	75.98
3.00	3.27	159.60	41.47	29.19	0.00	-	230.26
4.00	6.52	318.33	82.71	58.22	46.25	0.00	505.52
4.01	6.54	319.49	83.01	58.44	46.42	39.32	546.68
5.00	5.88	287.17	74.61	52.52	41.73	35.34	491.38
6.00	5.28	257.95	67.02	47.18	37.48	31.75	441.39
7.00	4.75	231.71	60.20	42.38	33.67	28.52	396.48
8.00	4.26	208.13	54.08	38.07	30.24	25.62	356.14
9.00	3.83	186.96	48.58	34.20	27.17	23.01	319.91
10.00	3.44	167.94	43.64	30.72	24.40	20.67	287.36
11.00	3.09	150.85	39.20	27.59	21.92	18.57	258.13
12.00	2.77	135.50	35.21	24.78	19.69	16.68	231.86
13.00	2.49	121.72	31.63	22.26	17.69	14.98	208.27
14.00	2.24	109.33	28.41	20.00	15.89	13.46	187.08
15.00	2.01	98.21	25.52	17.96	14.27	12.09	168.05
15.23	1.96	95.83	24.90	17.53	13.92	11.79	163.97
16.00	1.86	90.69	23.56	16.59	13.18	11.16	155.18
17.00	1.73	84.43	21.94	15.44	12.27	10.39	144.47
18.00	1.61	78.60	20.42	14.38	11.42	9.67	134.50
19.00	1.50	73.18	19.01	13.38	10.63	9.01	125.21
20.00	1.40	68.13	17.70	12.46	9.90	8.38	116.57
21.00	1.30	63.42	16.48	11.60	9.22	7.81	108.52
22.00	1.21	59.04	15.34	10.80	8.58	7.27	101.03
23.00	1.13	54.97	14.28	10.05	7.99	6.77	94.06
24.00	1.05	51.17	13.30	9.36	7.44	6.30	87.56
25.00	0.98	47.64	12.38	8.71	6.92	5.86	81.52
26.00	0.91	44.35	11.52	8.11	6.44	5.46	75.89
27.00	0.85	41.29	10.73	7.55	6.00	5.08	70.65
28.00	0.79	38.44	9.99	7.03	5.59	4.73	65.78
29.00	0.73	35.79	9.30	6.55	5.20	4.40	61.23
30.00	0.68	33.32	8.66	6.09	4.84	4.10	57.01
31.00	0.64	31.02	8.06	5.67	4.51	3.82	53.07
32.00	0.59	28.88	7.50	5.28	4.20	3.55	49.41
32.06	0.59	28.75	7.47	5.26	4.18	3.54	49.20
33.00	0.56	27.34	7.10	5.00	3.97	3.36	46.78
34.00	0.53	25.91	6.73	4.74	3.76	3.19	44.34
35.00	0.50	24.56	6.38	4.49	3.57	3.02	42.02
36.00	0.48	23.27	6.05	4.26	3.38	2.86	39.82
37.00	0.45	22.06	5.73	4.03	3.21	2.71	37.74
38.00	0.43	20.91	5.43	3.82	3.04	2.57	35.77
39.00	0.41	19.81	5.15	3.62	2.88	2.44	33.90
40.00	0.38	18.78	4.88	3.43	2.73	2.31	32.13
						Q_{10} max	546.68

Tabel 4.50 Ordinat Hidrograf Banjir dengan Kala Ulang 25 Tahun

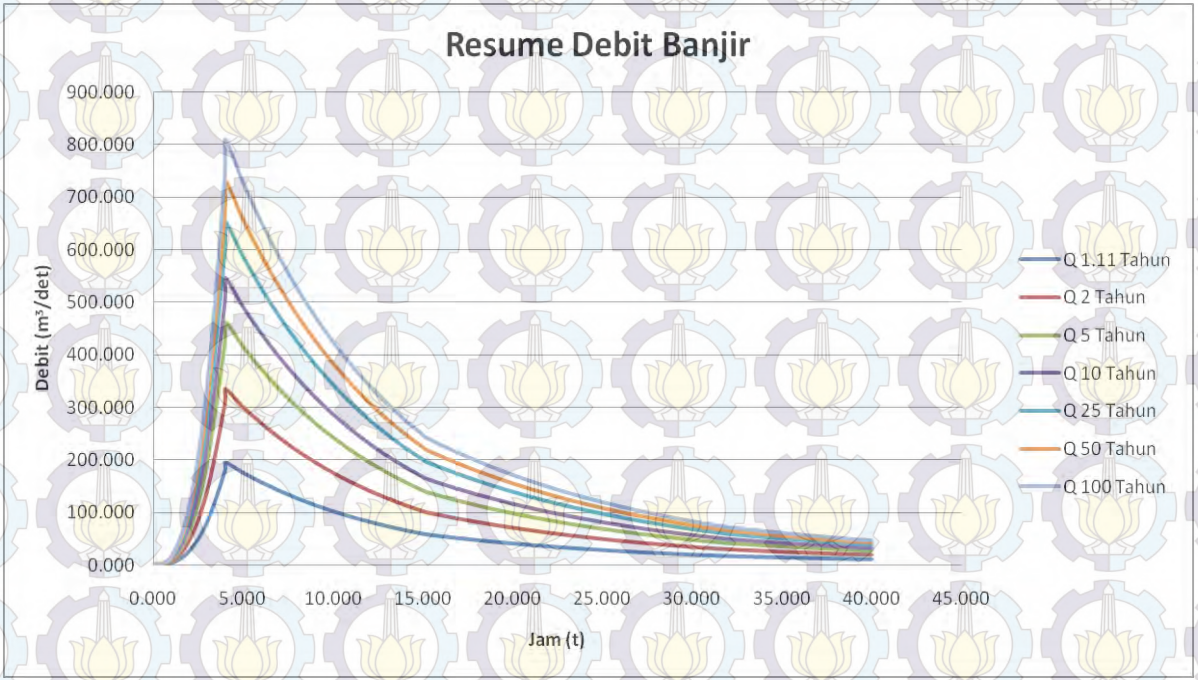
t	Qt	R1	R2	R3	R4	R5	Q_{25}
Jam	m³/det	58.34	15.16	10.67	8.48	7.18	m³/det
0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	0.00
1.00	0.23	13.65	0.00	-	-	-	13.65
2.00	1.24	72.05	18.72	0.00	-	-	90.78
3.00	3.27	190.67	49.54	34.87	0.00	-	275.08
4.00	6.52	380.30	98.81	69.56	55.26	0.00	603.94
4.01	6.54	381.69	99.17	69.81	55.46	46.98	653.11
5.00	5.88	343.07	89.14	62.75	49.85	42.22	587.04
6.00	5.28	308.17	80.07	56.37	44.78	37.93	527.31
7.00	4.75	276.82	71.92	50.63	40.22	34.07	473.66
8.00	4.26	248.65	64.61	45.48	36.13	30.60	425.47
9.00	3.83	223.36	58.03	40.85	32.45	27.49	382.19
10.00	3.44	200.63	52.13	36.70	29.15	24.69	343.30
11.00	3.09	180.22	46.83	32.96	26.19	22.18	308.38
12.00	2.77	161.88	42.06	29.61	23.52	19.92	277.00
13.00	2.49	145.41	37.78	26.60	21.13	17.90	248.82
14.00	2.24	130.62	33.94	23.89	18.98	16.08	223.50
15.00	2.01	117.33	30.49	21.46	17.05	14.44	200.77
15.23	1.96	114.48	29.75	20.94	16.63	14.09	195.89
16.00	1.86	108.35	28.15	19.82	15.74	13.34	185.39
17.00	1.73	100.87	26.21	18.45	14.66	12.41	172.60
18.00	1.61	93.90	24.40	17.18	13.64	11.56	160.68
19.00	1.50	87.42	22.71	15.99	12.70	10.76	149.59
20.00	1.40	81.39	21.15	14.89	11.83	10.02	139.26
21.00	1.30	75.77	19.69	13.86	11.01	9.33	129.65
22.00	1.21	70.54	18.33	12.90	10.25	8.68	120.70
23.00	1.13	65.67	17.06	12.01	9.54	8.08	112.37
24.00	1.05	61.14	15.88	11.18	8.88	7.52	104.61
25.00	0.98	56.92	14.79	10.41	8.27	7.00	97.39
26.00	0.91	52.99	13.77	9.69	7.70	6.52	90.67
27.00	0.85	49.33	12.82	9.02	7.17	6.07	84.41
28.00	0.79	45.92	11.93	8.40	6.67	5.65	78.58
29.00	0.73	42.75	11.11	7.82	6.21	5.26	73.16
30.00	0.68	39.80	10.34	7.28	5.78	4.90	68.11
31.00	0.64	37.05	9.63	6.78	5.38	4.56	63.40
32.00	0.59	34.50	8.96	6.31	5.01	4.25	59.03
32.06	0.59	34.35	8.92	6.28	4.99	4.23	58.78
33.00	0.56	32.66	8.49	5.97	4.75	4.02	55.89
34.00	0.53	30.95	8.04	5.66	4.50	3.81	52.97
35.00	0.50	29.34	7.62	5.37	4.26	3.61	50.20
36.00	0.48	27.80	7.22	5.09	4.04	3.42	47.58
37.00	0.45	26.35	6.85	4.82	3.83	3.24	45.09
38.00	0.43	24.98	6.49	4.57	3.63	3.07	42.74
39.00	0.41	23.67	6.15	4.33	3.44	2.91	40.50
40.00	0.38	22.44	5.83	4.10	3.26	2.76	38.39
						Q_{25} max	653.11

Tabel 4.51 Ordinat Hidrograf Banjir dengan Kala Ulang 50 Tahun

t	Qt	R1	R2	R3	R4	R5	Q_{50}
Jam	m³/det	65.39	16.99	11.96	9.50	8.05	m³/det
0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	0.00
1.00	0.23	15.30	0.00	-	-	-	15.30
2.00	1.24	80.76	20.98	0.00	-	-	101.75
3.00	3.27	213.72	55.53	39.09	0.00	-	308.34
4.00	6.52	426.28	110.76	77.97	61.94	0.00	676.94
4.01	6.54	427.83	111.16	78.25	62.16	52.66	732.06
5.00	5.88	384.55	99.92	70.34	55.87	47.33	658.00
6.00	5.28	345.42	89.75	63.18	50.19	42.51	591.06
7.00	4.75	310.28	80.62	56.75	45.08	38.19	530.92
8.00	4.26	278.71	72.42	50.98	40.50	34.30	476.91
9.00	3.83	250.36	65.05	45.79	36.38	30.81	428.39
10.00	3.44	224.89	58.43	41.13	32.68	27.68	384.80
11.00	3.09	202.01	52.49	36.95	29.35	24.86	345.65
12.00	2.77	181.45	47.15	33.19	26.37	22.33	310.49
13.00	2.49	162.99	42.35	29.81	23.68	20.06	278.90
14.00	2.24	146.41	38.04	26.78	21.27	18.02	250.52
15.00	2.01	131.51	34.17	24.05	19.11	16.19	225.04
15.23	1.96	128.32	33.34	23.47	18.64	15.79	219.57
16.00	1.86	121.44	31.55	22.21	17.65	14.95	207.81
17.00	1.73	113.06	29.38	20.68	16.43	13.92	193.46
18.00	1.61	105.26	27.35	19.25	15.29	12.95	180.11
19.00	1.50	97.99	25.46	17.92	14.24	12.06	167.67
20.00	1.40	91.23	23.70	16.69	13.26	11.23	156.10
21.00	1.30	84.93	22.07	15.53	12.34	10.45	145.32
22.00	1.21	79.07	20.54	14.46	11.49	9.73	135.29
23.00	1.13	73.61	19.13	13.46	10.70	9.06	125.95
24.00	1.05	68.53	17.81	12.53	9.96	8.43	117.26
25.00	0.98	63.80	16.58	11.67	9.27	7.85	109.16
26.00	0.91	59.39	15.43	10.86	8.63	7.31	101.63
27.00	0.85	55.29	14.37	10.11	8.03	6.81	94.61
28.00	0.79	51.48	13.37	9.42	7.48	6.34	88.08
29.00	0.73	47.92	12.45	8.77	6.96	5.90	82.00
30.00	0.68	44.61	11.59	8.16	6.48	5.49	76.34
31.00	0.64	41.53	10.79	7.60	6.03	5.11	71.07
32.00	0.59	38.67	10.05	7.07	5.62	4.76	66.16
32.06	0.59	38.50	10.00	7.04	5.59	4.74	65.88
33.00	0.56	36.61	9.51	6.70	5.32	4.51	62.64
34.00	0.53	34.70	9.02	6.35	5.04	4.27	59.37
35.00	0.50	32.88	8.54	6.01	4.78	4.05	56.27
36.00	0.48	31.17	8.10	5.70	4.53	3.84	53.33
37.00	0.45	29.54	7.67	5.40	4.29	3.64	50.54
38.00	0.43	28.00	7.27	5.12	4.07	3.45	47.90
39.00	0.41	26.53	6.89	4.85	3.86	3.27	45.40
40.00	0.38	25.15	6.53	4.60	3.65	3.10	43.03
						Q_{50} max	732.06

Tabel 4.52 Ordinat Hidrograf Banjir dengan Kala Ulang 100 Tahun

t	Qt	R1	R2	R3	R4	R5	Q_{100}
Jam	m³/det	72.39	18.81	13.24	10.52	8.91	m³/det
0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	0.00
1.00	0.23	16.94	0.00	-	-	-	16.94
2.00	1.24	89.41	23.23	0.00	-	-	112.64
3.00	3.27	236.60	61.47	43.27	0.00	-	341.35
4.00	6.52	471.91	122.62	86.32	68.57	0.00	749.41
4.01	6.54	473.63	123.06	86.63	68.82	58.29	810.43
5.00	5.88	425.71	110.61	77.87	61.86	52.40	728.44
6.00	5.28	382.40	99.36	69.94	55.56	47.06	654.33
7.00	4.75	343.50	89.25	62.83	49.91	42.28	587.76
8.00	4.26	308.55	80.17	56.44	44.83	37.98	527.96
9.00	3.83	277.16	72.01	50.69	40.27	34.11	474.25
10.00	3.44	248.96	64.69	45.54	36.17	30.64	426.00
11.00	3.09	223.63	58.11	40.90	32.49	27.52	382.66
12.00	2.77	200.88	52.19	36.74	29.19	24.72	343.73
13.00	2.49	180.44	46.88	33.00	26.22	22.21	308.76
14.00	2.24	162.08	42.11	29.65	23.55	19.95	277.34
15.00	2.01	145.59	37.83	26.63	21.15	17.92	249.13
15.23	1.96	142.06	36.91	25.98	20.64	17.48	243.08
16.00	1.86	134.45	34.93	24.59	19.53	16.55	230.05
17.00	1.73	125.16	32.52	22.89	18.19	15.40	214.17
18.00	1.61	116.52	30.28	21.31	16.93	14.34	199.39
19.00	1.50	108.48	28.19	19.84	15.76	13.35	185.62
20.00	1.40	100.99	26.24	18.47	14.67	12.43	172.81
21.00	1.30	94.02	24.43	17.20	13.66	11.57	160.88
22.00	1.21	87.53	22.74	16.01	12.72	10.77	149.77
23.00	1.13	81.49	21.17	14.90	11.84	10.03	139.43
24.00	1.05	75.86	19.71	13.88	11.02	9.34	129.81
25.00	0.98	70.63	18.35	12.92	10.26	8.69	120.85
26.00	0.91	65.75	17.08	12.03	9.55	8.09	112.51
27.00	0.85	61.21	15.90	11.20	8.89	7.53	104.74
28.00	0.79	56.99	14.81	10.42	8.28	7.01	97.51
29.00	0.73	53.05	13.78	9.70	7.71	6.53	90.78
30.00	0.68	49.39	12.83	9.03	7.18	6.08	84.51
31.00	0.64	45.98	11.95	8.41	6.68	5.66	78.68
32.00	0.59	42.81	11.12	7.83	6.22	5.27	73.25
32.06	0.59	42.62	11.07	7.80	6.19	5.25	72.93
33.00	0.56	40.53	10.53	7.41	5.89	4.99	69.35
34.00	0.53	38.41	9.98	7.03	5.58	4.73	65.72
35.00	0.50	36.40	9.46	6.66	5.29	4.48	62.29
36.00	0.48	34.50	8.96	6.31	5.01	4.25	59.04
37.00	0.45	32.70	8.50	5.98	4.75	4.02	55.95
38.00	0.43	30.99	8.05	5.67	4.50	3.81	53.03
39.00	0.41	29.37	7.63	5.37	4.27	3.62	50.26
40.00	0.38	27.84	7.23	5.09	4.05	3.43	47.64
						Q_{100} max	810.43



Gambar 4.4 Grafik Unit Hidrograf Metode Nakayasu Pantauan 2 DAS Kali Kemuning

4.5.1.3Perhitungan Unit Hidrograf Nakayasu Pantauan 3

Data yang ada :

Luas DAS (A) = 289,41 km^2

Panjang Sungai (L) = 45,29km

Koefisien (α) = 3,5

Tinggi Hujan Satuan (Ro) = 1 mm

Koefisien Pengaliran (C) = 0,86

Satuan Waktu Hujan (tr) = 1 jam

Waktu Mencapai Puncak (Tg)

(L > 15 km) = 0,4 x (0,058 x L)

= 0,4 x (0,058 x 45,29)

= 3,03 jam

$T_{0.3}$ = α x Tg

= 3,5 x 3,03

= 10,59

Waktu konsentrasi banjir (Tp) = Tg + 0,8 tr

= 3,03+ 0,8 x 1

= 3,83 jam

Debit Puncak (Qp) $= \frac{CxAx\ R_0}{3,6(0,3Tp + T_{0,3})}$

$= \frac{0,86x289,41\ x\ 1}{3,6\ (0,3x3,83+10,59)}$

= 5,85 m^3/det

Untuk Kurva Naik

0 < t < Tp

Qt = Qp x (t/Tp)2.4

Tabel 4.53 Hidrograf Untuk Kurva Naik

t	$(t/Tp)^{2.4}$	Qp	Qt
Jam		m³/det	m³/det
0	0.00	5.85	0.00
1	0.04	5.85	0.23
2	0.21	5.85	1.23
3	0.56	5.85	3.26
3.83	1.00	5.85	5.85

Untuk Kurva Turun I
Tp < t < (Tp + T0.3)
Qt = Qp x 0.3((t-Tp)/T0.3)

Tabel 4.54 Hidrograf Untuk Kurva Turun I

t	$((t - Tp)/T_{0,3})$	$0.3 \wedge ((t - Tp)/T_{0,3})$	Qp	Qt
Jam			m^3/det	m^3/det
3.83	0.00	1.00	5.85	5.85
4	0.02	0.98	5.85	5.74
5	0.11	0.88	5.85	5.12
6	0.21	0.78	5.85	4.57
7	0.30	0.70	5.85	4.08
8	0.39	0.62	5.85	3.64
9	0.49	0.56	5.85	3.25
10	0.58	0.50	5.85	2.90
11	0.68	0.44	5.85	2.59
12	0.77	0.40	5.85	2.31
13	0.87	0.35	5.85	2.06
14	0.96	0.31	5.85	1.84
14.42	1.00	0.30	5.85	1.76

Untuk Kurva Turun II

$(Tp + T_{0.3}) < t < (Tp + T_{0.3})/(1.5 \times T_{0.3})$

$Qt = Qp \times 0.3^{((t-Tp)+(0.5xT0.3)/(1.5xT0.3))}$

Tabel 4.55 Hidrograf Untuk Kurva Turun II

t	((t - Tp) + (0.5 T0.3))/ (1.5 T0.3)	0.3 ^ ((t - Tp) + (0.5 T0.3)/ (1.5 T0.3))	Qp	Qt
Jam			m³/det	m³/det
14.42	1.00	0.30	5.85	1.76
15	1.04	0.29	5.85	1.68
16	1.10	0.27	5.85	1.56
17	1.16	0.25	5.85	1.44
18	1.23	0.23	5.85	1.34
19	1.29	0.21	5.85	1.24
20	1.35	0.20	5.85	1.15
21	1.41	0.18	5.85	1.07
22	1.48	0.17	5.85	0.99
23	1.54	0.16	5.85	0.92
24	1.60	0.15	5.85	0.85
25	1.67	0.13	5.85	0.79
26	1.73	0.12	5.85	0.73
27	1.79	0.12	5.85	0.68
28	1.85	0.11	5.85	0.63
29	1.92	0.10	5.85	0.58
30	1.98	0.09	5.85	0.54
30.31	2.00	0.09	5.85	0.53

Untuk Kurva Turun III

$Qt = Qp \times 0.3 \wedge ((t - Tp + 1.5\ T0.3)/\ 2\ T0.3)$

Tabel 4.56.Hidrograf Untuk Kurva Turun III

t	(t - Tp + 1.5 T0.3)/ 2 T0.3)	0.3 ^ ((t - Tp + 1.5 T0.3)/ 2 T0.3)	Qp	Qt
Jam			m³/det	m³/det
30.31	2.00	0.09	5.85	0.53
31	2.03	0.09	5.85	0.51
32	2.08	0.08	5.85	0.48
33	2.13	0.08	5.85	0.45
34	2.17	0.07	5.85	0.43
35	2.22	0.07	5.85	0.40
36	2.27	0.07	5.85	0.38
37	2.32	0.06	5.85	0.36
38	2.36	0.06	5.85	0.34
39	2.41	0.05	5.85	0.32
40	2.46	0.05	5.85	0.30

Tabel 4.57 Ordinat Hidrograf Banjir Dengan Kala Ulang 1.1 Tahun

t	Qt	R1	R2	R3	R4	R5	Q 1.11
jam	m³/det	17.50	4.55	3.20	2.54	2.15	m³/det
0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	0.00
1.00	0.23	4.09	0.00	-	-	-	4.09
2.00	1.23	21.59	5.61	0.00	-	-	27.19
3.00	3.26	57.12	14.84	10.45	0.00	-	82.41
3.83	5.85	102.46	26.62	18.74	14.89	0.00	162.71
4.00	5.74	100.45	26.10	18.37	14.60	12.36	171.88
5.00	5.12	89.66	23.30	16.40	13.03	11.03	153.41
6.00	4.57	80.03	20.79	14.64	11.63	9.85	136.93
7.00	4.08	71.43	18.56	13.06	10.38	8.79	122.22
8.00	3.64	63.76	16.57	11.66	9.26	7.85	109.09
9.00	3.25	56.91	14.79	10.41	8.27	7.00	97.37
10.00	2.90	50.79	13.20	9.29	7.38	6.25	86.91
11.00	2.59	45.34	11.78	8.29	6.59	5.58	77.58
12.00	2.31	40.47	10.51	7.40	5.88	4.98	69.24
13.00	2.06	36.12	9.38	6.61	5.25	4.45	61.80
14.00	1.84	32.24	8.38	5.90	4.68	3.97	55.16
14.42	1.76	30.74	7.99	5.62	4.47	3.78	52.59
15.00	1.68	29.41	7.64	5.38	4.27	3.62	50.33
16.00	1.56	27.27	7.08	4.99	3.96	3.36	46.66
17.00	1.44	25.28	6.57	4.62	3.67	3.11	43.25
18.00	1.34	23.43	6.09	4.29	3.40	2.88	40.10
19.00	1.24	21.72	5.64	3.97	3.16	2.67	37.17
20.00	1.15	20.14	5.23	3.68	2.93	2.48	34.46
21.00	1.07	18.67	4.85	3.41	2.71	2.30	31.95
22.00	0.99	17.31	4.50	3.17	2.51	2.13	29.61
23.00	0.92	16.04	4.17	2.93	2.33	1.97	27.45
24.00	0.85	14.87	3.86	2.72	2.16	1.83	25.45
25.00	0.79	13.79	3.58	2.52	2.00	1.70	23.59
26.00	0.73	12.78	3.32	2.34	1.86	1.57	21.87
27.00	0.68	11.85	3.08	2.17	1.72	1.46	20.28
28.00	0.63	10.98	2.85	2.01	1.60	1.35	18.80
29.00	0.58	10.18	2.65	1.86	1.48	1.25	17.42
30.00	0.54	9.44	2.45	1.73	1.37	1.16	16.15
30.31	0.53	9.22	2.40	1.69	1.34	1.14	15.78
31.00	0.51	8.87	2.30	1.62	1.29	1.09	15.17
32.00	0.48	8.38	2.18	1.53	1.22	1.03	14.33
33.00	0.45	7.91	2.06	1.45	1.15	0.97	13.54
34.00	0.43	7.48	1.94	1.37	1.09	0.92	12.79
35.00	0.40	7.06	1.84	1.29	1.03	0.87	12.09
36.00	0.38	6.67	1.73	1.22	0.97	0.82	11.42
37.00	0.36	6.30	1.64	1.15	0.92	0.78	10.79
38.00	0.34	5.96	1.55	1.09	0.87	0.73	10.19
39.00	0.32	5.63	1.46	1.03	0.82	0.69	9.63
40.00	0.30	5.32	1.38	0.97	0.77	0.65	9.10
						Q 1.1 max	171.88

Tabel 4.58 Ordinat Hidrograf Banjir Dengan Kala Ulang 2 Tahun

t	Qt	R1	R2	R3	R4	R5	Q_2
Jam	m³/det	29.94	7.78	5.48	4.35	3.69	m³/det
0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	0.00
1.00	0.23	7.00	0.00	-	-	-	7.00
2.00	1.23	36.93	9.60	0.00	-	-	46.53
3.00	3.26	97.73	25.39	17.88	0.00	-	141.00
3.83	5.85	175.30	45.55	32.06	25.47	0.00	278.39
4.00	5.74	171.87	44.66	31.44	24.97	21.15	294.09
5.00	5.12	153.40	39.86	28.06	22.29	18.88	262.49
6.00	4.57	136.92	35.58	25.04	19.90	16.85	234.29
7.00	4.08	122.22	31.76	22.35	17.76	15.04	209.12
8.00	3.64	109.09	28.34	19.95	15.85	13.43	186.66
9.00	3.25	97.37	25.30	17.81	14.15	11.98	166.61
10.00	2.90	86.91	22.58	15.90	12.63	10.70	148.71
11.00	2.59	77.57	20.16	14.19	11.27	9.55	132.73
12.00	2.31	69.24	17.99	12.66	10.06	8.52	118.47
13.00	2.06	61.80	16.06	11.30	8.98	7.61	105.75
14.00	1.84	55.16	14.33	10.09	8.01	6.79	94.39
14.42	1.76	52.59	13.66	9.62	7.64	6.47	89.99
15.00	1.68	50.33	13.08	9.21	7.31	6.19	86.12
16.00	1.56	46.65	12.12	8.53	6.78	5.74	79.83
17.00	1.44	43.25	11.24	7.91	6.28	5.32	74.01
18.00	1.34	40.09	10.42	7.33	5.83	4.93	68.61
19.00	1.24	37.17	9.66	6.80	5.40	4.57	63.60
20.00	1.15	34.46	8.95	6.30	5.01	4.24	58.96
21.00	1.07	31.94	8.30	5.84	4.64	3.93	54.66
22.00	0.99	29.61	7.69	5.42	4.30	3.64	50.67
23.00	0.92	27.45	7.13	5.02	3.99	3.38	46.97
24.00	0.85	25.45	6.61	4.65	3.70	3.13	43.55
25.00	0.79	23.59	6.13	4.32	3.43	2.90	40.37
26.00	0.73	21.87	5.68	4.00	3.18	2.69	37.42
27.00	0.68	20.27	5.27	3.71	2.95	2.50	34.69
28.00	0.63	18.80	4.88	3.44	2.73	2.31	32.16
29.00	0.58	17.42	4.53	3.19	2.53	2.14	29.81
30.00	0.54	16.15	4.20	2.95	2.35	1.99	27.64
30.31	0.53	15.78	4.10	2.89	2.29	1.94	27.01
31.00	0.51	15.17	3.94	2.77	2.20	1.87	25.96
32.00	0.48	14.33	3.72	2.62	2.08	1.76	24.52
33.00	0.45	13.54	3.52	2.48	1.97	1.67	23.17
34.00	0.43	12.79	3.32	2.34	1.86	1.57	21.89
35.00	0.40	12.09	3.14	2.21	1.76	1.49	20.68
36.00	0.38	11.42	2.97	2.09	1.66	1.41	19.54
37.00	0.36	10.79	2.80	1.97	1.57	1.33	18.46
38.00	0.34	10.19	2.65	1.86	1.48	1.25	17.44
39.00	0.32	9.63	2.50	1.76	1.40	1.19	16.48
40.00	0.30	9.10	2.36	1.66	1.32	1.12	15.57
						Q_2 max	294.09

Tabel 4.59 Ordinat Hidrograf Banjir Dengan Kala Ulang 5 Tahun

t	Qt	R1	R2	R3	R4	R5	Q_5
Jam	m³/det	41.31	10.73	7.56	6.00	5.08	m³/det
0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	0.00
1.00	0.23	9.65	0.00	-	-	-	9.65
2.00	1.23	50.95	13.24	0.00	-	-	64.19
3.00	3.26	134.82	35.03	24.66	0.00	-	194.50
3.83	5.85	241.83	62.83	44.23	35.14	0.00	384.03
4.00	5.74	237.09	61.60	43.37	34.45	29.18	405.69
5.00	5.12	211.62	54.99	38.71	30.75	26.05	362.11
6.00	4.57	188.89	49.08	34.55	27.45	23.25	323.21
7.00	4.08	168.59	43.81	30.84	24.50	20.75	288.48
8.00	3.64	150.48	39.10	27.52	21.87	18.52	257.49
9.00	3.25	134.32	34.90	24.57	19.52	16.53	229.83
10.00	2.90	119.89	31.15	21.93	17.42	14.76	205.14
11.00	2.59	107.01	27.80	19.57	15.55	13.17	183.10
12.00	2.31	95.51	24.82	17.47	13.88	11.76	163.43
13.00	2.06	85.25	22.15	15.59	12.39	10.49	145.88
14.00	1.84	76.09	19.77	13.92	11.06	9.37	130.20
14.42	1.76	72.55	18.85	13.27	10.54	8.93	124.14
15.00	1.68	69.43	18.04	12.70	10.09	8.54	118.80
16.00	1.56	64.36	16.72	11.77	9.35	7.92	110.13
17.00	1.44	59.66	15.50	10.91	8.67	7.34	102.09
18.00	1.34	55.31	14.37	10.12	8.04	6.81	94.64
19.00	1.24	51.27	13.32	9.38	7.45	6.31	87.74
20.00	1.15	47.53	12.35	8.69	6.91	5.85	81.33
21.00	1.07	44.07	11.45	8.06	6.40	5.42	75.40
22.00	0.99	40.85	10.61	7.47	5.94	5.03	69.90
23.00	0.92	37.87	9.84	6.93	5.50	4.66	64.80
24.00	0.85	35.11	9.12	6.42	5.10	4.32	60.07
25.00	0.79	32.54	8.46	5.95	4.73	4.01	55.69
26.00	0.73	30.17	7.84	5.52	4.38	3.71	51.62
27.00	0.68	27.97	7.27	5.12	4.06	3.44	47.86
28.00	0.63	25.93	6.74	4.74	3.77	3.19	44.37
29.00	0.58	24.04	6.25	4.40	3.49	2.96	41.13
30.00	0.54	22.28	5.79	4.08	3.24	2.74	38.13
30.31	0.53	21.77	5.66	3.98	3.16	2.68	37.26
31.00	0.51	20.93	5.44	3.83	3.04	2.58	35.81
32.00	0.48	19.77	5.14	3.62	2.87	2.43	33.83
33.00	0.45	18.68	4.85	3.42	2.71	2.30	31.96
34.00	0.43	17.65	4.59	3.23	2.56	2.17	30.20
35.00	0.40	16.67	4.33	3.05	2.42	2.05	28.53
36.00	0.38	15.75	4.09	2.88	2.29	1.94	26.95
37.00	0.36	14.88	3.87	2.72	2.16	1.83	25.46
38.00	0.34	14.06	3.65	2.57	2.04	1.73	24.06
39.00	0.32	13.28	3.45	2.43	1.93	1.63	22.73
40.00	0.30	12.55	3.26	2.30	1.82	1.54	21.47
						Q_5 max	405.69

Tabel 4.60 Ordinat Hidrograf Banjir Dengan Kala Ulang 10 Tahun

t	Qt	R1	R2	R3	R4	R5	Q_{10}
Jam	m³/det	48.83	12.69	8.93	7.10	6.01	m³/det
0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	0.00
1.00	0.23	11.41	0.00	-	-	-	11.41
2.00	1.23	60.23	15.65	0.00	-	-	75.88
3.00	3.26	159.37	41.41	29.15	0.00	-	229.93
3.83	5.85	285.88	74.28	52.29	41.54	0.00	453.98
4.00	5.74	280.27	72.82	51.26	40.72	34.50	479.58
5.00	5.12	250.16	65.00	45.76	36.35	30.79	428.06
6.00	4.57	223.29	58.02	40.84	32.44	27.48	382.07
7.00	4.08	199.30	51.78	36.45	28.96	24.53	341.03
8.00	3.64	177.89	46.22	32.54	25.85	21.89	304.39
9.00	3.25	158.78	41.26	29.04	23.07	19.54	271.69
10.00	2.90	141.72	36.82	25.92	20.59	17.44	242.50
11.00	2.59	126.50	32.87	23.14	18.38	15.57	216.45
12.00	2.31	112.91	29.34	20.65	16.41	13.90	193.20
13.00	2.06	100.78	26.19	18.43	14.64	12.40	172.44
14.00	1.84	89.95	23.37	16.45	13.07	11.07	153.92
14.42	1.76	85.76	22.28	15.69	12.46	10.56	146.74
15.00	1.68	82.07	21.32	15.01	11.92	10.10	140.43
16.00	1.56	76.08	19.77	13.92	11.05	9.36	130.19
17.00	1.44	70.53	18.33	12.90	10.25	8.68	120.69
18.00	1.34	65.38	16.99	11.96	9.50	8.05	111.88
19.00	1.24	60.61	15.75	11.09	8.81	7.46	103.72
20.00	1.15	56.19	14.60	10.28	8.16	6.92	96.15
21.00	1.07	52.09	13.53	9.53	7.57	6.41	89.13
22.00	0.99	48.29	12.55	8.83	7.02	5.94	82.63
23.00	0.92	44.77	11.63	8.19	6.50	5.51	76.60
24.00	0.85	41.50	10.78	7.59	6.03	5.11	71.01
25.00	0.79	38.47	10.00	7.04	5.59	4.74	65.83
26.00	0.73	35.66	9.27	6.52	5.18	4.39	61.03
27.00	0.68	33.06	8.59	6.05	4.80	4.07	56.57
28.00	0.63	30.65	7.96	5.61	4.45	3.77	52.45
29.00	0.58	28.41	7.38	5.20	4.13	3.50	48.62
30.00	0.54	26.34	6.84	4.82	3.83	3.24	45.07
30.31	0.53	25.74	6.69	4.71	3.74	3.17	44.04
31.00	0.51	24.74	6.43	4.52	3.59	3.04	42.33
32.00	0.48	23.37	6.07	4.27	3.40	2.88	39.99
33.00	0.45	22.08	5.74	4.04	3.21	2.72	37.78
34.00	0.43	20.86	5.42	3.82	3.03	2.57	35.70
35.00	0.40	19.71	5.12	3.60	2.86	2.43	33.72
36.00	0.38	18.62	4.84	3.41	2.71	2.29	31.86
37.00	0.36	17.59	4.57	3.22	2.56	2.17	30.10
38.00	0.34	16.62	4.32	3.04	2.41	2.05	28.44
39.00	0.32	15.70	4.08	2.87	2.28	1.93	26.87
40.00	0.30	14.83	3.85	2.71	2.16	1.83	25.38
						Q_{10} max	479.58

Tabel 4.61 Ordinat Hidrograf Banjir Dengan Kala Ulang 25 Tahun

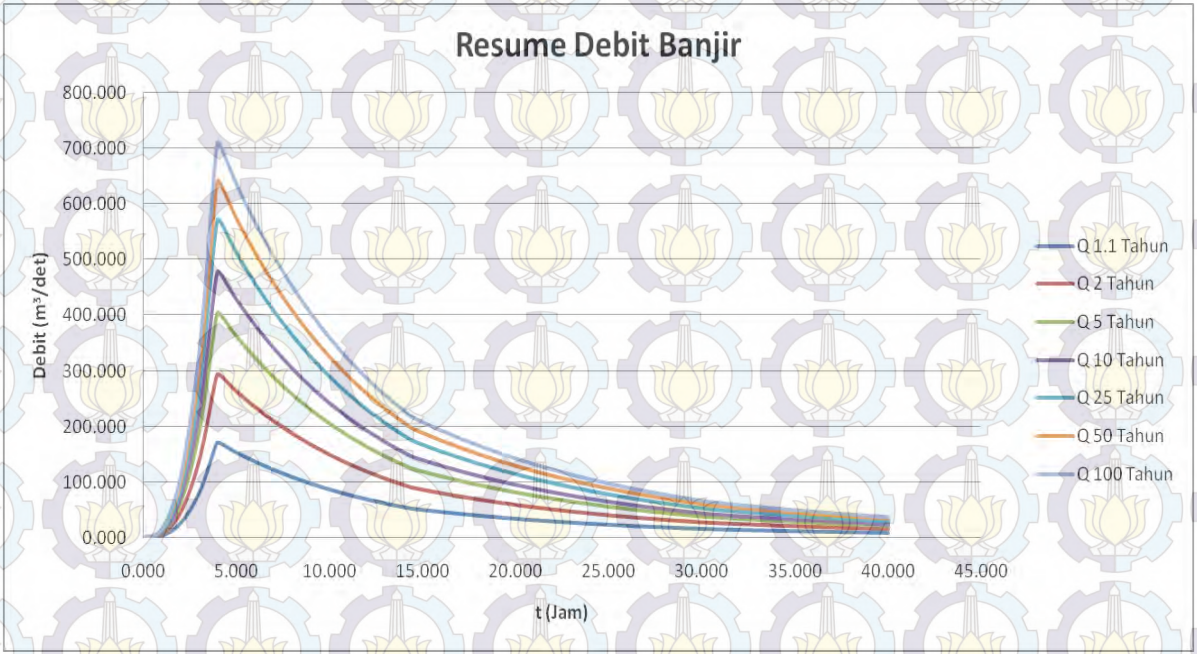
t	Qt	R1	R2	R3	R4	R5	Q_{25}
Jam	m³/det	58.34	15.16	10.67	8.48	7.18	m³/det
0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	0.00
1.00	0.23	13.63	0.00	-	-	-	13.63
2.00	1.23	71.95	18.70	0.00	-	-	90.65
3.00	3.26	190.40	49.47	34.82	0.00	-	274.69
3.83	5.85	341.53	88.74	62.47	49.62	0.00	542.36
4.00	5.74	334.84	87.00	61.24	48.65	41.21	572.94
5.00	5.12	298.86	77.65	54.66	43.42	36.78	511.39
6.00	4.57	266.76	69.31	48.79	38.76	32.83	456.45
7.00	4.08	238.10	61.87	43.55	34.60	29.30	407.42
8.00	3.64	212.52	55.22	38.87	30.88	26.16	363.65
9.00	3.25	189.69	49.29	34.70	27.56	23.35	324.58
10.00	2.90	169.31	43.99	30.97	24.60	20.84	289.71
11.00	2.59	151.12	39.27	27.64	21.96	18.60	258.59
12.00	2.31	134.89	35.05	24.67	19.60	16.60	230.81
13.00	2.06	120.40	31.28	22.02	17.49	14.82	206.02
14.00	1.84	107.46	27.92	19.66	15.61	13.23	183.88
14.42	1.76	102.46	26.62	18.74	14.89	12.61	175.31
15.00	1.68	98.05	25.48	17.93	14.25	12.07	167.77
16.00	1.56	90.89	23.62	16.63	13.21	11.19	155.53
17.00	1.44	84.26	21.89	15.41	12.24	10.37	144.18
18.00	1.34	78.11	20.30	14.29	11.35	9.61	133.66
19.00	1.24	72.41	18.82	13.24	10.52	8.91	123.91
20.00	1.15	67.13	17.44	12.28	9.75	8.26	114.87
21.00	1.07	62.23	16.17	11.38	9.04	7.66	106.49
22.00	0.99	57.69	14.99	10.55	8.38	7.10	98.72
23.00	0.92	53.48	13.90	9.78	7.77	6.58	91.51
24.00	0.85	49.58	12.88	9.07	7.20	6.10	84.84
25.00	0.79	45.96	11.94	8.41	6.68	5.66	78.65
26.00	0.73	42.61	11.07	7.79	6.19	5.24	72.91
27.00	0.68	39.50	10.26	7.22	5.74	4.86	67.59
28.00	0.63	36.62	9.51	6.70	5.32	4.51	62.66
29.00	0.58	33.94	8.82	6.21	4.93	4.18	58.08
30.00	0.54	31.47	8.18	5.76	4.57	3.87	53.85
30.31	0.53	30.75	7.99	5.62	4.47	3.78	52.62
31.00	0.51	29.55	7.68	5.41	4.29	3.64	50.57
32.00	0.48	27.92	7.26	5.11	4.06	3.44	47.78
33.00	0.45	26.38	6.85	4.83	3.83	3.25	45.14
34.00	0.43	24.92	6.48	4.56	3.62	3.07	42.65
35.00	0.40	23.55	6.12	4.31	3.42	2.90	40.29
36.00	0.38	22.25	5.78	4.07	3.23	2.74	38.06
37.00	0.36	21.02	5.46	3.84	3.05	2.59	35.96
38.00	0.34	19.86	5.16	3.63	2.88	2.44	33.98
39.00	0.32	18.76	4.87	3.43	2.73	2.31	32.10
40.00	0.30	17.72	4.60	3.24	2.58	2.18	30.33
						Q_{25} max	572.94

Tabel 4.62 Ordinat Hidrograf Banjir Dengan Kala Ulang 50 Tahun

t	Qt	R1	R2	R3	R4	R5	Q_{50}
Jam	m³/det	65.39	16.99	11.96	9.50	8.05	m³/det
0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	0.00
1.00	0.23	15.28	0.00	-	-	-	15.28
2.00	1.23	80.65	20.96	0.00	-	-	101.60
3.00	3.26	213.41	55.45	39.03	0.00	-	307.90
3.83	5.85	382.82	99.47	70.02	55.62	0.00	607.92
4.00	5.74	375.31	97.52	68.65	54.53	46.19	642.20
5.00	5.12	334.99	87.04	61.27	48.67	41.23	573.21
6.00	4.57	299.01	77.69	54.69	43.45	36.80	511.63
7.00	4.08	266.88	69.34	48.81	38.78	32.85	456.67
8.00	3.64	238.21	61.89	43.57	34.61	29.32	407.61
9.00	3.25	212.62	55.25	38.89	30.89	26.17	363.82
10.00	2.90	189.78	49.31	34.71	27.58	23.36	324.74
11.00	2.59	169.39	44.01	30.98	24.61	20.85	289.85
12.00	2.31	151.20	39.29	27.65	21.97	18.61	258.71
13.00	2.06	134.95	35.06	24.68	19.61	16.61	230.92
14.00	1.84	120.46	31.30	22.03	17.50	14.83	206.11
14.42	1.76	114.84	29.84	21.01	16.69	14.13	196.51
15.00	1.68	109.90	28.56	20.10	15.97	13.53	188.05
16.00	1.56	101.88	26.47	18.63	14.80	12.54	174.33
17.00	1.44	94.45	24.54	17.28	13.72	11.62	161.61
18.00	1.34	87.56	22.75	16.01	12.72	10.78	149.82
19.00	1.24	81.17	21.09	14.85	11.79	9.99	138.89
20.00	1.15	75.25	19.55	13.76	10.93	9.26	128.75
21.00	1.07	69.75	18.12	12.76	10.14	8.59	119.36
22.00	0.99	64.66	16.80	11.83	9.40	7.96	110.65
23.00	0.92	59.95	15.58	10.96	8.71	7.38	102.58
24.00	0.85	55.57	14.44	10.16	8.07	6.84	95.09
25.00	0.79	51.52	13.39	9.42	7.49	6.34	88.15
26.00	0.73	47.76	12.41	8.74	6.94	5.88	81.72
27.00	0.68	44.27	11.50	8.10	6.43	5.45	75.76
28.00	0.63	41.04	10.66	7.51	5.96	5.05	70.23
29.00	0.58	38.05	9.89	6.96	5.53	4.68	65.11
30.00	0.54	35.27	9.16	6.45	5.13	4.34	60.35
30.31	0.53	34.47	8.96	6.30	5.01	4.24	58.98
31.00	0.51	33.13	8.61	6.06	4.81	4.08	56.69
32.00	0.48	31.30	8.13	5.72	4.55	3.85	53.55
33.00	0.45	29.57	7.68	5.41	4.30	3.64	50.60
34.00	0.43	27.94	7.26	5.11	4.06	3.44	47.80
35.00	0.40	26.39	6.86	4.83	3.83	3.25	45.16
36.00	0.38	24.93	6.48	4.56	3.62	3.07	42.67
37.00	0.36	23.56	6.12	4.31	3.42	2.90	40.31
38.00	0.34	22.26	5.78	4.07	3.23	2.74	38.08
39.00	0.32	21.03	5.46	3.85	3.06	2.59	35.98
40.00	0.30	19.86	5.16	3.63	2.89	2.44	33.99
						Q_{50} max	642.20

Tabel 4.63Ordinat Hidrograf Banjir Dengan Kala Ulang 100 Tahun

t	Qt	R1	R2	R3	R4	R5	Q_{100}
Jam	m³/det	72.39	18.81	13.24	10.52	8.91	m³/det
0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	0.00
1.00	0.23	16.92	0.00	-	-	-	16.92
2.00	1.23	89.28	23.20	0.00	-	-	112.48
3.00	3.26	236.26	61.39	43.21	0.00	-	340.86
3.83	5.85	423.80	110.11	77.52	61.58	0.00	673.00
4.00	5.74	415.49	107.96	76.00	60.37	51.14	710.95
5.00	5.12	370.86	96.36	67.83	53.88	45.64	634.58
6.00	4.57	331.02	86.01	60.54	48.10	40.74	566.40
7.00	4.08	295.45	76.77	54.04	42.93	36.36	505.56
8.00	3.64	263.71	68.52	48.24	38.32	32.46	451.25
9.00	3.25	235.38	61.16	43.05	34.20	28.97	402.77
10.00	2.90	210.10	54.59	38.43	30.53	25.86	359.50
11.00	2.59	187.53	48.73	34.30	27.25	23.08	320.88
12.00	2.31	167.38	43.49	30.62	24.32	20.60	286.41
13.00	2.06	149.40	38.82	27.33	21.71	18.39	255.64
14.00	1.84	133.35	34.65	24.39	19.38	16.41	228.18
14.42	1.76	127.13	33.03	23.25	18.47	15.65	217.54
15.00	1.68	121.67	31.61	22.25	17.68	14.97	208.18
16.00	1.56	112.79	29.31	20.63	16.39	13.88	192.99
17.00	1.44	104.56	27.17	19.12	15.19	12.87	178.91
18.00	1.34	96.93	25.19	17.73	14.08	11.93	165.86
19.00	1.24	89.86	23.35	16.44	13.06	11.06	153.75
20.00	1.15	83.30	21.64	15.24	12.10	10.25	142.54
21.00	1.07	77.22	20.06	14.12	11.22	9.50	132.14
22.00	0.99	71.59	18.60	13.09	10.40	8.81	122.49
23.00	0.92	66.36	17.24	12.14	9.64	8.17	113.56
24.00	0.85	61.52	15.99	11.25	8.94	7.57	105.27
25.00	0.79	57.03	14.82	10.43	8.29	7.02	97.59
26.00	0.73	52.87	13.74	9.67	7.68	6.51	90.47
27.00	0.68	49.01	12.74	8.96	7.12	6.03	83.87
28.00	0.63	45.44	11.81	8.31	6.60	5.59	77.75
29.00	0.58	42.12	10.94	7.70	6.12	5.18	72.07
30.00	0.54	39.05	10.15	7.14	5.67	4.81	66.82
30.31	0.53	38.16	9.91	6.98	5.54	4.70	65.29
31.00	0.51	36.67	9.53	6.71	5.33	4.51	62.75
32.00	0.48	34.65	9.00	6.34	5.03	4.26	59.29
33.00	0.45	32.73	8.51	5.99	4.76	4.03	56.01
34.00	0.43	30.93	8.04	5.66	4.49	3.81	52.92
35.00	0.40	29.22	7.59	5.34	4.25	3.60	49.99
36.00	0.38	27.60	7.17	5.05	4.01	3.40	47.23
37.00	0.36	26.08	6.78	4.77	3.79	3.21	44.62
38.00	0.34	24.64	6.40	4.51	3.58	3.03	42.16
39.00	0.32	23.28	6.05	4.26	3.38	2.86	39.83
40.00	0.30	21.99	5.71	4.02	3.20	2.71	37.63
						Q_{100} max	710.95



Gambar 4.5 Grafik Unit Hidrograf Metode Nakayasu Pantauan 3 DAS Kali Kemuning

4.5.1.4Perhitungan Unit Hidrograf Nakayasu Pantauan 4

Data yang ada :

Luas DAS (A) = 275,99 km^2

Panjang Sungai (L) = 43,57km

Koefisien (α) = 3,5

Tinggi Hujan Satuan (Ro) = 1 mm

Koefisien Pengaliran (C) = 0,81

Satuan Waktu Hujan (tr) = 1 jam

Waktu Mencapai Puncak (Tg)

(L > 15 km) = 0,4 x (0,058 x L)

= 0,4 x (0,058 x 43,57)

= 2,93 jam

$T_{0.3}$ = α x Tg

= 3,5 x 2,93

= 10,24

Waktu konsentrasi banjir (Tp) = Tg + 0,8 tr

= 2,93+ 0,8 x 1

= 3,73 jam

Debit Puncak (Qp) $= \frac{CxAx\ R_0}{3,6(0,3Tp + T_{0,3})}$

$= \frac{0,81x275,99\ x\ 1}{3,6\ (0,3x3,73+10,24)}$

= 5,46 m^3/det

Untuk Kurva Naik

0 < t < Tp

Qt = Qp x (t/Tp)2,4

Tabel 4.64 Hidrograf Untuk Kurva Naik

t	$(t/Tp)^{2,4}$	Qp	Qt
Jam		(m^3/det)	(m^3/det)
0	0.00	5.46	0.00
1	0.04	5.46	0.23
2	0.22	5.46	1.23
3	0.59	5.46	3.25
3.73	1.00	5.46	5.46

Untuk Kurva Turun I
Tp < t < (Tp + T0.3)
Qt = Qp x 0,3((t-Tp)/T0.3)

Tabel 4.65 Hidrograf Untuk Kurva Turun I

t	$((t - Tp)/T_{0,3})$	$0.3 \wedge ((t - Tp)/T_{0,3})$	Qp	Qt
Jam			(m^3/det)	(m^3/det)
3.73	0.00	1.00	5.46	5.47
4	0.03	0.97	5.46	5.29
5	0.12	0.86	5.46	4.71
6	0.22	0.77	5.46	4.18
7	0.32	0.68	5.46	3.72
8	0.42	0.61	5.46	3.31
9	0.51	0.54	5.46	2.94
10	0.61	0.48	5.46	2.61
11	0.71	0.43	5.46	2.32
12	0.81	0.38	5.46	2.07
13	0.91	0.34	5.46	1.84
13.97	1.00	0.30	5.46	1.64

Untuk Kurva Turun II

$(Tp + T_{0.3}) < t < (Tp + T_{0.3})/(1.5 \times T_{0.3})$

$Qt = Qp \times 0.3^{((t-Tp)+(0.5xT0.3)/(1.5xT0.3))}$

Tabel 4.66 Hidrograf Untuk Kurva Turun II

t	((t - Tp) + (0.5 T0.3))/ (1.5 T0.3)	0.3 ^ ((t - Tp) + (0.5 T0.3)/ (1.5 T0.3))	Qp	Qt
Jam			(m^3/det)	(m^3/det)
13.97	1.00	0.30	5.46	1.64
14	1.00	0.30	5.46	1.64
15	1.07	0.28	5.46	1.51
16	1.13	0.26	5.46	1.40
17	1.20	0.24	5.46	1.29
18	1.26	0.22	5.46	1.20
19	1.33	0.20	5.46	1.11
20	1.39	0.19	5.46	1.02
21	1.46	0.17	5.46	0.95
22	1.52	0.16	5.46	0.87
23	1.59	0.15	5.46	0.81
24	1.65	0.14	5.46	0.75
25	1.72	0.13	5.46	0.69
26	1.78	0.12	5.46	0.64
27	1.85	0.11	5.46	0.59
28	1.91	0.10	5.46	0.55
29	1.98	0.09	5.46	0.51
29.33	2.00	0.09	5.46	0.49

Untuk Kurva Turun III

$Qt = Qp \times 0.3 \wedge ((t - Tp + 1.5\ T0.3)/\ 2\ T0.3)$

Tabel 4.67 Hidrograf Untuk Kurva Turun III

t	(t - Tp + 1.5 T0.3)/ 2 T0.3)	0.3 ^ ((t - Tp + 1.5 T0.3)/ 2 T0.3)	Qp	Qt
Jam			(m^3/det)	(m^3/det)
29.33	2.00	0.09	5.46	0.49
30	2.03	0.09	5.46	0.47
31	2.08	0.08	5.46	0.45
32	2.13	0.08	5.46	0.42
33	2.18	0.07	5.46	0.40
34	2.23	0.07	5.46	0.37
35	2.28	0.06	5.46	0.35
36	2.33	0.06	5.46	0.33
37	2.37	0.06	5.46	0.31
38	2.42	0.05	5.46	0.30
39	2.47	0.05	5.46	0.28
40	2.52	0.05	5.46	0.26

Tabel 4.68 Ordinat Hidrograf Banjir Kala Ulang 1.11 Tahun

t	Qt	R1	R2	R3	R4	R5	Q 1.11
Jam	(m³/det)	17.50	4.55	3.20	2.54	2.15	(m³/det)
0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	0.00
1.00	0.23	4.07	0.00	-	-	-	4.07
2.00	1.23	21.47	5.58	0.00	-	-	27.05
3.00	3.25	56.81	14.76	10.39	0.00	-	81.97
3.73	5.46	95.64	24.85	17.49	13.90	0.00	151.88
4.00	5.29	92.62	24.07	16.94	13.46	11.40	158.49
5.00	4.71	82.35	21.40	15.06	11.97	10.14	140.91
6.00	4.18	73.22	19.02	13.39	10.64	9.01	125.29
7.00	3.72	65.10	16.92	11.91	9.46	8.01	111.40
8.00	3.31	57.88	15.04	10.59	8.41	7.12	99.05
9.00	2.94	51.47	13.37	9.41	7.48	6.33	88.06
10.00	2.61	45.76	11.89	8.37	6.65	5.63	78.30
11.00	2.32	40.69	10.57	7.44	5.91	5.01	69.62
12.00	2.07	36.17	9.40	6.62	5.26	4.45	61.90
13.00	1.84	32.16	8.36	5.88	4.67	3.96	55.04
13.97	1.64	28.70	7.46	5.25	4.17	3.53	49.10
14.00	1.64	28.63	7.44	5.24	4.16	3.52	48.99
15.00	1.51	26.47	6.88	4.84	3.85	3.26	45.30
16.00	1.40	24.48	6.36	4.48	3.56	3.01	41.88
17.00	1.29	22.63	5.88	4.14	3.29	2.79	38.73
18.00	1.20	20.93	5.44	3.83	3.04	2.58	35.81
19.00	1.11	19.35	5.03	3.54	2.81	2.38	33.11
20.00	1.02	17.89	4.65	3.27	2.60	2.20	30.61
21.00	0.95	16.54	4.30	3.03	2.40	2.04	28.31
22.00	0.87	15.30	3.97	2.80	2.22	1.88	26.17
23.00	0.81	14.14	3.68	2.59	2.06	1.74	24.20
24.00	0.75	13.08	3.40	2.39	1.90	1.61	22.38
25.00	0.69	12.09	3.14	2.21	1.76	1.49	20.69
26.00	0.64	11.18	2.91	2.05	1.62	1.38	19.13
27.00	0.59	10.34	2.69	1.89	1.50	1.27	17.69
28.00	0.55	9.56	2.48	1.75	1.39	1.18	16.36
29.00	0.51	8.84	2.30	1.62	1.28	1.09	15.12
29.33	0.49	8.61	2.24	1.58	1.25	1.06	14.74
30.00	0.47	8.28	2.15	1.51	1.20	1.02	14.17
31.00	0.45	7.81	2.03	1.43	1.13	0.96	13.36
32.00	0.42	7.36	1.91	1.35	1.07	0.91	12.60
33.00	0.40	6.94	1.80	1.27	1.01	0.85	11.88
34.00	0.37	6.55	1.70	1.20	0.95	0.81	11.20
35.00	0.35	6.17	1.60	1.13	0.90	0.76	10.56
36.00	0.33	5.82	1.51	1.06	0.85	0.72	9.96
37.00	0.31	5.49	1.43	1.00	0.80	0.68	9.39
38.00	0.30	5.17	1.34	0.95	0.75	0.64	8.85
39.00	0.28	4.88	1.27	0.89	0.71	0.60	8.35
40.00	0.26	4.60	1.20	0.84	0.67	0.57	7.87
						Q 1.11 maks	158.49

Tabel 4.69 Ordinat Hidrograf Banjir Kala Ulang 2 Tahun

t	Qt	R1	R2	R3	R4	R5	Q_2
Jam	(m^3/det)	29.94	7.78	5.48	4.35	3.69	(m^3/det)
0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	0.00
1.00	0.23	6.96	0.00	-	-	-	6.96
2.00	1.23	36.74	9.54	0.00	-	-	46.28
3.00	3.25	97.21	25.26	17.78	0.00	-	140.25
3.73	5.46	163.64	42.52	29.93	23.78	0.00	259.86
4.00	5.29	158.48	41.18	28.99	23.03	19.50	271.17
5.00	4.71	140.90	36.61	25.77	20.47	17.34	241.10
6.00	4.18	125.28	32.55	22.91	18.20	15.42	214.37
7.00	3.72	111.39	28.94	20.37	16.18	13.71	190.60
8.00	3.31	99.04	25.73	18.11	14.39	12.19	169.47
9.00	2.94	88.06	22.88	16.11	12.79	10.84	150.68
10.00	2.61	78.29	20.34	14.32	11.38	9.64	133.97
11.00	2.32	69.61	18.09	12.73	10.11	8.57	119.12
12.00	2.07	61.89	16.08	11.32	8.99	7.62	105.91
13.00	1.84	55.03	14.30	10.07	8.00	6.77	94.17
13.97	1.64	49.10	12.76	8.98	7.13	6.04	84.01
14.00	1.64	48.98	12.73	8.96	7.12	6.03	83.82
15.00	1.51	45.29	11.77	8.28	6.58	5.57	77.50
16.00	1.40	41.88	10.88	7.66	6.09	5.15	71.66
17.00	1.29	38.72	10.06	7.08	5.63	4.77	66.26
18.00	1.20	35.81	9.30	6.55	5.20	4.41	61.27
19.00	1.11	33.11	8.60	6.06	4.81	4.07	56.65
20.00	1.02	30.61	7.95	5.60	4.45	3.77	52.38
21.00	0.95	28.31	7.35	5.18	4.11	3.48	48.43
22.00	0.87	26.17	6.80	4.79	3.80	3.22	44.78
23.00	0.81	24.20	6.29	4.43	3.52	2.98	41.41
24.00	0.75	22.38	5.81	4.09	3.25	2.75	38.29
25.00	0.69	20.69	5.38	3.78	3.01	2.55	35.40
26.00	0.64	19.13	4.97	3.50	2.78	2.35	32.74
27.00	0.59	17.69	4.60	3.24	2.57	2.18	30.27
28.00	0.55	16.36	4.25	2.99	2.38	2.01	27.99
29.00	0.51	15.12	3.93	2.77	2.20	1.86	25.88
29.33	0.49	14.74	3.83	2.70	2.14	1.81	25.21
30.00	0.47	14.17	3.68	2.59	2.06	1.74	24.24
31.00	0.45	13.36	3.47	2.44	1.94	1.64	22.86
32.00	0.42	12.60	3.27	2.30	1.83	1.55	21.55
33.00	0.40	11.88	3.09	2.17	1.73	1.46	20.32
34.00	0.37	11.20	2.91	2.05	1.63	1.38	19.16
35.00	0.35	10.56	2.74	1.93	1.53	1.30	18.07
36.00	0.33	9.96	2.59	1.82	1.45	1.23	17.04
37.00	0.31	9.39	2.44	1.72	1.36	1.16	16.07
38.00	0.30	8.85	2.30	1.62	1.29	1.09	15.15
39.00	0.28	8.35	2.17	1.53	1.21	1.03	14.28
40.00	0.26	7.87	2.05	1.44	1.14	0.97	13.47
						Q_2 maks	271.17

Tabel 4.70 Ordinat Hidrograf Banjir Kala Ulang 5 Tahun

t	Qt	R1	R2	R3	R4	R5	Q_5
Jam	(m^3/det)	41.31	10.73	7.56	6.00	5.08	(m^3/det)
0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	0.00
1.00	0.23	9.60	0.00	-	-	-	9.60
2.00	1.23	50.68	13.17	0.00	-	-	63.84
3.00	3.25	134.10	34.84	24.53	0.00	-	193.47
3.73	5.46	225.73	58.65	41.29	32.80	0.00	358.47
4.00	5.29	218.62	56.80	39.99	31.76	26.91	374.08
5.00	4.71	194.38	50.50	35.55	28.24	23.92	332.60
6.00	4.18	172.82	44.90	31.61	25.11	21.27	295.72
7.00	3.72	153.66	39.93	28.11	22.33	18.91	262.93
8.00	3.31	136.62	35.50	24.99	19.85	16.82	233.78
9.00	2.94	121.48	31.56	22.22	17.65	14.95	207.86
10.00	2.61	108.01	28.06	19.75	15.69	13.29	184.81
11.00	2.32	96.03	24.95	17.56	13.95	11.82	164.32
12.00	2.07	85.38	22.18	15.62	12.41	10.51	146.10
13.00	1.84	75.92	19.73	13.89	11.03	9.34	129.90
13.97	1.64	67.73	17.60	12.39	9.84	8.34	115.90
14.00	1.64	67.57	17.56	12.36	9.82	8.32	115.63
15.00	1.51	62.48	16.23	11.43	9.08	7.69	106.91
16.00	1.40	57.77	15.01	10.57	8.39	7.11	98.86
17.00	1.29	53.42	13.88	9.77	7.76	6.57	91.41
18.00	1.20	49.39	12.83	9.03	7.18	6.08	84.52
19.00	1.11	45.67	11.87	8.35	6.64	5.62	78.15
20.00	1.02	42.23	10.97	7.72	6.14	5.20	72.26
21.00	0.95	39.05	10.15	7.14	5.67	4.81	66.81
22.00	0.87	36.10	9.38	6.60	5.25	4.44	61.78
23.00	0.81	33.38	8.67	6.11	4.85	4.11	57.12
24.00	0.75	30.87	8.02	5.65	4.49	3.80	52.82
25.00	0.69	28.54	7.42	5.22	4.15	3.51	48.84
26.00	0.64	26.39	6.86	4.83	3.83	3.25	45.16
27.00	0.59	24.40	6.34	4.46	3.55	3.00	41.76
28.00	0.55	22.56	5.86	4.13	3.28	2.78	38.61
29.00	0.51	20.86	5.42	3.82	3.03	2.57	35.70
29.33	0.49	20.33	5.28	3.72	2.95	2.50	34.78
30.00	0.47	19.54	5.08	3.57	2.84	2.41	33.44
31.00	0.45	18.43	4.79	3.37	2.68	2.27	31.53
32.00	0.42	17.38	4.51	3.18	2.52	2.14	29.73
33.00	0.40	16.38	4.26	3.00	2.38	2.02	28.04
34.00	0.37	15.45	4.01	2.83	2.24	1.90	26.44
35.00	0.35	14.57	3.79	2.66	2.12	1.79	24.93
36.00	0.33	13.74	3.57	2.51	2.00	1.69	23.50
37.00	0.31	12.95	3.37	2.37	1.88	1.59	22.16
38.00	0.30	12.21	3.17	2.23	1.77	1.50	20.90
39.00	0.28	11.52	2.99	2.11	1.67	1.42	19.71
40.00	0.26	10.86	2.82	1.99	1.58	1.34	18.58
						Q_5 maks	374.08

Tabel 4.71 Ordinat Hidrograf Banjir Kala Ulang 10 Tahun

t	Qt	R1	R2	R3	R4	R5	Q_{10}
Jam	(m^3/det)	48.83	12.69	8.93	7.10	6.01	(m^3/det)
0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	0.00
1.00	0.23	11.35	0.00	-	-	-	11.35
2.00	1.23	59.91	15.57	0.00	-	-	75.47
3.00	3.25	158.52	41.19	28.99	0.00	-	228.71
3.73	5.46	266.85	69.33	48.81	38.77	0.00	423.76
4.00	5.29	258.43	67.15	47.27	37.55	31.81	442.21
5.00	4.71	229.78	59.70	42.03	33.39	28.28	393.18
6.00	4.18	204.30	53.08	37.37	29.68	25.14	349.58
7.00	3.72	181.65	47.20	33.22	26.39	22.36	310.82
8.00	3.31	161.51	41.96	29.54	23.47	19.88	276.36
9.00	2.94	143.60	37.31	26.27	20.87	17.67	245.72
10.00	2.61	127.68	33.17	23.35	18.55	15.71	218.47
11.00	2.32	113.52	29.50	20.76	16.49	13.97	194.25
12.00	2.07	100.93	26.23	18.46	14.67	12.42	172.71
13.00	1.84	89.74	23.32	16.41	13.04	11.05	153.56
13.97	1.64	80.07	20.80	14.65	11.63	9.85	137.01
14.00	1.64	79.88	20.76	14.61	11.61	9.83	136.68
15.00	1.51	73.86	19.19	13.51	10.73	9.09	126.38
16.00	1.40	68.30	17.75	12.49	9.92	8.41	116.86
17.00	1.29	63.15	16.41	11.55	9.18	7.77	108.05
18.00	1.20	58.39	15.17	10.68	8.48	7.19	99.91
19.00	1.11	53.99	14.03	9.88	7.84	6.64	92.38
20.00	1.02	49.92	12.97	9.13	7.25	6.14	85.42
21.00	0.95	46.16	11.99	8.44	6.71	5.68	78.98
22.00	0.87	42.68	11.09	7.81	6.20	5.25	73.03
23.00	0.81	39.46	10.25	7.22	5.73	4.86	67.53
24.00	0.75	36.49	9.48	6.67	5.30	4.49	62.44
25.00	0.69	33.74	8.77	6.17	4.90	4.15	57.73
26.00	0.64	31.20	8.11	5.71	4.53	3.84	53.38
27.00	0.59	28.85	7.50	5.28	4.19	3.55	49.36
28.00	0.55	26.67	6.93	4.88	3.88	3.28	45.64
29.00	0.51	24.66	6.41	4.51	3.58	3.04	42.20
29.33	0.49	24.03	6.24	4.40	3.49	2.96	41.12
30.00	0.47	23.10	6.00	4.23	3.36	2.84	39.53
31.00	0.45	21.78	5.66	3.98	3.17	2.68	37.27
32.00	0.42	20.54	5.34	3.76	2.98	2.53	35.15
33.00	0.40	19.37	5.03	3.54	2.81	2.38	33.14
34.00	0.37	18.26	4.75	3.34	2.65	2.25	31.25
35.00	0.35	17.22	4.47	3.15	2.50	2.12	29.47
36.00	0.33	16.24	4.22	2.97	2.36	2.00	27.79
37.00	0.31	15.31	3.98	2.80	2.22	1.88	26.20
38.00	0.30	14.44	3.75	2.64	2.10	1.78	24.70
39.00	0.28	13.61	3.54	2.49	1.98	1.68	23.29
40.00	0.26	12.84	3.34	2.35	1.87	1.58	21.97
						Q_{10} maks	442.21

Tabel 4.72 Ordinat Hidrograf Banjir Kala Ulang 25 Tahun

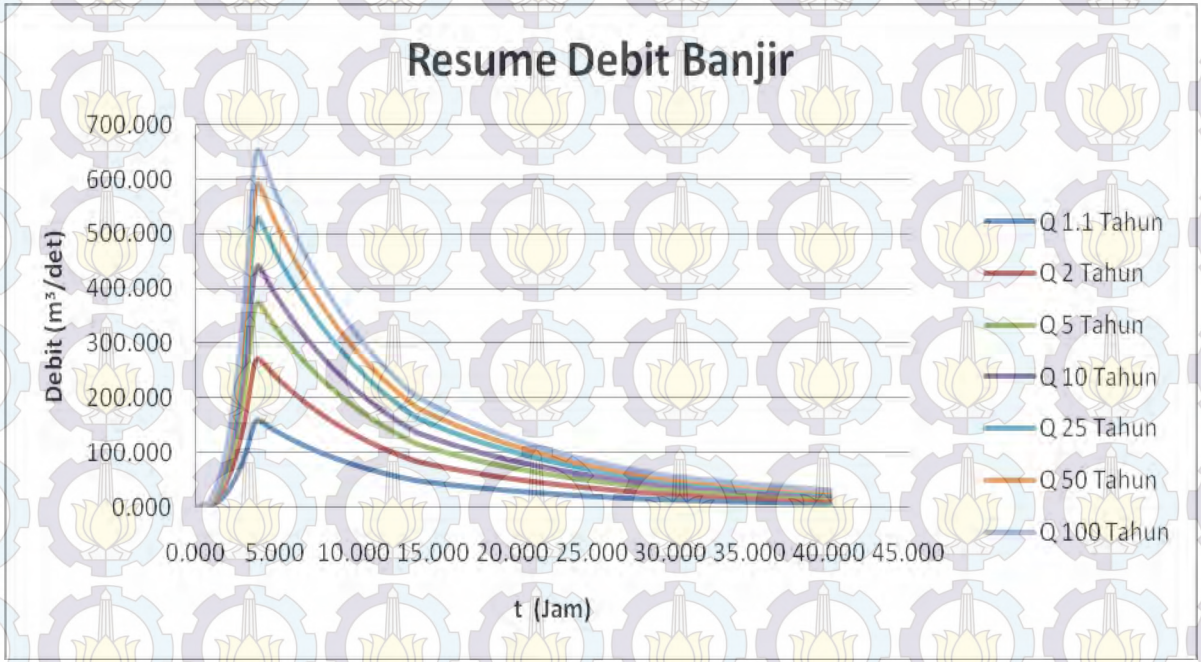
t	Qt	R1	R2	R3	R4	R5	Q_{25}
Jam	(m^3/det)	58.34	15.16	10.67	8.48	7.18	(m^3/det)
0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	0.00
1.00	0.23	13.56	0.00	-	-	-	13.56
2.00	1.23	71.57	18.60	0.00	-	-	90.16
3.00	3.25	189.38	49.21	34.64	0.00	-	273.23
3.73	5.46	318.80	82.83	58.31	46.32	0.00	506.26
4.00	5.29	308.74	80.22	56.47	44.86	38.00	528.30
5.00	4.71	274.51	71.33	50.21	39.89	33.79	469.72
6.00	4.18	244.07	63.42	44.64	35.46	30.04	417.64
7.00	3.72	217.01	56.39	39.69	31.53	26.71	371.33
8.00	3.31	192.95	50.13	35.29	28.04	23.75	330.16
9.00	2.94	171.56	44.58	31.38	24.93	21.11	293.55
10.00	2.61	152.53	39.63	27.90	22.16	18.77	261.00
11.00	2.32	135.62	35.24	24.81	19.71	16.69	232.06
12.00	2.07	120.58	31.33	22.06	17.52	14.84	206.33
13.00	1.84	107.21	27.86	19.61	15.58	13.20	183.45
13.97	1.64	95.66	24.85	17.50	13.90	11.77	163.68
14.00	1.64	95.43	24.80	17.45	13.87	11.75	163.29
15.00	1.51	88.24	22.93	16.14	12.82	10.86	150.99
16.00	1.40	81.59	21.20	14.92	11.86	10.04	139.61
17.00	1.29	75.44	19.60	13.80	10.96	9.29	129.09
18.00	1.20	69.76	18.12	12.76	10.14	8.59	119.36
19.00	1.11	64.50	16.76	11.80	9.37	7.94	110.37
20.00	1.02	59.64	15.50	10.91	8.67	7.34	102.05
21.00	0.95	55.15	14.33	10.09	8.01	6.79	94.36
22.00	0.87	50.99	13.25	9.33	7.41	6.28	87.25
23.00	0.81	47.15	12.25	8.62	6.85	5.80	80.67
24.00	0.75	43.59	11.33	7.97	6.33	5.37	74.60
25.00	0.69	40.31	10.47	7.37	5.86	4.96	68.97
26.00	0.64	37.27	9.68	6.82	5.42	4.59	63.78
27.00	0.59	34.46	8.95	6.30	5.01	4.24	58.97
28.00	0.55	31.87	8.28	5.83	4.63	3.92	54.53
29.00	0.51	29.46	7.66	5.39	4.28	3.63	50.42
29.33	0.49	28.71	7.46	5.25	4.17	3.53	49.12
30.00	0.47	27.60	7.17	5.05	4.01	3.40	47.23
31.00	0.45	26.02	6.76	4.76	3.78	3.20	44.53
32.00	0.42	24.54	6.38	4.49	3.57	3.02	41.99
33.00	0.40	23.14	6.01	4.23	3.36	2.85	39.59
34.00	0.37	21.82	5.67	3.99	3.17	2.69	37.33
35.00	0.35	20.57	5.35	3.76	2.99	2.53	35.20
36.00	0.33	19.40	5.04	3.55	2.82	2.39	33.19
37.00	0.31	18.29	4.75	3.35	2.66	2.25	31.30
38.00	0.30	17.25	4.48	3.15	2.51	2.12	29.51
39.00	0.28	16.26	4.23	2.97	2.36	2.00	27.83
40.00	0.26	15.34	3.98	2.81	2.23	1.89	26.24
						Q_{25} maks	528.30

Tabel 4.73 Ordinat Hidrograf Banjir Kala Ulang 50 Tahun

t	Qt	R1	R2	R3	R4	R5	Q_{50}
Jam	(m³/det)	65.39	16.99	11.96	9.50	8.05	(m³/det)
0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	0.00
1.00	0.23	15.20	0.00	-	-	-	15.20
2.00	1.23	80.22	20.84	0.00	-	-	101.06
3.00	3.25	212.28	55.16	38.83	0.00	-	306.26
3.73	5.46	357.33	92.85	65.36	51.92	0.00	567.46
4.00	5.29	346.07	89.92	63.30	50.28	42.59	592.16
5.00	4.71	307.70	79.95	56.28	44.71	37.87	526.50
6.00	4.18	273.58	71.08	50.04	39.75	33.67	468.13
7.00	3.72	243.25	63.20	44.49	35.34	29.94	416.22
8.00	3.31	216.27	56.19	39.56	31.42	26.62	370.07
9.00	2.94	192.29	49.96	35.17	27.94	23.67	329.04
10.00	2.61	170.97	44.42	31.27	24.84	21.04	292.55
11.00	2.32	152.02	39.50	27.80	22.09	18.71	260.12
12.00	2.07	135.16	35.12	24.72	19.64	16.64	231.27
13.00	1.84	120.17	31.22	21.98	17.46	14.79	205.63
13.97	1.64	107.22	27.86	19.61	15.58	13.20	183.46
14.00	1.64	106.97	27.79	19.57	15.54	13.17	183.03
15.00	1.51	98.91	25.70	18.09	14.37	12.17	169.24
16.00	1.40	91.45	23.76	16.73	13.29	11.26	156.49
17.00	1.29	84.56	21.97	15.47	12.29	10.41	144.69
18.00	1.20	78.19	20.32	14.30	11.36	9.62	133.79
19.00	1.11	72.30	18.78	13.22	10.50	8.90	123.71
20.00	1.02	66.85	17.37	12.23	9.71	8.23	114.39
21.00	0.95	61.81	16.06	11.31	8.98	7.61	105.77
22.00	0.87	57.15	14.85	10.45	8.30	7.03	97.80
23.00	0.81	52.85	13.73	9.67	7.68	6.50	90.43
24.00	0.75	48.86	12.70	8.94	7.10	6.01	83.61
25.00	0.69	45.18	11.74	8.26	6.56	5.56	77.31
26.00	0.64	41.78	10.85	7.64	6.07	5.14	71.49
27.00	0.59	38.63	10.04	7.07	5.61	4.75	66.10
28.00	0.55	35.72	9.28	6.53	5.19	4.40	61.12
29.00	0.51	33.03	8.58	6.04	4.80	4.06	56.51
29.33	0.49	32.18	8.36	5.89	4.68	3.96	55.06
30.00	0.47	30.94	8.04	5.66	4.49	3.81	52.93
31.00	0.45	29.17	7.58	5.34	4.24	3.59	49.91
32.00	0.42	27.51	7.15	5.03	4.00	3.39	47.07
33.00	0.40	25.94	6.74	4.74	3.77	3.19	44.38
34.00	0.37	24.46	6.35	4.47	3.55	3.01	41.85
35.00	0.35	23.06	5.99	4.22	3.35	2.84	39.46
36.00	0.33	21.74	5.65	3.98	3.16	2.68	37.21
37.00	0.31	20.50	5.33	3.75	2.98	2.52	35.08
38.00	0.30	19.33	5.02	3.54	2.81	2.38	33.08
39.00	0.28	18.23	4.74	3.33	2.65	2.24	31.19
40.00	0.26	17.19	4.47	3.14	2.50	2.12	29.41
						Q_{50} maks	592.16

Tabel 4.74 Ordinat Hidrograf Banjir Kala Ulang 100 Tahun

t	Qt	R1	R2	R3	R4	R5	Q_{100}
Jam	(m^3/det)	72.39	18.81	13.24	10.52	8.91	(m^3/det)
0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	0.00
1.00	0.23	16.83	0.00	-	-	-	16.83
2.00	1.23	88.81	23.07	0.00	-	-	111.88
3.00	3.25	235.00	61.06	42.98	0.00	-	339.05
3.73	5.46	395.59	102.79	72.36	57.48	0.00	628.21
4.00	5.29	383.12	99.54	70.07	55.67	47.15	655.55
5.00	4.71	340.64	88.51	62.30	49.49	41.92	582.87
6.00	4.18	302.87	78.69	55.40	44.01	37.28	518.24
7.00	3.72	269.29	69.97	49.25	39.13	33.14	460.78
8.00	3.31	239.43	62.21	43.79	34.79	29.47	409.69
9.00	2.94	212.88	55.31	38.94	30.93	26.20	364.26
10.00	2.61	189.28	49.18	34.62	27.50	23.30	323.87
11.00	2.32	168.29	43.73	30.78	24.45	20.71	287.96
12.00	2.07	149.63	38.88	27.37	21.74	18.42	256.03
13.00	1.84	133.04	34.57	24.33	19.33	16.37	227.64
13.97	1.64	118.70	30.84	21.71	17.25	14.61	203.10
14.00	1.64	118.42	30.77	21.66	17.21	14.57	202.63
15.00	1.51	109.50	28.45	20.03	15.91	13.48	187.36
16.00	1.40	101.24	26.31	18.52	14.71	12.46	173.24
17.00	1.29	93.61	24.32	17.12	13.60	11.52	160.18
18.00	1.20	86.56	22.49	15.83	12.58	10.65	148.11
19.00	1.11	80.04	20.80	14.64	11.63	9.85	136.95
20.00	1.02	74.01	19.23	13.54	10.75	9.11	126.63
21.00	0.95	68.43	17.78	12.52	9.94	8.42	117.09
22.00	0.87	63.27	16.44	11.57	9.19	7.79	108.27
23.00	0.81	58.50	15.20	10.70	8.50	7.20	100.11
24.00	0.75	54.10	14.06	9.89	7.86	6.66	92.56
25.00	0.69	50.02	13.00	9.15	7.27	6.16	85.59
26.00	0.64	46.25	12.02	8.46	6.72	5.69	79.14
27.00	0.59	42.76	11.11	7.82	6.21	5.26	73.17
28.00	0.55	39.54	10.27	7.23	5.75	4.87	67.66
29.00	0.51	36.56	9.50	6.69	5.31	4.50	62.56
29.33	0.49	35.62	9.26	6.52	5.18	4.38	60.95
30.00	0.47	34.25	8.90	6.26	4.98	4.22	58.60
31.00	0.45	32.29	8.39	5.91	4.69	3.97	55.26
32.00	0.42	30.45	7.91	5.57	4.42	3.75	52.10
33.00	0.40	28.71	7.46	5.25	4.17	3.53	49.13
34.00	0.37	27.07	7.03	4.95	3.93	3.33	46.33
35.00	0.35	25.53	6.63	4.67	3.71	3.14	43.68
36.00	0.33	24.07	6.25	4.40	3.50	2.96	41.19
37.00	0.31	22.70	5.90	4.15	3.30	2.79	38.84
38.00	0.30	21.40	5.56	3.91	3.11	2.63	36.62
39.00	0.28	20.18	5.24	3.69	2.93	2.48	34.53
40.00	0.26	19.03	4.94	3.48	2.77	2.34	32.56
						Q_{100} maks	655.55



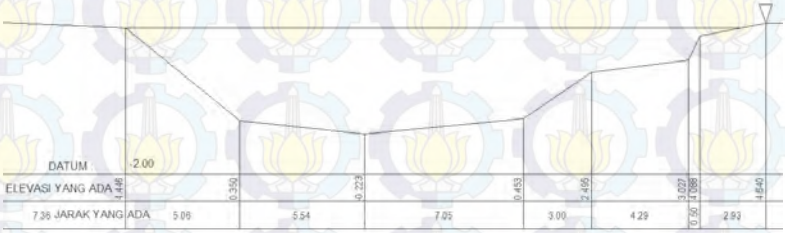
Gambar 4.6 Grafik Unit Hidrograf Metode Nakayasu Pantauan 4 DAS Kali Kemuning

4.6 Perhitungan Kondisi Eksisting

Perhitungan kondisi eksisting dilakukan untuk mengetahui kondisi tampungan sungai dan mengetahui kondisi penampang sungai tersebut. Peninjauan ini dilakukan pada saat air dalam sungai tersebut hampir meluap dengan memeperhatikan tinggi elevasi muka air banjir juga tinggi elevasi tanggul kiri dan tanggul kanan yang terdapat pada sungai tersebut.

Dan untuk perhitungan *Full Bank Capacity* Kali Kemuning dapat dilihat pada tabel perhitungan di bawah ini :

Diketahui :



Penampang eksisting saluran pada CS 23 :

I = 0,00369

A = 21,19 m²

P = 18,70 m

R = A/P

R = 21,19 m² / 18,70 m

R = 1,13 m

$R^{2/3} = 1,13^{2/3}$

$R^{2/3}$ = 1,09 m

$V = 1/n \times R^{2/3} \times I^{1/2}$

$V = 1/n \times 1,09^{2/3} \times 0,003697^{1/2}$

V = 1/0,025 x 1,17 m x 0,03 m

V = 2,64 m/dt

Q = V x A

Q = 2.63 m/dt x 15,01 m²

Q = 55.86 m^3/dt

Dimana:

A = Luas penampang (m^2)
P = Keliling saluran (m)
R = Jari-jari hidrolis (m)
n = kekasaran manning
I = Kemiringan lahan
V = Kecepatan aliran (m/dt)
Q = Debit (m^3/dt)

Tabel 4.75 Contoh Perhitungan Full Bank Capacity

POT	Elevasi	Jarak	A	P	R	I^0.5	R^2/3	1/n	V	Q eksting	Q renc 10 tahun	Keterangan
			m^2	m						m^3/det	m^3/det	
CS 0	-2.54		160.90	77.00	2.09	0.0607	1.63	40	3.95	635.52	562	Tidak Meluap
CS 1	-2.36	193.70	154.52	82.91	1.86	0.0607	1.51	40	3.66	565.93	562	Tidak Meluap
CS 2	-1.74	125.30	111.58	68.25	1.63	0.0607	1.38	40	3.36	374.78	562	Meluap
CS 3	-1.91	104.10	114.58	75.23	1.52	0.0607	1.32	40	3.21	367.29	562	Meluap
CS 4	-2.43	155.70	132.38	63.80	2.08	0.0607	1.62	40	3.93	520.46	562	Meluap
CS 5	-2.41	200.00	152.70	62.47	2.44	0.0607	1.80	40	4.38	668.85	562	Tidak Meluap
CS 6	-2.96	139.80	218.05	95.21	2.29	0.0607	1.73	40	4.20	914.96	562	Tidak Meluap
CS 7	-2.42	156.00	224.48	86.11	2.61	0.0607	1.88	40	4.57	1025.98	562	Tidak Meluap
CS 8	-1.28	204.10	74.22	39.84	1.86	0.0607	1.51	40	3.66	271.72	562	Meluap
CS 9	-0.26	207.80	86.14	35.08	2.46	0.0607	1.81	40	4.39	378.50	562	Meluap
CS 10	-1.11	183.80	115.92	46.69	2.48	0.0607	1.82	40	4.43	513.05	562	Meluap
CS 11	1.23	190.20	60.42	38.28	1.58	0.0607	1.35	40	3.28	198.27	562	Meluap
CS 12	-0.80	138.20	52.55	39.38	1.33	0.0607	1.21	40	2.94	154.40	562	Meluap
CS 13	-0.57	218.40	61.48	31.14	1.97	0.0607	1.57	40	3.80	233.87	562	Meluap
CS 14	-0.79	227.30	113.23	52.63	2.15	0.0607	1.66	40	4.03	455.88	562	Meluap
CS 15	-0.68	186.50	107.63	49.20	2.19	0.0607	1.68	40	4.07	438.15	562	Meluap
CS 16	-0.78	105.20	120.98	49.16	2.46	0.0607	1.81	40	4.40	532.28	562	Meluap
CS 17	-1.63	114.20	180.90	42.80	4.23	0.0607	2.59	40	6.29	1137.35	562	Tidak Meluap
CS 18	-1.65	109.10	219.91	56.90	3.86	0.0607	2.44	40	5.93	1303.34	562	Tidak Meluap
CS 19	-1.95	123.10	199.35	43.70	4.56	0.0607	2.72	40	6.61	1318.19	562	Tidak Meluap
CS 20	-1.76	102.60	67.34	18.86	3.57	0.0607	2.32	40	5.62	378.79	562	Meluap
CS 21	-1.77	89.80	54.49	15.75	3.46	0.0607	2.27	40	5.51	300.16	562	Meluap
CS 22	-1.93	170.60	70.83	21.19	3.34	0.0607	2.22	40	5.39	381.51	562	Meluap
CS 23	-1.69	98.20	21.19	18.70	1.13	0.0607	1.09	40	2.64	55.88	562	Meluap
CS 24	-2.12	117.40	150.84	33.69	4.48	0.0607	2.69	40	6.53	985.23	555	Tidak Meluap
CS 25	-1.48	131.70	64.66	32.95	1.96	0.0607	1.56	40	3.79	245.00	555	Meluap
CS 26	-2.03	178.90	101.35	28.26	3.59	0.0607	2.32	40	5.64	571.77	555	Tidak Meluap
CS 27	-1.39	197.90	77.88	34.76	2.24	0.0607	1.70	40	4.14	322.12	555	Meluap
CS 28	-1.34	142.20	83.80	26.10	3.21	0.0607	2.16	40	5.24	439.51	555	Meluap
CS 29	-1.32	120.10	74.02	33.97	2.18	0.0607	1.67	40	4.06	300.58	555	Meluap
CS 30	-1.43	123.60	69.44	32.50	2.14	0.0607	1.65	40	4.01	278.35	555	Meluap

Lanjutan tabel 4.75

POT	Elevasi	Jarak	A	P	R	I^0.5	R^2/3	1/n	V	Q eksting	Q renc 10 tahun	Keterangan
			m^2	m						m^3/det	m^3/det	
CS 31	-1.36	79.40	50.49	22.97	2.20	0.0607	1.68	40	4.08	206.25	555	Meluap
CS 32	-1.11	118.00	64.26	34.19	1.88	0.0607	1.52	40	3.68	236.64	555	Meluap
CS 33	-1.06	117.50	93.30	31.33	2.98	0.0607	2.06	40	4.99	465.64	555	Meluap
CS 34	-0.43	116.00	146.01	36.90	3.96	0.0607	2.48	40	6.02	878.92	555	Tidak Meluap
CS 35	-0.54	82.00	159.65	45.10	3.54	0.0607	2.30	40	5.59	892.91	555	Tidak Meluap
CS 36	-1.26	155.20	107.75	34.41	3.13	0.0607	2.12	40	5.16	555.78	555	Tidak Meluap
CS 37	-1.53	111.40	79.29	20.90	3.79	0.0607	2.41	40	5.86	464.31	555	Meluap
CS 38	-1.85	100.00	59.57	15.38	3.87	0.0607	2.44	40	5.94	353.58	555	Meluap
CS 39	-1.98	154.20	81.10	21.83	3.72	0.0607	2.38	40	5.77	468.35	555	Meluap
CS 40	-1.59	78.60	137.55	38.50	3.57	0.0607	2.32	40	5.63	774.02	555	Tidak Meluap
CS 41	-1.63	106.30	141.42	33.65	4.20	0.0607	2.58	40	6.26	885.79	555	Tidak Meluap
CS 42	-0.43	160.60	215.40	43.80	4.92	0.0607	2.86	40	6.95	1496.73	546	Tidak Meluap
CS 43	-1.57	86.60	176.12	40.20	4.38	0.0607	2.65	40	6.44	1133.92	546	Tidak Meluap
CS 44	-1.84	84.10	140.58	35.10	4.01	0.0607	2.50	40	6.07	853.06	546	Tidak Meluap
CS 45	-1.55	114.80	92.42	33.60	2.75	0.0607	1.95	40	4.74	437.62	546	Meluap
CS 46	-1.97	98.00	71.96	20.45	3.52	0.0607	2.29	40	5.57	400.90	546	Meluap
CS 47	-1.88	163.60	59.28	19.28	3.07	0.0607	2.10	40	5.10	302.06	546	Meluap
CS 48	-1.93	119.90	73.49	25.41	2.89	0.0607	2.02	40	4.89	359.63	546	Meluap
CS 49	-1.63	130.10	67.72	28.54	2.37	0.0607	1.77	40	4.29	290.84	546	Meluap
CS 50	-1.65	107.40	61.19	26.47	2.31	0.0607	1.74	40	4.22	258.34	546	Meluap
CS 51	-1.65	117.80	77.61	44.26	1.75	0.0607	1.45	40	3.52	273.01	546	Meluap
CS 52	-1.98	125.10	60.26	32.84	1.83	0.0607	1.49	40	3.62	218.44	546	Meluap
CS 53	-1.58	184.50	63.94	26.20	2.44	0.0607	1.80	40	4.38	279.79	546	Meluap
CS 54	-1.35	47.30	92.50	52.20	1.77	0.0607	1.46	40	3.54	327.67	546	Meluap
CS 55	-0.80	198.10	98.80	38.70	2.55	0.0607	1.86	40	4.51	445.40	546	Meluap
CS 56	-1.61	63.60	74.65	33.14	2.25	0.0607	1.71	40	4.15	309.86	546	Meluap
CS 57	-2.04	150.10	91.55	52.28	1.75	0.0607	1.45	40	3.52	321.80	546	Meluap
CS 58	-1.44	162.00	78.72	46.69	1.69	0.0607	1.41	40	3.43	269.85	546	Meluap
CS 59	-2.52	205.70	43.19	13.59	3.18	0.0607	2.15	40	5.21	224.99	546	Meluap
CS 60	-0.53	22.39	93.56	32.66	2.86	0.0607	2.00	40	4.86	455.07	546	Meluap

Lanjutan tabel 4.75

POT	Elevasi	Jarak	A	P	R	I^0.5	R^2/3	1/n	V	Q eksting	Q renc 10 tahun	Keterangan
			m^2	m						m^3/det	m^3/det	
CS 61	-0.21	21.00	94.96	39.55	2.40	0.0607	1.78	40	4.33	411.07	546	Meluap
CS 62	-0.16	52.34	76.11	24.73	3.08	0.0607	2.10	40	5.10	388.13	546	Meluap
CS 63	-0.52	11.96	81.24	26.74	3.04	0.0607	2.08	40	5.06	410.78	546	Meluap
CS 64	0.31	109.83	81.97	26.38	3.11	0.0607	2.11	40	5.13	420.67	546	Meluap
CS 65	0.37	97.01	66.27	23.43	2.83	0.0607	1.99	40	4.82	319.63	546	Meluap
CS 66	0.01	107.30	71.73	25.66	2.80	0.0607	1.97	40	4.79	343.30	546	Meluap
CS 67	-0.15	47.85	67.37	25.94	2.60	0.0607	1.88	40	4.56	307.15	546	Meluap
CS 68	-0.02	49.17	69.61	24.07	2.89	0.0607	2.02	40	4.89	340.70	479	Meluap
CS 69	0.27	97.68	79.62	38.10	2.09	0.0607	1.63	40	3.95	314.49	479	Meluap
CS 70	-0.06	98.86	72.35	27.86	2.60	0.0607	1.88	40	4.56	329.83	479	Meluap
CS 71	-0.27	98.45	65.54	24.41	2.68	0.0607	1.92	40	4.66	305.44	479	Meluap
CS 72	-0.13	107.09	84.42	30.05	2.81	0.0607	1.98	40	4.80	405.36	479	Meluap
CS 73	-0.89	107.05	75.45	26.78	2.82	0.0607	1.98	40	4.81	362.97	479	Meluap
CS 74	-0.99	52.23	64.82	26.14	2.48	0.0607	1.82	40	4.42	286.64	479	Meluap
CS 75	-0.86	40.63	87.07	31.34	2.78	0.0607	1.96	40	4.77	415.02	479	Meluap
CS 76	-0.18	102.38	80.87	28.45	2.84	0.0607	1.99	40	4.84	391.33	479	Meluap
CS 77	-0.60	86.18	79.63	30.82	2.58	0.0607	1.87	40	4.54	361.80	479	Meluap
CS 78	0.09	90.70	62.76	26.64	2.36	0.0607	1.76	40	4.27	268.30	479	Meluap
CS 79	0.20	95.25	83.49	34.33	2.43	0.0607	1.80	40	4.37	364.49	479	Meluap
CS 80	0.28	112.06	89.45	37.65	2.38	0.0607	1.77	40	4.30	384.53	479	Meluap
CS 81	0.59	101.82	65.26	26.19	2.49	0.0607	1.83	40	4.44	289.51	479	Meluap
CS 82	-0.69	111.83	108.02	37.31	2.90	0.0607	2.02	40	4.90	529.09	479	Tidak Meluap
CS 83	0.54	98.64	68.26	26.55	2.57	0.0607	1.86	40	4.53	309.14	479	Meluap
CS 84	0.59	111.71	86.14	33.12	2.60	0.0607	1.88	40	4.56	393.09	479	Meluap
CS 85	-0.22	107.31	82.11	27.17	3.02	0.0607	2.07	40	5.04	413.73	479	Meluap
CS 86	0.13	103.58	85.31	33.21	2.57	0.0607	1.86	40	4.53	386.13	479	Meluap
CS 87	-0.19	104.98	83.45	29.32	2.85	0.0607	1.99	40	4.84	404.16	479	Meluap
CS 88	-0.18	90.94	71.70	31.11	2.30	0.0607	1.74	40	4.21	302.11	479	Meluap
CS 89	-1.29	65.12	137.00	46.78	2.93	0.0607	2.03	40	4.94	676.13	479	Tidak Meluap
CS 90	-0.51	56.85	80.04	26.51	3.02	0.0607	2.07	40	5.04	403.05	442	Meluap

Lanjutan tabel 4.75

POT	Elevasi	Jarak	A	P	R	I^0.5	R^2/3	1/n	V	Q eksting	Q renc 10 tahun	Keterangan
			m^2	m						m^3/det	m^3/det	
CS 91	-0.33	96.91	77.74	26.97	2.88	0.0607	2.01	40	4.88	379.67	442	Meluap
CS 92	-0.85	100.81	90.72	36.30	2.50	0.0607	1.83	40	4.44	403.24	442	Meluap
CS 93	0.26	94.89	96.42	35.51	2.72	0.0607	1.93	40	4.69	452.69	442	Tidak Meluap
CS 94	0.61	86.90	81.71	29.91	2.73	0.0607	1.94	40	4.71	385.17	442	Meluap
CS 95	-0.24	99.79	79.51	32.55	2.44	0.0607	1.80	40	4.38	348.12	442	Meluap
CS 96	-0.29	110.97	81.56	35.28	2.31	0.0607	1.74	40	4.22	344.35	442	Meluap
CS 97	-0.07	120.03	78.75	28.33	2.78	0.0607	1.96	40	4.77	375.50	442	Meluap
CS 98	-0.40	109.02	60.66	26.89	2.26	0.0607	1.71	40	4.15	252.00	442	Meluap
CS 99	-0.06	105.76	111.23	38.68	2.88	0.0607	2.01	40	4.88	542.38	442	Tidak Meluap
CS 100	0.00	122.20	149.61	43.01	3.48	0.0607	2.28	40	5.53	827.17	442	Tidak Meluap
CS 101	-0.17	116.95	102.91	33.20	3.10	0.0607	2.11	40	5.12	527.28	442	Tidak Meluap
CS 102	0.38	57.40	54.57	25.28	2.16	0.0607	1.66	40	4.04	220.20	442	Meluap
CS 103	-0.25	101.01	89.58	30.68	2.92	0.0607	2.03	40	4.93	441.23	442	Meluap

4.7 Perencanaan Saluran

Setelah melihat kondisi eksisting sungai tersebut, Kali Kemuning tidak mampu menampung debit rencana 10 tahun. Dengan keadaan tersebut maka perlu di lakukan sebuah langkah normalisasi yang harus dilakukan di Kali Kemuning. Dengan cara merencanakan pelebaran pada sungai tersebut yang di khususkan pada lebar dasar saluran, merencanakan kedalaman saluran, dan merencanakan kemiringan dasar saluran.

Perencanaan Kali Kemuning

Diketahui :

- Penampang saluran pada CS 0 :

Qrenc = 562 m^3/det b = 45,24 m h = 3,5 m (trial error)

I = 0,00153 m = 1

Ditanya :

Q yang dapat di tampung pada saluran tersebut

Jawab :

A = (b + m.y) y
= (45,24m + 1 x 3,5m) 3,5m
=170,59 m^2

P = $b + 2y\sqrt{1 + m^2}$
= 45,24m + 2 x 3,5m (1,732)
= 55,14 m

V $= \frac{1}{n}\ x\ I^{\frac{1}{2}}\ x\ R^{\frac{2}{3}}$

$= \frac{1}{0.025}\ x\ 0{,}00153^{1/2}\ x 3{,}09^{2/3}$

= 3,30 m/dt

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

$= \frac{170{,}59m^2}{45{,}24m}$

= 3,09m

Q = A X V

= 170,59m² X 3,30m/det

= 562,45 m³/det

Q hitungan ≥ Q rencana

562,45m³/det ≥ 562 m³/det = aman

Untuk hitungan selanjutnya ada pada tabel di bawah ini :

Tabel 4.76 Perhitungan perencanaan saluran

POT	h	b	A	P	m	I	R	V	Q renovasi	Q rencana 10 tahun	Keterangan
	m	m	(m^2)	m					m^3/det	m^3/det	
CS 0	3.50	45.24	170.59	55.14	1	0.00153	3.09	3.30	562.45	562	Tidak Meluap
CS 1	3.50	45.24	170.59	55.14	1	0.00153	3.09	3.30	562.45	562	Tidak Meluap
CS 2	3.50	45.24	170.59	55.14	1	0.00153	3.09	3.30	562.45	562	Tidak Meluap
CS 3	3.50	45.24	170.59	55.14	1	0.00153	3.09	3.30	562.45	562	Tidak Meluap
CS 4	3.50	45.24	170.59	55.14	1	0.00153	3.09	3.30	562.45	562	Tidak Meluap
CS 5	3.50	45.24	170.59	55.14	1	0.00153	3.09	3.30	562.45	562	Tidak Meluap
CS 6	3.50	45.24	170.59	55.14	1	0.00153	3.09	3.30	562.45	562	Tidak Meluap
CS 7	3.50	45.24	170.59	55.14	1	0.00153	3.09	3.30	562.45	562	Tidak Meluap
CS 8	4.00	42.00	184.00	53.31	1	0.001138	3.45	3.06	562.36	562	Tidak Meluap
CS 9	4.00	42.00	184.00	53.31	1	0.001138	3.45	3.06	562.36	562	Tidak Meluap
CS 10	4.00	42.00	184.00	53.31	1	0.001138	3.45	3.06	562.36	562	Tidak Meluap
CS 11	4.00	42.00	184.00	53.31	1	0.001138	3.45	3.06	562.36	562	Tidak Meluap
CS 12	4.00	42.00	184.00	53.31	1	0.001138	3.45	3.06	562.36	562	Tidak Meluap
CS 13	4.00	42.00	184.00	53.31	1	0.001138	3.45	3.06	562.36	562	Tidak Meluap
CS 14	4.00	42.00	184.00	53.31	1	0.001138	3.45	3.06	562.36	562	Tidak Meluap
CS 15	4.00	42.00	184.00	53.31	1	0.001138	3.45	3.06	562.36	562	Tidak Meluap
CS 16	4.00	42.00	184.00	53.31	1	0.001138	3.45	3.06	562.36	562	Tidak Meluap
CS 17	5.00	28.50	167.50	42.64	1	0.001157	3.93	3.36	562.21	562	Tidak Meluap
CS 18	5.00	28.50	167.50	42.64	1	0.001157	3.93	3.36	562.21	562	Tidak Meluap
CS 19	5.00	28.50	167.50	42.64	1	0.001157	3.93	3.36	562.21	562	Tidak Meluap
CS 20	5.20	27.00	167.44	41.71	1	0.001125	4.01	3.36	562.21	562	Tidak Meluap
CS 21	5.20	27.00	167.44	41.71	1	0.001125	4.01	3.36	562.21	562	Tidak Meluap
CS 22	5.20	27.00	167.44	41.71	1	0.001125	4.01	3.36	562.21	562	Tidak Meluap
CS 23	5.20	27.00	167.44	41.71	1	0.001125	4.01	3.36	562.21	562	Tidak Meluap
CS 24	5.30	26.50	168.54	41.49	1	0.001098	4.06	3.34	563.43	562	Tidak Meluap
CS 25	5.30	26.50	168.54	41.49	1	0.00107	4.06	3.30	556.20	555	Tidak Meluap
CS 26	5.30	26.50	168.54	41.49	1	0.00107	4.06	3.30	556.20	555	Tidak Meluap
CS 27	5.30	26.50	168.54	41.49	1	0.00107	4.06	3.30	556.20	555	Tidak Meluap
CS 28	5.00	30.00	175.00	44.14	1	0.001021	3.96	3.17	555.15	555	Tidak Meluap
CS 29	5.00	30.00	175.00	44.14	1	0.001021	3.96	3.17	555.15	555	Tidak Meluap
CS 30	5.00	30.00	175.00	44.14	1	0.001021	3.96	3.17	555.15	555	Tidak Meluap

Lanjutan Tabel 4.76

POT	h	b	A	P	m	I	R	V	Q renovasi	Q rencana 10 tahun	Keterangan
	m	m	(m^2)	m					m^3/det	m^3/det	
CS 31	5.00	30.00	175.00	44.14	1	0.001021	3.96	3.17	555.15	555	Tidak Meluap
CS 32	5.00	30.00	175.00	44.14	1	0.001021	3.96	3.17	555.15	555	Tidak Meluap
CS 33	5.00	30.00	175.00	44.14	1	0.001021	3.96	3.17	555.15	555	Tidak Meluap
CS 34	5.00	30.00	175.00	44.14	1	0.001021	3.96	3.17	555.15	555	Tidak Meluap
CS 35	5.00	30.00	175.00	44.14	1	0.001021	3.96	3.17	555.15	555	Tidak Meluap
CS 36	5.00	30.00	175.00	44.14	1	0.001021	3.96	3.17	555.15	555	Tidak Meluap
CS 37	5.00	30.00	175.00	44.14	1	0.001021	3.96	3.17	555.15	555	Tidak Meluap
CS 38	5.00	30.00	175.00	44.14	1	0.001021	3.96	3.17	555.15	555	Tidak Meluap
CS 39	5.00	30.00	175.00	44.14	1	0.001021	3.96	3.17	555.15	555	Tidak Meluap
CS 40	5.00	30.00	175.00	44.14	1	0.001021	3.96	3.17	555.15	555	Tidak Meluap
CS 41	5.00	30.00	175.00	44.14	1	0.001021	3.96	3.17	555.15	555	Tidak Meluap
CS 42	5.10	29.00	173.91	43.42	1	0.00102	4.00	3.19	555.12	555	Tidak Meluap
CS 43	5.10	29.00	173.91	43.42	1	0.000988	4.00	3.14	546.35	546	Tidak Meluap
CS 44	5.10	29.00	173.91	43.42	1	0.000988	4.00	3.14	546.35	546	Tidak Meluap
CS 45	5.10	29.00	173.91	43.42	1	0.000988	4.00	3.14	546.35	546	Tidak Meluap
CS 46	5.10	29.00	173.91	43.42	1	0.000988	4.00	3.14	546.35	546	Tidak Meluap
CS 47	5.10	29.00	173.91	43.42	1	0.000988	4.00	3.14	546.35	546	Tidak Meluap
CS 48	5.10	29.00	173.91	43.42	1	0.000988	4.00	3.14	546.35	546	Tidak Meluap
CS 49	5.10	29.00	173.91	43.42	1	0.000988	4.00	3.14	546.35	546	Tidak Meluap
CS 50	5.10	29.00	173.91	43.42	1	0.000988	4.00	3.14	546.35	546	Tidak Meluap
CS 51	5.10	29.00	173.91	43.42	1	0.000988	4.00	3.14	546.35	546	Tidak Meluap
CS 52	5.10	29.00	173.91	43.42	1	0.000988	4.00	3.14	546.35	546	Tidak Meluap
CS 53	5.10	29.00	173.91	43.42	1	0.000988	4.00	3.14	546.35	546	Tidak Meluap
CS 54	5.10	29.00	173.91	43.42	1	0.000988	4.00	3.14	546.35	546	Tidak Meluap
CS 55	5.10	29.00	173.91	43.42	1	0.000988	4.00	3.14	546.35	546	Tidak Meluap
CS 56	5.10	29.00	173.91	43.42	1	0.000988	4.00	3.14	546.35	546	Tidak Meluap
CS 57	5.10	29.00	173.91	43.42	1	0.000988	4.00	3.14	546.35	546	Tidak Meluap
CS 58	5.10	29.00	173.91	43.42	1	0.000988	4.00	3.14	546.35	546	Tidak Meluap
CS 59	5.10	29.00	173.91	43.42	1	0.000988	4.00	3.14	546.35	546	Tidak Meluap
CS 60	5.20	28.00	172.64	42.71	1	0.000990	4.04	3.16	546.26	546	Tidak Meluap
CS 61	5.20	28.00	172.64	42.71	1	0.000990	4.04	3.16	546.26	546	Tidak Meluap
CS 62	5.20	28.00	172.64	42.71	1	0.000990	4.04	3.16	546.26	546	Tidak Meluap
CS 63	5.20	28.00	172.64	42.71	1	0.000990	4.04	3.16	546.26	546	Tidak Meluap
CS 64	5.20	28.00	172.64	42.71	1	0.000990	4.04	3.16	546.26	546	Tidak Meluap
CS 65	5.20	28.00	172.64	42.71	1	0.000990	4.04	3.16	546.26	546	Tidak Meluap
CS 66	5.20	28.00	172.64	42.71	1	0.000990	4.04	3.16	546.26	546	Tidak Meluap
CS 67	5.20	28.00	172.64	42.71	1	0.000990	4.04	3.16	546.26	546	Tidak Meluap
CS 68	5.20	28.00	172.64	42.71	1	0.000990	4.04	3.16	546.26	546	Tidak Meluap
CS 69	5.20	28.00	172.64	42.71	1	0.000762	4.04	2.78	479.24	479	Tidak Meluap
CS 70	5.20	28.00	172.64	42.71	1	0.000762	4.04	2.78	479.24	479	Tidak Meluap

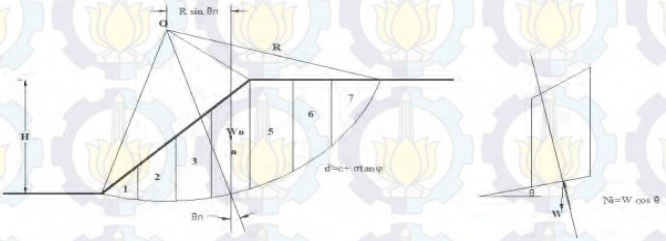
Lanjutan Tabel 4.76

POT	h	b	A	P	m	I	R	V	Q renovasi	Q rencana 10 tahun	Keterangan
	m	m	(m²)	m					m³/det	m³/det	
CS 71	5.20	28.00	172.64	42.71	1	0.000762	4.04	2.78	479.24	479	Tidak Meluap
CS 72	5.20	28.00	172.64	42.71	1	0.000762	4.04	2.78	479.24	479	Tidak Meluap
CS 73	5.20	28.00	172.64	42.71	1	0.000762	4.04	2.78	479.24	479	Tidak Meluap
CS 74	5.20	28.00	172.64	42.71	1	0.000762	4.04	2.78	479.24	479	Tidak Meluap
CS 75	5.20	28.00	172.64	42.71	1	0.000762	4.04	2.78	479.24	479	Tidak Meluap
CS 76	5.20	28.00	172.64	42.71	1	0.000762	4.04	2.78	479.24	479	Tidak Meluap
CS 77	5.20	28.00	172.64	42.71	1	0.000762	4.04	2.78	479.24	479	Tidak Meluap
CS 78	5.20	28.00	172.64	42.71	1	0.000762	4.04	2.78	479.24	479	Tidak Meluap
CS 79	5.20	28.00	172.64	42.71	1	0.000762	4.04	2.78	479.24	479	Tidak Meluap
CS 80	5.20	28.00	172.64	42.71	1	0.000762	4.04	2.78	479.24	479	Tidak Meluap
CS 81	5.20	28.00	172.64	42.71	1	0.000762	4.04	2.78	479.24	479	Tidak Meluap
CS 82	5.20	28.00	172.64	42.71	1	0.000762	4.04	2.78	479.24	479	Tidak Meluap
CS 83	5.20	28.00	172.64	42.71	1	0.000762	4.04	2.78	479.24	479	Tidak Meluap
CS 84	5.20	28.00	172.64	42.71	1	0.000762	4.04	2.78	479.24	479	Tidak Meluap
CS 85	5.20	28.00	172.64	42.71	1	0.000762	4.04	2.78	479.24	479	Tidak Meluap
CS 86	5.20	28.00	172.64	42.71	1	0.000762	4.04	2.78	479.24	479	Tidak Meluap
CS 87	5.20	28.00	172.64	42.71	1	0.000762	4.04	2.78	479.24	479	Tidak Meluap
CS 88	5.20	28.00	172.64	42.71	1	0.000762	4.04	2.78	479.24	479	Tidak Meluap
CS 89	5.30	26.80	170.13	41.79	1	0.000777	4.07	2.82	479.13	479	Tidak Meluap
CS 90	5.30	26.80	170.13	41.79	1	0.000662	4.07	2.60	442.26	442	Tidak Meluap
CS 91	5.30	26.80	170.13	41.79	1	0.000662	4.07	2.60	442.26	442	Tidak Meluap
CS 92	5.30	26.80	170.13	41.79	1	0.000662	4.07	2.60	442.26	442	Tidak Meluap
CS 93	5.30	26.80	170.13	41.79	1	0.000662	4.07	2.60	442.26	442	Tidak Meluap
CS 94	5.30	26.80	170.13	41.79	1	0.000662	4.07	2.60	442.26	442	Tidak Meluap
CS 95	5.30	26.80	170.13	41.79	1	0.000662	4.07	2.60	442.26	442	Tidak Meluap
CS 96	5.30	26.80	170.13	41.79	1	0.000662	4.07	2.60	442.26	442	Tidak Meluap
CS 97	5.30	26.80	170.13	41.79	1	0.000662	4.07	2.60	442.26	442	Tidak Meluap
CS 98	5.30	26.80	170.13	41.79	1	0.000662	4.07	2.60	442.26	442	Tidak Meluap
CS 99	5.30	26.80	170.13	41.79	1	0.000662	4.07	2.60	442.26	442	Tidak Meluap
CS 100	5.30	26.80	170.13	41.79	1	0.000662	4.07	2.60	442.26	442	Tidak Meluap
CS 101	5.30	26.80	170.13	41.79	1	0.000662	4.07	2.60	442.26	442	Tidak Meluap
CS 102	5.30	26.80	170.13	41.79	1	0.000662	4.07	2.60	442.26	442	Tidak Meluap
CS 103	5.30	26.80	170.13	41.79	1	0.000662	4.07	2.60	442.26	442	Tidak Meluap

4.8 Perhitungan Stabilitas Lereng

Kemungkinan longsornya lereng yang terjadi di sungai selalu ada. Hal ini disebabkan terganggunya keseimbangan yang bekerja pada lereng tersebut baik pada lereng buatan dan lereng alam. Dalam hal ini metode yang digunakan untuk menghitung stabilitas adalah :

Metode Fellinius



Gambar 4.7 Penentuan Titik Berat Berpias

Dalam menentukan pusat lingkaran kritis harus diselidiki sejumlah bidang longsor percobaan, guna mendapatkan harga Fs yang paling kecil atau berbahaya.

Lingkran kritis diperoleh dengan menggunakan cara **Fellenius** sebagai berikut :

1. Menarik garis kebawah sepanjang H (tinggi tanggul dari luar dasar), kemudian ditarik garis horizontal sepanjang 4,5H.
2. Tentukan suatu titik pertemuan antara dua gari lurus dari mercu dan lereng saluran dengan sudut yang ditentukan menurut kemiringan talud.
3. Tarik garis lurus yang menghubungkan dua titik dari langkah (1) dan (2).
4. Dengan cara coba-coba, tentukan satu titik pada garis tersebut yang dianggap sebagai titik pusat lingkaran kritis.
5. Lakukan berulang kali sampai lereng tersebut berhasil.

Untuk lingkaran ujung dasar talud yang kritis dari talud dengan $\beta < 53^0$. Letak titik pusat lingkaran ujung dasar talud dapat ditentukan dengan menggunakan.

Tabel 4.77 Kohesi dari pusat lingkaran ujung dasar talud ($\beta<53^0$)

m	β (derajat)	α_1 (derajat)	α_2 (derajat)
1	45	28	37
1,5	33,68	26	35
2	26,57	25	35
3	18,43	25	35
5	11,32	25	37

(*Sumber : Braja M Das,Mektan 2 :hal 180*)

Setelah merencanakan profil saluran kemudian dilakukan pengujian stabilitas, dengan data sebagai berikut :

Diketahui :

γ tanah = 1,90 ton/m^3

γ air = 1 ton/m^3

γ sat = 1,94 ton/m^3

Sudut geser dalam (Ø) = 10°

Intensitas beban seismis (e) = 0,15

Radius (R) = 7,61 m

Standart Fs = 1,5

Cl = 5 x Ø x 2π x r

4.8.1 Cara Perhitungan

- Kestabilan Lereng Dengan MK Tanah

Kolom 1 : Irisan/*segment* tiap bidang.

Kolom 2 :

A = 0,92 m^2 (luas tiap irisan/*segment 1*)

Kolom 3 :

W = A . γ tanah (berat irisan)

= 0,92 m^2 x 1,90 ton/m^3 = 1,75 t/m

Kolom 4 :

α = -11^0 (Sudut yang terbentuk dari tiap irisan/*segment* terhadap garis netral/acuan).

Kolom 5 :

u = 0,90 m x γ sat

= 0,90 m x 1,94 t/m^3(Perkalian tinggi muka air tanah terhadap dasar irisan dengan γ air).

Kolom 6 : Panjang dasar irisan (b) = 1,74 m

Kolom 7 : sin α = -0,19

Kolom 8 : cos α = 0,98

Kolom 9 : T = W sin α = -0,33 t/m

Kolom 10 : T x e = -0,05 t/m

Kolom 11 : N = W cos α = 1,72 t/m

Kolom 12 : N x e = -0,05 t/m

Kolom 13 : U = u . b / cos α = 1,59 t/m

Kolom 14 : tan Ø = tan 10^0 = 0,18

Kolom 15 : (N-U) tan Ø = 0,02 t/m

Kolom 16 : (N-Ne-U) tan Ø = 0,03 t/m

Kolom 17 : Cl = 6,64 t/m

Perhitungan bidang longsor.

<u>Kondisi Normal :</u>

$$Fs = \frac{\Sigma(C.l+(N-U)tg\emptyset)}{T}$$

$$= \frac{((5\times10\times2\ \pi\times7.61)/360) + (0{,}8476)}{1{,}.0295}$$

= 2,12 > 1,5 (Stabil)

- Kestabilan Lereng Dengan Talud Pasangan Batu Kali

γ pas = 2,2 ton/m³
γ tanah = 1,90 ton/m^3
γ air = 1 ton/m^3
γ sat = 1,94 ton/m³

Sudut geser dalam (Ø) = 10°

Intensitas beban seismis (e) = 0,15

Radius (R) = 7,32 m

Standart Fs = 1,5

Cl = 5 x Ø x 2π x r

Kolom 1 : Irisan/*segment* tiap bidang.

Kolom 2 :

A = 0,65 m^2 (luas tiap irisan/*segment 1*)

Kolom 3 :

Wtanah = Atanah . γ tanah (berat irisan)

= 0,04 m^2 x 1,90 ton/m^3 = 0,08 t/m

Wpasangan = Apasangan. γ pasangan (berat irisan)

= 06,1 m² x 2,2 ton/m³ = 1,34 t/m

Wtotal = 0,08 t/m + 1,34 t/m = 1,42 t/m

Kolom 4 :

α = -13^0 (Sudut yang terbentuk dari tiap irisan/*segment* terhadap garis netral/acuan).

Kolom 5 :

u = 0,64 m x γ sat

= 0,64 m x 1,94 ton/m³(Perkalian tinggi muka air tanah terhadap dasar irisan dengan γ air).

Kolom 6 : Panjang dasar irisan (b) = 1,55 m

Kolom 7 : sin α = -0,22

Kolom 8 : cos α = 0,97

Kolom 9 : T = W sin α = -0.32 t/m

Kolom 10 : T x e = -0,05 t/m

Kolom 11 : N = W cos α = 1,38 t/m

Kolom 12 : N x e = -0,05 t/m

Kolom 13 : U = u . b / cos α = 1,03 t/m

Kolom 14 : tan Ø = tan 10^0 = 0,18

Kolom 15 : (N-U) tan Ø = 2,03 t/m

Kolom 16 : (N-Ne-U) tan Ø = 2,30 t/m

Kolom 17 : Cl = 6,38 t/m

Perhitungan bidang longsor.

<u>Kondisi Normal :</u>

Fs $= \frac{\Sigma(C.l+(N-U)tg\emptyset)}{T}$

$= \frac{((5\ .10\ .2\ \pi.7.32)/360) + (29.99)}{15.76}$

= 7.16 > 1,5 (Stabil)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Banjir yang terjadi di Kali Kemuning ini sudah terjadi di setiap tahunnya. Dikarenakan dimensi Kali Kemuning bagian hilir t idak dapat menampung debit yang mengalir besar dari hulu. Sehingga pada saat musim penghujan datang Kali Kemuning meluap dan menggenangi daerah perkotaan di Sampang.

Dari hasil perencanaan di peroleh :

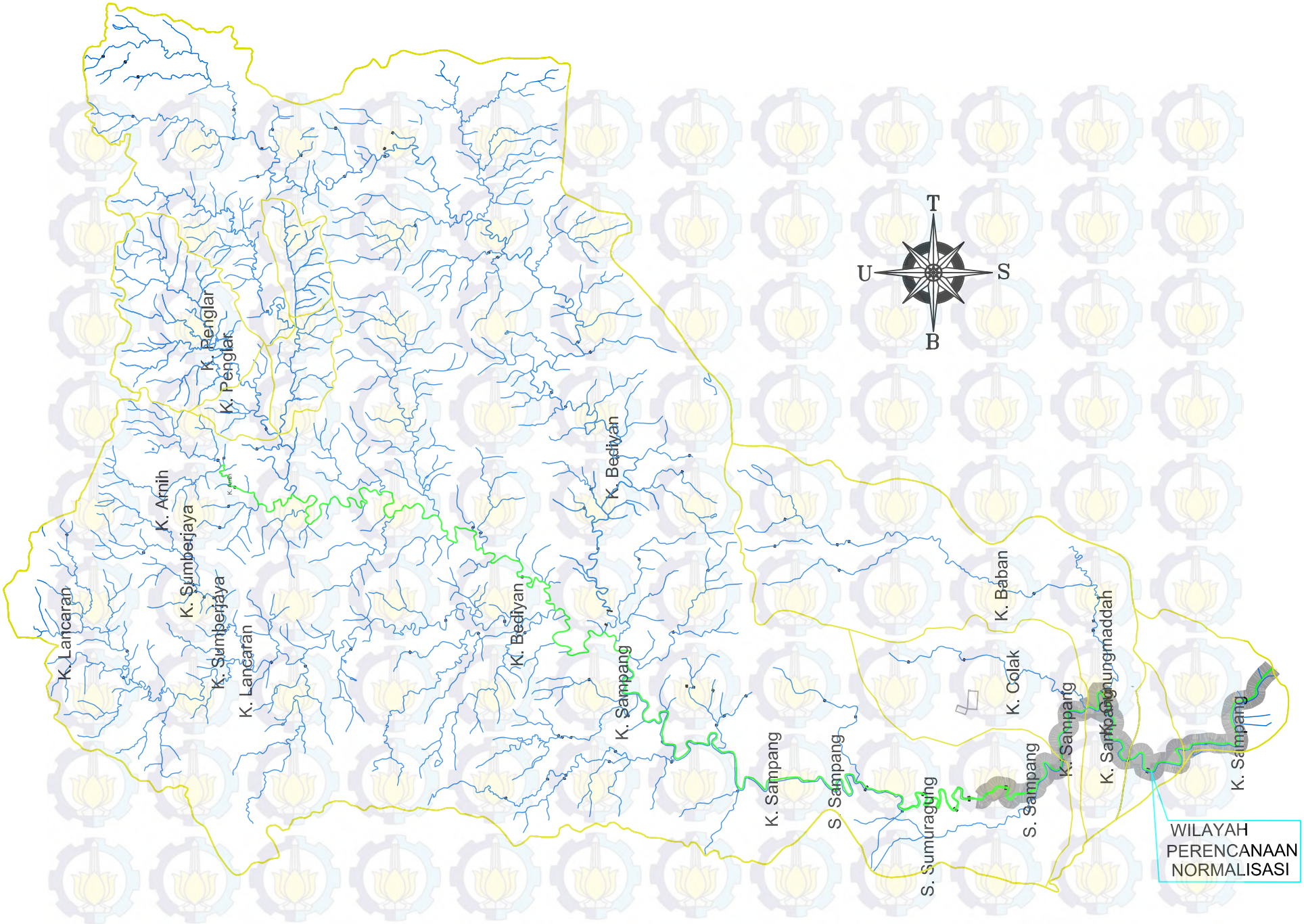
1. Debit banjir rencana yang di hitung dengan menggunakan metode satuan hidrograf nakayasu menghasilkan Q rencana 10 tahun = 562 m^3/det
2. Sedangkan dengan perhitungan full bank capacity untung mengetahui kondisi eksisting kali tersebut hanya mampu menampung debit hujan sebesar 55 m^3/det sampai dengan 500 m^3/det, sedangkan debit yang mengalir dengan Q rencana 10 tahun sebesar 562 m^3/det
3. Dari perhitungan diatas di dapatkan rencana yang di khususkan untuk Kali Kemuning yaitu :
   Lebar dasar (b) = 42.54 m
   Kedalaman (h) = 3.5 m
   Kemiringan talud (m) = 1

Dari hasil kesimpulan diatas dapat di ambil bahwa normalisasi Adalah salah satu alternatife yang harus diambil untuk mengatasi problematika yang terjadi pada Kali Kemuing setiap tahunnya. Normalisasi yang dilakukan adalah dengan

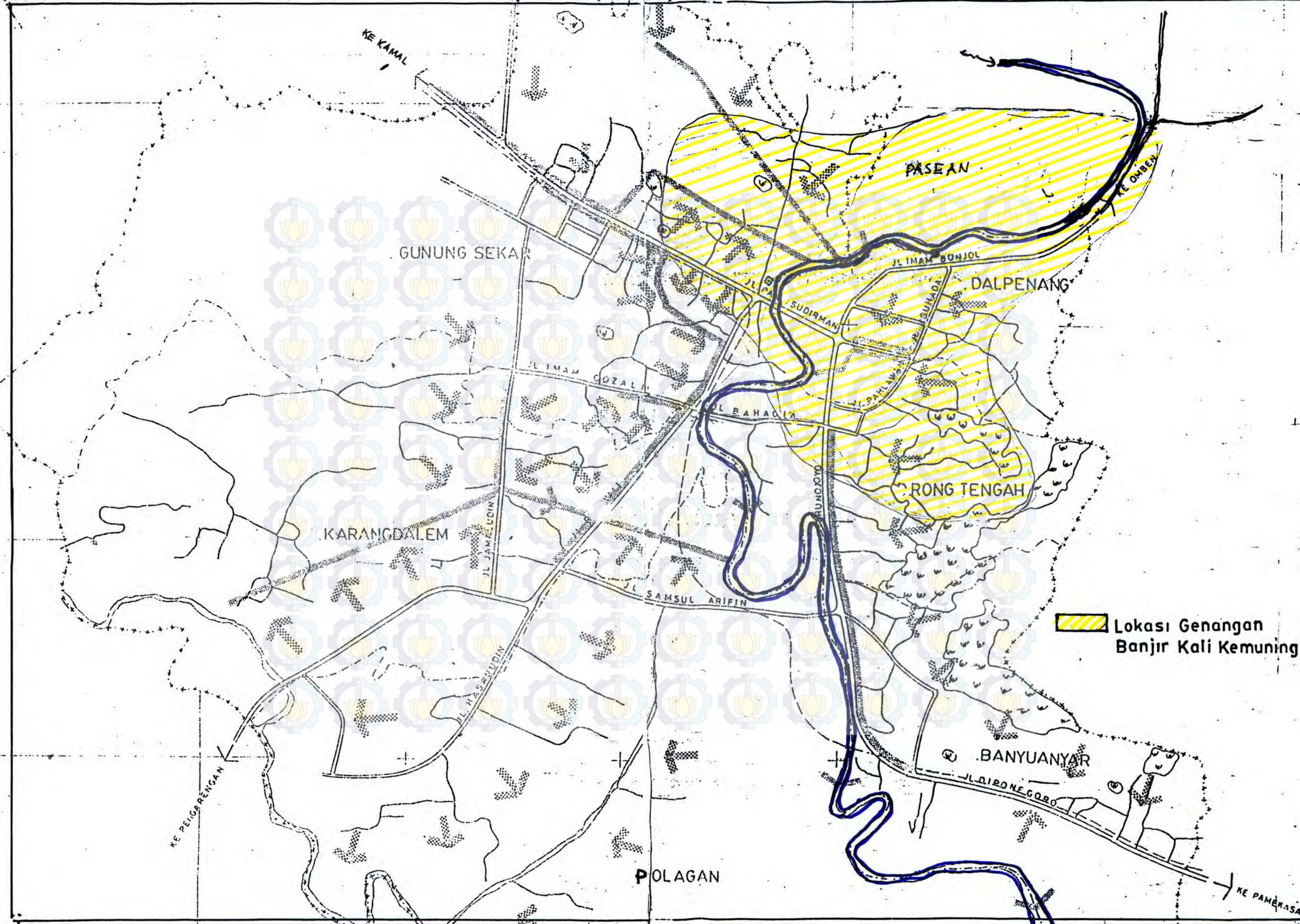
cara merencanakan pelebaran dasar saluran, merencanakan kedalaman sungai atau tinggi muka air banjir.

5.2 Saran

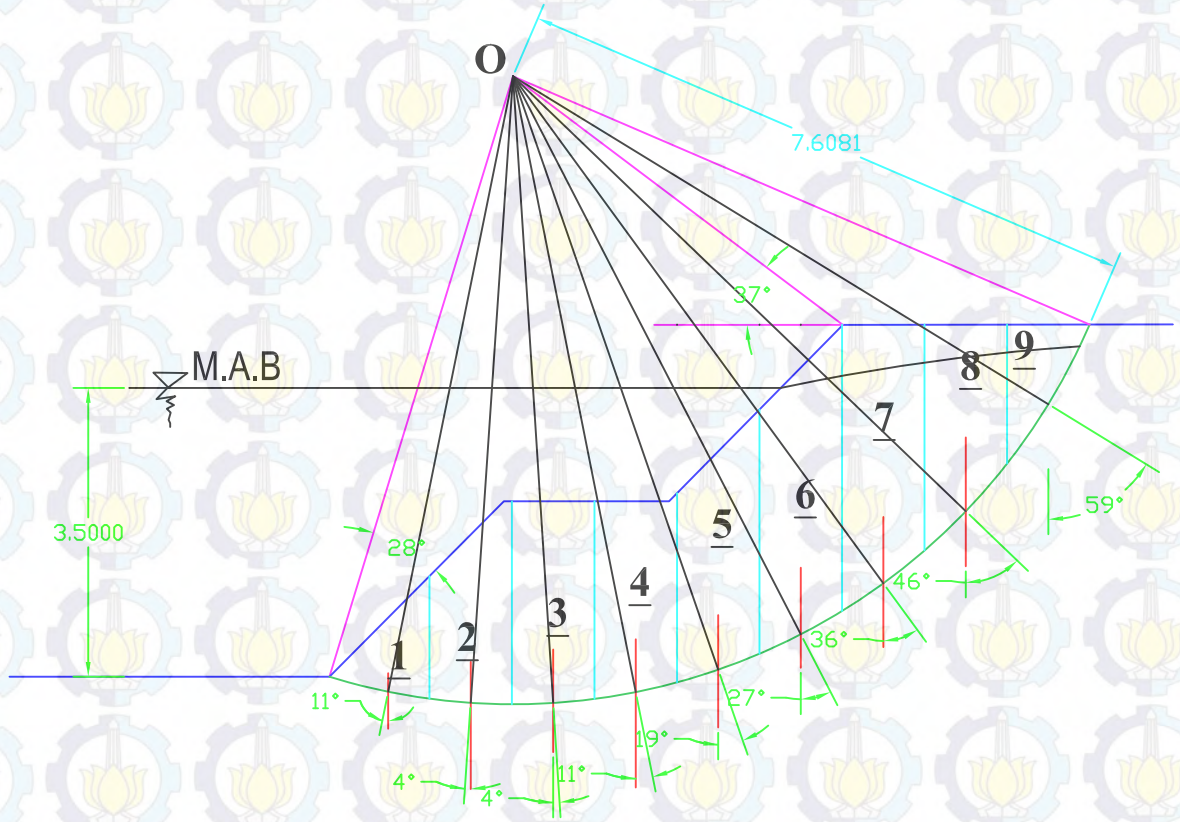
1. Perlu dilakukan studi konservasi pada DAS Kali Kemuning dengan tujuan untuk mengurangi luapan air kali tersebut untuk jangka yang panjang
2. Mengingat laju erosi yang tinggi pemeliharaan DAS Kali Kemuning harusnya di lakukan secara berkala dengan tujuan menjaga tampungan Kali Kemuning dan anak – anak sungainya .
3. Ditinjau dari bagian hilir dan di lihat bagian sebelah kanan dan kiri Kali Kemuning masih banyak terdapat lahan kosong sehingga pelebaran saluran dan pengerukan untuk mendapat kedalaman yang diperlukan dapat di lakukan secara maksimal



PETA DAS KALI KEMUNING


KE KAMAL
PASEAN
KE OMBEN
GUNUNG SEKAR
JL IMAM BONJOL
DALPENANG
JL SUDIRMAN
JL IMAM GOZALI
JL BAHAGIA
JL PAHLAWAN
RONG TENGAH
KARANGDALEM
JL JAMALUDIN
JL SAMSUL ARIFIN
JL HASANUDIN
Lokasi Genangan
Banjir Kali Kemuning
BANYUANYAR
JL DIPONEGORO
KE PEMGARENGAN
POLAGAN
KE PAMEMASA

GAMBAR KESTABILAN LERENG DENGAN TANAH



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK SIPIL
BANGUNAN AIR

JUDUL PROYEK AKHIR

NORMALISASI KALI KEMUNING DENGAN CARA PENINGGIAN TANGKIS UNTUK MENGURANGI LUAPAN AIR DI KABUPATEN SAMPANG MADURA JAWA TIMUR

DOSEN PEMBIMBING

Ir. PUDIASTUTI
19501015. 198203.1001

MAHASISWA

DANU SURENDRO
3108030141

JUDUL GAMBAR

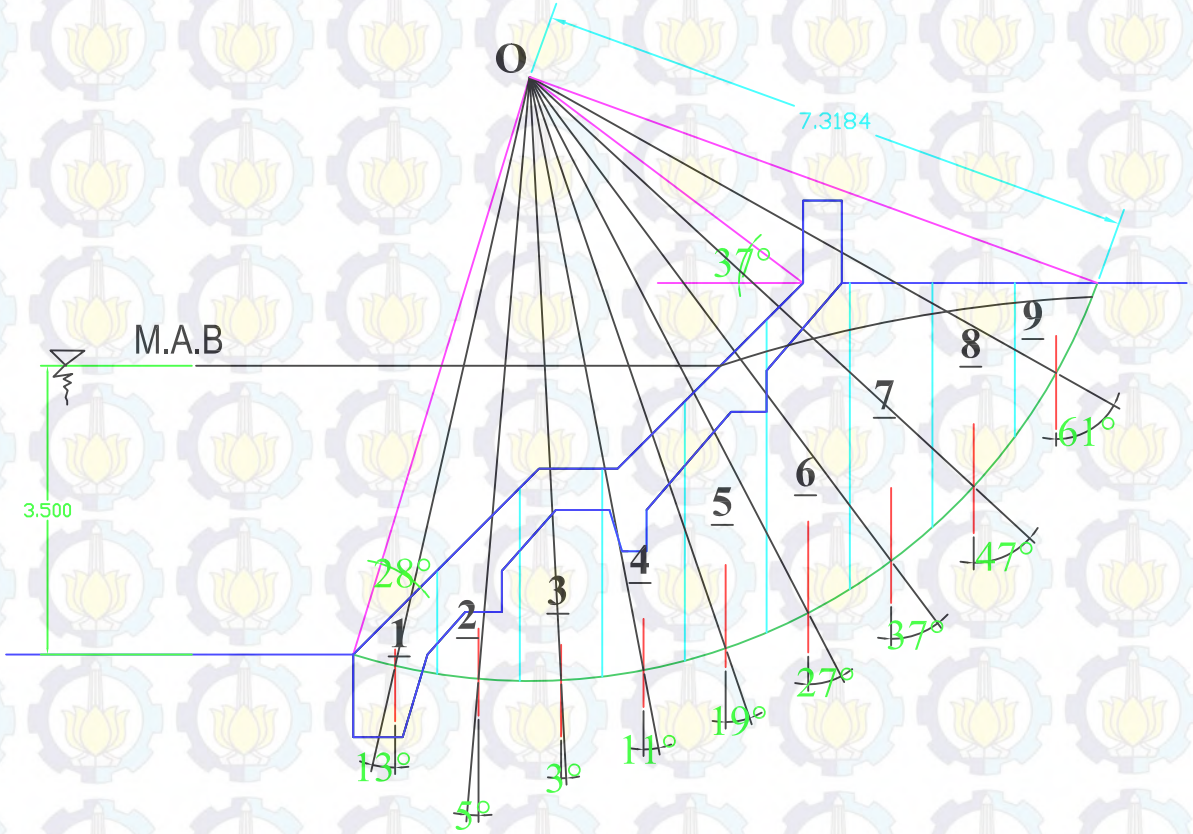
SKALA

H = 1 : 200
V = 1 : 200

KETERANGAN

NOMOR LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
1	2

GAMBAR KESTABILAN LERENG DENGAN PASANGAN



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK SIPIL
BANGUNAN AIR

JUDUL PROYEK AKHIR

NORMALISASI KALI KEMUNING DENGAN CARA PENINGGIAN TANGKIS UNTUK MENGURANGI LUAPAN AIR DI KABUPATEN SAMPANG MADURA JAWA TIMUR

DOSEN PEMBIMBING

Ir. PUDIASTUTI
19501015. 198203.1001

MAHASISWA

DANU SURENDRO
3108030141

JUDUL GAMBAR

SKALA

H = 1 : 200
V = 1 : 200

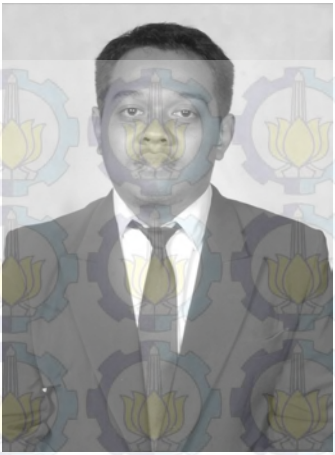
KETERANGAN

NOMOR LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
2	2

DAFTAR PUSTAKA

- Soewarno, 1995 : Hidrologi Jilid 1, Nova Bandung
- Braja M. Das,1985 : Mekanika Tanah Jilid II, Erlangga Jakarata
- C.D. Soemarto, 1999 : Hidrologi Teknik II, Erlangga Jakarta
- Suripin. 2003. S ystem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan. Yogyakarta : Adi
- Kensaku Takeda dan Ir. Suyono Sosrodarsono. 1981. Bendung Type Urugan. Jakarta : PT Pradnya Paramita.
- Nugroho Hadisusanto, Dipl.H hal : 199 - 202

"halaman ini sengaja dikosongkan"



Penulis Bernama Danu Surendro. Lahir di Surabaya, 25 April 1990, m erupakan anak kedua dari 3 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal, yaitu : TK Pertiwi Surabaya, SDN Kertajaya XII Surabaya, SMP Negeri 12 Surabaya, dan SMAN 16 Surabaya tahun 2008. Setelah lulus penulis mengikuti ujian masuk non SNM-PTN dan diterima di jurusan Diploma III Teknik Sipil ITS FTSP-ITS pada tahun 2007 dan terdaftar dengan NRP 3108 030 140. D i jurusan Diploma III Teknik Sipil ini penulis mengambil bidang studi konsentrasi Bangunan Air. Penulis sempat mengikuti sertifikasi Tenaga Kerja dn J asa Kontruksi yang diadakan oleh PUSDIKLAT JAKON
FTSP-ITS.