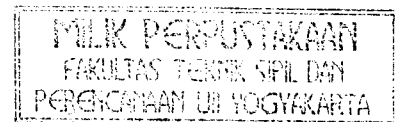


PERPUSTAKAAN FTSP UI  
HADIAH/BELI  
TGL. TERIMA : 13-3-03  
NO. JUDUL : 000342  
NO. INV. : 512000342001  
NO. INDIK. :

**TUGAS AKHIR**

**DEBIT BANJIR KIRIMAN PADA KODYA YOGYAKARTA  
DARI DAERAH ALIRAN SUNGAI KALI CODE**

**DISUSUN OLEH**



**RINA OKTARIZA 96 310 268**

**LAILI VERAWATI 97 511 373**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA**

**2003**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**BANJIR KIRIMAN PADA KODYA YOGYAKARTA DARI  
DAERAH ALIRAN SUNGAI KALI CODE**

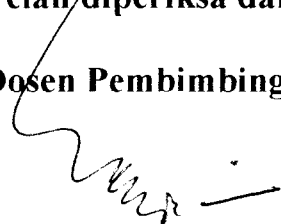
**DISUSUN OLEH**

**RINA OKTARIZA 96 310 268**

**LAILI VERAWATI 97 511 373**

**Telah diperiksa dan disetujui oleh :**

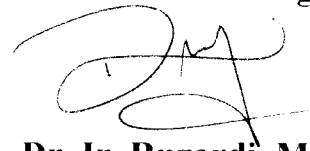
**Dosen Pembimbing II**



**Ir. Harbi Hadi, MT**

**Tanggal : 12 01 03**

**Dosen Pembimbing I**



**Dr. Ir. Ruzardi, MS**

**Tanggal : 12 Januari 2003**

## KATA PENGANTAR

*Assalamua'alaikum Wr. Wb*

Alhamdulillah robbil' alamin, segala puji bagi Allah SWT, yang telah memberikan karunianya yang berlimpah dan shalawat dan salam semoga terlimpahkan kepada junjungan kita Rasulullah Nabi Besar Muhammad SAW, keluarga, sahabat, ulama dan para pengikut-Nya yang selalu menjaga ajaran-ajaranNya.

Berkat rahmat hidayah dan barokah dari Allah SWT - lah, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul Debit Banjir Kiriman Pada Kodya Yogyakarta Dari Hulu Daerah Aliran Sungai Kali Code. Tugas akhir ini merupakan salah satu kewajiban guna melengkapi syara-syarat studi pada tingkat sarjana di Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

Pada dasarnya maksud dan tujuan dari penelitian ini untuk mengembangkan ilmu yang telah diperoleh selama masa perkuliahan sehingga akan dapat menyelesaikan kasus-kasus dilapangan sesuai dengan disiplin ilmu.

Selama pembuatan Tugas Akhir ini hingga tersusunnya laporan ini, penulis banyak mendapat bantuan serta bimbingan dari berbagai pihak untuk itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bpk Ir. Widodo, MSCE, PhD, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
2. Bpk. Ir. Munadhir MS, selaku kepala Jurusan Teknik Sipil.

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL . . . . .	i
HALAMAN PENGESAHAN . . . . .	ii
KATA PENGANTAR . . . . .	iii
DAFTAR ISI . . . . .	v
DAFTAR TABEL . . . . .	ix
DAFTAR GAMBAR . . . . .	xii
DAFTAR LAMPIRAN . . . . .	xiii
ABSTRAKSI . . . . .	xiv
<b>BAB I PENDAHULUAN . . . . .</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang . . . . .	1
1.2 Pokok Permasalahan . . . . .	8
1.3 Tujuan Penelitian . . . . .	8
1.4 Manfaat Penelitian . . . . .	9
1.5 Batasan Masalah . . . . .	9
<b>BAB II TINJUAN PUSTAKA . . . . .</b>	<b>10</b>
2.1 Pendahuluan . . . . .	10
2.2 Penelitian dan Makalah Terkait . . . . .	10

<b>BAB III LANDASAN TEORI</b> . . . . .	16
3.1 Umum . . . . .	16
3.2 Metode Pengukuran Curah Hujan . . . . .	21
3.2.1 Jenis Alat Pengukur Hujan . . . . .	21
3.2.1.1' Penakar Hujan Biasa . . . . .	22
3.2.1.2 Penakar Hujan Otomatik . . . . .	22
3.3 Analisis Data Hujan . . . . .	23
3.3.1 Curah Hujan Daerah Aliran Sungai . . . . .	24
3.3.1.1 Rerata Aljabar . . . . .	24
3.3.1.2 Rerata Thyessen . . . . .	25
3.3.1.3 Rerata Isoheit . . . . .	27
3.3.2 Intensitas Hujan . . . . .	28
3.3.2.1 Talbot . . . . .	28
3.3.2.2 Sherman . . . . .	29
3.3.2.3 Ishiguro . . . . .	30
3.3.2.4 Monobe . . . . .	30
3.4 Analisis Debit Banjir . . . . .	31
3.4.1 Koefisien pengaliran ( C ) . . . . .	32
3.4.2 Koefisien Penyebaran Hujan ( $\beta$ ) . . . . .	33
3.5 Analisi Debit Banjir Rancangan . . . . .	34
3.5.1 Perhitungan Curah Hujan Rancangan . . . . .	34
3.5.1.1 Parameter Statistik . . . . .	35
3.5.1.2 Pemilihan Sebaran . . . . .	35

3.5.2	Perhitungan Debit Banjir Rencana . . . . .	37
3.5.3	Perhitungan Tinggi Muka Air . . . . .	37
<b>BAB IV</b>	<b>METODELOGI PENELITIAN . . . . .</b>	<b>38</b>
4.1	Pengumpulan Data . . . . .	38
4.2	Pengolahan Data . . . . .	44
4.2.1	Data Hujan . . . . .	44
4.2.2	Data Luas . . . . .	45
4.2.3	Koefisien Aliran Sungai . . . . .	45
4.2.4	Koefisien Penyebaran Hujan . . . . .	46
4.2.5	Perhitungan Debit Banjir . . . . .	46
4.2.6	Analisis Debit Banjir Rencana Dengan Kala Ulang T Tahun . . . . .	48
4.2.7	Perhitungan Tinggi Muka Air . . . . .	48
<b>BAB V</b>	<b>ANALISIS DATA DAN PERHITUNGAN . . . . .</b>	<b>50</b>
5.1	Debit Banjir . . . . .	50
5.1.1	Koefisien Pengaliran . . . . .	50
5.1.2	Waktu Konsentrasi . . . . .	53
5.1.3	Koefisien Penyebaran Hujan . . . . .	55
5.1.4	Perhitungan Intensitas Hujan Tahunan . . . . .	57
5.1.5	Perhitungan Debit Banjir . . . . .	58
5.2	Analisis Debit Banjir Rencana . . . . .	61
5.2.1	Perhitungan Parameter Statistik . . . . .	61
5.3	Perhitungan Tinggi Muka Air Akibat Banjir Kiriman . . . . .	90
5.4	Hasil Penelitian . . . . .	91

BAB VI PEMBAHASAN . . . . .	93
BABVII KESIMPULAN DAN SARAN . . . . .	96
7.1 Kesimpulan . . . . .	96
7.2 Saran . . . . .	97

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN - LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

1. Tabel 2.1	Debit Rata-rata Bulanan . . . . .	15
2. Tabel 3.1	Curah Hujan Bulanan di Indonesia . . . . .	20
3. Tabel 3.2	Harga-harga Koefisien Pengaliran . . . . .	32
4. Tabel 3.3	Koefisien Penyebaran Hujan . . . . .	33
5. Tabel 3.4	Pemilihan Sebaran . . . . .	26
6. Tabel 4.1	Data Curah Hujan Maksimum Bulanan Tahun 1991 - Tahun 2001 . . . . .	39
7. Tabel 4.2	Luas Sub DAS dan Luas Sungai utama kali Code . . . . .	40
8. Tabel 4.3	Luas tata Guna Lahan Pada Sub DAS dan Sungai Utama . . . . .	41
9. Tabel 4.4	Perhitungan Kemiringan Sungai . . . . .	43
10. Tabel 4.5	Stasiun Hujan yang Mewakili . . . . .	44
11. Tabel 5.1	Perhitungan Koefisien Aliran . . . . .	52
12. Tabel 5.2	Perhitungan Waktu Konsentrasi . . . . .	54
13. Tabel 5.3	Perhitungan Koefisien Penyebaran . . . . .	56
14. Tabel 5.4	Perhitungan Intensitas Hujan Tahunan . . . . .	58
15. Tabel 5.5	Perhitungan Debit Banjir . . . . .	60
16. Tabel 5.6a	Perhitungan Curah Hujan Rata-rata Pada Stasiun Plunyon . . . . .	62
17. Tabel 5.6b	Perhitungan Curah Hujan Rata-rata Pada Stasiun Kempot . . . . .	62
18. Tabel 5.6c	Perhitungan Curah Hujan Rata-rata Pada Stasiun Prumpung . . . . .	63
19. Tabel 5.6d	Perhitungan Curah Hujan Rata-rata Pada Stasiun Beran . . . . .	63



20. Tabel 5.7	Pemilihan Sebaran . . . . .	64
21. Tabel 5.8	Perhitungan Parameter-parameter Statistik . . . . .	65
22. Tabel 5.9a	Perhitungan Sebaran Log Pearson III Pada Stasiun Plunyon . . . . .	65
23. Tabel 5.9b	Perhitungan Sebaran Log Pearson III Pada Stasiun Kempud . . . . .	66
24. Tabel 5.9c	Perhitungan Sebaran Log Pearson III Pada Stasiun Prumpt . . . . .	66
25. Tabel 5.9d	Perhitungan Sebaran Log Pearson III Pada Stasiun Beran . . . . .	66
26. Tabel 5.10	Perhitungan parameter Statistik Dengan Log pearson III . . . . .	67
27. Tabel 5.11a	Perhitungan Hujan Rencana Menurut Sebaran Log Pearson III Pada Stasiun Plunyon . . . . .	68
28. Tabel 5.11b	Perhitungan Hujan Rencana Menurut Sebaran Log Pearson III Pada Stasiun Kempud . . . . .	69
29. Tabel 5.11c	Perhitungan Hujan Rencana Menurut Sebaran Log Pearson III Pada Stasiun Prumpung . . . . .	69
30. Tabel 5.11d	Perhitungan Hujan Rencana Menurut Sebaran Log Pearson III Pada Stasiun Beran . . . . .	69
31. Tabel 5.12 a	Perhitungan Debit Banjir Kala Ulang 2 Tahun . . . . .	71
32. Tabel 5.12 b	Perhitungan Debit Banjir Kala Ulang 5 Tahun . . . . .	72
33. Tabel 5.12 c	Perhitungan Debit Banjir Kala Ulang 10 Tahun . . . . .	73
34. Tabel 5.12 d	Perhitungan Debit Banjir Kala Ulang 25 Tahun . . . . .	74
35. Tabel 5.12 e	Perhitungan Debit Banjir Kala Ulang 50 Tahun . . . . .	75
36. Tabel 5.12 f	Perhitungan Debit Banjir Kala Ulang 100Tahun . . . . .	76
37. Tabel 5.12g	Perhitungan Debit Banjir Kala Ulang 200 Tahun . . . . .	77
38. Tabel 5.13a	Perhitungan Distribusi Gumbel Pada Stasiun Kempud . . . . .	79

39. Tabel 5.13b Perhitungan Distribusi Gumbel Pada Stasiun Plunyon . . . . .	80
40. Tabel 5.13c Perhitungan Distribusi Gumbel Pada Stasiun prumpung. . . . .	80
41. Tabel 5.13d Perhitungan Distribusi Gumbel Pada Stasiun Beran . . . . .	80
42. Tabel 5.14a Perhitungan Debit Banjir Kala Ulang 2 tahun . . . . .	82
43. Tabel 5.14b Perhitungan Debit Banjir Kala Ulang 5 tahun . . . . .	83
44. Tabel 5.14c Perhitungan Debit Banjir Kala Ulang 10 tahun . . . . .	84
45. Tabel 5.14d Perhitungan Debit Banjir Kala Ulang 25 tahun . . . . .	85
46. Tabel 5.14e Perhitungan Debit Banjir Kala Ulang 50 tahun . . . . .	86
47. Tabel 5.14f Perhitungan Debit Banjir Kala Ulang 100 tahun . . . . .	87
48. Tabel 5.14g Perhitungan Debit Banjir Kala Ulang 200 tahun . . . . .	88
49. Tabel 5.14h Perhitungan Debit Banjir Kala Ulang 1000 tahun . . . . .	89
50. Tabel 5.15 Perhitungan Tinggi Muka Air . . . . .	91

## DAFTAR GAMBAR

1. Gambar 2.1	Hidrograf Tahunan S. Cimanuk dan S. Cisanggarung . . . .	15
2. Gambar 3.1	Limpasan Didaerah Pengaliran Sungai . . . . .	18
3. Gambar 3.2	Pengukuran Tinggi Curah Hujan Dengan Rerata Aljabar . .	25
4. Gambar 3.3	Pengukuran Tinggi Curah Hujan Dengan poligon Thyessen . . . . .	26
5. Gambar 3.4	Pengukuran Tinggi Curah Hujan Dengan Isoheit . . . . .	28
6. Gambar 4.1	Bagan Alir Pengolahan Data (Flow Chart) . . . . .	47
7. Gambar 4.2	Bagan Alir perhitungan Banjir Rancangan . . . . .	49
8. Gambar 6.1	Hubungan Debit Banjir Rencana Dengan Kala Ulang T Tahun . . . . .	94
9. Gambar 6.2	Hubungan Debit banjir Rencana dan Tinggi Muka Air . . .	95

## DAFTAR LAMPIRAN

1. Lampiran 1 Peta Landuse Sub DPS Code
2. Lampiran 2 Peta Sungai Pada DPS Code
3. Lampiran 3 Peta Stasiun Curah Hujan Sub DPS Code
4. Lampiran 4 Peta Sungai di DIY
5. Lampiran 5 Alat Ukur Hujan Biasa
6. Lampiran 6 Alat Ukur Hujan Otomatik
7. Lampiran 7 Tabel Faktor Frekuensi ( $K_T$ ) Agihan Log Pearson Tipe III  
Dengan Skwenes
8. Lampiran 8 Data Curah Hujan Jam-jam an Tahun 1991 - Tahun 2001

## ABSTRAKSI

Sungai Code adalah salah satu sungai besar yang melintasi Kodya Yogyakarta merupakan sungai dengan aliran air sepanjang tahun dan mempunyai potensi cukup besar menimbulkan bencana banjir ditambah dengan semakin sempitnya daerah resapan air di bagian hulu sungai akibat padatnya kawasan pemukiman. Dengan permasalahan yang dikemukakan diatas maka penelitian ini membahas tentang kecenderungan banjir di hulu DAS Kali Code serta mengetahui seberapa besar banjir kiriman yang akan diterima Kodya Yogyakarta yang terletak dibagian hilir DAS Kali Code. Dalam penelitian ini data-data yang diperlukan diperoleh dari Balai PSDA Progo Opak Oyo, seperti peta topografi Kali Code, data curah hujan harian, luas DAS, kemiringan sungai dan luas tata guna lahan, data tersebut akan digunakan untuk menghitung intensitas hujan ( $I$ ) dengan rumus Monobe, debit banjir ( $Q$ ) dengan rumus Rasional dan debit banjir rencana dengan kala ulang hingga 200 tahun. Adapun kesimpulan yang dapat kami ambil dalam penelitian ini yaitu debit banjir yang diterima oleh Kodya Yogyakarta hingga siklus 200 tahun masih cukup aman hal ini dapat di lihat dari tinggi muka air masih lebih rendah dari pada tinggi tanggul, sedangkan debit maksimum yang mampu ditampung yaitu sebesar  $157 \text{ m}^3/\text{dt}$ , besarnya debit banjir kiriman yang di terima oleh Kodya Yogyakarta akibat hujan di hulu daerah aliran sungai ( DAS ) Kali Code sebesar  $83,4921 \text{ m}^3/\text{dt}$ , debit ini merupakan debit 24 tahunan yang artinya peluang terjadi banjir dengan debit yang sama yaitu  $8,3 \%$  setiap tahunnya.

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Indonesia merupakan negara yang dilewati oleh garis katulistiwa di apit oleh dua benua dan dua samudera. Posisi unik ini menjadikan Indonesia sebagai daerah pertemuan sirkulasi meridional (Utara - Selatan) dikenal sebagai sirkulasi Hadley dan sirkulasi zonal (Timur - Barat) dikenal sebagai sirkulasi Walker, dua sirkulasi yang sangat mempengaruhi keragaman iklim Indonesia. Hal lain yang ikut berperan adalah posisi semu matahari, perpindahan dari 23,5° Lintang Utara ke 23,5° Lintang Selatan sepanjang tahun berakibat timbulnya aktivitas musim, juga ikut berperan dalam mempengaruhi keragaman iklim. Indonesia merupakan negara kepulauan dengan bentuk topografi sangat beragam, menyebabkan sistem golakan lokal cukup dominan dan pengaruhnya terhadap keragaman iklim di Indonesia tidak dapat di abaikan.

Indonesia terletak di wilayah kepulauan tropis, terpengaruh oleh sirkulasi antara benua Asia dan Australia serta Samudera Pasifik dan Atlantik. Walaupun berada di wilayah tropis tetapi daratannya tersebar dari dataran rendah hingga pegunungan. Suhu rata-rata tahunan berkurang dari dataran rendah hingga dataran tinggi, suhu rata-rata relatif tinggi di dataran rendah dan suhu rendah di

dataran tinggi. Karena letaknya di daerah tropis, maka selisih suhu siang - malam lebih besar dari pada selisih suhu musiman (musim kemarau-musim hujan).

Umumnya di Indonesia musim hujan terjadi antara bulan Oktober hingga April dan musim Kemarau terjadi pada bulan April hingga Oktober. Penerimaan curah hujan bulanan dapat dipisahkan menjadi tiga pola penerimaan hujan yang berbeda (Rini Hidayati, 2001) :

- a. Disebagian besar wilayah Indonesia penerimaan hujan musim penghujan dan musim kemarau berbeda nyata. Pola demikian disebut pola Monsunal.
- b. Sebagian wilayah sekitar ekuator musim kering tidak nyata. Puncak musim hujan terjadi dua kali sekitar bulan Desember pada saat matahari berada paling Selatan dan pada bulan Juni saat matahari paling Utara. Tipe ini disebut tipe ekuatorial.
- c. Sebagian wilayah bagian utara hujan terjadi pada saat wilayah (a) dan (b) mengalami musim kemarau. Tipe ini disebut tipe lokal.

Perkembangan penduduk yang tinggi dengan total penduduk Indonesia yang melebihi 200 juta jiwa, sementara itu pertumbuhan teknologi dan sosial-ekonomi belum menunjukkan perbaikan secara nyata, hal ini menimbulkan berbagai dampak merugikan bagi penduduk Indonesia sendiri. Seperti kurangnya lahan pemukiman di daerah perkotaan mengakibatkan penduduk

menyerbu bantaran-bantaran sungai yang telah diketahui bahwa daerah aliran sungai khususnya pada bagian lembah dikenal sebagai daerah yang subur. Daerah-daerah semacam ini menjadi daerah tujuan hunian, tidak mustahil daerah-daerah aliran sungai menjadi incaran manusia untuk dijadikan sebagai lokasi tempat tinggalnya. Sejak zaman dulu pula daerah-daerah aliran sungai menjadi pusat pertumbuhan pemukiman dan kebudayaan. Seperti Lembah sungai Indus, lembah sungai Eufrat dan Tigris, lembah sungai Mekong dan sebagainya. Daerah lembah yang merupakan endapan Lumpur sungai ini menyediakan pangan bagi penghuni/penduduk dalam jumlah yang relatif banyak. Tersedianya bahan makanan dan waktu menyebabkan penduduk di daerah tersebut berkesempatan pula memikirkan peningkatan produksi pangan, meningkatkan mutu hidup, memikirkan masalah-masalah sosial, agama dan sebagainya. Kota-kota diwilayah aliran sungai Eufrat dan Tigris yakni kota Kish, Urbaid dan Urak di Irak pada masa lalu merupakan kota yang menjadi pusat urban. Pada zaman selanjutnya pertimbangan kesuburan tanah itu tidak lagi semata-mata menjadi pertimbangan utama untuk berhuni. Lebih-lebih pada masyarakat modern yang mata pencariannya tidak lagi bergantung pada sektor pertanian. Lokasi peletakan tanah yang berdekatan dengan pusat keramaian atau perekonomian selalu diburu. Oleh karena itu pula bantaran sungai atau tebing-tebing sungai pun diburu orang untuk tempat berhuni. Harga-harga tanah didaerah bantaran sungai ini secara umum dikenal relatif lebih murah daripada



tanah-tanah dilokasi lain. Kemurahan harga tanah ini mungkin diakibatkan status kepemilikan tanahnya sering juga kurang jelas sehingga sering dianggap tanah milik umum. Mereka juga tidak risau lagi dengan ancaman banjir dan longsornya bantaran sungai karena dalam anggapan mereka semua itu bisa ditanggulangi dengan talud, tembok, atau apapun. Kadang-kadang sebuah rumah didirikan begitu saja di bibir sungai. Pemukiman di bantaran sungai apabila tidak ditata sedemikian rupa jelas akan menimbulkan berbagai persoalan, baik itu soal keindahan, kesehatan lingkungan, maupun keamanannya.

Untuk menjaga kelestarian kawasan yang ada di daerah hulu maupun bangunan-bangunan pengendali sungai harus ditetapkan garis sempadan sungai sehingga usaha-usaha yang merupakan alternatif penanganan sungai dapat menghasilkan perlindungan yang optimal. Kawasan sempadan dan sungai masuk dalam peraturan Menteri Pekerjaan Umum No : 63/PRT/1993. Kriteria penetapan garis sempadan sungai terdiri dari :

- a. sungai bertanggung di luar kawasan perkotaan,
- b. sungai bertanggung di dalam kawasan perkotaan,
- c. sungai tidak bertanggung di luar kawasan perkotaan,
- d. sungai tidak bertanggung di dalam kawasan perkotaan.

Kriteria yang terdapat diatas diharapkan dapat menjadi dasar usaha-usaha yang akan dilakukan pada alur sungai, baik usaha rehabilitasi maupun perencanaan fisik. Untuk itu harus ditetapkan batas yang jelas untuk masing-

masing kondisi alur yang ada. Untuk garis sempadan sungai bertanggul ditetapkan sebagai berikut :

- a. Garis sempadan bertanggul di luar kawasan perkotaan ditetapkan sekurang-kurangnya 25 m disebelah luar sepanjang kaki tanggul.
- b. Garis sempadan sungai bertanggul di dalam kawasan perkotaan ditetapkan sekurang-kurangnya 15 m di sebelah luar sepanjang kaki tanggul.

Untuk kondisi sungai tidak bertanggul di luar kawasan perkotaan didasarkan pada kriteria luas daerah aliran sungai ( DAS ), yaitu 50 m dari tebing sungai.

Untuk kondisi sungai tidak bertanggul di dalam kawasan perkotaan di tetapkan 15 m dari tebing sungai.

Secara geografis Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta terletak  $70^{\circ} 30'$  -  $8^{\circ} 15'$  Lintang Selatan dan  $110^{\circ} 00'$  -  $110^{\circ} 52'$  Bujur Timur. Iklim di Daerah Istimewa Yogyakarta, rata-rata curah hujan 2.070 mm pertahun dengan 99 hari hujan, suhu rata-rata  $26,7^{\circ}\text{C}$  dan kelembaban rata-rata 83,4 % ( Kanwil PU DIY, 1992 )

Luas wilayah Propinsi DIY adalah  $3.185,80 \text{ km}^2$ , lebih dari separo luas wilayahnya merupakan tanah kering, yang penggunaannya dapat di bedakan atas lahan sawah, lahan kering dan hutan.

Propinsi DIY luas wilayahnya hampir 50 % terdapat di kabupaten Gunung Kidul dengan luas  $1.485,35 \text{ km}^2$  dengan kondisi fisik disebelah selatan merupakan kawasan pegunungan kapur yang merupakan rangkaian pegunungan

seribu dengan kondisi tanahnya tandus atau tidak subur serta rawan air pada musim kemarau. Sedangkan kawasan utara Kabupaten Sleman khusus bagian lereng Merapi merupakan hulu Sungai-sungai Krasak, Boyong, Code dan Kuning yang merupakan sungai-sungai rawan banjir lahar dingin, dikarenakan aktivitas Gunung Merapi dan curah hujan yang tinggi berpotensi melongsorkan pasir merapi yang turun masuk kesungai-sungai sehingga membuat kapasitas aliran sungai menjadi kecil. Sementara itu, hujan sendiri menghasilkan luapan air dengan debit yang tinggi. Di kawasan Pegunungan Menoreh di Kulon Progo dan di Gunung Kidul merupakan daerah rawan bencana tanah longsor apabila terjadi curah hujan yang tinggi, karena secara geografis daerah tersebut terletak dalam satu cekungan dan struktur tanahnya berbukit

Berdasarkan Kanwil PU DIY hasil registrasi penduduk pertengahan tahun 1992, jumlah penduduk Propinsi DIY sebanyak 3.068.004 jiwa dengan prosentasi jumlah penduduk yang tinggal di perkotaan adalah sebesar 42,40 % dan yang tinggal di pedesaan sebesar 57,60 %. Urbanisasi terkonsentrasi di kota Yogyakarta jumlah penduduk 448.759 jiwa dengan angka pertumbuhan penduduk 0,71 % pertahun, hal ini disebabkan mata pencaharian, sosial ekonomi dan adanya perubahan kondisi wilayah karena peningkatan tersedianya fasilitas penunjang. Tingkat urbanisasi yang cukup tinggi tersebut berpengaruh terhadap kehidupan sosial di Yogyakarta, disiplin masyarakat yang rendah ditambah dengan kemampuan ekonomi yang rendah menyebabkan sebagian masyarakat

menjadikan bantaran sungai sebagai pemukiman, seperti pemukiman yang terdapat di sepanjang bantaran sungai Code.

Sungai Code merupakan salah satu sungai besar yang melintas dalam kota Yogyakarta selain dua sungai besar yang lain yaitu Winongo dan Gajahwong. Sungai Code memiliki total luas daerah aliran sungai sebesar 45,79 km<sup>2</sup> sepanjang kurang lebih 48,3 km mengalir melewati dua kabupaten Sleman dan Bantul dan satu Kotamadya Yogyakarta. Berawal dari lereng gunung merapi dan bermuara di Sungai Opak untuk selanjutnya diteruskan ke Samudera Indonesia. Sungai Code Merupakan sungai dengan aliran air sepanjang tahun dan mempunyai potensi cukup besar untuk dapat menimbulkan kerusakan dan bencana bila terjadi banjir besar seperti yang pernah terjadi, merusakkan daerah pemukiman penduduk, tanah pertanian dan bahkan sampai menimbulkan korban jiwa. Masalah banjir hampir setiap tahun selalu melanda kota Yogyakarta akibat meluapnya sungai Code, kondisi banjir lebih diperberat oleh padatnya pemukiman disepanjang tepi alur sungai Code. Daerah hilir atau merupakan daerah sedimentasi mempunyai kelandaian alur yang relatif datar, sehingga kecepatan arus air relatif kecil, dan dengan demikian konsentrasi endap di daerah ini cukup besar. Pengendapan yang terjadi dialur tersebut, akan menaikkan dasar sungai dan mengurangi kapasitas penampungan serta akibat lebih jauhnya adalah berkurangnya kemampuan mengalirkan air pada saat debit banjir. Dari hasil pengamatan yang dilakukan didaerah tersebut banyak dijumpai

kawasan pemukiman yang terdapat didaerah bantaran sungai, dengan tingkat kepadatan yang cukup tinggi. Kondisi tersebut dapat dilihat mulai dari jembatan Sardjito sampai jembatan Tungkak, sepanjang 3 km di kiri kanan sungai. Banjir didaerah ini biasanya datang secara mendadak dengan kecepatan yang relatif tinggi. Hal ini dapat dilihat kejadian banjir pada awal tahun 1984 yang merusakkan 3 buah jembatan dan menghanyutkan pemukiman dengan kerugian cukup besar serta dampak yang sangat luas. Selanjutnya dalam penanganan bahaya banjir sungai Code, perlu mendapat perhatian khusus terutama dalam perencanaan bangunan pengendali banjir dan pengoperasian bangunan pengambilan serta pengamanan bangunan-bangunan menyilang sungai khususnya jembatan dan jalan raya.

## **1.2 Pokok Permasalahan**

1. Daerah hunian yang terbentuk di sepanjang bantaran Kali Code menyebabkan semakin sempitnya aliran sungai sehingga curah hujan yang tinggi tidak dapat ditampung sepenuhnya oleh DAS Kali Code dan menimbulkan limpasan di daerah tersebut
2. Semakin meningkatnya pembangunan di daerah hulu sungai akan menyebabkan semakin sempitnya daerah resapan, sehingga debit air hujan yang akan diterima daerah bagian hilir semakin besar.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

1. Mengetahui kecenderungan banjir di hulu DAS Kali Code.

2. Mengetahui besarnya banjir kiriman yang akan diterima Kodya Yogyakarta.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

1. Memberikan pemahaman kepada masyarakat luas agar lebih memperhatikan masalah tata lingkungan di hulu DAS Kali Code sehingga debit banjir yang akan diterima oleh Kodya Yogyakarta tidak menimbulkan dampak yang sangat merugikan terutama masalah banjir.
2. Dapat diketahui debit banjir maksimum yang dapat ditampung oleh Kodya Yogyakarta akibat hujan di hulu DAS Kali Code.
3. Sebagai data perencanaan penataan kawasan hulu DAS Kali Code di masa mendatang.

#### **1.6 Batasan Masalah**

Agar penelitian ini dapat terarah sesuai dengan maksud dan tujuan penelitian maka perlu adanya batasan-batasan sebagai berikut :

1. Tata guna lahan tanah di hulu DAS Kali Code digunakan tata guna lahan pada tahun 2000.
2. Data curah hujan yang digunakan untuk penelitian ini adalah data hujan rata-rata harian dari tahun 1991 sampai tahun 2001.
3. Debit banjir di hitung dari daerah hulu DAS Kali Code hingga daerah hilir pada Desa Sinduadi, Kecamatan Mlati, Kabupaten Sleman.
4. Kecepatan banjir diasumsikan sebesar 2,5 m/dt.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pendahuluan**

Hidrologi merupakan ilmu yang mempelajari seluk beluk air, kejadian dan distribusinya, sifat alami dan sifat kimianya serta reaksinya terhadap kebutuhan manusia. Siklus hidrologi menggambarkan suatu rantai fenomena alam yang menghubungkan erosi, sedimentasi dan limpasan. Bagian dari siklus hidrlogi yang disebut hujan, kondisi tanah dan vegetasi mempunyai peranan penting dalam proses erosi, sedimentasi dan limpasan, dengan melihat kondisi debit dan sedimentasi tertentu, dapat melihat bahwa perubahan tata guna lahan akan mempengaruhi keseimbangan tata air di daerah tersebut.

#### **2.2 Penelitian dan Makalah Terkait**

Berikut ini akan dipaparkan beberapa penelitian dan makalah terdahulu yang di rasa mempunyai keterkaitan yang cukup signifikan dengan penelitian ini :

##### **1. Ery Suhartanto ( 2001)**

Penelitian ini dilakukan di DAS Cihideungdi Sub Daerah Aliran Sungai Cidanau Kabupaten Serang Propinsi Banten menggunakan model hidrologi ANSWERS. Data yang dibutuhkan sebagai input model ANSWER adalah data hujan harian, data debit sungai, data sedimentasi, data topografi, peta tata guna

lahan, peta kemiringan lereng, peta pola sungai dan peta tanah.

Sub DAS Cihideung adalah dataran tinggi dengan elevasi +240 sampai +85 m diatas permukaan laut dan di dominasi oleh lereng yang cukup curam dengan luas areal 117 ha, sedangkan lahan yang datar hanya sekitar 6 ha.

Penelitian ini membahas tentang besarnya limpasan permukaan yang disebabkan oleh perubahan tata guna lahan di sub DAS Cidanau dan mengidentifikasi pengolahan DAS yang optimal. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini menunjukkan bahwa :

- a. Areal hutan memiliki kemampuan lebih baik untuk menurunkan laju limpasan.
- b. Pengolahan DAS yang optimal adalah integrasi dari areal hutan dan areal tanaman rumput dimana masing-masing aspek memiliki kelebihan dan kekurangan.

## **2. Agus Maryono ( 2002)**

Banjir yang terus menerus di Indonesia yang diikuti tanah longsor di berbagai daerah belakangan ini tidak hanya disebabkan oleh hujan deras, faktor penting lainnya penyebab banjir di Indonesia adalah sebagai berikut:

### **a. Faktor DAS**

Daerah aliran sungai adalah wilayah tangkapan air hujan yang akan mengalir kesungai yang bersangkutan. Perubahan fisik yang terjadi di DAS akan



berpengaruh langsung terhadap kemampuan DAS untuk menahan air dibagian hulu. Perubahan tata guna lahan menyebabkan kemampuan DAS untuk menahan air berkurang secara drastis, seluruh air hujan akan dilepaskan DAS kearah hilir. Manfaat DAS untuk menahan air adalah agar konservasi air di DAS terjaga, muka air tanah stabil, sumber air terpelihara, kebutuhan air untuk tanaman terjamin dan debit sungai dapat stabil.

#### b. Kesalahan Pembangunan

Pola penanggulangan banjir serta longsor diseluruh dunia sebenarnya sama yaitu dengan pelurusan sudetan pembuatan tanggul, pembetonan tinggi dan pengerasan tampang sungai. Pola pelurusan dan sudetan ini jelas mengakibatkan percepatan aliran air menuju hilir sehingga dibagian hilir akan menanggung volume aliran air yang jauh lebih besar. Jika tampang sungai ditempat tersebut tidak mencukupi maka akan terjadi peluapan kebagian bantaran. Jika bantaran sungai tidak cukup maka akan terjadi pelebaran aliran akibatnya areal banjir semakin melebar atau bahkan alirannya berpindah arah. Penyelesaian masalah banjir disuatu tempat dengan cara ini merupakan penciptaan masalah banjir baru ditempat lain dibagian hilir. Oleh karena itu pola penanganan banjir di Indonesia memasuki abad 21 menggunakan prinsip integralistik, dengan prinsip ini maka banjir juga harus dibagi secara integral sepanjang sungai menjadi banjir kecil-kecil guna menghindari banjir besar didaerah tertentu.

### c. Pendangkalan

Pendangkalan sungai berarti terjadinya pengecilan tampang sungai, hingga sungai tidak mampu mengalirkan air yang melewatinya dan akhirnya meluap. Pendangkalan sungai diakibatkan oleh proses pengendapan terus menerus terutama dibagian hilir sungai dan juga di diakibatkan oleh endapan sampah yang dibuang masyarakat ke sungai.

### d. Tata wilayah

Kesalahan fatal yang sering dijumpai adalah penetapan kawasan pemukiman atau pusat perkembangan justru di daerah rawan banjir yang menyebabkan air jadi tertahan tidak bisa lancar keluar atau semua air mengalir menuju kawasan tertentu sehingga terjadi banjir.

## 3. Saihul Anwar (2001)

Penelitian ini membahas tentang DAS Cimanuk-Cisanggarung dan beberapa DAS di pulau Jawa melalui analisis hidrograf.

Metodologi yang digunakan untuk menghitung dan menggambarkan hidrograf aliran masih menggunakan cara yang konvensional yaitu dengan mengukur kecepatan pada ketinggian tertentu untuk mewakili suatu luasan penampang sedangkan untuk menentukan besar debit aliran sungai dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

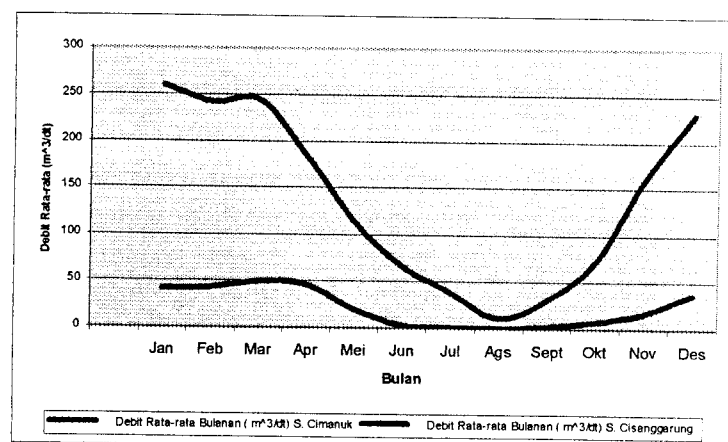
1. pengukuran debit sungai dilakukan dengan terlebih dahulu mengukur tinggi muka air sungai dengan alat ukur otomatis. Pemasangan alat ini dilakukan pada tempat penampang sungai yang stabil, alur sungai relatif lurus serta bentuk penampang sungai yang teratur,
2. pengukuran debit sungai dilakukan beberapa kali pada ketinggian air sungai yang berbeda dengan membagi-bagi penampang sungai menjadi beberapa pias, apabila kedalaman sungai cukup dalam maka pengukuran kecepatan dilakukan pada kedalaman 0,2 kali ketinggian air.
3. pengukuran debit tersebut dilakukan berkali-kali sehingga diperoleh hubungan antara kedalaman air sungai pada penampang tertentu

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sungai cimanuk menunjukkan bahwa debit rata-rata maksimum sebesar  $260 \text{ m}^3/\text{t}$  sedangkan debit rata-rata minimum sebesar  $11 \text{ m}^3/\text{dt}$  dan debit rata-rata maksimum pada sungai cisanggarung sebesar  $49 \text{ m}^3/\text{dt}$  sedangkan debit rata-rata minimum sebesar  $0,3 \text{ m}^3/\text{dt}$ . Sehingga apabila debit maksimum dan debit minimum yang diambil sebagai parameter DAS maka ratio antara debit maksimum dengan debit minimum akan jauh lebih besar lagi, debit rata-rata bulanan sungai Cimanuk dan sungai Cisanggarung dapat dilihat pada Tabel berikut ini :

Tabel 2.1 Debit Rata-rata Bulanan

Bulan	Debit Rata-rata Bulanan ( $m^3/dt$ )	
	S. Cimanuk	S. Cisanggarung
Jan	260	42
Feb	242	43
Mar	244	49
Apr	183	46
Mei	113	20
Jun	66	3
Jul	38	1
Ags	11	0,3
Sept	31	2
Okt	72	7
Nov	160	17
Des	230	37

Dari data hujan rata-rata bulanan tersebut maka dapat dibuat Grafik hidrograf tahunan dari satu daerah aliran sungai yang menggambarkan kondisi hidrologis suatu DAS.



Grafik 2.1 Hidrograf Tahunan S. Cimanuk dan S Cisanggarung

## BAB III

### LANDASAN TEORI

#### 3.1 Umum

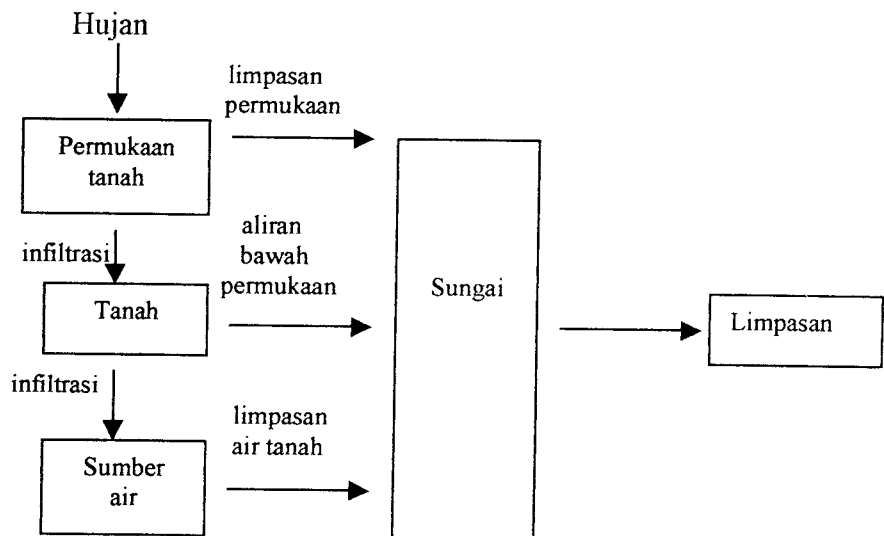
Siklus hidrologi menggambarkan suatu rantai fenomena alam yang menghubungkan erosi, sedimentasi dan limpasan. Bagian dari siklus hidrlogi yang disebut hujan, kondisi tanah dan vegetasi mempunyai peranan penting dalam proses erosi, sedimentasi dan limpasan.

Matahari merupakan sumber tenaga bagi alam, dengan tenaga tersebut, seluruh permukaan di bumi akan terjadi penguapan, baik dari muka tanah, permukaan pohon-pohonan dan permukaan air. Penguapan yang terjadi dari permukaan air dikenal dengan penguapan ( *free water evaporation* ), sedangkan penguapan yang terjadi dari permukaan pohon-pohonan dikenal dengan transpirasi ( *transpiration* ). Uap air akibat evaporasi dan transpirasi ini terbawa oleh udara panas naik ke atmosfer dimana uap air tersebut terkumpul menjadi awan. Oleh karena suhu udara di atmosfer makin rendah pada tempat yang makin tinggi, maka suatu saat terjadilah kondensasi uap air, uap air yang panas akan mengembang karena molekul udara bergerak saling menjauhi satu sama lain akibat panas tersebut. Suatu volume udara yang panas dengan demikian mengandung lebih sedikit molekul udara dari sebelumnya, sehingga berat volume udara ini lebih ringan dan naik keatas. Udara tersebut membawa juga uap air naik tinggi keatas kedalam atmosfer. Udara yang naik kedalam atmosfer ini

menjadi dingin disebabkan proses *adiabatic expansion* yaitu suatu proses ekspansi dimana tidak terjadi kehilangan maupun perubahan panas. Udara yang naik keatas tersebut akan menjadi dingin karena tekanan atmosfer makin tinggi makin berkurang, sehingga suatu ketika terjadi kondensasi dari uap air di udara tersebut atau menjadi butiran-butiran air yang sangat kecil, jika butiran-butiran air yang sangat kecil tersebut terkumpul menjadi butiran air yang lebih besar, maka mereka akan jatuh kebumi menjadi hujan. Air hujan yang jatuh kebumi tersebut sebagian kecil ditahan oleh tumbuhan dan sebagian lagi jatuh ke bumi, pada permukaan air atau permukaan tanah. Air yang jatuh kepermukaan tanah sebagian meresap kedalam tanah dan sebagian mengalir dipermukaan tanah ketempat-tempat yang lebih rendah. Air yang meresap kedalam tanah sebagian tertahan pada daerah didalam tanah yang dipengaruhi oleh akar tetumbuhan dan sebagian merembes terus kedalam tanah dan menyatu dengan air tanah. Air yang mengalir di permukaan tanah pada umumnya akan mengalir masuk kesungai dan akhirnya mengalir ke laut. Dalam perjalanannya, air permukaan tersebut mungkin sebagian tertahan pada cekungan tanah yang dasarnya relatif tidak rembes air sehingga menjadi kubangan air atau tempat penampungan air sementara ataupun pada danau-danau. Namun pada prinsipnya air tersebut jika memungkinkan akan terus mengalir ketempat yang lebih rendah dan terkumpul di sungai-sungai dan akhirnya ke laut. Muka air tanah juga selalu berubah-ubah, karena air dalam tanah dapat juga muncul lagi kepermukaan tanah sebagai mata air, demikianlah siklus hidrologi tersebut akan terulang kembali.

Proporsi jumlah air yang mengalir dari masing-masing cara sangat berlainan tergantung dari karakteristik hujannya atau sifat-sifat daerah pengaliran. Pada suatu lokasi sungai yang direncanakan perlu di rencanakan analisis perkiraan limpasan sungai yang dihasilkan oleh hujan yang turun di daerah pengaliran yang disebut analisa limpasan. Limpasan sungai terbagi sebagai berikut :

1. Limpasan permukaan, merupakan air hujan yang mengalir diatas permukaan tanah dan masuk ke sungai sebagian besar limpasan permukaan terjadi pada waktu hujan dan menjadi bagian utama limpasan banjir
2. Limpasan air tanah, merupakan komponen yang meresap jauh ketanah dan mengalir kesungai atau laut sebagai air tanah.
3. Limpasan sungai, merupakan air hujan yang langsung turun diatas permukaan daerah sungai dan biasanya termasuk juga limpasan permukaan.



Gbr 3.1 Limpasan di daerah pengaliran sungai

Secara konvensional pengukuran curah hujan dengan alat yang dinamakan alat pengukur curah hujan dipasang ditempat yang terbuka untuk menampung air hujan, tidak terhalang oleh pepohonan maupun bangunan. Pada alat pengukur curah hujan terdapat ukuran-ukuran, sehingga setiap kali hujan dapat dicatat berapa tinggi air hujan yang terkumpul. Jika catatan ini setiap kali dikumpulkan maka dalam 1 tahun bisa didapatkan tinggi air yang dinyatakan dalam mm/th. Hujan yang tercatat dari stasiun-stasiun pengukur curah hujan biasanya menghasilkan curah hujan jam-jaman, harian, tahunan, dan jumlah rata-rata tahunan dari hujan.

Sifat hujan ditetapkan berdasarkan persentase nilai perbandingan antara jumlah curah hujan selama periode musim kemarau dengan jumlah curah hujan rata-ratanya pada periode yang sama untuk setiap daerah. Ada tiga katagori sifat hujan, yaitu :

1. Di atas Normal (A), jika nilai perbandingannya  $> 115 \%$ .
2. Normal (N), jika nilai perbandingannya antara  $85 \%$  -  $115 \%$ .
3. Di bawah Normal (B), jika nilai perbandingannya  $< 85 \%$ .

Sifat hujan normal artinya akumulasi curah hujan yang terjadi di suatu daerah prakiraan musim selama musim kemarau berada disekitar nilai rata-rata selama 30 tahun, diatas normal lebih tinggi dari batas atas nilai normalnya dan dibawah normal lebih rendah dari batas bawah nilai normalnya. Sebagai contoh : apabila sifat hujan dalam prakiraan musim disuatu daerah diprakirakan normal, tidak berarti bahwa setiap bulan periode musim tersebut intensitas hujan akan terus menerus normal, namun pada bulan-bulan tertentu curah hujannya dapat diatas normal atau dibawah



normal. Akan tetapi secara kumulatif curah hujan selama periode musim kemarau tersebut adalah normal.

Curah hujan bulanan dan tahunan dalam satuan mm, di beberapa daerah di Indonesia diperlihatkan dalam Table. 3.1

Tabel. 3.1 Curah Hujan Bulanan di Indonesia

Lokasi	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des	Tahunan	Tahun
Balikpapan	201	175	231	208	231	193	180	163	140	132	168	206	2228	
Pontianak	274	108	241	277	282	221	165	203	229	366	389	323	3175	1879-1941
Medan	137	91	104	132	175	132	135	178	211	259	246	229	2028	1879-1936
Padang	351	259	307	363	315	307	277	348	152	495	518	480	4172	1879-1941
Jakarta	335	241	201	141	116	97	61	50	78	91	151	193	1755	1931-1960
Jogja	307	287	239	185	119	79	33	36	33	91	203	236	1849	1905-1941
Surabaya	226	279	213	137	94	56	25	5	5	18	61	165	1285	
Manado	465	358	305	198	160	163	119	97	86	122	218	371	2662	1879-1933
Ujungpandang	686	536	424	150	89	74	36	10	15	43	178	610	2850	1879-1933
Ambon	127	119	135	279	516	638	602	401	241	155	114	132	3459	1879-1936
Madiun	333	486	309	213	373	53	50	12	30	43	71	213	2086	1973

Sumber : Masateru Tominaga (1978)

Dari table tersebut diketahui bahwa jumlah hujan berbeda-beda tergantung dari lokasinya karena pulau-pulau di Indonesia tersebar secara luas. Pada umumnya, di Indonesia sepanjang tahun dapat dibagi menjadi musim hujan dan musim kemarau walaupun batasnya kadang-kadang tidak begitu jelas. Secara teoritis batas musim hujan dan musim kemarau telah ditetapkan, untuk musim hujan terjadi antara Oktober hingga April dan musim kemarau terjadi pada bulan April hingga Oktober, tetapi setiap tahun terjadi penyimpangan sampai beberapa bulan.

### **3.2 Metode Pengukuran Curah Hujan**

Besaran hujan dapat dihitung dengan alat pengukur hujan yang ditempatkan stasiun – stasiun hujan. Untuk memperoleh besaran hujan yang dapat dianggap sebagai kedalaman hujan yang sebenarnya terjadi di sepanjang daerah aliran sungai, maka diperlukan jumlah stasiun hujan yang dipasang sehingga mewakili besaran hujan di DAS tersebut. Dalam hal ini ketelitian pengukuran hujan sangatlah menentukan, adapun faktor – faktor yang mempengaruhinya adalah jumlah stasiun dan pola penyebaran stasiun hujan.

Dalam analisis hidrologi seorang hidrolog dihadapkan pada dua masalah pokok, yaitu :

1. Ketetapan tentang jumlah stasiun hujan dan stasiun hidrometri (stasiun pengamatan ) yang akan digunakan dalam analisis, termasuk didalamnya pola penyebaran stasiun dalam DAS yang bersangkutan.
2. Ketelitian yang dapat dicapai oleh suatu jaringan pengamatan dengan kerapatan tertentu.

#### **3.2.1 Jenis Alat Pengukur Hujan (*Raingauge*)**

Dalam buku analisis hidrologi menyatakan bahwa alat-alat pengukur hujan harus dipasang sesuai dengan aturan yang ditetapkan oleh WMO ( *World Meteorological Organisation* ) atau aturan yang disepakati secara nasional disuatu negara.

Alat pengukur hujan ini dibagi menjadi dua jenis, yaitu

### 3.2.1.1 Penakar Hujan Biasa ( *Manual Raingauge* )

Alat ukur ini terdiri dari corong dan bejana. Ukuran alat ini berbeda-beda di setiap negara, di Indonesia digunakan luas penampang corong  $100\text{ cm}^2$  atau  $200\text{ cm}^2$  dipasang pada ketinggian 1 m atau 1,2 m dari permukaan tanah. Pembacaannya dilakukan setiap 24 jam ( gambar alat ukur hujan biasa dapat dilihat pada lampiran 3.1).

Hal-hal yang perlu diperhatikan bila menggunakan penakar hujan biasa :

- a. Pada kejadian hujan dengan intensitas besar, kemungkinan alat tampung tidak mampu menampung hujan dan air hujan melimpas atau luber sehingga data yang diukur tidak dapat menggambarkan keadaan yang sebenarnya.
- b. Intensitas setiap jam tidak dapat diketahui yang sudah barang tentu setiap jam intensitasnya berbeda-beda karena curah hujan setiap waktu tidak dapat sama.

### 3.2.1.2 Penakar Hujan Otomatik ( *Otomatic Raingouge* )

Hasil rekaman data ini dapat memberikan gambaran terhadap intensitas hujan dengan periode yang diinginkan, disamping itu juga dengan alat ini akan memperkecil kemungkinan kesalahan yang disebabkan oleh faktor manusia. Kita juga dapat mengetahui secara tepat kapan atau waktu pukul berapa terjadi hujan dan berapa ketebalan air hujan tersebut. Data demikian itu sangat penting dalam analisis hidrologi dalam suatu DPS. Di Indonesia umumnya digunakan tipe tampung jungkit ( tipping bucket type ).

Tipe tampung jungkit ini terdiri dari corong, saringan, dua buah alat tampung sisi A dan sisi B dengan masing-masing memiliki alat pembuang serta

memiliki peralatan mekanisme untuk merekam data. Alat tampung tersebut terdiri dari dua bagian yang sama besar dan beratnya, dapat bergerak pada sumbu horizontal yang dipasang di tengah-tengah. Air hujan yang jatuh pada corong setelah melewati saringan akan ditampung oleh salah satu sisi alat tampung tersebut, apabila air hujan didalam alat tampung itu telah mencapai jumlah (berat tertentu) maka air hujan pada alat tampung itu akan tumpah dan terbuang melalui alat pembuang sehingga alat tampung sisi A akan kosong dan alat tampung sisi B akan terangkat dan siap untuk menampung air hujan ( gambar alat pengukur otomatis hujan dapat dilihat pada lampiran 3.2)

Gerakan dari alat tampung itu akan tercatat pada kertas grafik yang menggambarkan kedalaman hujan setiap terjadi hujan, oleh sebuah pena yang digerakkan secara mekanik melalui sebuah kabel. Tipe tampung jungkit ini mempunyai kelemahan antara lain :

- a. Air hujan yang tertampung dalam alat tampung kemungkinan mengalami pengurangan sebagai akibat dari penguapan.
- b. Apabila saringan sudah tidak dapat berfungsi dengan baik maka kotoran dan debu akan masuk sehingga menambah bobot air dan sekaligus menambah berat hujan.

### **3.3 Analisis Data Hujan**

Analisis data curah hujan dimaksudkan untuk mendapatkan besaran curah hujan dan intensitas yang diperlukan dalam perhitungan debit banjir rencana. Data curah

hujan yang dipakai untuk perhitungan debit banjir adalah hujan yang terjadi pada daerah aliran sungai pada waktu yang sama.

### 3.3.1 Curah Hujan Daerah Aliran Sungai

Data hujan yang diperoleh pada setasiun penakar hujan hanya mendapat data curah hujan disuatu titik tertentu ( point rain fall ) dan daerah sekitar yang tidak begitu luas. Untuk dapat mewakili daerah yang luas maka data hujan tersebut harus dirubah menjadi hujan area rerata atau hujan kawasan. Untuk menentukan besar hujan area rerata pada daerah aliran sungai dapat dipakai beberapa cara yaitu :

#### 3.3.1.1 Rerata Aljabar

Pada prinsipnya hitungan dilakukan dengan menjumlahkan curah hujan dari beberapa stasiun hujan yang dipilih selama periode tertentu dan membaginya dengan jumlah stasiunnya.

Rumus :

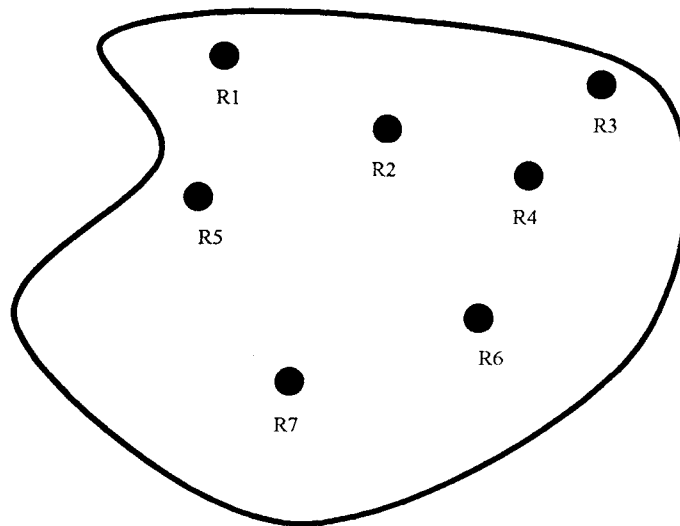
$$\bar{R} = 1 / n \sum R_i \quad (3.1)$$

Keterangan

$\bar{R}$  = Hujan Rerata ( mm )

n = Jumlah Setasiun

$R_i$  = Hujan titik di setasiun I



Gbr. 3.2 Pengukuran Tinggi Curah Hujan dengan Rerata Aljabar

### 3.3.1.2 Rerata Thyessen ( *Thyessen Mean* )

Pada cara rerata ini setiap setasiun hujan di anggap mewakili hujan dalam suatu daerah dengan luas tertentu , dan luas tersebut merupakan factor koreksi ( *Weighing Factor* ) bagi hujan di setasiun yang bersangkutan. Luas masing-masing daerah tersebut diperoleh dengan cara sebagai berikut :

- a. Semua setasiun yang terdapat didalam atau diluar DAS dihubungkan dengan garis dan akan membentuk jaring- jaring segitiga.
- b. Pada masing-masing segitiga ditarik garis sambungan membuat garis berat antar setasiun dan semua garis sumbu tersebut membentuk poligon.
- c. Mengukur luas setiap poligon yang diwakili.

Cara ini cukup baik dibanding cara rerata aljabar. Kekurangan cara reata thessen diantaranya adalah pengaruh topografi tidak nampak demikian pula apabila salah satu stasiun yang tidak berfungsi ( rusak ) maka harusnya dirubah gambar poligonnya.

Rumus :

$$\bar{R} = \sum W_i \cdot R_i \quad (3.2)$$

$$W_i = A_i / A \quad (3.3)$$

Keterangan :

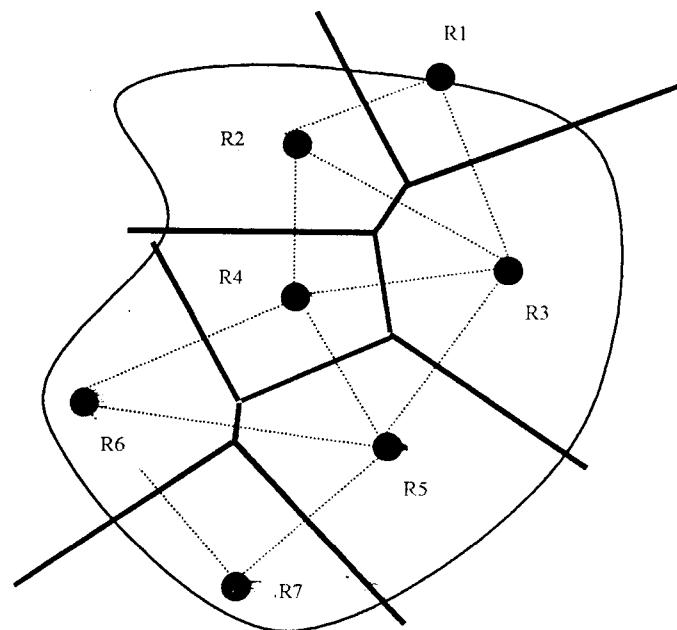
$\bar{R}$  = Hujan Rerata ( mm )

$R_i$  = Hujan titik di stasiun I

$A_i$  = Luas poligon thiessen stasiun I

$A$  = Luas daerah total

$W_i$  = Luas daerah pada stasiun



Gbr. 3.3 Pengukuran Tinggi Curah Hujan dengan Cara Poligon Thyessen

### 3.3.1.3 Rerata Isoheit (*Isohyetal Mean*)

Isoheit merupakan garis yang menghubungkan titik-titik dengan tinggi hujan yang sama pada saat yang bersamaan. Pada cara ini pengaruh nilai kontur dimasukkan. Kesulitan dari cara ini adalah kesulitan dalam setiap kali harus menggambarkan garis isoheit.

Rumus :

$$\bar{R} = \Sigma W \cdot R \quad (3.4)$$

$$W = A1 / Atot \quad (3.5)$$

$$R = (R1 + R2) / 2 \quad (3.6)$$

Keterangan :

$\bar{R}$  = Hujan Rerata ( mm )

W = Luas daerah Isoheit

A1 = Luas Antar Isoheit

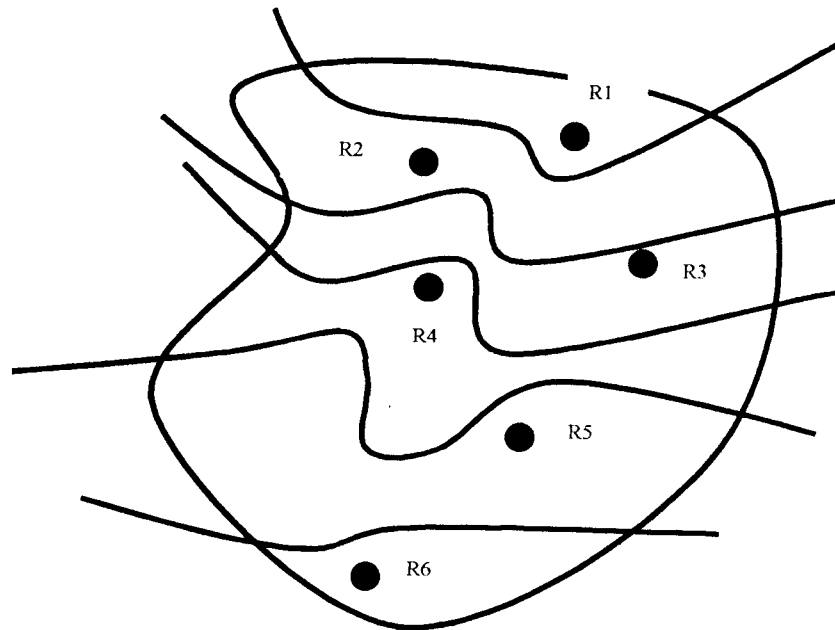
R1 = Hujan Isoheit 1

R2 = Hujan Isoheit 2

R = Hujan Antar Isoheit

Atot = Luas total daerah.





Gbr. 3.4 Pengukuran Tinggi Curah Hujan dengan Cara Isoheit

### 3.3.2 Intensitas Hujan

Intensitas merupakan banyaknya air hujan yang jatuh dipermukaan bumi tersebar merata dalam suatu durasi tertentu. Besarnya intensitas hujan berbeda – beda tergantung dari lamanya hujan dan frekuensi kejadiannya. Semakin pendek durasi hujan semakin besar intensitasnya. Satuan intensitas adalah mm/jam atau cm/hari.

Rumus-rumus yang digunakan untuk menghitung Intensitas hujan. Diantaranya :

#### 3.3.2.1 Talbot, 1881

Rumus

$$I = \frac{a}{(t + b)} \quad (3.7)$$

Keterangan :

I = intensitas hujan (mm/ jam )

t = waktu (durasi ) curah hujan ( menit )

a b = konstanta.

Rumus diatas digunakan untuk waktu ( t ) yang pendek. Konstanta dari rumus diatas dapat dicari dengan menggunakan rumus :

$$a = \frac{\sum(I.t)\sum I^2 - \sum I^2.t\sum I}{n\sum I^2 - (\sum I)^2} \quad (3.8)$$

$$b = \frac{\sum I\sum(I.t) - \sum I^2.t}{n\sum I^2 - (\sum I)^2} \quad (3.9)$$

### 3.3.2.2 Sherman, 1905

Rumus

$$I = \frac{a}{t^b} \quad (3.10)$$

Keterangan :

I = intensitas hujan (mm/ jam )

t = waktu (durasi ) curah hujan ( menit )

a, b = konstanta.

Rumus ini cocok untuk  $t < 2$  jam. Konstantanya dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Log } a = \frac{\sum \log I \sum (\log t)^2 - \sum \log t . \log I \sum \log t}{n \sum (\log t)^2 - (\sum \log t)^2} \quad (3.11)$$

$$b = \frac{\sum \log I \sum (\log t) - n \sum \log t \cdot \log I}{n \sum (\log t)^2 - (\sum \log t)^2} \quad (3.12)$$

### 3.3.2.3 Ishiguro

Rumus

$$I = \frac{a}{\sqrt{t+b}} \quad (3.13)$$

Keterangan :

$I$  = intensitas hujan (mm/ jam )

$t$  = waktu (durasi ) curah hujan ( menit ),  $a, b$  = konstanta.

Rumus ini digunakan untuk waktu  $t$  yang pendek. Konstantanya dapat dihitung dengan rumus :

$$a = \frac{\sum (I \cdot \sqrt{t}) \sum I^2 - \sum (I^2 \cdot \sqrt{t}) \sum I}{n \sum I^2 - (\sum I)^2} \quad (3.14)$$

$$b = \frac{\sum (I \cdot \sqrt{t}) \sum I - \sum (I^2 \cdot \sqrt{t})}{n \sum I^2 - (\sum I)^2} \quad (3.15)$$

### 3.3.2.4. Monobe,

Menurut DR. Monobe (1980), untuk dapat menghitung intensitas curah hujan dapat menggunakan rumus yang sering dipakai di jepang. Persamaan rumus tersebut adalah :

Rumus

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left( \frac{24}{t_c} \right)^{2/3} \quad (3.16)$$

keterangan :

$I$  = intensitas curah hujan ( mm/jam )

$t_c$  = Waktu konsentrasi ( jam )

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

Waktu konsentrasi dihitung dengan menggunakan rumus *California Highway Division*

$$\text{Rumus : } t_c = \left[ \frac{0,87L}{H_2 - H_1} \right]^{0,385} \quad (3.17)$$

Keterangan :  $t_c$  = Waktu konsentrasi ( jam )

$L$  = Panjang aliran sungai ( km )

$H_1$  = Elevasi terendah

$H_2$  = Elevasi tertinggi

### 3.4 Analisis Debit Banjir

Untuk menentukan besar debit rencana ada beberapa metode yang digunakan, diantaranya adalah metode rasional dan metode hidrograf satuan. Metode rasional digunakan untuk daerah aliran dengan luas sampai 500 ha, sedangkan hidrograf satuan digunakan umumnya batas luas sampai 5000 km<sup>2</sup> untuk daerah pengaliran yang lebih besar dari 5000 km<sup>2</sup> maka harus dibutuhkan berjenis-jenis hidrograf satuan yang berhubungan dengan keadaan curah hujannya.

Rumus

$$Q_p = C \times \beta \times I \times A \quad (3.18)$$

Keterangan :

$Q_p$  = Debit puncak banjir (  $m^3 / dt$  )

$C$  = Koefisien aliran

$\beta$  = Koefisien reduksi

$I$  = intensitas hujan (mm / dt )

$A$  = Luas daerah pengaliran sungai (  $m^2$  )

Parameter – parameter atau koefisien – koefisien yang penting dan perlu diperhatikan adalah :

#### 3.4.1.1 Koefisien Pengaliran (C ).

Koefisien pengaliran merupakan nilai banding antara bagian hujan yang membentuk limpasan langsung dengan hujan total yang terjadi. Besarnya koefisien pengaliran hujan dipengaruhi oleh tata guna lahan, jenis tanah dan kondisi tanah.

Besarnya koefisien pengaliran dapat dilihat pada table 3.2

Tabel 3.2. Harga – Harga Koefisien Pengaliran

Tipe Kawasan	Koefisien pengaliran (C )
Hutan tropis	< 0,03
Hutan produksi	0,05
Semak belukar	0,07
Sawah-sawah	0,15
Daerah pertanian	0,4
Daerah pemukiman	0,7
Jalan aspal	0,95
Bangunan padat	0,7 – 0,9
Bangunan terpencar	0,3 – 0,7
Kebun, ladang	0 – 0,2
Jalan tanah	0,13 – 0,5
Lapis keras kerikil batu pecah	0,35 – 0,7
Lapis keras beton	0,7 – 0,9
Taman, halaman	0,05 – 0,25
Tanah lapang	0,1 – 0,3

Sumber : Soewarno, 1987

### 3.4.1.2 Koefisien penyebaran hujan. ( $\beta$ )

Koefisien penyebaran hujan merupakan nilai yang digunakan untuk mengoreksi pengaruh penyebaran hujan yang tidak merata pada suatu daerah pengaliran. Nilai besaran ini tergantung dari kondisi dan luas pengaliran. Untuk daerah yang relatif kecil yaitu luas area kurang dari 1 km<sup>2</sup> biasanya kejadian hujan diasumsikan merata sehingga nilai koefisien penyebaran hujan  $\beta = 1$ .

Untuk daerah yang luas koefisien penyebaran hujan dapat dilihat pada Table 3.3

Table 3.3 Koefisien Penyebaran Hujan

Luas Daerah Pengaliran ( km <sup>2</sup> )	Koefisien Penyebaran Hujan ( $\beta$ )
0 – 4	1
5	0,995
10	0,980
15	0,955
20	0,920
25	0,875
30	0,820
50	0,500

Sumber : Kensaku Takeda, 1987

Koefisien penyebaran ( $\beta$ ) juga dapat ditentukan dengan menggunakan rumus Hasper (Imam Subarkah, 1980)

Rumus :

$$\frac{1}{\beta} = \frac{1 + 3,7 \cdot 10^{-0,4t_c} A^{0,75}}{t_c^2 + 15} \cdot 12 \quad (3.19)$$

Keterangan :

$\beta$  = Koefisien penyebaran curah hujan

$t_c$  = Waktu konsentrasi (jam)

A = Luas area ( $\text{km}^2$ )

### **3.5 Analisis Banjir Rancangan**

Analisis banjir rancangan dipakai untuk menentukan besar banjir rancangan dengan kala ulang tertentu. Data yang diolah merupakan data curah hujan bulanan pada setiap stasiun mewakili di daerah pengaliran, umumnya diambil harga maksimum yang akan memberikan susunan data baru untuk dianalisa.

#### **3.5.1 Perhitungan Curah Hujan Rancangan**

Untuk menentukan besarnya curah hujan rancangan yang seterusnya akan digunakan untuk menghitung debit banjir rencana dapat dilakukan dengan analisis frekuensi, langkah –langkah analisis frekuensi ini dapat dilihat dibawah ini :

1. siapkan data curah hujan
2. hitung parameter statistik.
3. tentukan sebaran yang sesuai.
4. hitung faktor frekuensi ( K ).
5. tentukan kala ulang.
6. hitung besar ukuran curah hujan dengan kala ulang T tahun

### 3.5.1.1 Parameter Statistik

- a. Dari kumpulan data yang dianalisa diurutkan dari harga terbesar sampai terkecil atau sebaliknya.

$$\text{Rumus : } \bar{X} = \frac{1}{n} \sum Xi$$

(3.20)

- b. Standar Deviasi

$$\text{Rumus : } S = \sqrt{\frac{\sum(Xi - \bar{X})^2}{(n-1)}} \quad (3.21)$$

- c. Koefisien Variasi

$$\text{Rumus } Cv = \frac{S}{\bar{X}} \quad (3.22)$$

- d. Koefisien A Simetri Skwenes

$$\text{Rumus : } Cs = \frac{n \sum (Xi - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2).S^3} \quad (3.23)$$

- e. Koefisien Kurtosis

$$\text{Rumus : } Ck = \frac{n^2 \sum (Xi - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3).S^4} \quad (3.24)$$

### 3.5.1.2 Pemilihan Sebaran.

Faktor frekuensi ( $K_T$ ) dipengaruhi oleh jenis sebaran dan kala ulang (T) Jenis sebaran yang sering dipakai adalah sebaran normal, sebaran normal dua parameter, log normal tiga parameter, log person III, Gumbell type I (Shahin, 1976). Sebagai arah untuk memilih jenis sebaran yang sesuai di berikan pada Tabel 3.4



Tabel 3.4 pemilihan Sebaran

Sebaran	Syarat
Normal	$C_s \approx 0$
Gumbel Type I	$C_s = 1,1396$ $C_k = 5,4002$
Log Normal I	$C_s/C_v \approx 3$
Log Pearson III	Yang tidak termasuk sebaran di atas

Sumber : Sri Harto, 1980

Setelah didapatkan jenis sebaran yang sesuai maka besarnya curah hujan rencana kala ulang T tahun dapat di hitung dengan rumus berikut ini:

#### 1 Sebaran Normal dan Log Normal I

$$\text{Rumus : } X_T = \bar{X} + K \cdot S \quad (3.25)$$

Keterangan  $X_T$  = besarnya curah hujan dengan kala ulang T tahun

$\bar{X}$  = Curah hujan rata-rata

K = Faktor frekuensi

S = Standar Deviasi

#### 2. Sebaran Gumbel

$$\text{Rumus : } R_n = R + K \cdot S \quad (3.26)$$

Keterangan :  $R_n$  = Hujan rencana periode ulang n tahun

R = Hujan rata-rata

K = Distribusi nilai ekstrim

#### 3. Sebaran Log Pearson III

$$\text{Rumus : } \text{Log } R = \text{Log } \bar{X} + K \cdot S \quad (3.27)$$

### 3.5.2 Perhitungan Tinggi Muka Air

Dalam perhitungan ini data-data yang diperlukan yaitu data debit banjir kala ulang 2 th, 5 th, 10 th, 25 th, 50 th, 100 th, 200 th, dan data dimensi talud sungai. Dari data-data tersebut dapat diketahui berapa besar tinggi muka air yang terjadi berdasarkan debit banjir untuk kala ulang T tahun. Untuk menghitung kecepatan aliran digunakan Rumus Manning.

$$\text{Rumus: } Q = A \times V \quad (3.28)$$

$$Q = A \times \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times I^{1/2} \quad (3.29)$$

$$R = \frac{A}{P} \quad (3.30)$$

Keterangan :

Q = Debit banjir (m <sup>3</sup> /dt)	A = Luas penampang saluran (m <sup>2</sup> )
V = Kecepatan aliran (m/dt)	B = Lebar sungai (m)
H = Tinggi tanggul (m)	I = Kemiringan saluran
n = Angka kekasaran Manning	R = jari-jari hidrolis

Tabel 3.5 Angka Kekasaran Manning

Tipe Saluran	Kondisi		
	Baik	Cukup	Buruk
Saluran Buatan :			
1. Sal tanah, lurus beraturan	0,02	0,023	0,25
2. Sal tanah, digali biasa	0,028	0,03	0,025
3. Sal batuan, tidak lurus	0,04	0,045	0,045
4. Sal batuan, Lurus beraturan	0,03	0,035	0,035

Sumber : Kensaku Takeda, 1987

## BAB IV

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 4.1 Pengumpulan Data

Pada penelitian akan dihitung besarnya debit banjir kiriman dari hulu DAS Kali Code. Untuk dapat menghitung besarnya debit banjir tersebut diperlukan data curah hujan, data panjang sungai, data luas daerah tangkapan sungai, data tata guna tanah dan data kemiringan sungai. Untuk mendapatkan debit banjir yang akurat di Kali Code maka perhitungan debit dilakukan pada setiap anak sungai Kali Code.

Data ini diperoleh dari Dinas Pengembangan Sumber Daya Air ( PSDA ) Progo – Opak – Oyo dan Dinas Pengairan Yogyakarta. Data ini adalah sebagai berikut :

##### a. Peta Topografi

Peta ini berupa : Peta topografi sepanjang DAS Kali Code, Peta tata guna tanah (*land use*) dan Peta stasiun curah hujan di sekitar DAS Kali Code.

##### b. Data curah hujan harian selama 11 tahun

Untuk tahun 1991 sampai tahun 2001, terdiri dari stasiun pengamatan curah hujan yaitu stasiun Plunyon, stasiun Kempud, stasiun Prumpung, dan stasiun Beran. Peta stasiun curah hujan DAS Kali Code dapat dilihat pada lampiran.

Data curah hujan rata-rata maksimum harian selama 11 tahun dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Data Curah Hujan Rata-rata Maksimum Harian Th 1991 - Th 2001

Tahun	Plunyon	Kemput	Prumpung	Beran
1991	6,6019	12,7035	15,1472	14,6034
1992	43,0251	18,6272	19,8099	14,2181
1993	25,1104	23,5492	14,189	13,1226
1994	27,6289	18,1428	17,7628	18,122
1995	96,2101	18,3101	12,634	13,1309
1996	174,4911	13,0225	8,9545	4,7701
1997	11,9845	8,4482	11,3032	7,2268
1998	71,9857	13,6078	17,8001	14,4679
1999	56,5892	13,9507	15,0335	24,7745
2000	22,3068	16,8733	11,2728	14,6024
2001	25,3096	20,7282	15,549	15,6193

Sumber : Balai PSDA Progo Opak Oyo

c. Data Luas Daerah Tangkapan Air

Data luas ini berupa data luas DAS Kali Code yaitu sebesar 45,79 km<sup>2</sup> sedangkan pada penelitian ini hanya di gunakan luasan dari hulu sungai sampai pada perbatasan Sungai Code dengan kotamadya Yogyakarta yaitu sebesar 31,67 km<sup>2</sup>. Data luas setiap Blok tersebut dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Luas Sub DAS dan Luas Sungai Utama Kali Code

Blok	Nama	Luas (km <sup>2</sup> )	Blok	Nama	Luas ( km <sup>2</sup> )
1	Sub DAS I	0,12	7	Sub DAS VII	0,28
	Sungai Utama I	0,14		Sungai Utama VII	0,74
2	Sub DAS II	0,08	8	Sub DAS VIII	2,23
	Sungai Utama II	0,17		Sungai Utama VIII	0,44
3	Sub DAS III	0,13	9	Sub DAS IX	2,31
	Sungai Utama III	0,25		Sungai Utama IX	0,63
4	Sub DAS IV	0,73	10	Sub DAS X	12,06
	Sungai Utama IV	0,1		Sungai Utama X	4,902
5	Sub DAS V	0,39	11	Sub DAS XI	1,17
	Sungai Utama V	0,39		Sungai Utama XI	3,798
6	Sub DAS VI	0,21	12	Sungai Utama	0,729
	Sungai Utama VI	0,54			

Sumber : Balai PSDA Progo Opak Oyo

Daerah tangkapan sungai utama dan Sub DAS tersebut memiliki tata guna lahan yang berbeda - beda terdiri dari daerah pemukiman, persawahan, ladang, perkebunan, dan semak belukar. Adapun luas masing - masing tata guna lahan untuk setiap Blok dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Luas tata Guna Lahan pada Sub DAS dan Sungai Utama

Blok	Nama	Luas total km <sup>2</sup>	Luas ( km <sup>2</sup> )					Semak Belukar	Tak Teridentifikasi
			Pemukiman	Sawah	Tegalan	kebun			
1	Sub DAS 1	0,12	0	0	0	0	0,088	0,03	
2	Sungai Utama 1	0,14	0	0	0	0	0	0,14	
3	Sub DAS II	0,08	0	0	0	0	0	0,08	
3	Sungai Utama II	0,17	0	0	0	0	0	0,17	
3	Sub DAS III	0,13	0	0	0	0	0	0,13	
4	Sungai Utama III	0,25	0	0	0	0	0	0,25	
4	Sub DAS IV	0,73	0	0	0	0	0	0,73	
5	Sungai Utama IV	0,10	0	0	0	0	0	0,10	
5	Sub DAS V	0,39	0	0	0	0	0	0,39	
6	Sungai Utama V	0,39	0	0	0	0	0	0,39	
6	Sub DAS VI	0,21	0	0	0	0	0	0,21	
7	Sungai Utama VI	0,54	0	0	0	0	0	0,54	
7	Sub DAS VII	0,28	0	0	0	0	0	0,28	
8	Sungai Utama VII	0,74	0	0	0	0	0	0,74	
8	Sub DAS VIII	2,23	0,30	0	0,42	0,100	0,12	1,29	
9	Sungai Utama VIII	0,44	0,06	0	0,04	0	0,00	0,44	
9	Sub DAS IX	2,31	0,68	0,39	0,10	0,380	0,16	0	
10	Sungai Utama IX	0,63	0,10	0,24	0,12	0,120	0,05	0	
10	Sub DAS X	12,06	2,32	9,17	0,40	0,170	0,00	0	
11	Sungai Utama X	4,90	0,614	3,98	0	0,298	0,05	0	
11	Sub DAS XI	1,17	0,744	0,10	0,208	0,068	0,05	0	
12	Sungai Utama XI	3,80	1,60	1,24	0,208	0,280	0,47	0	
12	Sungai Utama	0,73	0,689	0,004	0	0,010	0,03	0	

d. Data kemiringan sungai

Data kemiringan sungai ini dapat dicari dengan mengetahui terlebih dahulu panjang sungai, elevasi terendah dan elevasi tertinggi sungai tersebut,

rumus :

$$S = \frac{H_2 - H_1}{L}$$

Keterangan :

S = Kemiringan sungai ( % )

H2 = Elevasi tertinggi

H1 = Elevasi terendah

L = Panjang sungai ( m )

Sebagai contoh perhitungan untuk Sub DAS I memiliki panjang sungai (L) 470 m, elevasi tertinggi (H2) pada 1925 dan elevasi terendah (H3) pada 1687 maka kemiringan sungai adalah :

$$\begin{aligned} S &= \frac{1925 - 1687}{470} \\ &= 0,5068 \end{aligned}$$

Adapun data - data kemiringan sungai setiap Blok dapat dilihat dalam Tabel 4.4

Tabel 4.4 Perhitungan Kemiringan Sungai

Blok	Nama	Panjang Sungai ( L ) ( m )	Elevasi Tertinggi	Elevasi Terendah	Kemiringan Sungai ( S )
1	Sub DAS 1	470	1925,0	1687,000	0,5064
	Sungai Utama 1	580	1980,0	1687,000	0,5052
2	Sub DAS II	600	1710,0	1487,500	0,3708
	Sungai Utama II	2390	1980,0	1487,500	0,2061
3	Sub DAS III	780	1565,0	1310,000	0,3269
	Sungai Utama III	3890	1980,0	1310,000	0,1722
4	Sub DAS IV	3350	1355,0	1045,000	0,0925
	Sungai Utama IV	5620	1980,0	1045,000	0,1664
5	Sub DAS V	1670	1287,5	955,000	0,1991
	Sungai Utama V	6820	1980,0	955,000	0,1503
6	Sub DAS VI	1240	1225,0	937,500	0,2319
	Sungai Utama VI	7020	1980,0	937,500	0,1485
7	Sub DAS VII	1460	1262,5	912,500	0,2397
	Sungai Utama VII	7220	1980,0	912,500	0,1479
8	Sub DAS VIII	7460	1330,0	770,000	0,0751
	Sungai Utama VIII	8970	1980,0	770,000	0,1349
9	Sub DAS IX	4260	725,0	525,000	0,0469
	Sungai Utama IX	14203	1980,0	525,000	0,1024
10	Sub DAS X	33590	625,0	231,000	0,0117
	Sungai Utama X	24683	1980,0	231,000	0,0709
11	Sub DAS XI	1098	143,0	128,530	0,0132
	Sungai Utama XI	31699	1980,0	128,530	0,0584
12	Sungai Utama	32098	1980,0	78,125	0,0593



## 4.2. Pengolahan Data

Data-data diatas merupakan data yang belum siap dipakai untuk perhitungan. Untuk itu data tersebut perlu diolah terlebih dahulu.

### 4.2.1 Data Hujan

Data hujan yang diperoleh dari stasiun-stasiun penangkap hujan di sekitar DAS Kali Code merupakan data curah hujan yang berlaku di sekitar stasiun tersebut, Data curah hujan ini akan dipergunakan untuk menghitung besarnya intensitas hujan dengan rumus Monobe.

Dalam penelitian ini, data curah hujan yang diperoleh untuk perhitungan intensitas hujan pada sungai utama dan Sub DAS yaitu data hujan dari stasiun hujan terdekat. Adapun stasiun-stasiun hujan yang mewakili sungai utama dan Sub DAS, dapat dilihat pada Tabel 4.5

Tabel 4.5 Stasiun Hujan Yang Mewakili.

Blok	Nama	Stasiun Hujan Mewakili
1	Sub DAS I	Plunyon
	Sungai Utama I	Plunyon
2	Sub DAS II	Plunyon
	Sungai Utama II	Plunyon
3	Sub DAS III	Plunyon
	Sungai Utama III	Plunyon
4	Sub DAS IV	Plunyon
	Sungai Utama IV	Plunyon
5	Sub DAS V	Plunyon
	Sungai Utama V	Plunyon
6	Sub DAS VI	Plunyon

	Sungai Utama VI	Plunyon
7	Sub DAS VII	Plunyon
	Sungai Utama VII	Plunyon
8	Sub DAS VIII	Plunyon
	Sungai Utama VIII	Plunyon
9	Sub DAS IX	Kemput
	Sungai Utama IX	Kemput
10	Sub DAS X	Kemput dan Prumpung
	Sungai Utama X	Kemput dan Prumpung
11	Sub DAS XII	Beran dan Prumpung
	Sungai Utama XII	Beran
12	Sungai utama	Beran dan Prumpung

#### 4.2.2 Data Luas

Data luas yang akan digunakan adalah data luas disepanjang DAS Kali Code yang didapat dari Dinas PSDA Progo-Opak-Oyo. Data luas ini akan digunakan untuk menghitung debit banjir. Pada penelitian ini luas DAS Kali Code yang akan digunakan dalam perhitungan yaitu sebesar 31,67 km<sup>2</sup>, maka untuk ketelitian dalam perhitungan debit banjir maksimum digunakan luasan pada setiap Blok yang terdiri dari sungai utama dan Sub DAS .

#### 4.2.3 Koefisien Aliran Sungai

Untuk DAS Kali Code maka koefisien aliran berbeda – beda sesuai dengan kondisi tata guna tanah. Tata guna tanah daerah aliran Sungai Code ini terdiri dari kawasan pemukiman, kawasan pertanian ( sawah ), kawasan ladang ( tegalan ) dan kawasan perkebunan. Masing – masing kawasan ini memiliki koefisien aliran yang berbeda – beda seperti pada Tabel 3.2.



#### 4.2.4 Koefisien Penyebaran Hujan

Koefisien penyebaran dipengaruhi oleh luas daerah pengaliran (A) dan waktu konsentrasi ( $t_c$ ). Besarnya koefisien penyebaran dihitung menggunakan rumus Hasper.

#### 4.2.5 Perhitungan Debit Banjir

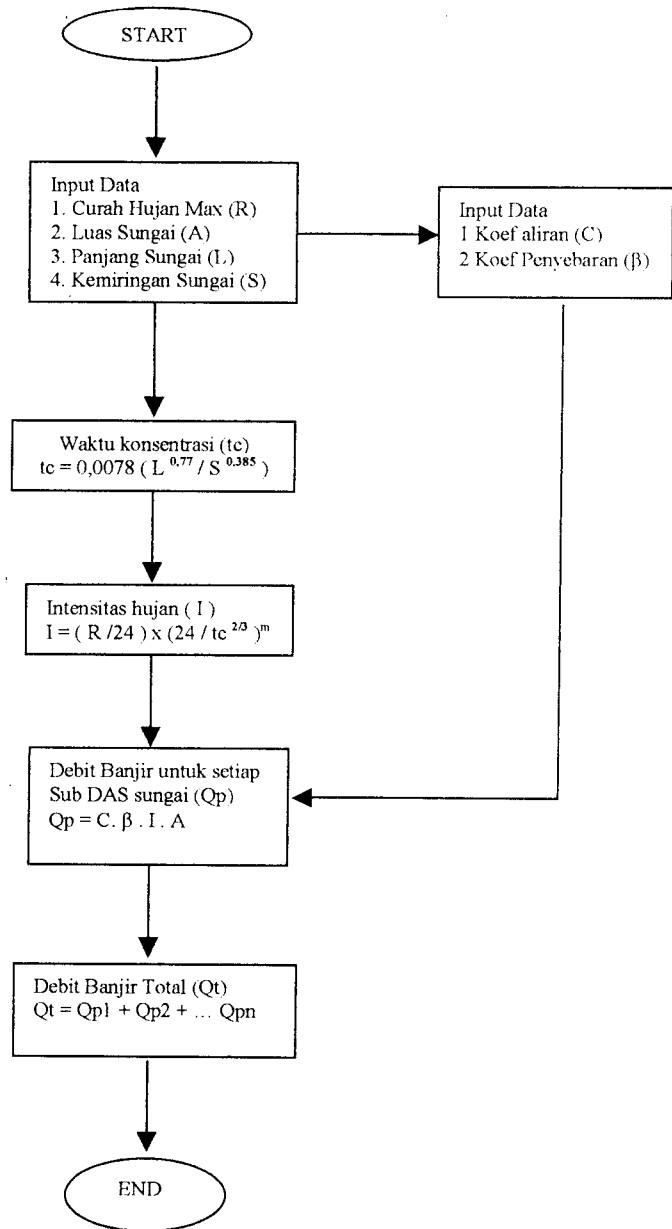
Bentuk daerah aliran sungai Code memanjang, yang membentang sepanjang 48,2912 km. Elevasi tertinggi tercatat +1980 m sedangkan pada pertemuan dengan kali Opak ketinggian tercatat +37 m di atas elevasi muka laut.

Pada penelitian ini akan di hitung debit banjir kiriman yang akan di hadapi Kodya Yogyakarta yaitu dari hulu sungai dengan elevasi +1980 hingga perbatasan sungai Code dengan Kodya Yogyakarta pada elevasi + 78,125. Aliran sungai ini memiliki panjang 32,10 km dengan luas daerah tangkapan 31,67 km<sup>2</sup> dari panjang total Sungai Code 48,2912 km dengan luas total 45,79 km<sup>2</sup>.

Di dalam daerah aliran sungai hanya terdapat beberapa stasiun hujan, sehingga stasiun hujan yang digunakan didalam analisa hidrologi sebagian besar berada di luar daerah aliran sungai, hal ini karena bentuk daerah aliran sungai Code itu sendiri menyempit.

Untuk menentukan debit banjir ada beberapa metode, sedangkan dalam penelitian ini digunakan metode rasional.

Langkah-langkah untuk menentukan debit banjir dapat dilihat pada skema di bawah ini.



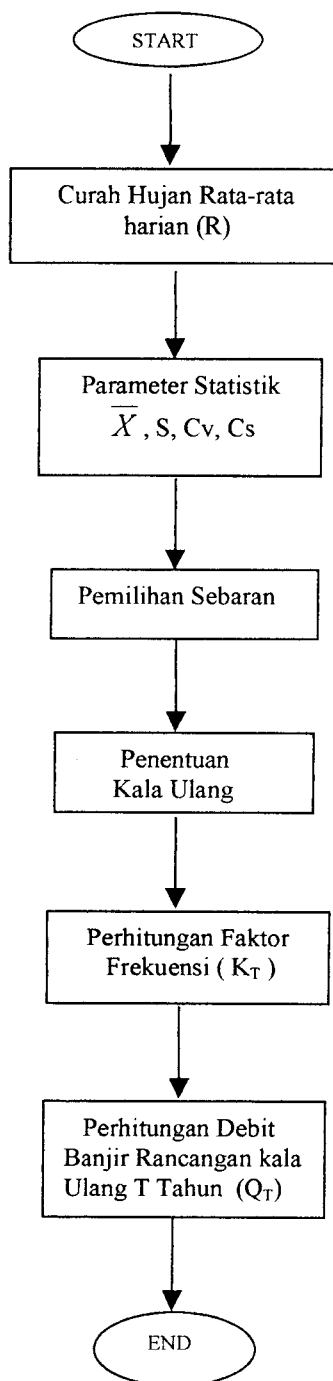
**Gbr. 4.1. Bagan Alir ( Flow Chart ) Pengolahan Data**

#### **4.2.6 Analisis Debit Banjir Rencana Dengan Kala Ulang T Tahun**

Dalam penetapan debit banjir rencana hendaknya ditetapkan tidak terlalu kecil, agar jangan sering terjadi bahaya banjir yang dapat merusak bangunan atau daerah sekitar oleh debit banjir yang lebih besar dari rencana. Akan tetapi juga tidak boleh terlalu besar sehingga bangunan menjadi mahal. Untuk itu besar debit banjir rencana ditetapkan dengan kala ulang tertentu. Pada penelitian ini akan dihitung banjir rencana kala ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun, 100 tahun dan 200 tahun. Sebelum menghitung banjir rencana terlebih dulu di cari sebaran yang sesuai untuk mendapatkan faktor frekuensi ( $k_T$ ). Untuk menentukan jenis sebaran dapat dilihat pada Tabel 3. 4. Adapun langkah - langkah untuk menentukan debit rancangan kala ulang T tahun dapat dilihat pada Gambar 4.2

#### **4.2.7 Perhitungan Tinggi Muka Air**

Untuk menghitung tinggi muka air akibat debit banjir yang terjadi digunakan Rumus (3.28), (3.29), (3.30). Untuk perhitungan kecepatan aliran ( $V$ ) digunakan Rumus Manning, kemiringan sungai diasumsikan 0,001 (relatif datar).



Gbr. 4.2 Bagan Alir (*Flow Chart*) Perhitungan Debit Banjir Rancangan

**BAB V**  
**ANALISIS**  
**DATA DAN PERHITUNGAN**

**5.1 Debit Banjir**

Besarnya debit banjir kiriman diperoleh dengan menggunakan rumus :

$$Q_p = \beta \times C \times I \times A$$

Keterangan :

$Q_p$  = Debit puncak ( $m^3/dt$ )

$\beta$  = Koefisien penyebaran hujan

$C$  = Koefisien pengaliran

$I$  = Intensitas curah hujan ( $mm/jam$ )

$A$  = Luas area DAS ( $Km^2$ )

**5.1.1 Koefisien Pengaliran ( C )**

Dalam perhitungan ini koefisien pengaliran tidak berdiri sendiri seperti pada Tabel 3.2 tetapi sudah merupakan koefisien pengaliran simultan untuk suatu area. Metode yang digunakan untuk menentukan koefisien simultan tersebut dengan perbandingan antara besarnya koefisien pengaliran dalam suatu luasan tata guna

Rumus :

$$C_r = \frac{C_1.A_1 + C_2.A_2 + \dots + C_n.A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

Keterangan :

$C_r$  = Koefisien pengaliran simultan

$C_1$  = Koefisien pengaliran dengan tata guna lahan tertentu

$A_1$  = Luas area dengan tata guna lahan tertentu.

Sebagai contoh perhitungan untuk Sub DAS I memiliki luas DAS (A) 0,12 km<sup>2</sup>, terdiri dari 0,088 km<sup>2</sup> semak belukar (A1) dengan nilai koefisien pengaliran (0,07) dan 0,032 km<sup>2</sup> daerah tak teridentifikasi (A2) dengan nilai koefisien pengaliran (C) 0,07 berdasarkan Tabel 3.2. Maka koefisien pengaliran simultannya adalah :

$$\begin{aligned} C_r &= \frac{C_1.A_1 + C_2.A_2}{A_1 + A_2} \\ &= \frac{(0,07.0,088) + (0,07.0,32)}{0,088 + 0,032} \\ &= \frac{0,0078}{0,12} = 0,07 \end{aligned}$$

Perhitungan koefisien pengaliran simultan untuk masing-masing Blok dapat dilihat pada Tabel 5.1



Tabel 5.1 Perhitungan Koefisien Aliran

Blok	Nama	Tata Guna Lahan	A (km <sup>2</sup> )	C	A x C	Cr
1	Sub Das I	Semak Belukar	0,088	0,07	0,00616	0,07
		Tak Teridentifikasi	0,032	0,07	0,00224	
2	Sungai utama 1	Tak Teridentifikasi	0,14	0,07	0,0098	0,07
		Tak Teridentifikasi	0,08	0,07	0,0056	
3	Sub Das II	Tak Teridentifikasi	0,17	0,07	0,0119	0,07
		Tak Teridentifikasi	0,13	0,07	0,0091	
4	Sungai utama III	Tak Teridentifikasi	0,25	0,07	0,0175	0,07
		Tak Teridentifikasi	0,73	0,07	0,0511	
5	Sub DAS IV	Tak Teridentifikasi	0,1	0,07	0,007	0,07
		Tak Teridentifikasi	0,39	0,07	0,0273	
6	Sungai utama V	Tak Teridentifikasi	0,39	0,07	0,0273	0,07
		Tak Teridentifikasi	0,21	0,07	0,0147	
7	Sub DAS VI	Tak Teridentifikasi	0,54	0,07	0,0378	0,07
		Tak Teridentifikasi	0,28	0,07	0,0196	
8	Sungai utama VII	Tak Teridentifikasi	0,74	0,07	0,0518	0,07
		Tak Teridentifikasi	0,74	0,07	0,0518	
8	Sub DAS VIII	Pemukiman	0,3	0,7	0,21	0,185
		Tegalan	0,42	0,2	0,084	
		Kebun	0,1	0,2	0,02	
		Semak Belukar	0,12	0,07	0,0084	
		Tak Teridentifikasi	1,29	0,07	0,0903	
		Pemukiman	0,06	0,7	0,042	
		Tegalan	0,04	0,2	0,008	
		Tak Teridentifikasi	0,44	0,07	0,0308	
		Pemukiman	0,68	0,7	0,476	
		Sawah	0,39	0,15	0,0585	
		Tegalan	0,1	0,2	0,02	
		Kebun	0,38	0,2	0,076	
9	Sungai utama IX	Semak Belukar	0,16	0,07	0,0112	0,25
		Pemukiman	0,1	0,7	0,07	
		Sawah	0,24	0,15	0,036	
		Tegalan	0,12	0,2	0,024	
		Kebun	0,12	0,2	0,024	
		Semak Belukar	0,05	0,07	0,0035	
10	Sub DAS X	Pemukiman	2,32	0,7	1,624	0,258
		Sawah	9,17	0,15	1,3755	
		Tegalan	0,4	0,2	0,08	
		Kebun	0,17	0,2	0,034	
		Pemukiman	0,614	0,7	0,4298	
		Sawah	3,98	0,15	0,597	
11	Sungai utama X	Kebun	0,298	0,2	0,0596	0,221
		Semak Belukar	0,05	0,07	0,0035	
		Pemukiman	0,744	0,7	0,5208	
		Sawah	0,098	0,15	0,0147	
		Tegalan	0,208	0,2	0,0416	
		Kebun	0,068	0,2	0,0136	
11	Sub DAS XI	Semak Belukar	0,048	0,07	0,00336	0,509
		Pemukiman	1,6	0,7	1,12	
		Sawah	1,24	0,15	0,186	
		Tegalan	0,208	0,2	0,0416	
		Kebun	0,28	0,2	0,056	
		Semak Belukar	0,47	0,07	0,0329	
12	Sungai utama XI	Pemukiman	0,689	0,7	0,4823	0,668
		Sawah	0,004	0,15	0,0006	
		Kebun	0,01	0,2	0,002	
		Semak Belukar	0,026	0,07	0,00182	

### 5.1.2 Waktu Konsentrasi ( $t_c$ )

Untuk mendapatkan waktu konsentrasi (  $t_c$  ) diperoleh dengan menggunakan

Rumus :

$$t_c = \left[ \frac{0,87 \cdot L}{H2 - H1} \right]^{0,385}$$

Keterangan :

$t_c$  = Waktu konsentrasi ( jam )

L = Panjang aliran sungai ( km )

H1 = Elevasi terendah

H2 = Elevasi tertinggi

Sebagai contoh perhitungan untuk Sub DAS 1 yang memiliki panjang sungai (L) 0,47 km, elevasi terendah (H1) pada 1687 dan elevasi tertinggi (H2) pada 1925, maka waktu konsentrasi (  $t_c$  ) adalah :

$$\begin{aligned} t_c &= \left[ \frac{0,87 \cdot 0,47}{1925 - 1687} \right]^{0,385} \\ &= 0,0862 \text{ jam} \end{aligned}$$

Perhitungan Waktu Konsentrasi (  $t_c$  ) masing-masing Blok dapat dilihat pada Tabel 5.2

### 5.1.3 Koefisien Penyebaran hujan ( $\beta$ )

Koefisien penyebaran hujan merupakan nilai yang digunakan untuk mengoreksi pengaruh penyebaran hujan yang tidak merata pada suatu daerah pengaliran. Nilai besaran ini tergantung dari luas pengaliran dan waktu konsentrasi. Besarnya koefisien penyebaran curah hujan yang terjadi dapat dihitung dengan menggunakan rumus Hasper ( Imam Subarkah, 1980 ).

Rumus :

$$\frac{1}{\beta} = 1 + \frac{t_c + 3,7 \cdot 10^{-0,4t_c}}{t_c^2 + 15} \cdot \frac{A^{0,75}}{12}$$

Keterangan :

$\beta$  = Koefisien penyebaran curah hujan

$t_c$  = Waktu konsentrasi ( jam )

A = Luas areal ( km<sup>2</sup> )

Sebagai contoh perhitungan untuk Sub DAS I yang memiliki luas DAS (A) 0,12 km<sup>2</sup> dan waktu konsentrasi ( $t_c$ ) 0,0862 jam, maka koefisien penyebaran hujan ( $\beta$ ) adalah :

$$\frac{1}{\beta} = 1 + \frac{0,0862 + 3,7 \cdot 10^{-0,4 \cdot 0,0862}}{0,0862^2 + 15} \cdot \frac{0,12^{0,75}}{12}$$

$$\frac{1}{\beta} = 1,0039$$

$$\beta = 0,9960$$

Perhitungan koefisien penyebaran hujan untuk masing-masing Blok dapat dilihat pada Tabel 5.3

Tabel 5.3 Perhitungan Koefisien Penyebaran (  $\beta$  )

Blok	Nama	$t_c$ Jam	Luas ( $\text{Km}^2$ )	Koefisien Penyebaran ( $\beta$ )
1	Sub DAS I	0,0862	0,12	0,9960
	Sungai Utama 1	0,0863	0,14	0,9956
2	Sub DAS II	0,0972	0,08	0,9971
	Sungai Utama II	0,1218	0,17	0,9950
3	Sub DAS III	0,1020	0,13	0,9958
	Sungai Utama III	0,1306	0,25	0,9934
4	Sub DAS IV	0,1658	0,73	0,9856
	Sungai Utama IV	0,1323	0,1	0,9966
5	Sub DAS V	0,1235	0,39	0,9907
	Sungai Utama V	0,1376	0,39	0,9908
6	Sub DAS VI	0,1164	0,21	0,9941
	Sungai Utama VI	0,1382	0,54	0,9883
7	Sub DAS VII	0,1150	0,28	0,9927
	Sungai Utama VII	0,1385	0,74	0,9852
8	Sub DAS VIII	0,1797	2,23	0,9676
	Sungai Utama VIII	0,1434	0,44	0,9900
9	Sub DAS IX	0,2153	2,31	0,9674
	Sungai Utama IX	0,1595	0,63	0,9870
10	Sub DAS X	0,3673	12,06	0,9033
	Sungai Utama X	0,1838	4,902	0,9430
11	Sub DAS XI	0,3512	1,17	0,9816
	Sungai Utama XI	0,1980	3,798	0,9529
12	Sungai Utama	0,1969	0,729	0,9858

#### 5.1.4 Perhitungan Intensitas Hujan Tahunan.

Data curah hujan dalam suatu waktu tertentu (beberapa menit) yang tercatat pada alat pengukur hujan otomatis, dapat diubah menjadi Intensitas Hujan per jam. Dalam perhitungan intensitas curah hujan ini digunakan rumus Dr. Mononobe.

$$\text{Rumus : } I = \frac{R}{24} \left( \frac{24}{t_c} \right)^{2/3}$$

Keterangan :

I = Intensitas hujan (mm/jam)

R = Curah hujan (mm)

$t_c$  = Waktu konsentrasi (jam)

sebagai contoh perhitungan untuk Sub DAS I memiliki curah hujan maksimum bulanan (R) sebesar 209 mm dan waktu konsentrasi ( $t_c$ ) sebesar 0,0862 jam maka besarnya intensitas hujan (I) adalah :

$$\begin{aligned} I &= \frac{174,4911}{24} \left[ \frac{24}{0,0862} \right]^{2/3} \\ &= 310,0101 \text{ mm/jam} \end{aligned}$$

Perhitungan intensitas curah hujan untuk masing-masing Blok dapat dilihat pada Table 5.4

**Tabel 5.4 Perhitungan Intensitas Hujan ( I )**

Blok	Nama	t <sub>c</sub> Jam	Stasiun Mewakili				Intensitas Hujan ( mm/jam )
			Plunyon	Kemput	Prumpung	Beran	
1	Sub DAS 1	0,0862	174,4911	-	-	-	310,0101
	Sungai Utama 1	0,0863	174,4911	-	-	-	309,8197
2	Sub DAS II	0,0972	174,4911	-	-	-	286,1863
	Sungai Utama II	0,1218	174,4911	-	-	-	246,1246
3	Sub DAS III	0,1020	174,4911	-	-	-	277,0771
	Sungai Utama III	0,1306	174,4911	-	-	-	235,0526
4	Sub DAS IV	0,1658	174,4911	-	-	-	200,4076
	Sungai Utama IV	0,1323	174,4911	-	-	-	232,9712
5	Sub DAS V	0,1235	174,4911	-	-	-	243,9620
	Sungai Utama V	0,1376	174,4911	-	-	-	226,9729
6	Sub DAS VI	0,1164	174,4911	-	-	-	253,6871
	Sungai Utama VI	0,1382	174,4911	-	-	-	226,2764
7	Sub DAS VII	0,1150	174,4911	-	-	-	255,8703
	Sungai Utama VII	0,1385	174,4911	-	-	-	226,0214
8	Sub DAS VIII	0,1797	174,4911	-	-	-	189,9291
	Sungai Utama VIII	0,1434	174,4911	-	-	-	220,7621
9	Sub DAS IX	0,2153	-	23,5492	-	-	22,7237
	Sungai Utama IX	0,1595	-	23,5492	-	-	27,7621
10	Sub DAS X	0,3673	-	23,5492	19,8099	-	14,6539
	Sungai Utama X	0,1838	-	23,5492	19,8099	-	23,2508
11	Sub DAS XI	0,3512	-	-	-	24,7745	17,2540
	Sungai Utama XI	0,1980	-	-	19,8099	24,7745	22,7509
12	Sungai Utama	0,1969	-	-	19,8099	24,7745	22,8349

### 5.1.5 Perhitungan Debit Banjir

Setelah didapatkan koefisien aliran, koefisien penyebaran dan intensitas curah hujan yang terjadi di hulu DAS Kali Code sampai perbatasan hilir sungai pada desa Caturtunggal Kodya Yogyakarta, maka dapat dihitung debit banjir kiriman dari Kali Code yang akan diterima Kodya Yogyakarta.

Tabel 5.5 Perhitungan Debit Banjir ( Q )

Blok	Nama	Intensitas Hujan ( mm/jam )	Luas Area ( m <sup>2</sup> )	Koefisien Aliran ( C )	Koefisien Penyebaran ( B )	Debit Banjir ( Q ) ( m <sup>3</sup> /dt )
1	Sub DAS 1	310,0101	120000	0,07	0,9960	0,7205
	Sungai Utama 1	309,8197	140000	0,07	0,9956	0,8397
2	Sub DAS II	286,1863	80000	0,07	0,9971	0,4439
	Sungai Utama II	246,1246	170000	0,07	0,9950	0,8095
3	Sub DAS III	277,0771	130000	0,07	0,9958	0,6975
	Sungai Utama III	235,0526	250000	0,07	0,9934	1,1350
4	Sub DAS IV	200,4076	730000	0,07	0,9856	2,8036
	Sungai Utama IV	232,9712	100000	0,07	0,9966	0,4515
5	Sub DAS V	243,9620	390000	0,07	0,9907	1,8328
	Sungai Utama V	226,9729	390000	0,07	0,9908	1,7053
6	Sub DAS VI	253,6871	210000	0,07	0,9941	1,0298
	Sungai Utama VI	226,2764	540000	0,07	0,9883	2,3480
7	Sub DAS VII	255,8703	280000	0,07	0,9927	1,3829
	Sungai Utama VII	226,0214	740000	0,07	0,9852	3,2040
8	Sub DAS VIII	189,9291	2230000	0,1851	0,9676	21,0705
	Sungai Utama VIII	220,7621	440000	0,1496	0,9900	3,9960
9	Sub DAS IX	22,7237	2310000	0,3752	0,9674	5,2923
	Sungai Utama IX	27,7621	630000	0,25	0,9870	1,1988
10	Sub DAS X	14,6539	12060000	0,2582	0,9033	11,4491
	Sungai Utama X	23,2508	4902000	0,2205	0,9430	6,5834
11	Sub DAS XI	17,2540	1170000	0,5095	0,9816	2,8044
	Sungai Utama XI	22,7509	3798000	0,3782	0,9529	8,6498
12	Sungai Utama	22,8349	729000	0,6677	0,9858	3,0438
						83,4921

Dari perhitungan diatas maka debit banjir kiriman total yang akan diterima oleh Kodya Yogyakarta sebesar :

$$Q_{12} = ( Q_1 + Q_2 + \dots + Q_{11} ) + \beta_{12} \times C_{12} \times I_{12} \times A_{12}$$

$$\begin{aligned} Q_{12} &= ( 1,5602 + 1,2534 + 1,8325 + 3,2551 + 3,5381 + 3,3778 + 4,5869 + \\ &\quad 25,0665 + 6,4911 + 18,0325 + 11,4542 ) + ( 0,9858 \times 0,6677 \times 22,8345 \times \\ &\quad 729000 ) \\ &= 83,4921 \text{ m}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

## 5.2 Analisa Debit Banjir Rencana

Analisis ini dipakai untuk menentukan besar debit rencana dengan kala ulang tertentu, yaitu dengan kala ulang 2 th, 5 th, 10 th, 25 th, 50 th, 100 th, 200 th.

### 5.2.1 Perhitungan parameter Statistik

- Dari kumpulan data yang dianalisa diurutkan dari harga terbesar sampai terkecil atau sebaliknya.

$$\text{Rumus : } \bar{X} = \frac{1}{n} \sum X_i$$

Standar Deviasi

$$\text{Rumus : } S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{(n-1)}}$$

- Koefisien Variasi

$$\text{Rumus } C_v = \frac{S}{\bar{X}}$$



## c. Koefisien A Simetri Skwenes

$$\text{Rumus : } C_s = \frac{n \sum (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2) \cdot S^3}$$

Tabel 5.6a Perhitungan Curah Hujan Rata-rata Pada Stasiun Plunyon

NO	Xi	Xi - X	(Xi - X)^2	(Xi - X)^3
1	6,6019	-44,4202	1973,1542	-87647,9028
2	43,0251	-7,997	63,9520	-511,4242
3	25,1104	-25,9117	671,4162	-17397,5351
4	27,6289	-23,3932	547,2418	-12801,7370
5	96,2101	45,188	2041,9553	92271,8781
6	174,4911	123,469	15244,5940	1882234,7718
7	11,9845	-39,0376	1523,9342	-59490,7343
8	71,9857	20,9636	439,4725	9212,9262
9	56,5892	5,5671	30,9926	172,5389
10	22,3068	-28,7153	824,5685	-23677,7305
11	25,3096	-25,7125	661,1327	-16999,3734
	561,2433		24022,41394	1765365,678

Tabel 5.6a Perhitungan Curah Hujan Rata-rata Pada Stasiun Plunyon

NO	Xi	Xi - X	(Xi - X)^2	(Xi - X)^3
1	12,7035	-3,475	12,075625	-41,96279688
2	18,6272	2,4487	5,99613169	14,68272767
3	23,5492	7,3707	54,32721849	400,4296293
4	18,1428	1,9643	3,85847449	7,579201441
5	18,3101	2,1316	4,54371856	9,685390482
6	13,0225	-3,156	9,960336	-31,43482042
7	8,4482	-7,7303	59,75753809	-461,9436967
8	13,6078	-2,5707	6,60849849	-16,98846707
9	13,9507	-2,2278	4,96309284	-11,05677823
10	16,8733	0,6948	0,48274704	0,335412643
11	20,7282	4,5497	20,69977009	94,17774398
	177,9635		183,2731508	-36,49645375

Tabel 5.6c Perhitungan Curah Hujan Rata-rata Pada Stasiun Prumpung

NO	$X_i$	$X_i - X$	$(X_i - X)^2$	$(X_i - X)^3$
1	15,1472	0,6512	0,42406	0,27615
2	19,8099	5,3139	28,23753	150,05143
3	14,189	-0,307	0,09425	-0,02893
4	17,7628	3,2668	10,67198	34,86323
5	12,634	-1,862	3,46704	-6,45564
6	8,9545	-5,5415	30,70822	-170,16961
7	11,3032	-3,1928	10,19397	-32,54731
8	17,8001	3,3041	10,91708	36,07111
9	15,0335	0,5375	0,28891	0,15529
10	11,2728	-3,2232	10,38902	-33,48588
11	15,549	1,053	1,10881	1,16758
	159,456		106,5009	-20,1026

Tabel 5.6d Perhitungan Curah Hujan Rata-rata Pada Stasiun Beran

NO	$X_i$	$X_i - X$	$(X_i - X)^2$	$(X_i - X)^3$
1	14,6034	0,5436	0,2955	0,1606
2	14,2181	0,1583	0,0251	0,0040
3	13,1226	-0,9372	0,8783	-0,8232
4	18,122	4,0622	16,5015	67,0323
5	13,1309	-0,9289	0,8629	-0,8015
6	4,7701	-9,2897	86,2985	-801,6874
7	7,2268	-6,833	46,6899	-319,0320
8	14,4679	0,4081	0,1665	0,0680
9	24,7745	10,7147	114,8048	1230,0989
10	14,6024	0,5426	0,2944	0,1597
11	15,6193	1,5595	2,4320	3,7928
	154,658		269,2494	178,9722

Sebagai contoh perhitungan untuk stasiun pengukur hujan Plunyon memiliki jumlah total curah hujan ( $X$ ) = 561,2433 mm, jumlah data ( $n$ ) = 11 buah didapat :

1. Curah hujan rata-rata

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{1}{11} \Sigma 561,2433 \\ &= 51,0221 \text{ mm}\end{aligned}$$

2. Standar deviasi

$$\begin{aligned}S &= \sqrt{\frac{\Sigma(2402241394)}{(11-1)}} \\ &= 49,0127\end{aligned}$$

3. Koefisien variasi

$$\begin{aligned}C_v &= \frac{49,0127}{51,0221} \\ &= 0,9606\end{aligned}$$

4. Koefisien A simetris skwenes

$$\begin{aligned}C_s &= \frac{11\Sigma(1765365,678)}{(11-1)(11-2).49,0127^3} \\ &= 1,8326\end{aligned}$$

Tabel 5.7 Pemilihan sebaran

Sebaran	Syarat	Hasil	Keterangan
Normal	$C_s \approx 0$	$C_s = 1,8326$	Tidak
Gumbel Tipe I	$C_s = 1,1396$	$C_s = 1,8326$	Tidak
Log Normal 2 Parameter	$C_s/C_v \approx 3$	$C_s/C_v = 1,9077$	Tidak
Log Pearson III	Yang tidak termasuk sebaran diatas		Dicoba

Sumber : Sri Harto, 1980

Perhitungan untuk stasiun hujan yang lainnya dapat dilihat pada Tabel berikut

Tabel 5.8 perhitungan Parameter Statistik

Stasiun	$X_{tot}$	$\bar{X}$	n	$\Sigma (X - \bar{X})^2$	$\Sigma (X - \bar{X})^3$	S	Cv	Cs
Pluyon	561,2433	51,0221	11	24022,4139	1765365,6780	49,0127	0,9606	1,8326
Kemput	177,9635	16,1785	11	183,2731	-36,4964	4,2810	0,2646	-0,0569
Prumpung	159,4560	14,4960	11	106,5009	-20,1026	3,2634	0,2251	-0,0707
Beran	154,6580	14,0598	11	269,2494	128,9722	5,1889	0,3691	0,1128

Selanjutnya akan dihitung curah hujan rencana dengan sebaran Log Pearson III

Tabel 5.9a Sebaran Log Pearson III Pada Stasiun Plunyon

NO	$X_i$	LOG $X_i$	(LOG $X_i$ - LOG $X$ )	(LOG $X_i$ - LOG $X$ ) <sup>2</sup>	(LOG $X_i$ - LOG $X$ ) <sup>3</sup>
1	6,6019	0,8197	-0,7221	0,5215	-0,3766
2	43,0251	1,6337	0,0919	0,0084	0,0008
3	25,1104	1,3999	-0,1419	0,0201	-0,0029
4	27,6289	1,4414	-0,1004	0,0101	-0,0010
5	96,2101	1,9832	0,4414	0,1949	0,0860
6	174,4911	2,2418	0,7000	0,4900	0,3430
7	11,9845	1,0786	-0,4632	0,2145	-0,0994
8	71,9857	1,8572	0,3154	0,0995	0,0314
9	56,5892	1,7527	0,2109	0,0445	0,0094
10	22,3068	1,3484	-0,1934	0,0374	-0,0072
11	25,3096	1,4033	-0,1385	0,0192	-0,0027
	561,2433	16,9599		1,6601	-0,0192

Tabel 5.9b Sebaran Log Pearson III Pada Stasiun Kemput

NO	$X_i$	LOG $X_i$	LOG ( $X_i - \text{LOG } X$ )	LOG ( $X_i - \text{LOG } X$ ) <sup>2</sup>	LOG ( $X_i - \text{LOG } X$ ) <sup>3</sup>
1	12,7035	1,1039	-0,0898	0,0081	-0,0007
2	18,6272	1,2701	0,0764	0,0058	0,0004
3	23,5492	1,3720	0,1783	0,0318	0,0057
4	18,1428	1,2587	0,0650	0,0042	0,0003
5	18,3101	1,2627	0,0690	0,0048	0,0003
6	13,0225	1,1147	-0,0790	0,0062	-0,0005
7	8,4482	0,9268	-0,2669	0,0713	-0,0190
8	13,6078	1,1338	-0,0599	0,0036	-0,0002
9	13,9507	1,1446	-0,0491	0,0024	-0,0001
10	16,8733	1,2272	0,0335	0,0011	0,0000
11	20,7282	1,3166	0,1229	0,0151	0,0019
	177,9635	13,1310		0,1544	-0,0120

Tabel 5.9c Sebaran Log Pearson III Pada Stasiun Prumpung

NO	$X_i$	LOG $X_i$	LOG ( $X_i - \text{LOG } X$ )	LOG ( $X_i - \text{LOG } X$ ) <sup>2</sup>	LOG ( $X_i - \text{LOG } X$ ) <sup>3</sup>
1	15,1472	1,1803	0,0297	0,0009	0,0000
2	19,8099	1,2969	0,1463	0,0214	0,0031
3	14,189	1,1520	0,0014	0,0000	0,0000
4	17,7628	1,2495	0,0989	0,0098	0,0010
5	12,634	1,1015	-0,0491	0,0024	-0,0001
6	8,9545	0,9520	-0,1986	0,0394	-0,0078
7	11,3032	1,0532	-0,0974	0,0095	-0,0009
8	17,8001	1,2504	0,0998	0,0100	0,0010
9	15,0335	1,1771	0,0265	0,0007	0,0000
10	11,2728	1,0520	-0,0986	0,0097	-0,0010
11	15,549	1,1917	0,0411	0,0017	0,0001
	159,456	12,6567		0,1055	-0,0046

Tabel 5.9d Sebaran Log Pearson III Pada Stasiun Beran

NO	$X_i$	LOG $X_i$	LOG ( $X_i - \text{LOG } X$ )	LOG ( $X_i - \text{LOG } X$ ) <sup>2</sup>	LOG ( $X_i - \text{LOG } X$ ) <sup>3</sup>
1	14,6034	1,1645	0,0498	0,0025	0,0001
2	14,2181	1,1528	0,0381	0,0015	0,0001
3	13,1226	1,1180	0,0033	0,0000	0,0000
4	18,122	1,2582	0,1435	0,0206	0,0030
5	13,1309	1,1183	0,0036	0,0000	0,0000
6	4,7701	0,6785	-0,4362	0,1902	-0,0830
7	7,2268	0,8589	-0,2558	0,0654	-0,0167
8	14,4679	1,1604	0,0457	0,0021	0,0001
9	24,7745	1,3940	0,2793	0,0780	0,0218
10	14,6024	1,1644	0,0497	0,0025	0,0001
11	15,6193	1,1937	0,0790	0,0062	0,0005
	154,658	12,2618		0,3690	-0,0741

Sebagai contoh perhitungan parameter statistik untuk sebaran Log Pearson III pada stasiun pengukur hujan Plunyon yang memiliki jumlah total curah hujan (X) = 561,2433 mm, jumlah data (n) = 11 buah didapat :

1. Curah hujan rata-rata

$$\begin{aligned}\text{Log X} &= \frac{16,9599}{11} \\ &= 1,5416 \text{ mm}\end{aligned}$$

2. Standar deviasi

$$\begin{aligned}S &= \sqrt{\frac{\Sigma(1,6601)}{(11-1)}} \\ &= 0,4074\end{aligned}$$

4. Koefisien A simetris skwenes

$$\begin{aligned}C_s &= \frac{11\Sigma(-0,0192)^3}{(11-1)(11-2).0.4074^3} \\ &= -0,0347\end{aligned}$$

Perhitungan parameter statistik untuk sebaran Log Pearson III pada stasiun lain dapat dilihat pada Tabel berikut ini

Tabel 5.10 perhitungan Parameter Statistik Dengan Log Pearson III

Stasiun	Xtot	Log X	Log X tot	$\Sigma \text{Log (Xtot-X)}$	$\Sigma \text{Log (Xtot-X)}^2$	$\Sigma \text{Log (Xtot-X)}^3$	S	Cs
Plunyon	561,2433	1,5416	16,9599	15,4183	1,6601	-0,0192	0,4074	-0,0347
Kemput	177,9635	1,1937	13,131	11,9373	0,1544	-0,0120	0,1243	-0,7645
Prumpung	159,4560	1,1506	12,6567	11,5061	0,1055	-0,0046	0,1027	-0,5188
Beran	154,6580	1,1147	12,2618	11,1471	0,3690	-0,0741	0,1921	-1,2777

Setelah diketahui harga Cs untuk masing-masing stasiun maka dapat ditentukan koefisien frekuensi berdasarkan Tabel faktor frekuensi (K) untuk agihan Log Pearson III (Tabel terlampir) untuk kala ulang 2 th, 5 th, 10 th, 25 th, 50 th, 100 th, 200 th, dan dapat diketahui curah hujan rencana pada kala ulang tersebut.

Perhitungan curah hujan rencana untuk masing-masing stasiun dapat dilihat pada Tabel berikut menggunakan rumus :

$$\text{Log } R = \log \bar{X} + K \cdot S$$

Tabel 5.11a Perhitungan Hujan Rencana menurut Sebaran Log pearson III pada Stasiun Plunyon

Kala Ulang	Log $\bar{X}$	S	K	Log R	R
2	1,5416	0,4074	0,0059	1,5414	34,7853
5	1,5416	0,4074	0,8434	1,8852	76,7781
10	1,5416	0,4074	1,2778	2,0622	115,4067
25	1,5416	0,4074	1,7389	2,2501	177,8701
50	1,5416	0,4074	2,0353	1,7507	56,3186
100	1,5416	0,4074	2,3003	2,4788	301,1908
200	1,5416	0,4074	2,5434	2,5779	378,3407

Tabel 5.11b Perhitungan Hujan Rencana menurut Sebaran Log pearson III pada Stasiun Kempt

Kala Ulang	Log $\bar{X}$	S	K	Log R	R
2	1,1937	0,1243	0,1263	1,0971	12,5068
5	1,1937	0,1243	0,8564	1,3001	19,9579
10	1,1937	0,1243	1,172	1,3393	21,8439
25	1,1937	0,1243	1,4662	1,3759	23,7622
50	1,1937	0,1243	1,6262	1,5061	32,0688
100	1,1937	0,1243	1,589	1,4123	25,8379
200	1,1937	0,1243	1,8686	1,4259	26,6617

Tabel 5.11c Perhitungan Hujan Rencana menurut Sebaran Log pearson III pada Stasiun Prumpung

Kala Ulang	Log $\bar{X}$	S	K	Log R	R
2	1,1506	0,1027	0,086	1,1060	12,7638
5	1,1506	0,1027	0,8562	1,2385	17,3198
10	1,1506	0,1027	1,213	1,2752	18,8448
25	1,1506	0,1027	0,156	1,1666	14,6765
50	1,1506	0,1027	1,7663	1,1506	14,1449
100	1,1506	0,1027	1,9049	1,3463	22,1952
200	1,1506	0,1027	2,0907	1,3653	23,1922

Tabel 5.11d Perhitungan Hujan Rencana menurut Sebaran Log pearson III pada Stasiun Beran

Kala Ulang	Log $\bar{X}$	S	K	Log R	R
2	1,1147	0,1921	0,2067	0,8506	7,0892
5	1,1147	0,1921	0,8394	1,2759	18,8775
10	1,1147	0,1921	1,0091	1,3201	20,8962
25	1,1147	0,1921	1,2497	1,3548	22,6339
50	1,1147	0,1921	1,3367	1,1147	13,0227
100	1,1147	0,1921	1,3982	1,3833	24,1705
200	1,1147	0,1921	1,4417	1,3916	24,6400



Setelah didapatkan curah hujan rancangan untuk T tahun maka dapat dihitung besarnya debit banjir rancangan untuk kala ulang 2th, 5th, 10th, 25th, 50th, 100th, 200th. Perhitungan debit banjir rancangan dapat dilihat pada Tabel 5.12

Tabel 5.12a Perhitungan Debit Banjir Kala Ulang 2 th

Blok	Nama	t <sub>c</sub> Jam	Stasiun Mewakili				Intensitas Hujan ( mm/jam )	Luas Area ( m <sup>2</sup> )	Koefisien Aliran ( C )	Koefisien Penyebaran ( B )	Debit Banjir ( Q ) ( m <sup>3</sup> /dt)
			Plunyon	Kempul	Prumpung	Beran					
1	Sub DAS 1	0,0862	34,7853	-	-	-	120000	0,07	0,9960	0,1436	
	Sungai Utama 1	0,0863	34,7853	-	-	-	140000	0,07	0,9956	0,1674	
2	Sub DAS II	0,0972	34,7853	-	-	-	80000	0,07	0,9971	0,0885	
	Sungai Utama II	0,1218	34,7853	-	-	-	170000	0,07	0,9950	0,1614	
3	Sub DAS III	0,1020	34,7853	-	-	-	130000	0,07	0,9958	0,1390	
	Sungai Utama III	0,1306	34,7853	-	-	-	250000	0,07	0,9934	0,2263	
4	Sub DAS IV	0,1658	34,7853	-	-	-	730000	0,07	0,9856	0,5589	
	Sungai Utama IV	0,1323	34,7853	-	-	-	100000	0,07	0,9966	0,0900	
5	Sub DAS V	0,1235	34,7853	-	-	-	390000	0,07	0,9907	0,3654	
	Sungai Utama V	0,1376	34,7853	-	-	-	390000	0,07	0,9908	0,3400	
6	Sub DAS VI	0,1164	34,7853	-	-	-	210000	0,07	0,9941	0,2053	
	Sungai Utama VI	0,1382	34,7853	-	-	-	540000	0,07	0,9883	0,4681	
7	Sub DAS VII	0,1150	34,7853	-	-	-	280000	0,07	0,9927	0,2757	
	Sungai Utama VII	0,1385	34,7853	-	-	-	740000	0,07	0,9852	0,6387	
8	Sub DAS VIII	0,1797	34,7853	-	-	-	2230000	0,1851	0,9676	4,2005	
	Sungai Utama VIII	0,1434	34,7853	-	-	-	440000	0,1496	0,9900	0,7966	
9	Sub DAS IX	0,2153	-	12,5068	-	-	2310000	0,3752	0,9674	2,8107	
	Sungai Utama IX	0,1595	-	12,5068	-	-	630000	0,25	0,9870	0,6367	
10	Sub DAS X	0,3673	-	12,5068	12,7638	-	12060000	0,2582	0,9033	6,6728	
	Sungai Utama X	0,1838	-	12,5068	12,7638	-	4902000	0,2205	0,9430	3,8369	
11	Sub DAS XI	0,3512	-	-	-	7,0892	1170000	0,5095	0,9816	0,8025	
	Sungai Utama XI	0,1980	-	-	-	7,0892	3798000	0,3782	0,9529	3,8517	
12	Sungai Utama	0,1969	-	-	-	7,0892	729000	0,6677	0,9858	1,3554	
Debit Total =										28,8320	

Tabel 5.12b Perhitungan Debit Banjir Kala Ulang 5 th

Blok	Nama	t <sub>c</sub> Jam	Stasiun Mewakili				Intensitas Hujan ( mm/jam )	Luas Area ( m <sup>2</sup> )	Koefisien Aliran ( C )	Koefisien Penyebaran ( B )	Debit Banjir ( Q ) ( m <sup>3</sup> /dt)	
			Plunyon		Kempul	Prumpung						Beran
1	Sub DAS 1	0,0862	76,7781	-	-	-	120000	0,07	0,9960	0,3170		
	Sungai Utama 1	0,0863	76,7781	-	-	-	140000	0,07	0,9956	0,3695		
2	Sub DAS II	0,0972	76,7781	-	-	-	80000	0,07	0,9971	0,1953		
	Sungai Utama II	0,1218	76,7781	-	-	-	170000	0,07	0,9950	0,3562		
3	Sub DAS III	0,1020	76,7781	-	-	-	130000	0,07	0,9958	0,3069		
	Sungai Utama III	0,1306	76,7781	-	-	-	250000	0,07	0,9934	0,4994		
4	Sub DAS IV	0,1658	76,7781	-	-	-	730000	0,07	0,9856	1,2336		
	Sungai Utama IV	0,1323	76,7781	-	-	-	100000	0,07	0,9966	0,1987		
5	Sub DAS V	0,1235	76,7781	-	-	-	390000	0,07	0,9907	0,8065		
	Sungai Utama V	0,1376	76,7781	-	-	-	390000	0,07	0,9908	0,7504		
6	Sub DAS VI	0,1164	76,7781	-	-	-	210000	0,07	0,9941	0,4531		
	Sungai Utama VI	0,1382	76,7781	-	-	-	540000	0,07	0,9883	1,0332		
7	Sub DAS VII	0,1150	76,7781	-	-	-	280000	0,07	0,9927	0,6085		
	Sungai Utama VII	0,1385	76,7781	-	-	-	740000	0,07	0,9852	1,4098		
8	Sub DAS VIII	0,1797	76,7781	-	-	-	2230000	0,1851	0,9676	9,2712		
	Sungai Utama VIII	0,1434	76,7781	-	-	-	440000	0,1496	0,9900	1,7583		
9	Sub DAS IX	0,2153	-	19,9579	-	-	2310000	0,3752	0,9674	4,4852		
	Sungai Utama IX	0,1595	-	19,9579	-	-	630000	0,25	0,9870	1,0160		
10	Sub DAS X	0,3673	-	19,9579	17,3198	-	12060000	0,2582	0,9033	9,9433		
	Sungai Utama X	0,1838	-	19,9579	17,3198	-	4902000	0,2205	0,9430	6,0605		
11	Sub DAS XI	0,3512	-	-	17,3198	18,8775	1170000	0,5095	0,9816	2,1369		
	Sungai Utama XI	0,1980	-	-	17,3198	18,8775	3798000	0,3782	0,9529	7,3248		
12	Sungai Utama	0,1969	-	-	17,3198	18,8775	729000	0,6677	0,9858	2,5776		
Debit Total =										53,0119		

Tabel 5.12c Perhitungan Debit Banjir Kala Ulang 10 th

Blok	Nama	t <sub>c</sub> Jam	Stasiun Mewakili			Intensitas Hujan ( mm/jam )	Luas Area ( m <sup>2</sup> )	Koefisien Aliran ( C )	Koefisien Penyebaran ( B )	Debit Banjir ( Q ) ( m <sup>3</sup> /dt)
			Plunyon	Kempit	Prumpung					
1	Sub DAS 1	0,0862	115,4067	-	-	205,0377	120000	0,07	0,9960	0,4765
	Sungai Utama 1	0,0863	115,4067	-	-	204,9117	140000	0,07	0,9956	0,5553
2	Sub DAS II	0,0972	115,4067	-	-	189,2808	80000	0,07	0,9971	0,2936
	Sungai Utama II	0,1218	115,4067	-	-	162,7844	170000	0,07	0,9950	0,5354
3	Sub DAS III	0,1020	115,4067	-	-	183,2561	130000	0,07	0,9958	0,4613
	Sungai Utama III	0,1306	115,4067	-	-	155,4615	250000	0,07	0,9934	0,7507
4	Sub DAS IV	0,1658	115,4067	-	-	132,5476	730000	0,07	0,9856	1,8543
	Sungai Utama IV	0,1323	115,4067	-	-	154,0849	100000	0,07	0,9966	0,2986
5	Sub DAS V	0,1235	115,4067	-	-	161,3541	390000	0,07	0,9907	1,2122
	Sungai Utama V	0,1376	115,4067	-	-	150,1177	390000	0,07	0,9908	1,1279
6	Sub DAS VI	0,1164	115,4067	-	-	167,7862	210000	0,07	0,9941	0,6811
	Sungai Utama VI	0,1382	115,4067	-	-	149,6570	540000	0,07	0,9883	1,5530
7	Sub DAS VII	0,1150	115,4067	-	-	169,2301	280000	0,07	0,9927	0,9146
	Sungai Utama VII	0,1385	115,4067	-	-	149,4883	740000	0,07	0,9852	2,1191
8	Sub DAS VIII	0,1797	115,4067	-	-	125,6173	2230000	0,1851	0,9676	13,9358
	Sungai Utama VIII	0,1434	115,4067	-	-	146,0099	440000	0,1496	0,9900	2,6429
9	Sub DAS IX	0,2153	-	21,8439	-	21,0781	2310000	0,3752	0,9674	4,9091
	Sungai Utama IX	0,1595	-	21,8439	-	25,7518	630000	0,25	0,9870	1,1120
10	Sub DAS X	0,3673	-	21,8439	18,8448	13,7514	12060000	0,2582	0,9033	10,7440
	Sungai Utama X	0,1838	-	21,8439	18,8448	21,8188	4902000	0,2205	0,9430	6,1779
11	Sub DAS XI	0,3512	-	-	20,8962	14,5530	1170000	0,5095	0,9816	2,3654
	Sungai Utama XI	0,1980	-	-	20,8962	20,2794	3798000	0,3782	0,9529	7,7101
12	Sungai Utama	0,1969	-	-	20,8962	20,3542	729000	0,6677	0,9858	2,7131
Debit Total =									65,1440	

Tabel 5.12d Perhitungan Debit Banjir Kala Ulang 25 th

Blok	Nama	t <sub>c</sub> Jam	Stasiun Mewakili				Intensitas Hujan ( mm/jam )	Luas Area ( m <sup>2</sup> )	Koefisien Aliran ( C )	Koefisien Penyebaran ( B )	Debit Banjir ( Q ) ( m <sup>3</sup> /dt)
			Plunyon	Kempul	Prumpung	Beran					
1	Sub DAS 1	0,0862	197,8701	-	-	-	120000	0,07	0,9960	0,8170	
	Sungai Utama 1	0,0863	197,8701	-	-	-	140000	0,07	0,9956	0,9522	
2	Sub DAS II	0,0972	197,8701	-	-	-	80000	0,07	0,9971	0,5034	
	Sungai Utama II	0,1218	197,8701	-	-	-	170000	0,07	0,9950	0,9180	
3	Sub DAS III	0,1020	197,8701	-	-	-	130000	0,07	0,9958	0,7909	
	Sungai Utama III	0,1306	197,8701	-	-	-	250000	0,07	0,9934	1,2871	
4	Sub DAS IV	0,1658	197,8701	-	-	-	730000	0,07	0,9856	3,1793	
	Sungai Utama IV	0,1323	197,8701	-	-	-	100000	0,07	0,9966	0,5120	
5	Sub DAS V	0,1235	197,8701	-	-	-	390000	0,07	0,9907	2,0784	
	Sungai Utama V	0,1376	197,8701	-	-	-	390000	0,07	0,9908	1,9338	
6	Sub DAS VI	0,1164	197,8701	-	-	-	210000	0,07	0,9941	1,1678	
	Sungai Utama VI	0,1382	197,8701	-	-	-	540000	0,07	0,9883	2,6626	
7	Sub DAS VII	0,1150	197,8701	-	-	-	280000	0,07	0,9927	1,5682	
	Sungai Utama VII	0,1385	197,8701	-	-	-	740000	0,07	0,9852	3,6333	
8	Sub DAS VIII	0,1797	197,8701	-	-	-	2230000	0,1851	0,9676	23,8936	
	Sungai Utama VIII	0,1434	197,8701	-	-	-	440000	0,1496	0,9900	4,5314	
9	Sub DAS IX	0,2153	-	23,7622	-	-	2310000	0,3752	0,9674	5,3402	
	Sungai Utama IX	0,1595	-	23,7622	-	-	630000	0,25	0,9870	1,2097	
10	Sub DAS X	0,3673	-	23,7622	14,6765	-	12060000	0,2582	0,9033	10,1492	
	Sungai Utama X	0,1838	-	23,7622	14,6765	-	4902000	0,2205	0,9430	5,8362	
11	Sub DAS XI	0,3512	-	-	-	22,6339	1170000	0,5095	0,9816	2,5621	
	Sungai Utama XI	0,1980	-	-	-	22,6339	3798000	0,3782	0,9529	7,2386	
12	Sungai Utama	0,1969	-	-	-	22,6339	729000	0,6677	0,9858	2,5471	
Debit Total =										85,3120	

Tabel 5.12e Perhitungan Debit Banjir Kala Ulang 50 th

Blok	Nama	t <sub>c</sub> Jam	Stasiun Mewakili			Intensitas Hujan (mm/jam)	Luas Area (m <sup>2</sup> )	Koefisien Aliran (C)	Koefisien Penyebaran (B)	Debit Banjir (Q) (m <sup>3</sup> /dt)
			Plunyon	Kempit	Prumpung					
1	Sub DAS 1	0,0862	234,8443	-	-	417,2368	120000	0,07	0,9697	0,9697
	Sungai Utama 1	0,0863	234,8443	-	-	416,9806	140000	0,07	0,9956	1,1301
2	Sub DAS II	0,0972	234,8443	-	-	385,1727	80000	0,07	0,9971	0,5974
	Sungai Utama II	0,1218	234,8443	-	-	331,2545	170000	0,07	0,9950	1,0895
3	Sub DAS III	0,1020	234,8443	-	-	372,9129	130000	0,07	0,9958	0,9387
	Sungai Utama III	0,1306	234,8443	-	-	316,3529	250000	0,07	0,9934	1,5276
4	Sub DAS IV	0,1658	234,8443	-	-	269,7249	730000	0,07	0,9856	3,7734
	Sungai Utama IV	0,1323	234,8443	-	-	313,5516	100000	0,07	0,9966	0,6076
5	Sub DAS V	0,1235	234,8443	-	-	328,3439	390000	0,07	0,9907	2,4668
	Sungai Utama V	0,1376	234,8443	-	-	305,4786	390000	0,07	0,9908	2,2952
6	Sub DAS VI	0,1164	234,8443	-	-	341,4327	210000	0,07	0,9941	1,3860
	Sungai Utama VI	0,1382	234,8443	-	-	304,5412	540000	0,07	0,9883	3,1602
7	Sub DAS VII	0,1150	234,8443	-	-	344,3710	280000	0,07	0,9927	1,8612
	Sungai Utama VII	0,1385	234,8443	-	-	304,1979	740000	0,07	0,9852	4,3123
8	Sub DAS VIII	0,1797	234,8443	-	-	255,6220	2230000	0,1851	0,9676	28,3583
	Sungai Utama VIII	0,1434	234,8443	-	-	297,1195	440000	0,1496	0,9900	5,3781
9	Sub DAS IX	0,2153	-	32,0688	-	30,9446	2310000	0,3752	0,9674	7,2070
	Sungai Utama IX	0,1595	-	32,0688	-	37,8059	630000	0,25	0,9870	1,6325
10	Sub DAS X	0,3673	-	32,0688	-	12,6186	12060000	0,2582	0,9033	9,8589
	Sungai Utama X	0,1838	-	32,0688	-	24,7815	4902000	0,2205	0,9430	7,0168
11	Sub DAS XI	0,3512	-	-	13,0227	9,0696	1170000	0,5095	0,9816	1,4741
	Sungai Utama XI	0,1980	-	-	13,0227	13,8633	3798000	0,3782	0,9529	5,2708
12	Sungai Utama	0,1969	-	-	13,0227	16,9145	729000	0,6677	0,9858	2,2546
Debit Total =									94,5668	

Tabel 5.12f Perhitungan Debit Banjir Kala Ulang 100 th

Blok	Nama	t <sub>c</sub> Jam	Stasiun Mewakili				Intensitas Hujan ( mm/jam )	Luas Area ( m <sup>2</sup> )	Koefisien Aliran ( C )	Koefisien Penyebaran ( B )	Debit Banjir ( Q ) ( m <sup>3</sup> /dt)
			Plunyon	Kempud	Prumpung	Beran					
1	Sub DAS 1	0,0862	301,1908	-	-	-	120000	0,07	0,9960	1,2437	
	Sungai Utama 1	0,0863	301,1908	-	-	-	140000	0,07	0,9956	1,4493	
2	Sub DAS II	0,0972	301,1908	-	-	-	80000	0,07	0,9971	0,7662	
	Sungai Utama II	0,1218	301,1908	-	-	-	170000	0,07	0,9950	1,3973	
3	Sub DAS III	0,1020	301,1908	-	-	-	130000	0,07	0,9958	1,2039	
	Sungai Utama III	0,1306	301,1908	-	-	-	250000	0,07	0,9934	1,9592	
4	Sub DAS IV	0,1658	301,1908	-	-	-	730000	0,07	0,9856	4,8394	
	Sungai Utama IV	0,1323	301,1908	-	-	-	100000	0,07	0,9966	0,7793	
5	Sub DAS V	0,1235	301,1908	-	-	-	390000	0,07	0,9907	3,1637	
	Sungai Utama V	0,1376	301,1908	-	-	-	390000	0,07	0,9908	2,9436	
6	Sub DAS VI	0,1164	301,1908	-	-	-	210000	0,07	0,9941	1,7775	
	Sungai Utama VI	0,1382	301,1908	-	-	-	540000	0,07	0,9883	4,0530	
7	Sub DAS VII	0,1150	301,1908	-	-	-	280000	0,07	0,9927	2,3870	
	Sungai Utama VII	0,1385	301,1908	-	-	-	740000	0,07	0,9852	5,5305	
8	Sub DAS VIII	0,1797	301,1908	-	-	-	2230000	0,1851	0,9676	36,3699	
	Sungai Utama VIII	0,1434	301,1908	-	-	-	440000	0,1496	0,9900	6,8975	
9	Sub DAS IX	0,2153	-	25,8379	-	-	2310000	0,3752	0,9674	5,8067	
	Sungai Utama IX	0,1595	-	25,8379	-	-	630000	0,25	0,9870	1,3153	
10	Sub DAS X	0,3673	-	25,8379	22,1952	-	12060000	0,2582	0,9033	12,6833	
	Sungai Utama X	0,1838	-	25,8379	22,1952	-	4902000	0,2205	0,9430	7,2930	
11	Sub DAS XI	0,3512	-	-	22,1952	24,1705	1170000	0,5095	0,9816	2,7360	
	Sungai Utama XI	0,1980	-	-	22,1952	24,1705	3798000	0,3782	0,9529	8,9954	
12	Sungai Utama	0,1969	-	-	22,1952	24,1705	729000	0,6677	0,9858	3,1654	
Debit Total =										118,7561	

Sebagai pembanding dalam perhitungan curah hujan rencana digunakan Distribusi Gumbel

Rumus :

$$X_T = b + (1/a) \times Y_T$$

$$Y_T = - \ln [ - \ln \{ (T_r - 1) / T_r \} ]$$

$$1/a = S / S_n$$

$$b = \bar{X} - \frac{yn.s}{S_n}$$

Keterangan

$X_t$  = Curah hujan rencana

$Y_t$  = Reduced variate

$T_r$  = Kala ulang T tahun

$S$  = Standar deviasi

$S_n$  = Reduced standar deviasi

$Y_n$  = Reduced mean

$\bar{X}$  = Harga rata-rata curah hujan

$n$  = Jumlah data

Sebagai contoh perhitungan untuk stasiun plunyon kala ulang 2 th, dari perhitungan parameter statistik didapat  $\bar{X} = 51,0221$ , standar deviasi ( $S$ ) = 49,0127 dengan jumlah data ( $n$ ) = 11, dari tabel hubungan antara  $Y_n$ ,  $S_n$  dengan jumlah data maka didapat  $Y_n = 0,4996$ ,  $S_n = 0,9676$



$$Y_t = -\ln[-\ln\{(2-1)/2\}] = 0,3665$$

$$1/a = S/S_n = 49,0127 / 0,9676 = 20,6539$$

$$b = 51,0221 - \frac{0,4996 \cdot 49,0127}{0,9676} = 25,7154$$

$$X_t = 25,7154 + (20,6539 \times 0,3665)$$

$$= 44,2807 \text{ mm}$$

Perhitungan untuk stasiun lainnya dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 5.13a Perhitungan Distribusi Gumbel Pada Stasiun Kempur

Kala Ulang ( T )	Tr	Sn	Yn	1/a	b	X <sub>T</sub>
2	0,36651	0,9676	0,4996	4,4243	13,9681	15,5897
5	1,49994	0,9676	0,4996	4,4243	13,9681	20,6044
10	2,25037	0,9676	0,4996	4,4243	13,9681	23,9245
25	3,19853	0,9676	0,4996	4,4243	13,9681	28,1195
50	3,90194	0,9676	0,4996	4,4243	13,9681	31,2316
100	4,60015	0,9676	0,4996	4,4243	13,9681	34,3208
200	5,29581	0,9676	0,4996	4,4243	13,9681	37,3986
300	5,70211	0,9676	0,4996	4,4243	13,9681	39,1962
400	5,99021	0,9676	0,4996	4,4243	13,9681	40,4709
500	6,21361	0,9676	0,4996	4,4243	13,9681	41,4593
600	6,39610	0,9676	0,4996	4,4243	13,9681	42,2667
700	6,55037	0,9676	0,4996	4,4243	13,9681	42,9492
800	6,68399	0,9676	0,4996	4,4243	13,9681	43,5404
900	6,80184	0,9676	0,4996	4,4243	13,9681	44,0618
1000	6,90726	0,9676	0,4996	4,4243	13,9681	44,5282

Tabel 5.13b Perhitungan Distribusi Gumbel Pada Stasiun Plunyon

Kala Ulang (T)	Tr	Sn	Yn	1/a	b	R
2	0,36651	0,9676	0,4996	50,6539	25,7154	44,2807
5	1,49994	0,9676	0,4996	50,6539	25,7154	101,6932
10	2,25037	0,9676	0,4996	50,6539	25,7154	139,7053
25	3,19853	0,9676	0,4996	50,6539	25,7154	187,7336
50	3,90194	0,9676	0,4996	50,6539	25,7154	223,3638
100	4,60015	0,9676	0,4996	50,6539	25,7154	258,7309
200	5,29581	0,9676	0,4996	50,6539	25,7154	293,9689
300	5,70211	0,9676	0,4996	50,6539	25,7154	314,5496
400	5,99021	0,9676	0,4996	50,6539	25,7154	329,1430
500	6,21361	0,9676	0,4996	50,6539	25,7154	340,4588
600	6,39610	0,9676	0,4996	50,6539	25,7154	349,7025
700	6,55037	0,9676	0,4996	50,6539	25,7154	357,5169
800	6,68399	0,9676	0,4996	50,6539	25,7154	364,2853
900	6,80184	0,9676	0,4996	50,6539	25,7154	370,2550
1000	6,90726	0,9676	0,4996	50,6539	25,7154	375,5947
5592	72,35873	14,514	7,494	759,8083	385,7313	4050,9821

Tabel 5.13c Perhitungan Distribusi Gumbel Pada Stasiun Prumpung

Kala Ulang (T)	Tr	Sn	Yn	1/a	b	R
2	0,36651	0,9676	0,4996	3,3727	12,8110	14,0471
5	1,49994	0,9676	0,4996	3,3727	12,8110	17,8698
10	2,25037	0,9676	0,4996	3,3727	12,8110	20,4008
25	3,19853	0,9676	0,4996	3,3727	12,8110	23,5986
50	3,90194	0,9676	0,4996	3,3727	12,8110	25,9710
100	4,60015	0,9676	0,4996	3,3727	12,8110	28,3258
200	5,29581	0,9676	0,4996	3,3727	12,8110	30,6721
300	5,70211	0,9676	0,4996	3,3727	12,8110	32,0424
400	5,99021	0,9676	0,4996	3,3727	12,8110	33,0141
500	6,21361	0,9676	0,4996	3,3727	12,8110	33,7675
600	6,39610	0,9676	0,4996	3,3727	12,8110	34,3830
700	6,55037	0,9676	0,4996	3,3727	12,8110	34,9033
800	6,68399	0,9676	0,4996	3,3727	12,8110	35,3539
900	6,80184	0,9676	0,4996	3,3727	12,8110	35,7514
1000	6,90726	0,9676	0,4996	3,3727	12,8110	36,1069

Tabel 5.13c Perhitungan Distribusi Gumbel Pada Stasiun Beran

Kala Ulang (T)	Tr	Sn	Yn	1/a	b	R
2	0,36651	0,9676	0,4996	5,3626	11,3806	13,3461
5	1,49994	0,9676	0,4996	5,3626	11,3806	19,4243
10	2,25037	0,9676	0,4996	5,3626	11,3806	23,4486
25	3,19853	0,9676	0,4996	5,3626	11,3806	28,5332
50	3,90194	0,9676	0,4996	5,3626	11,3806	32,3054
100	4,60015	0,9676	0,4996	5,3626	11,3806	36,0496
200	5,29581	0,9676	0,4996	5,3626	11,3806	39,7802
300	5,70211	0,9676	0,4996	5,3626	11,3806	41,9591
400	5,99021	0,9676	0,4996	5,3626	11,3806	43,5040
500	6,21361	0,9676	0,4996	5,3626	11,3806	44,7020
600	6,39610	0,9676	0,4996	5,3626	11,3806	45,6806
700	6,55037	0,9676	0,4996	5,3626	11,3806	46,5079
800	6,68399	0,9676	0,4996	5,3626	11,3806	47,2245
900	6,80184	0,9676	0,4996	5,3626	11,3806	47,8565
1000	6,90726	0,9676	0,4996	5,3626	11,3806	48,4218

Setelah didapatkan curah hujan rencana untuk T tahun dengan Distribusi Gumbel maka dapat dihitung besarnya debit banjir rencana yang dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 5.14a Perhitungan Debit Banjir Kala Ulang 2 th

Blok	Nama	t <sub>c</sub> Jam	Stasiun Mewakili			Intensitas Hujan ( mm/jam )	Luas Area ( m <sup>2</sup> )	Koefisien Aliran ( C )	Koefisien Penyebaran ( B )	Debit Banjir ( Q ) ( m <sup>3</sup> /dt )
			Plunyon	Kempit	Prumpung					
1	Sub DAS 1	0,0862	44,2807	-	-	78,6714	120000	0,07	0,9960	0,1828
	Sungai Utama 1	0,0863	44,2807	-	-	78,6231	140000	0,07	0,9956	0,2131
2	Sub DAS II	0,0972	44,2807	-	-	72,6256	80000	0,07	0,9971	0,1126
	Sungai Utama II	0,1218	44,2807	-	-	62,4592	170000	0,07	0,9950	0,2054
3	Sub DAS III	0,1020	44,2807	-	-	70,3140	130000	0,07	0,9958	0,1770
	Sungai Utama III	0,1306	44,2807	-	-	59,6494	250000	0,07	0,9934	0,2880
4	Sub DAS IV	0,1658	44,2807	-	-	50,8576	730000	0,07	0,9856	0,7115
	Sungai Utama IV	0,1323	44,2807	-	-	59,1212	100000	0,07	0,9966	0,1146
5	Sub DAS V	0,1235	44,2807	-	-	61,9104	390000	0,07	0,9907	0,4651
	Sungai Utama V	0,1376	44,2807	-	-	57,5990	390000	0,07	0,9908	0,4328
6	Sub DAS VI	0,1164	44,2807	-	-	64,3783	210000	0,07	0,9941	0,2613
	Sungai Utama VI	0,1382	44,2807	-	-	57,4223	540000	0,07	0,9883	0,5959
7	Sub DAS VII	0,1150	44,2807	-	-	64,9323	280000	0,07	0,9927	0,3509
	Sungai Utama VII	0,1385	44,2807	-	-	57,3576	740000	0,07	0,9852	0,8131
8	Sub DAS VIII	0,1797	44,2807	-	-	48,1984	2230000	0,1851	0,9676	5,3471
	Sungai Utama VIII	0,1434	44,2807	-	-	56,0229	440000	0,1496	0,9900	1,0141
9	Sub DAS IX	0,2153	-	15,5897	-	15,0432	2310000	0,3752	0,9674	3,5035
	Sungai Utama IX	0,1595	-	15,5897	-	18,3787	630000	0,25	0,9870	0,7936
10	Sub DAS X	0,3673	-	15,5897	14,0471	10,0162	12060000	0,2582	0,9033	7,8257
	Sungai Utama X	0,1838	-	15,5897	14,0471	15,8924	4902000	0,2205	0,9430	4,4998
11	Sub DAS XI	0,3512	-	-	14,0471	9,2948	1170000	0,5095	0,9816	1,5107
	Sungai Utama XI	0,1980	-	-	14,0471	13,9785	3798000	0,3782	0,9529	5,3145
12	Sungai Utama	0,1969	-	-	14,0471	14,0300	729000	0,6677	0,9858	1,8701
Debit Total =									36,6035	

Tabel 5.14b Perhitungan Debit Banjir Kala Ulang 5 th

Blok	Nama	t <sub>c</sub> Jam	Stasiun Mewakili			Intensitas Hujan ( mm/jam )	Luas Area ( m <sup>2</sup> )	Koefisien Aliran ( C )	Koefisien Penyebaran ( B )	Debit Banjir ( Q ) ( m <sup>3</sup> /dt )
			Plunyon	Kempud	Prumpung					
1	Sub DAS 1	0,0862	101,6932	-	-	180,6735	120000	0,07	0,9960	0,4199
	Sungai Utama 1	0,0863	101,6932	-	-	180,5626	140000	0,07	0,9956	0,4894
2	Sub DAS II	0,0972	101,6932	-	-	166,7890	80000	0,07	0,9971	0,2587
	Sungai Utama II	0,1218	101,6932	-	-	143,4411	170000	0,07	0,9950	0,4718
3	Sub DAS III	0,1020	101,6932	-	-	161,4802	130000	0,07	0,9958	0,4065
	Sungai Utama III	0,1306	101,6932	-	-	136,9884	250000	0,07	0,9934	0,6615
4	Sub DAS IV	0,1658	101,6932	-	-	116,7973	730000	0,07	0,9856	1,6340
	Sungai Utama IV	0,1323	101,6932	-	-	135,7753	100000	0,07	0,9966	0,2631
5	Sub DAS V	0,1235	101,6932	-	-	142,1808	390000	0,07	0,9907	1,0682
	Sungai Utama V	0,1376	101,6932	-	-	132,2795	390000	0,07	0,9908	0,9939
6	Sub DAS VI	0,1164	101,6932	-	-	147,8485	210000	0,07	0,9941	0,6002
	Sungai Utama VI	0,1382	101,6932	-	-	131,8736	540000	0,07	0,9883	1,3684
7	Sub DAS VII	0,1150	101,6932	-	-	149,1209	280000	0,07	0,9927	0,8060
	Sungai Utama VII	0,1385	101,6932	-	-	131,7250	740000	0,07	0,9852	1,8673
8	Sub DAS VIII	0,1797	101,6932	-	-	110,6905	2230000	0,1851	0,9676	12,2798
	Sungai Utama VIII	0,1434	101,6932	-	-	128,6599	440000	0,1496	0,9900	2,3288
9	Sub DAS IX	0,2153	-	20,6044	-	19,8821	2310000	0,3752	0,9674	4,6305
	Sungai Utama IX	0,1595	-	20,6044	-	24,2905	630000	0,25	0,9870	1,0489
10	Sub DAS X	0,3673	-	20,6044	17,4698	12,8678	12060000	0,2582	0,9033	10,0536
	Sungai Utama X	0,1838	-	20,6044	17,4698	20,4168	4902000	0,2205	0,9430	5,7809
11	Sub DAS XI	0,3512	-	-	17,4698	13,5279	1170000	0,5095	0,9816	2,1988
	Sungai Utama XI	0,1980	-	-	17,4698	18,8267	3798000	0,3782	0,9529	7,1578
12	Sungai Utama	0,1969	-	-	17,4698	18,8961	729000	0,6677	0,9858	2,5188
									Debit Total =	59,3067

Tabel 5.14c Perhitungan Debit Banjir Kala Ulang 10 th

Blok	Nama	t <sub>c</sub> Jam	Stasiun Mewakili			Intensitas Hujan ( mm/jam )	Luas Area ( m <sup>2</sup> )	Koefisien Aliran ( C )	Koefisien Penyebaran ( B )	Debit Banjir ( Q ) ( m <sup>3</sup> /dt)
			Piluyon	Kempud	Prumpung					
1	Sub DAS 1	0,0862	139,7053	-	-	248,2078	120000	0,07	0,9960	0,5769
	Sungai Utama 1	0,0863	139,7053	-	-	248,0554	140000	0,07	0,9956	0,6723
2	Sub DAS II	0,0972	139,7053	-	-	229,1334	80000	0,07	0,9971	0,3554
	Sungai Utama II	0,1218	139,7053	-	-	197,0583	170000	0,07	0,9950	0,6481
3	Sub DAS III	0,1020	139,7053	-	-	221,8402	130000	0,07	0,9958	0,5584
	Sungai Utama III	0,1306	139,7053	-	-	188,1935	250000	0,07	0,9934	0,9087
4	Sub DAS IV	0,1658	139,7053	-	-	160,4552	730000	0,07	0,9856	2,2447
	Sungai Utama IV	0,1323	139,7053	-	-	186,5271	100000	0,07	0,9966	0,3615
5	Sub DAS V	0,1235	139,7053	-	-	195,3268	390000	0,07	0,9907	1,4675
	Sungai Utama V	0,1376	139,7053	-	-	181,7246	390000	0,07	0,9908	1,3654
6	Sub DAS VI	0,1164	139,7053	-	-	203,1131	210000	0,07	0,9941	0,8245
	Sungai Utama VI	0,1382	139,7053	-	-	181,1669	540000	0,07	0,9883	1,8799
7	Sub DAS VII	0,1150	139,7053	-	-	204,8611	280000	0,07	0,9927	1,1072
	Sungai Utama VII	0,1385	139,7053	-	-	180,9627	740000	0,07	0,9852	2,5653
8	Sub DAS VIII	0,1797	139,7053	-	-	152,0657	2230000	0,07	0,9676	16,8699
	Sungai Utama VIII	0,1434	139,7053	-	-	176,7519	440000	0,1851	0,9900	3,1993
9	Sub DAS IX	0,2153	-	23,9245	-	23,0858	2310000	0,3752	0,9674	5,3767
	Sungai Utama IX	0,1595	-	23,9245	-	28,2046	630000	0,25	0,9870	1,2179
10	Sub DAS X	0,3673	-	23,9245	20,4068	14,9825	12060000	0,2582	0,9033	11,7058
	Sungai Utama X	0,1838	-	23,9245	20,4068	23,7721	4902000	0,2205	0,9430	6,7310
11	Sub DAS XI	0,3512	-	-	-	16,3306	1170000	0,5095	0,9816	2,6543
	Sungai Utama XI	0,1980	-	20,4068	23,4486	22,3789	3798000	0,3782	0,9529	8,5084
12	Sungai Utama	0,1969	-	20,4068	23,4486	22,4615	729000	0,6677	0,9858	2,9940
Debit Total =									74,7932	

Tabel 5.14d Perhitungan Debit Banjir Kala Ulang 25 th

Blok	Nama	t <sub>c</sub> Jam	Stasiun Mewakili				Intensitas Hujan ( mm/jam )	Luas Area ( m <sup>2</sup> )	Koefisien Aliran ( C )	Koefisien Penyebaran ( B )	Debit Banjir ( Q ) ( m <sup>3</sup> /dt)
			Pluyon	Kempot	Prumpung	Beran					
1	Sub DAS 1	0,0862	187,7936	-	-	-	120000	0,07	0,9960	0,7754	
	Sungai Utama 1	0,0863	187,7936	-	-	-	140000	0,07	0,9956	0,9037	
2	Sub DAS II	0,0972	187,7936	-	-	-	80000	0,07	0,9971	0,4777	
	Sungai Utama II	0,1218	187,7936	-	-	-	170000	0,07	0,9950	0,8712	
3	Sub DAS III	0,1020	187,7936	-	-	-	130000	0,07	0,9958	0,7507	
	Sungai Utama III	0,1306	187,7936	-	-	-	250000	0,07	0,9934	1,2215	
4	Sub DAS IV	0,1658	187,7936	-	-	-	730000	0,07	0,9856	3,0174	
	Sungai Utama IV	0,1323	187,7936	-	-	-	100000	0,07	0,9966	0,4859	
5	Sub DAS V	0,1235	187,7936	-	-	-	390000	0,07	0,9907	1,9726	
	Sungai Utama V	0,1376	187,7936	-	-	-	390000	0,07	0,9908	1,8354	
6	Sub DAS VI	0,1164	187,7936	-	-	-	210000	0,07	0,9941	1,1083	
	Sungai Utama VI	0,1382	187,7936	-	-	-	540000	0,07	0,9883	2,5270	
7	Sub DAS VII	0,1150	187,7936	-	-	-	260000	0,07	0,9927	1,4883	
	Sungai Utama VII	0,1385	187,7936	-	-	-	740000	0,07	0,9852	3,4483	
8	Sub DAS VIII	0,1797	187,7936	-	-	-	2230000	0,1851	0,9676	22,6768	
	Sungai Utama VIII	0,1434	187,7936	-	-	-	440000	0,1496	0,9900	4,3006	
9	Sub DAS IX	0,2153	-	28,1195	-	-	2310000	0,3752	0,9674	6,3194	
	Sungai Utama IX	0,1595	-	28,1195	-	-	630000	0,25	0,9870	1,4315	
10	Sub DAS X	0,3673	-	28,1195	23,5988	-	12060000	0,2582	0,9033	13,6564	
	Sungai Utama X	0,1838	-	28,1195	23,5988	-	4902000	0,2205	0,9430	7,8525	
11	Sub DAS XI	0,3512	-	-	-	28,5332	1170000	0,5095	0,9816	3,2299	
	Sungai Utama XI	0,1980	-	-	23,5988	28,5332	3798000	0,3782	0,9529	10,1141	
12	Sungai Utama	0,1969	-	-	23,5988	28,5332	729000	0,6677	0,9858	3,5591	
Debit Total =										94,0237	

Tabel 5.14e Perhitungan Debit Banjir Kala Ulang 50 th

Blok	Nama	t <sub>c</sub> Jam	Stasiun Mewakili			Intensitas Hujan ( mm/jam )	Luas Area ( m <sup>2</sup> )	Koefisien Aliran ( C )	Koefisien Penyebaran ( B )	Debit Banjir ( Q ) ( m <sup>3</sup> /dt)
			Pilunyon	Kempud	Prumpung					
1	Sub DAS 1	0,0862	223,3638	-	-	396,8399	120000	0,07	0,9960	0,9223
	Sungai Utama 1	0,0863	223,3638	-	-	396,5963	140000	0,07	0,9956	1,0748
2	Sub DAS II	0,0972	223,3638	-	-	366,3434	80000	0,07	0,9971	0,5682
	Sungai Utama II	0,1218	223,3638	-	-	315,0609	170000	0,07	0,9950	1,0362
3	Sub DAS III	0,1020	223,3638	-	-	354,6828	130000	0,07	0,9958	0,8928
	Sungai Utama III	0,1306	223,3638	-	-	300,8878	250000	0,07	0,9934	1,4529
4	Sub DAS IV	0,1658	223,3638	-	-	256,5392	730000	0,07	0,9856	3,5889
	Sungai Utama IV	0,1323	223,3638	-	-	298,2234	100000	0,07	0,9966	0,5779
5	Sub DAS V	0,1235	223,3638	-	-	312,2926	390000	0,07	0,9907	2,3462
	Sungai Utama V	0,1376	223,3638	-	-	290,5451	390000	0,07	0,9908	2,1830
6	Sub DAS VI	0,1164	223,3638	-	-	324,7416	210000	0,07	0,9941	1,3182
	Sungai Utama VI	0,1382	223,3638	-	-	289,6535	540000	0,07	0,9883	3,0057
7	Sub DAS VII	0,1150	223,3638	-	-	327,5362	280000	0,07	0,9927	1,7702
	Sungai Utama VII	0,1385	223,3638	-	-	289,3270	740000	0,07	0,9852	4,1014
8	Sub DAS VIII	0,1797	223,3638	-	-	243,1258	2230000	0,1851	0,9676	26,9720
	Sungai Utama VIII	0,1434	223,3638	-	-	282,5947	440000	0,1496	0,9900	5,1152
9	Sub DAS IX	0,2153	-	31,2316	-	30,1368	2310000	0,3752	0,9674	7,0188
	Sungai Utama IX	0,1595	-	31,2316	-	36,8189	630000	0,25	0,9870	1,5899
10	Sub DAS X	0,3673	-	31,2316	25,971	19,3325	12060000	0,2582	0,9033	15,1046
	Sungai Utama X	0,1838	-	31,2316	25,971	30,6742	4902000	0,2205	0,9430	8,6852
11	Sub DAS XI	0,3512	-	-	-	22,4989	1170000	0,5095	0,9816	3,6569
	Sungai Utama XI	0,1980	-	-	25,971	29,7378	3798000	0,3782	0,9529	11,3062
12	Sungai Utama	0,1969	-	-	25,971	29,8476	729000	0,6677	0,9858	3,9786
Debit Total =									108,2663	



Tabel 5.14f Perhitungan Debit Banjir Kala Ulang 100 th

Blok	Nama	t <sub>c</sub> Jam	Stasiun Mewakili			Intensitas Hujan ( mm/jam )	Luas Area ( m <sup>2</sup> )	Koefisien Aliran ( C )	Koefisien Penyebaran ( B )	Debit Banjir ( Q ) ( m <sup>3</sup> /dt)
			Pluyon	Kempit	Prumpung					
1	Sub DAS 1 Sungai Utama 1	0,0862 0,0863	258,7309 258,7309	- -	- -	459,6750 459,3927	120000 140000	0,07 0,07	0,9960 0,9956	1,0683 1,2450
2	Sub DAS II Sungai Utama II	0,0972 0,1218	258,7309 258,7309	- -	- -	424,3496 364,9472	80000 170000	0,07 0,07	0,9971 0,9950	0,6582 1,2003
3	Sub DAS III Sungai Utama III	0,1020 0,1306	258,7309 258,7309	- -	- -	410,8428 348,5299	130000 250000	0,07 0,07	0,9958 0,9934	1,0342 1,6830
4	Sub DAS IV Sungai Utama IV	0,1658 0,1323	258,7309 258,7309	- -	- -	297,1593 345,4437	730000 100000	0,07 0,07	0,9856 0,9966	4,1572 0,6694
5	Sub DAS V Sungai Utama V	0,1235 0,1376	258,7309 258,7309	- -	- -	361,7406 336,5496	390000 390000	0,07 0,07	0,9907 0,9908	2,7177 2,5286
6	Sub DAS VI Sungai Utama VI	0,1164 0,1382	258,7309 258,7309	- -	- -	376,1607 335,5168	210000 540000	0,07 0,07	0,9941 0,9883	1,5269 3,4816
7	Sub DAS VII Sungai Utama VII	0,1150 0,1385	258,7309 258,7309	- -	- -	379,3978 335,1386	280000 740000	0,07 0,07	0,9927 0,9852	2,0505 4,7509
8	Sub DAS VIII Sungai Utama VIII	0,1797 0,1434	258,7309 258,7309	- -	- -	281,6220 327,3403	2230000 440000	0,1851 0,1496	0,9676 0,9900	31,2427 5,9251
9	Sub DAS IX Sungai Utama IX	0,2153 0,1595	- -	34,3208 34,3208	- -	33,1177 40,4608	2310000 630000	0,3752 0,25	0,9674 0,9870	7,7131 1,7472
10	Sub DAS X Sungai Utama X	0,3673 0,1838	- -	34,3208 34,3208	28,3258 28,3258	21,1724 33,5934	12060000 4902000	0,2582 0,2205	0,9033 0,9430	16,5421 9,5118
11	Sub DAS XI Sungai Utama XI	0,3512 0,1980	- -	- -	36,0496 36,0496	25,1065 32,8501	1170000 3798000	0,5095 0,3782	0,9816 0,9529	4,0807 12,4894
12	Sungai Utama	0,1969	-	-	36,0496	32,9713	729000	0,6677	0,9858	4,3949
Debit Total =									122,4190	

Tabel 5.14g Perhitungan Debit Banjir Kala Ulang 200 th

Blok	Nama	t <sub>c</sub> Jam	Stasiun Mewakili			Intensitas Hujan ( mm/jam )	Luas Area ( m <sup>2</sup> )	Koefisien Aliran ( C )	Koefisien Penyebaran ( B )	Debit Banjir ( Q ) ( m <sup>3</sup> /dt)
			Pilnyon	Kempot	Prumpung					
1	Sub DAS 1	0,0862	293,9689	-	-	522,2807	120000	0,07	0,9960	1,2138
	Sungai Utama 1	0,0863	293,9689	-	-	521,9600	140000	0,07	0,9956	1,4146
2	Sub DAS II	0,0972	293,9689	-	-	482,1442	80000	0,07	0,9971	0,7478
	Sungai Utama II	0,1218	293,9689	-	-	414,6514	170000	0,07	0,9950	1,3638
3	Sub DAS III	0,1020	293,9689	-	-	466,7977	130000	0,07	0,9958	1,1751
	Sungai Utama III	0,1306	293,9689	-	-	395,9982	250000	0,07	0,9934	1,9122
4	Sub DAS IV	0,1658	293,9689	-	-	337,6310	730000	0,07	0,9856	4,7234
	Sungai Utama IV	0,1323	293,9689	-	-	392,4916	100000	0,07	0,9966	0,7606
5	Sub DAS V	0,1235	293,9689	-	-	411,0080	390000	0,07	0,9907	3,0878
	Sungai Utama V	0,1376	293,9689	-	-	382,3882	390000	0,07	0,9908	2,8730
6	Sub DAS VI	0,1164	293,9689	-	-	427,3921	210000	0,07	0,9941	1,7349
	Sungai Utama VI	0,1382	293,9689	-	-	381,2127	540000	0,07	0,9883	3,9558
7	Sub DAS VII	0,1150	293,9689	-	-	431,0701	280000	0,07	0,9927	2,3298
	Sungai Utama VII	0,1385	293,9689	-	-	380,7830	740000	0,07	0,9852	5,3979
8	Sub DAS VIII	0,1797	293,9689	-	-	319,9777	2230000	0,07	0,9676	35,4979
	Sungai Utama VIII	0,1434	293,9689	-	-	371,9226	440000	0,1851	0,9900	6,7321
9	Sub DAS IX	0,2153	-	37,3986	-	36,0876	2310000	0,1496	0,9674	8,4048
	Sungai Utama IX	0,1595	-	37,3986	-	44,0892	630000	0,25	0,9870	1,9039
10	Sub DAS X	0,3673	-	37,3986	30,0424	22,7928	12060000	0,2582	0,9033	17,8080
	Sungai Utama X	0,1838	-	37,3986	30,0424	36,1644	4902000	0,2205	0,9430	10,2398
11	Sub DAS XI	0,3512	-	-	-	27,7046	1170000	0,5095	0,9816	4,5030
	Sungai Utama XI	0,1980	-	-	39,7802	35,6297	3798000	0,3782	0,9529	13,5462
12	Sungai Utama	0,1969	-	-	39,7802	35,7612	729000	0,6677	0,9858	4,7668
Debit Total =									136,0930	

### 5.3 Perhitungan tinggi muka air yang terjadi akibat debit banjir kiriman

Dalam perhitungan ini data-data yang diperlukan yaitu data debit banjir rencana dengan kala ulang 2 th, 5 th, 10 th, 25 th, 50 th, 100 th, 200 th, dan data dimensi talud sungai di Desa Sinduadi perbatasan antara Sleman dan Kodya Yogyakarta dengan lebar sungai 14 m dan tinggi talud 4,5 m. dari data-data tersebut dapat diketahui berapa tinggi muka air yang terjadi berdasarkan debit kala ulang T tahun.

Sebagai contoh perhitungan tinggi muka air untuk debit banjir kala ulang 2 th yang memiliki debit banjir (Q) sebesar 28,8320 m<sup>3</sup>/dt dengan lebar sungai (B) 14 m, kemiringan dasar saluran (I) 0,001, dengan koefisien manning (n) 0,035 maka tinggi muka air (H) yang terjadi adalah

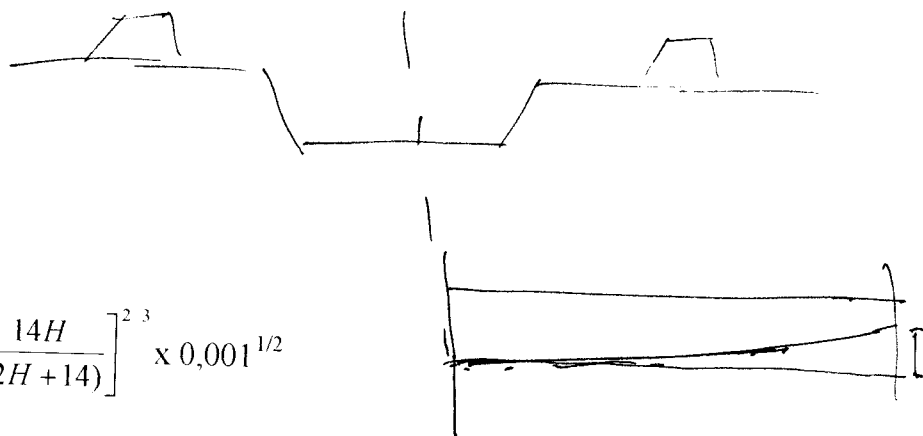
$$Q = A \times V$$

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

$$R = \frac{A}{P} = \frac{14H}{(2H + 14)}$$

$$28,832 = 14 H \times \frac{1}{0,035} \times \left[ \frac{14H}{(2H + 14)} \right]^{2/3} \times 0,001^{1/2}$$

$$28,832 = \frac{177,087H^{5/3}}{(2H + 14)^{2/3}}$$



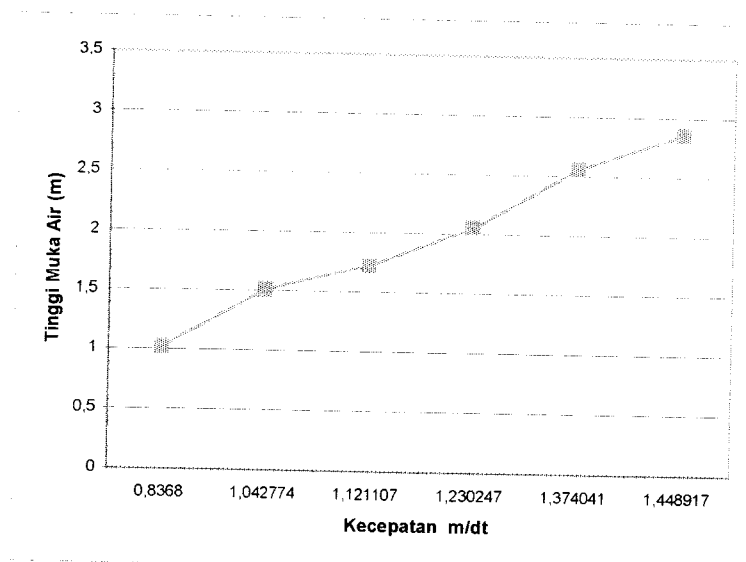
Dengan *Trial and Error* maka didapat  $H = 1,0213$  m.

Perhitungan tinggi muka air (H) untuk masing-masing kala ulang dapat dilihat pada tabel berikut ini

Tabel 5.15 Perhitungan Tinggi Muka Air

Kala Ulang (T)	Debit Banjir (Q) m <sup>3</sup> /dt	Tinggi Muka Air (H) m/dt	Keterangan
2	28,832	1,0213	Aman
5	53,0119	1,50678	Aman
10	65,1440	1,72225	Aman
25	85,3120	2,05536	Aman
50	94,5668	2,2003	Aman
100	118,7561	2,56167	Aman
200	139,8407	2,8606	Aman

Dari perhitungan diatas dapat dibuat kurva hubungan tinggi muka air (H) dengan Kecepatan aliran seperti pada Grafik berikut ini



Grafik 5.1 Hubungan tinggi muka air (H) dengan Kecepatan aliran (V)

### **5.3 Hasil Penelitian**

Debit banjir kiriman yang akan dihadapi Kodya Yogyakarta yang diakibatkan aliran sungai Code seluas  $31,67 \text{ km}^2$  dengan panjang sungai  $32,10 \text{ km}$  serta berdasarkan data curah hujan rata-rata maksimum harian dari tahun 1991 sampai dengan tahun 2001 dan juga data tata guna lahan yang dikeluarkan Balai PSDA Progo Opak Oyo pada tahun 2000, yaitu sebesar  $83,4921 \text{ m}^3/\text{dt}$ .

Debit banjir tersebut merupakan debit banjir untuk kala ulang 24 tahunan.

## **BAB VI**

### **PEMBAHASAN**

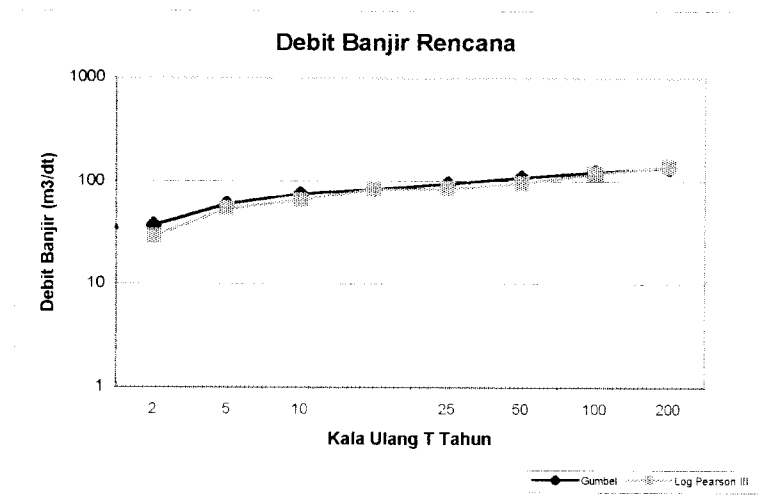
Pada tugas akhir ini penelitian dilakukan di sepanjang daerah aliran sungai Code dari hulu sungai yaitu lereng gunung Merapi hingga hilir sungai yang terletak pada Desa Sinduadi, perbatasan antara Kabupaten Sleman dengan Kodya Yogyakarta.

Penelitian ini membahas seberapa besar banjir kiriman yang akan dihadapi Kodya Yogyakarta yang diakibatkan aliran sungai Code berdasarkan data curah hujan rata-rata maksimum harian, data curah hujan rata-rata harian dari tahun 1991 sampai dengan tahun 2001 dan data tata guna lahan yang dikeluarkan Balai PSDA Progo Opak Oyo pada tahun 2000.

Dari hasil penelitian tugas akhir ini debit banjir yang diterima oleh Kodya Yogyakarta berdasarkan data curah hujan rata-rata maksimum harian selama 11 tahun, dari tahun 1991 sampai dengan tahun 2001 yaitu sebesar  $83,4921 \text{ m}^3/\text{dt}$ , besarnya debit banjir ini merupakan debit total dari 12 blok perhitungan (dapat dilihat pada lampiran).

Untuk mengetahui penetapan banjir rancangan yang dapat digunakan untuk perancangan bangunan hidraulik dan juga untuk mengetahui banjir kiriman

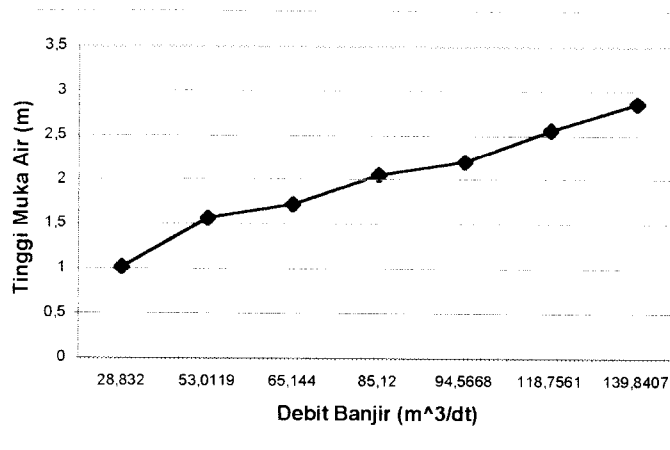
yang diterima Kodya Yogyakarta tersebut merupakan debit banjir untuk kala ulang berapa tahunan, maka dilakukan perhitungan analisis frekuensi berdasarkan data curah hujan rata-rata harian selama 11 tahun menggunakan sebaran log pearson III, dari hasil perhitungan debit banjir rencana maka dapat dibuatkan sebuah *rating curve* hubungan antara debit banjir rancangan dan kala ulang T tahun seperti pada Grafik berikut ini.



Grafik 6.1 Hubungan Debit Banjir Rencana Dengan Kala Ulang T Tahun

Dari curva diatas dengan cara memplotkan debit banjir kiriman sebesar 83,4921 m<sup>3</sup>/dt yang akan diterima Kodya Yogyakarta maka dapat diketahui bahwa debit banjir tersebut merupakan debit banjir dengan kala ulang 24 tahunan, artinya setiap tahun kemungkinan banjir dengan debit yang sama mencapai 8,3 %, makin panjang siklus tahunan banjirnya makin kecil persentas terjadinya banjir itu tiap tahun..

Dari perhitungan tinggi muka air yang terjadi maka debit banjir kiriman yang diterima oleh Kodya Yogyakarta hingga debit banjir pada kala ulang 200 tahunan belum membahayakan hunian di bantaran Kali Code dan sekitarnya pada titik pengamatan karena debit banjir tersebut masih dapat di tampung oleh tanggul pengaman di sisi-sisi sungai Code. Hubungan antara debit banjir rencana dengan tinggi muka air dapat dilihat pada Grafik berikut ini :



Grafik 6.2 Hubungan Debit Banjir Rencana dan Tinggi Muka Air

Pada penelitian terdapat banyak asumsi yang secara tidak langsung mempengaruhi hasil penelitian, asumsi tersebut antara lain :

1. Kesalahan yang disebabkan peralatan dan manusia seperti tingkat ketelitian alat, kesalahan manusia seperti kesalahan dalam pembacaan dan penulisan.
2. Sebagian lahan yang tak teridentifikasi dianggap semak belukar, padahal



pada kenyataannya lahan tak teridentifikasi tersebut belum tentu semak belukar sehingga mempengaruhi koefisien aliran dalam perhitungan debit setempat.

3. Sepanjang DAS Kali Code dasar sungai dianggap tidak ada genangan sehingga tidak terjadi penyimpanan air didalam cekungan-cekungan dasar sungai, padahal apabila luas daerah tangkapan air lebih besar maka pengaruh penyimpanan dalam cekungan terhadap peredaman gelombang banjir akan lebih besar dan akan mempengaruhi debit puncak yang terjadi.
4. Tidak ada aliran bawah tanah yang berasal dari daerah aliran sungai lainnya yang masuk kedalam DAS dan tidak ada air dari DAS tersebut yang keluar ke DAS lainnya.

## **BAB VII**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **7.1 Kesimpulan**

Dari uraian perhitungan di muka dapat dibuat beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Besarnya debit banjir kiriman yang di terima oleh Kodya Yogyakarta akibat hulu daerah aliran sungai ( DAS ) Kali Code sebesar  $83,4921 \text{ m}^3/\text{dt}$  , debit ini merupakan debit 24 tahunan yang artinya peluang terjadi banjir dengan debit yang sama yaitu 8,3 % setiap tahunnya.
2. Debit banjir yang diterima oleh Kodya Yogyakarta hingga siklus 200 tahun pada titik dilakukannya pengamatan masih cukup aman hal ini dapat di lihat dari tinggi muka air masih lebih rendah dari pada tinggi tanggul, sedangkan debit maksimum yang mampu ditampung yaitu sebesar  $157 \text{ m}^3/\text{dt}$ .
3. Pembangunan di utara Yogyakarta apabila tidak mengindahkan dampaknya terhadap lingkungan dengan semakin mempersempit daerah resapan hujan, maka dapat dipastikan dimasa yang akan datang Kodya Yogyakarta akan menerima debit banjir yang lebih besar dan dapat menimbulkan kerugian yang sangat besar.

## 7.2 Saran

Dari beberapa kesimpulan diatas maka saran yang dapat diberikan adalah :

1. Perlunya data-data yang lebih lengkap dan lebih memadai sehingga dapat diketahui karakteristik hujan dan besarnya debit banjir yang terjadi lebih teliti dan akurat dengan membandingkan kejadian-kejadian sebelumnya dalam satu perhitungan.
2. Perlunya penyuluhan kepada masyarakat sekitar sungai Code dibagian hulu hingga hilir sungai tentang pembangunan yang berwawasan lingkungan seperti membuat sumur resapan air hujan pada setiap bangunan .
3. Koefisien aliran di DAS Kali Code pada tahun 2000 masih relatif kecil, yaitu sekitar 0,07 sampai 0,68 hal ini berarti memperkecil limpasan permukaan karena air hujan masih dapat tertahan dengan baik oleh tanah sehingga sangat perlu dijaga dan dipertahankan dengan pembangunan yang memperhatikan lingkungan.
4. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan data tata guna tanah yang digunakan sebagai analisis lebih dari satu tahun saja sehingga bisa di ketahui perubahan yang terjadi dan sebagai pembanding.
5. Dilakukan penelitian pada sungai lain seperti Sungai Gajah Wong dan Sungai Winongo sehingga dapat diketahui besar debit banjir kiriman total yang akan diterima Kodya Yogyakarta.

## DAFTAR PUSTAKA

C.D Soemarto (1995). " Hidrologi Teknik ", Erlangga, Jakarta

Ery Suhartanto (2000). " Optimasi Pengolahan DAS di Sub DAS S. Cidanau kabupaten Serang propinsi Banten Menggunakan Metode Hidrologi Answer ", [www.google.com](http://www.google.com)

Joesron Loebis (1993). " Hidrologi Sungai ", Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.

Joesron Loebis (1999). " Hidrologi Danau Toba dan Sungai Asahan ", Puri Fajar Mandiri, Jakarta

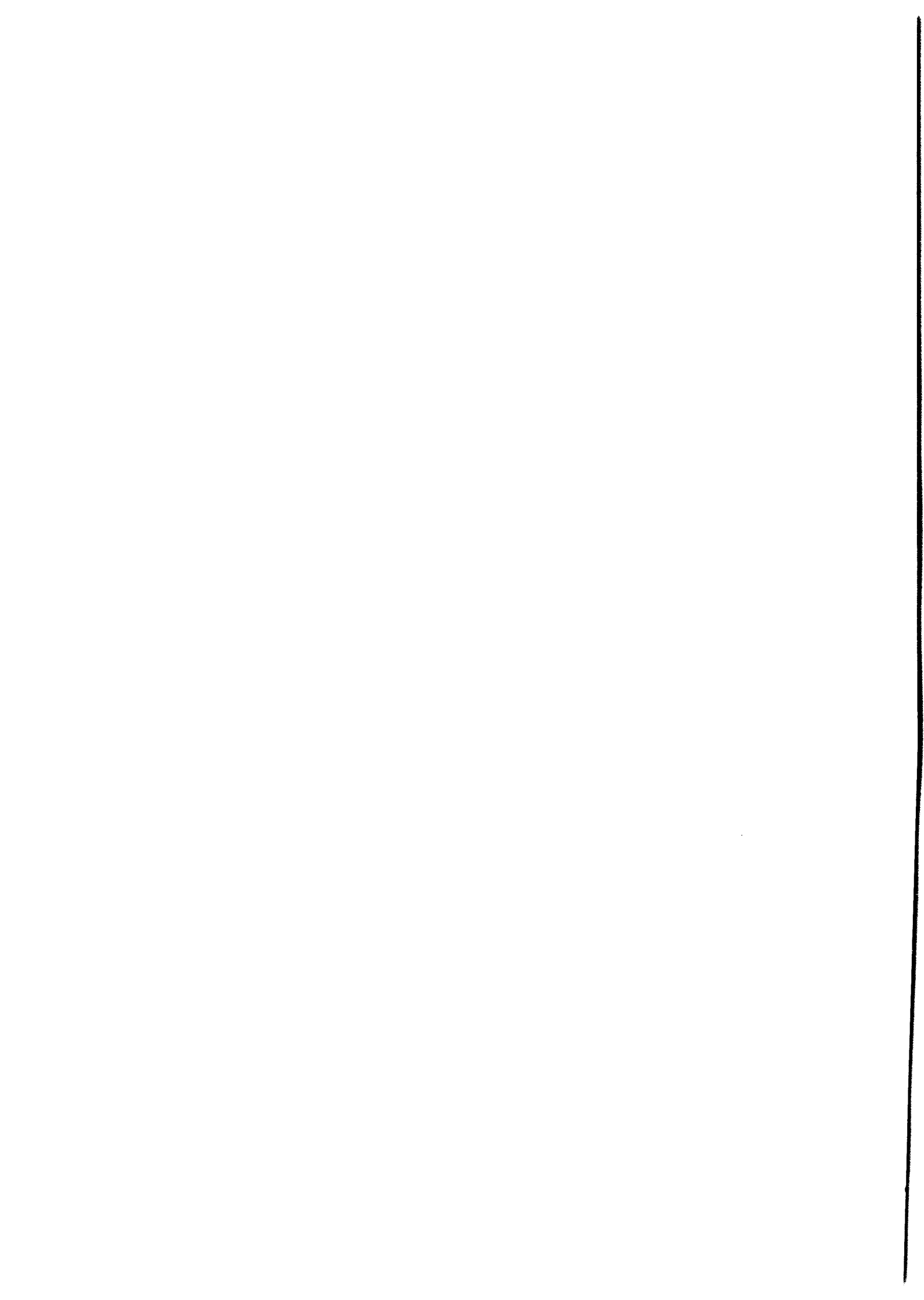
Kensaku Takeda (1980). " Hidrologi Untuk Pengairan ", Pradnya Paramita, Jakarta.

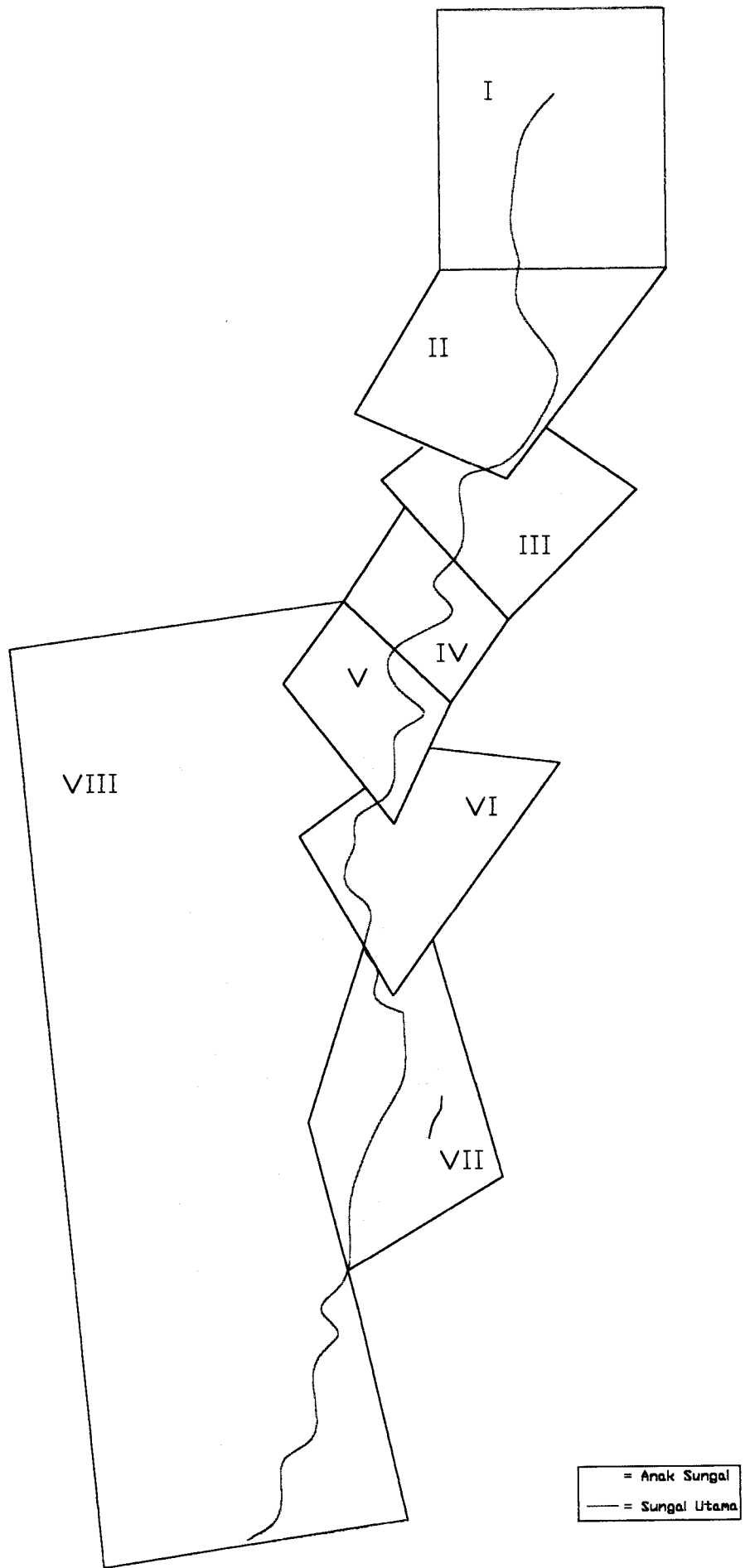
Masateru Tominaga (1984). " perbaikan dan Pengaturan Sungai ", Pradnya Paramita, Jakarta.

Saihul Anwar (2001). " Metode penelitian Kondisi Fungsi Hidrologis DAS Cimanuk-Cisanggarung dan Beberapa DAS di P. Jawa Melalui Analisis Hidrograf dan Analisis Angkutan Sedimen , [www.google.com](http://www.google.com)

Soewarno (2000). " Hidrologi Operasional ". Citra Aditya Bakti, Bandung.

Sri Harto, Br (1993). " Analisis Hidrologi ", Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.





Tabel 8-8. Distribusi Log PEARSON Tipe III Untuk Koefisien Kemencengan  $C_s$

Koefisien $C_s$	Waktu balik dalam tahun							
	2	5	10	25	50	100	200	1000
	Peluang (%)							
	50	20	10	4	2	1	0,5	0,1
3,0	-0,396	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051	4,970	7,250
2,5	-0,360	0,518	1,250	2,262	3,048	3,845	4,652	6,600
2,2	-0,330	0,574	1,284	2,240	2,970	3,705	4,444	6,200
2,0	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,912	3,605	4,298	5,910
1,8	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499	4,147	5,660
1,6	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	3,388	3,990	5,390
1,4	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271	3,828	5,110
1,2	-0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149	3,661	4,820
1,0	-0,164	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022	3,489	4,540
0,9	-0,148	0,769	1,339	2,018	2,498	2,957	3,401	4,395
0,8	-0,132	0,780	1,336	1,998	2,453	2,891	3,312	4,250
0,7	-0,116	0,790	1,333	1,967	2,407	2,824	3,223	4,105
0,6	-0,099	0,800	1,328	1,939	2,359	2,755	3,132	3,960
0,5	-0,083	0,808	1,323	1,910	2,311	2,686	3,041	3,815
0,4	-0,066	0,816	1,317	1,880	2,261	2,615	2,949	3,670
0,3	-0,050	0,824	1,309	1,849	2,211	2,544	2,856	3,525
0,2	-0,033	0,830	1,301	1,818	2,159	2,472	2,763	3,380
0,1	-0,017	0,836	1,292	1,785	2,107	2,400	2,670	3,235
0	0	0,842	1,282	1,751	2,054	2,326	2,576	3,090
-0,1	0,017	0,836	1,270	1,716	2,000	2,252	2,482	2,950
-0,2	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178	2,388	2,810
-0,3	0,050	0,853	1,245	1,643	1,890	2,104	2,294	2,675
-0,4	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029	2,201	2,540
-0,5	0,083	0,856	1,216	1,567	1,777	1,955	2,108	2,400
-0,6	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880	2,016	2,275
-0,7	0,116	0,857	1,183	1,488	1,663	1,806	1,926	2,150
-0,8	0,132	0,856	1,166	1,448	1,606	1,733	1,837	2,035
-0,9	0,148	0,854	1,147	1,407	1,549	1,660	1,749	1,910
-1,0	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588	1,664	1,800
-1,2	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449	1,501	1,625
-1,4	0,225	0,832	1,041	1,198	1,270	1,318	1,351	1,465
-1,6	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,197	1,216	1,280
-1,8	0,282	0,799	0,945	1,035	1,069	1,087	1,097	1,130
-2,0	0,307	0,777	0,895	0,959	0,980	0,990	0,995	1,000
-2,2	0,330	0,752	0,844	0,888	0,900	0,905	0,907	0,910
-2,5	0,360	0,711	0,771	0,793	0,798	0,799	0,800	0,802
-3,0	0,396	0,636	0,660	0,666	0,666	0,667	0,667	0,668

Dikutip dari DR. M.M.A. SHANIN/Statistical Analysis in Hydrology

**Contoh**

Gunakan cara *log PEARSON Tipe III* untuk menghitung  $Q_{10}$ ,  $Q_{200}$  dan  $Q_{1000}$  dari data debit maksimum tahunan Sungai Mekhong di Vientiane, Laos.

**Penyelesaian**

Dengan menggunakan data-data yang tertera pada Tabel 8-3 setelah didapatkan nilai-nilai logaritmanya, maka dapat dihitung

Tabel 8 – 5 memuat hubungan antara  $Y_n$  dengan  $n$  (bersama sample), sedangkan Tabel 8 – 6 memuat hubungan  $s_n$  dengan  $n$ .

Tabel 8 – 5. Hubungan Reduced Mean  $Y_n$  Dengan Besarnya Sample  $n$ .

$n$	$Y_n$	$n$	$Y_n$	$n$	$Y_n$	$n$	$Y_n$
10	0,4952	34	0,5396	58	0,5515	82	0,5572
11	0,4996	35	0,5402	59	0,5518	83	0,5574
12	0,5035	36	0,5410	60	0,5521	84	0,5576
13	0,5070	37	0,5418	61	0,5524	85	0,5578
14	0,5100	38	0,5424	62	0,5527	86	0,5580
15	0,5128	39	0,5430	63	0,5530	87	0,5581
16	0,5157	40	0,5436	64	0,5533	88	0,5583
17	0,5181	41	0,5442	65	0,5535	89	0,5585
18	0,5202	42	0,5448	66	0,5538	90	0,5586
19	0,5220	43	0,5453	67	0,5540	91	0,5587
20	0,5236	44	0,5458	68	0,5543	92	0,5589
21	0,5252	45	0,5463	69	0,5545	93	0,5591
22	0,5268	46	0,5468	70	0,5548	94	0,5592
23	0,5283	47	0,5473	71	0,5550	95	0,5593
24	0,5296	48	0,5477	72	0,5552	96	0,5595
25	0,5309	49	0,5481	73	0,5555	97	0,5596
26	0,5320	50	0,5485	74	0,5557	98	0,5598
27	0,5332	51	0,5489	75	0,5559	99	0,5599
28	0,5343	52	0,5493	76	0,5561	100	0,5600
29	0,5353	53	0,5497	77	0,5563		
30	0,5362	54	0,5501	78	0,5565		
31	0,5371	55	0,5504	79	0,5567		
32	0,5380	56	0,5508	80	0,5569		
33	0,5388	57	0,5511	81	0,5570		

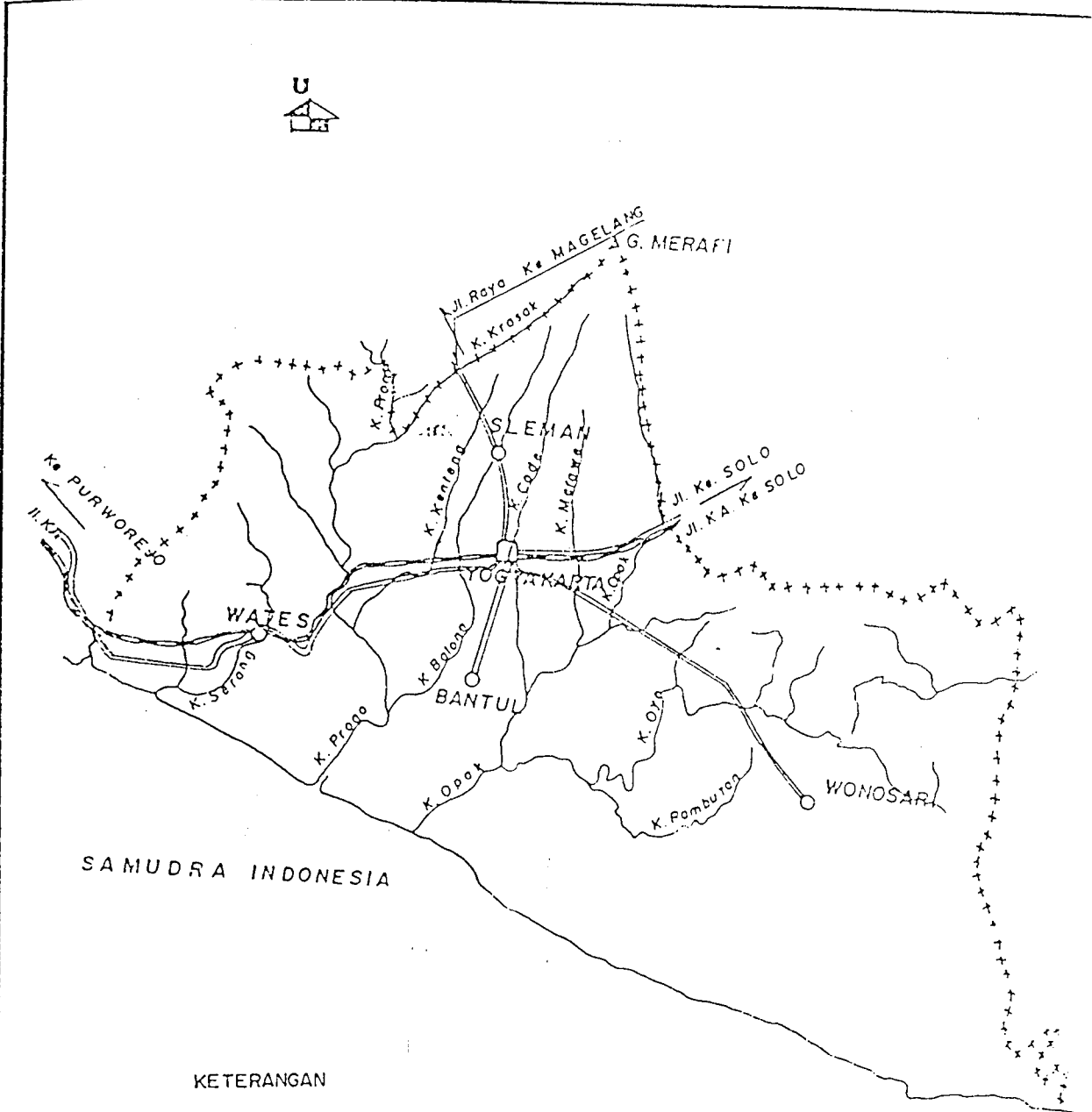
Dikutip dari J.Nemec / Engineering Hydrology.

Tabel 8 – 6. Hubungan Reduced Standard Deviation  $s_n$  Dengan Besarnya Sample  $n$ .

$n$	$s_n$	$n$	$s_n$	$n$	$s_n$	$n$	$s_n$
10	0,9496	33	1,1226	56	1,1696	79	1,1930
11	0,9676	34	1,1255	57	1,1708	80	1,1938
12	0,9833	35	1,1285	58	1,1721	81	1,1945
13	0,9971	36	1,1313	59	1,1734	82	1,1953
14	1,0095	37	1,1339	60	1,1747	83	1,1959
15	1,0206	38	1,1363	61	1,1759	84	1,1967
16	1,0316	39	1,1388	62	1,1770	85	1,1973
17	1,0411	40	1,1413	63	1,1782	86	1,1980
18	1,0493	41	1,1436	64	1,1793	87	1,1987
19	1,0565	42	1,1458	65	1,1803	88	1,1994
20	1,0628	43	1,1480	66	1,1814	89	1,2001
21	1,0696	44	1,1499	67	1,1824	90	1,2007
22	1,0754	45	1,1519	68	1,1834	91	1,2013
23	1,0811	46	1,1538	69	1,1844	92	1,2020
24	1,0864	47	1,1557	70	1,1854	93	1,2026
25	1,0915	48	1,1574	71	1,1863	94	1,2032
26	1,0961	49	1,1590	72	1,1873	95	1,2038
27	1,1004	50	1,1607	73	1,1881	96	1,2044
28	1,1047	51	1,1623	74	1,1890	97	1,2049
29	1,1086	52	1,1638	75	1,1898	98	1,2055
30	1,1124	53	1,1658	76	1,1906	99	1,2060
31	1,1159	54	1,1667	77	1,1915	100	1,2065
32	1,1193	55	1,1681	78	1,1923		

Dikutip dari J.Nemec / Engineering Hydrology.

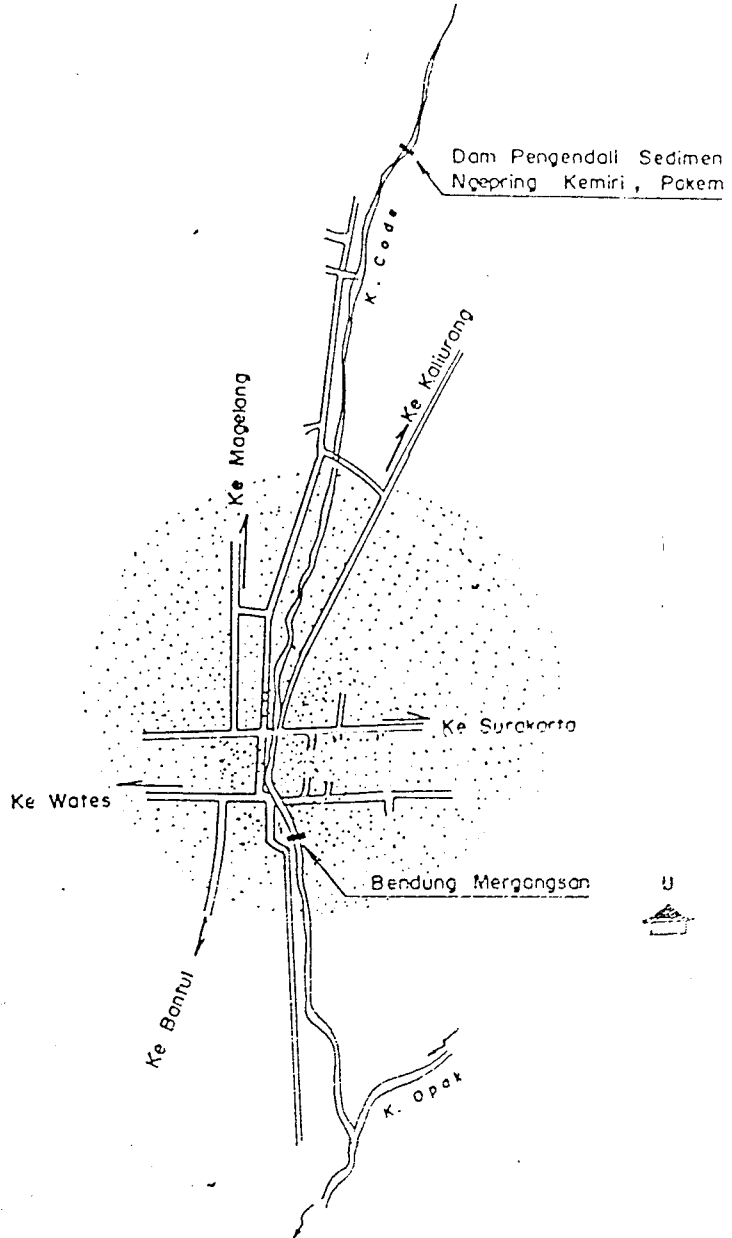
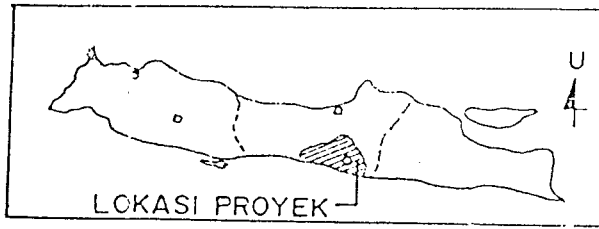




KETERANGAN

- +++++ BATAS PROPINSI
- ==== KALI / SUNGAI
- ==== JALAN RAYA
- ==== JALAN KERETA API
- IBU KOTA PROPINSI
- IBU KOTA KABUPATEN

PEKERJAAN PENGUKURAN DAN PERENCANAAN SUNGAI CODE PROYEK PERBAIKAN DAN PEMELIHARAAN SUNGAI D I Y PERSERO PT. INDAH KARYA YOGYAKARTA	GAMBAR 1 - 2 SUNGAI DI D I Y
--	---------------------------------

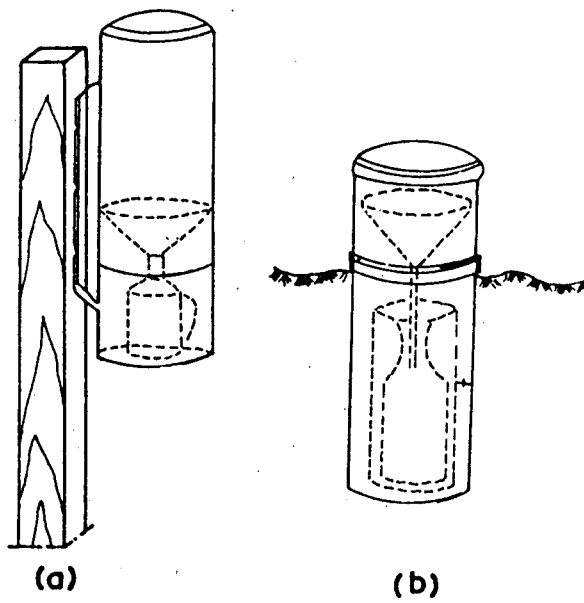


PEKERJAAN  
PENGUKURAN DAN PERENCANAAN  
SUNGAI CODE

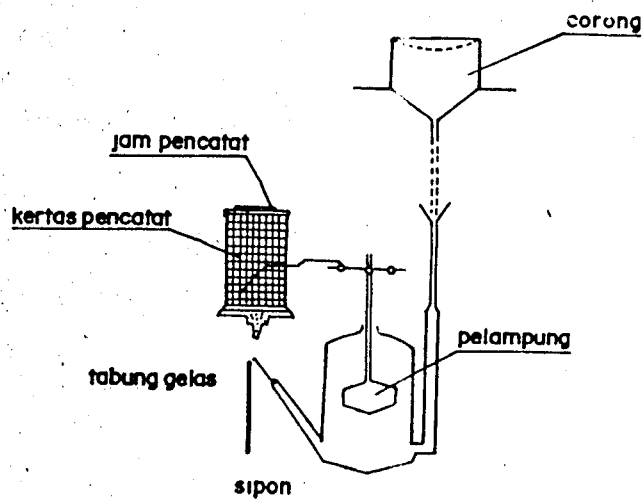
PROYEK PERBAIKAN DAN PEMELIHARAAN SUNGAI D I Y

PERSERO PT. INDAH KARYA YOGYAKARTA

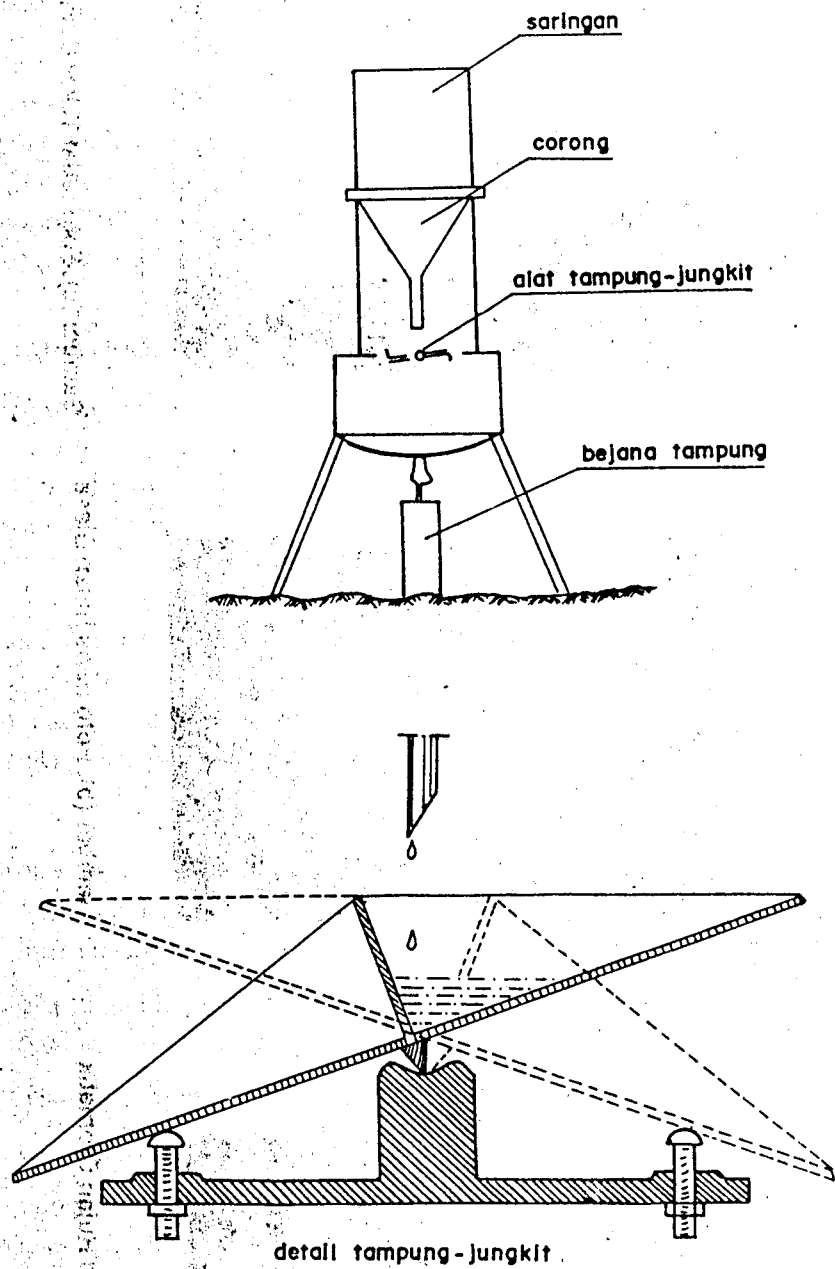
LOKASI PROYEK



Gambar 6.3. Alat Ukur Hujan Biasa (a) di Atas Tanah (b) Ditanam



Gambar 6.4.a. Alat Ukur Hujan Otomatik Tipe Siphon



Gambar 6.4.b. Alat Ukur Hujan Otomatik Tipe Tampung-Jungkit

Plumyon

Bulan	Tahun											
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	
Januari	4,9524	29,5093	22,0435	21,2720	209,7577	232,6739	-	25,2941	217,6522	41,2350	93,8500	
Februari	6,7708	28,4200	31,8580	19,0091	356,4545	216,9412	19,8421	54,2750	165,8056	26,5739	23,3472	
Maret	4,5600	-	32,7286	34,3027	21,8259	291,4750	11,7143	24,5185	20,4000	25,0087	28,6250	
April	1,0652	15,3522	24,5111	31,8308	8,8125	152,6667	10,0727	23,2000	21,3688	30,7294	18,7579	
Mei	20,4667	26,4778	22,2857	18,0500	13,3667	98,6000	11,0571	38,5357	32,4167	2,8950	15,9125	
Juni	2,2000	17,5000	28,5600	29,5000	279,6538	99,4000	5,3000	25,7857	24,7500	17,3750	7,6967	
Juli	6,4000	12,4500	-	-	15,5500	127,7500	2,0000	25,4000	99,0000	12,0000	-	
Agustus	6,4000	50,1125	21,6667	-	33,0000	91,2500	-	5,4333	14,5000	9,5000	9,2500	
September	-	22,2282	45,1667	-	11,9000	-	3,7500	209,3750	7,4333	8,2625	8,0833	
Oktober	-	276,5882	4,5333	38,0000	20,8350	191,6000	4,3000	267,0435	14,2769	29,5125	25,1750	
November	-	39,7500	25,2947	20,6625	3,5560	393,3000	10,1267	24,1250	31,2000	37,9900	29,5714	
Desember	-	12,8169	17,5667	36,0333	179,8095	23,7455	41,6833	140,8421	30,2667	26,6000	18,1364	
Jumlah	52,8150	473,2758	276,215	248,66	1154,522	1919,402	119,8463	863,828	679,0701	267,682	278,4054	
H.H	8,0000	11	11	9	12	11	10	12	12	12	11	
Rata-rata	6,6019	43,0251	25,1104	27,6289	96,2101	174,4911	11,9845	71,9857	56,5892	22,3068	25,3096	

561,2433  
51,0221

Sumber : Balai PSDA Progo Opak Oyo

Ket : - = Tidak Ada Data

Kemput

Bulan	Tahun											
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	
Januari	24,3333	18,3929	26,5652	24,7500	24,6618	18,1200	17,0500	24,7737	19,5577	13,8077	21,8500	
Februari	17,7600	16,7619	26,0000	17,5652	21,7083	15,4565	3,4231	29,2115	16,1087	31,3810	20,4211	
Maret	12,4615	25,6875	26,3333	35,5182	20,4400	21,2727	12,8125	22,3889	24,4167	21,3864	25,3409	
April	25,5909	17,8947	18,8571	21,8125	13,1818	10,7941	6,2500	5,8200	18,2368	17,3810	24,1250	
Mei	1,6667	18,0000	11,3750	16,5000	14,5385	2,8000	1,0000	2,8529	16,2083	13,3500	34,7500	
Juni	2,0000	12,0000	16,4286	-	28,4167	2,2917	-	8,5789	8,1667	5,0000	12,9444	
Juli	-	8,5000	-	-	3,8571	-	-	2,0000	6,9000	5,0000	14,2500	
Agustus	-	22,4444	71,0000	-	-	11,6250	-	2,3750	1,5000	15,6667	5,0000	
September	2,0000	17,9231	-	-	-	1,1667	-	11,4167	5,6667	5,0000	6,0000	
Oktober	5,0000	22,2632	2,0000	5,6200	14,2222	14,8636	-	22,6800	12,1750	26,5789	37,5238	
November	22,7778	24,9091	13,2857	13,3417	29,2500	30,9048	3,7500	18,7609	20,8519	32,2609	33,5333	
Desember	13,4444	18,7500	23,6471	10,0588	12,8043	13,9524	23,3000	12,4348	17,6200	15,6667	13,0000	
Jumlah	127,0347	223,5268	235,492	145,1664	183,1008	143,2475	67,5856	163,2933	167,4084	202,4791	248,7385	
H.H	10	12	10	8	10	11	8	12	12	12	12	
Rata-rata	12,7035	18,6272	23,5492	18,1428	18,3101	13,0225	8,4482	13,6078	13,9507	16,8733	20,7282	

177,9635  
16,1785

Sumber : Balai PSDA Progo Opak Oyo

Ket : - = Tidak Ada Data

Prumpung

Bulan	Tahun											
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	
Januari	22,2273	29,8696	19,2000	17,6667	1,2804	14,9762	15,5250	22,5000	16,3542	7,0000	15,9800	
Februari	17,4000	21,9444	20,5455	24,6286	12,6786	10,6750	28,3667	26,7500	13,4130	18,7353	22,7188	
Maret	14,5385	24,4444	16,2273	26,0160	23,0000	8,9063	-	14,5217	10,8125	13,9375	24,2174	
April	25,0000	17,7200	27,4444	15,7059	14,3958	5,6364	-	12,6591	22,1000	23,8611	16,6638	
Mei	8,7500	11,2308	20,5000	11,9667	13,2000	14,8750	-	8,0714	17,3889	22,4286	3,6667	
Juni	6,5000	9,3333	10,6667	-	10,8000	6,1250	8,0000	10,2368	-	10,6667	15,4167	
Juli	-	17,5000	-	-	17,6364	0,5000	-	12,0714	-	3,6667	-	
Agustus	-	23,3750	0,3000	-	8,6000	2,9444	-	19,5000	5,8750	3,3333	15,6667	
September	-	21,0000	2,0000	-	2,0000	-	0,5000	7,0000	19,2500	-	15,0000	
Oktober	14,0000	18,5714	1,6667	8,0000	8,7083	0,6139	4,0000	26,6905	12,9444	20,6250	20,8095	
November	17,0000	22,3636	18,9286	12,6500	25,1423	18,6111	6,8500	19,2500	10,2353	14,6190	1,9655	
Desember	10,9091	20,3667	18,6000	25,4688	14,1667	14,6364	15,8810	16,5500	21,9615	24,8000	18,9444	
Jumlah	136,3248	237,7193	156,0791	142,1025	151,6085	98,4996	79,1226	195,801	150,3349	124,0004	171,0395	
H,H	9	12	11	8	12	11	7	12	10	11	11	
Rata-rata	15,1472	19,8099	14,189	17,7628	12,634	8,9545	11,3032	17,8001	15,0335	11,2728	15,549	

159,456  
14,496

Sumber : Balai PSDA Progo Opak Oyo

Ket : - = Tidak Ada Data

## Beran

Bulan	Tahun											
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	
Januari	20,1455	19,5200	18,2381	15,5000	20,5556	8,9280	-	16,9789	13,1125	14,3565	14,4231	
Februari	23,4280	17,2000	11,2941	23,6667	26,8125	4,7667	16,3545	22,4417	13,5375	22,3500	21,3125	
Maret	15,9071		23,4565	30,1429	-	6,2292	4,9000	14,4381	178,3478	18,7895	29,9524	
April	22,3647	16,7000	21,0000	19,6667	12,8500	8,8235	6,5500	16,8125	17,5789	19,1579	11,7143	
Mei	2,5000	18,8000	2,0833	20,5000	10,8750	8,1333	4,7889	9,1429	16,9700	10,3333	14,8375	
Juni	8,0000	4,8571	13,7167	-	14,6429	2,9000	6,0000	19,6250	4,5667	8,7833	16,5833	
Juli	-	8,3333	-	-	13,5200	0,6000	-	13,7368	13,4500	6,3750	3,6667	
Agustus	-	23,8750	1,0000	-	0,3000	2,3500	-	4,1429	1,0000	1,3000	-	
September	-	8,3077	-	-	4,0000	0,2000	-	7,0500	2,6500	0,7000	2,0000	
Oktober	0,7000	12,6818	0,7000	9,0000	10,8067	-	0,7500	21,8080	14,1250	21,5833	18,0000	
November	22,4167	17,5238	17,1154	7,4286	22,1115	-	6,0667	13,5300	9,8478	27,3333	30,2579	
Desember	15,9688	8,6000	22,6222	19,0714	7,9652	-	12,4045	13,9083	12,1074	24,1667	9,0647	
Jumlah	131,4307	156,3988	131,2263	144,9762	144,4393	42,9307	57,8147	173,6151	297,2937	175,2289	171,8123	
H.I.H	6	9	10	8	11	9	8	12	12	12	11	
Rata-rata	14,6034	14,2181	13,1226	18,122	13,1309	4,7701	7,2268	14,4679	24,7745	14,6024	15,6193	

154,658  
14,0598

Sumber : Balai PSDA Progo Opak Oyo

Ket : - = Tidak Ada Data