PERPUSTAKAAN ... UII
TGL. TERIMA : 14 Juni 2006
NO. JUDUL : 001919
NO. INV. : 920000191900 1
NO. INDUK :

TUGAS AKHIR

STUDI TENTANG KONDISI DAERAH ALIRAN SUNGAI CODE JOGJAKARTA

(ASPEK TINJAUAN DEBIT SUNGAI DAN KETINGGIAN MUKA AIR TANAH DISEKITARNYA)

DIBACA DI TEMPAT
TIDAK DIBAWA PULANG

Disusun oleh :

Herlina Fatmawati	00 511 299
Freddy Surya Kusuma	99 511 401

JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

JOGJAKARTA

2005

LEMBAR PENGESAHAN

STUDI TENTANG KONDISI DAERAH ALIRAN SUNGAI CODE JOGJAKARTA

(ASPEK TINJAUAN DEBIT SUNGAI DAN KETINGGIAN MUKA AIR TANAH DISEKITARNYA)

Disusun Oleh :

Herlina Fatmawari	**00 511 299**
Freddy Surya Kusuma	**99 511 401**

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing

Dr. Ir. H. Ruzardi, MS

Tanggal : 06 Jan. '06

4. Bapak Ir. H. Bambang Sulistioyono, MSCE selaku Dosen Tamu, atas bimbingan serta waktu yang telah diberikan.
5. Bapak Ir. H. Harbi Hadi, MT selaku Dosen Tamu, atas bimbingan serta waktu yang telah diberikan.
6. Kedua orang tua kami tercinta atas do'a, kasih sayang dan bimbingannya.
7. Partnerku atas kerjasama dan kekompakannya.
8. Teman-teman Teknik Sipil, Kos dan R.M Bimo atas segala supportnya, semoga Allah membalas kebaikan kalian.
9. Semua pihak yang telah banyak membantu kami yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penyusun menyadari bahwa di dalam penyusunan laporan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, untuk itu kami mengharapkan kritik dan saran untuk kesempurnaan laporan ini. Semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan khususnya bagi mahasiswa Teknik Sipil, Amin.

Wassalamu'alaikum Wr.,Wb.

Jogjakarta, November 2005

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i

HALAMAN PENGESAHAN ii

KATA PENGANTAR iii

DAFTAR ISI v

DAFTAR TABEL vii

DAFTAR GAMBAR x

DAFTAR LAMPIRAN xi

ABSTRAKSI xii

BAB I PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Perumusan Masalah 3

1.3 Tujuan Penelitan 3

1.4 Batasan Masalah 3

1.5 Manfaat Penelitian 4

1.6 Lokasi Penelitian 4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 5

2.1 Umum 5

2.2 Limpasan permukaan dan perubahan tata guna lahan 5

2.3 Fluktuasi debit maksimum dan minimum 7

2.4 Perubahan debit sungai akibat alih guna lahan dan neraca air pada tingkat DAS.. 9

BAB III LANDASAN TEORI 11

3.1 Aliran Dasar 11

3.2 Limpasan *(Runoff)* 11

3.2.1 Faktor Meteorogi 12

3.2.2 Karakteristik DAS 12

3.3 Hidrograf 15

3.4 Tinggi Muka Air Tanah 17

BAB IV METODE PENELITIAN 19

4.1 Sumber Data 19

4.2 Analisis Debit 20

4.2.1 Analisis Debit Terukur 20
4.2.2 Analisis Debit Teoritik 22
4.2.2.1 Hidrograf Satuan Sintetik Gama I 22
4.2.2.2 Metode Rasional 24
4.2.3 Analisis Debit Rencana dengan Kala Ulang T Tahun 27
4.3 Tinggi Muka Air Tanah 28
4.4 Proses Penelitian 30
BAB V ANALISIS DATA DAN PERHITUNGAN 31
5.1 Debit Terukur 31
5.1.1 Parameter Statistik Debit 32
5.1.2 Debit Rencana Kala Ulang Tahunan 37
5.2 Debit Teoritik 39
5.2.1 Hidrograf Satuan Sintetik Gama I 39
5.2.1.1 Parameter Statistik Hujan 40
5.2.1.2 Hujan Rencana Kala Ulang Tahunan 44
5.2.1.3 Parameter HSS Gama I 47
5.2.1.4 Hitungan Hidrograf Banjir Rencana 52
5.2.2 Rumus Rasional 73
5.2.2.1 Koefisien Limpasan (C) 73
5.2.2.2 Faktor Tampungan (C_S) 74
5.2.2.3 Koefisien Penyebaran Hujan (β) 76
5.2.2.4 Intensitas Hujan (I) 77
5.2.2.5 Luas Daerah Aliran Sungai (A) 78
5.2.3 Menghitung Besar Aliran Limpasan Permukaan (Q) 79
5.3 Analisis Ketinggian Muka Air Tanah 81
5.4 Pembahasan 84
5.4.1 Debit 84
5.4.1.1 Metode Terukur 84
5.4.1.2 Metode Teoritik 85
5.4.2 Tinggi Muka Air Tanah (Tinggi Muka Air Sumur) 86
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN 89
DAFTAR PUSTAKA xiv
LAMPIRAN-LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

1. Tabel 2.1 Debit rata-rata bulanan 8
2. Tabel 4.1 Nama-nama stasiun hidrometri dan panjang data aliran 19
3. Tabel 4.2 Nama-nama stasiun curah hujan dan lokasi stasiun 19
4. Tabel 4.3 Nilai-nilai koefisien pengaliran 25
5. Tabel 4.4 Koefisien penyebaran hujan 27
6. Tabel 4.5 Penentuan sebaran 27
7. Tabel 5.1 Data debit maksimum dan minimum harian stasiun pencatat debit Pogung dan kaloran 31
8. Tabel 5.2 Perhitungan parameter statistik pada stasiun Pogung dan Kaloran 34
9. Tabel 5.3 Nilai k_T distribusi person tipe III dan log-person tipe III 36
10. Tabel 5.4 Analisis frekuensi debit maksimum-minimum stasiun Pogung 37
11. Tabel 5.5 Analisis frekuensi debit maksimum-minimum stasiun Kaloran 38
12. Tabel 5.6 Data curah hujan rata-rata maksimum harian th 1994-2004 40
13. Tabel 5.7 Analisis sifat statistik data hujan 43
14. Tabel 5.8 Kala ulang dan hujan harian rencana 44
15. Tabel 5.9 Analisis DAS Code untuk hitungan HSS Gama I 47
16. Tabel 5.10 Analisis HSS Gama I 48
17. Tabel 5.11 Analisis HSS Gama I Pogung dan Kaloran 50
18. Tabel 5.12 Hujan efektif (He) jam-jaman untuk berbagai kala ulang DAS Pogung 53
19. Tabel 5.13 Hitungan hidrograf banjir rencana DAS Pogung (kala ulang 2 tahun) 54
20. Tabel 5.14 Hitungan hidrograf banjir rencana DAS Pogung (kala ulang 5 tahun) 55
21. Tabel 5.15 Hitungan hidrograf banjir rencana DAS Pogung (kala ulang 10 tahun) 56
22. Tabel 5.16 Hitungan hidrograf banjir rencana DAS Pogung (kala ulang 25 tahun) 57

23. Tabel 5.17 Hitungan hidrograf banjir rencana DAS Pogung
(kala ulang 50 tahun) 58
24. Tabel 5.18 Hitungan hidrograf banjir rencana DAS Pogung
(kala ulang 100 tahun) 59
25. Tabel 5.19 Hitungan hidrograf banjir rencana DAS Pogung
(kala ulang 200 tahun) 60
26. Tabel 5.20 Rekapitulasi hidrograf banjir rencana DAS Pogung 61
27. Tabel 5.21 Hujan efektif (He) jam-jaman untuk berbagai kala ulang
DAS Kaloran..... 63
28. Tabel 5.22 Hitungan hidrograf banjir rencana DAS Kaloran
(kala ulang 2 tahun) 64
29. Tabel 5.23 Hitungan hidrograf banjir rencana DAS Kaloran
(kala ulang 5 tahun) 65
30. Tabel 5.24 Hitungan hidrograf banjir rencana DAS Kaloran
(kala ulang 10 tahun) 66
31. Tabel 5.25 Hitungan hidrograf banjir rencana DAS Kaloran
(kala ulang 25 tahun) 67
32. Tabel 5.26 Hitungan hidrograf banjir rencana DAS Kaloran
(kala ulang 50 tahun) 68
33. Tabel 5.27 Hitungan hidrograf banjir rencana DAS Kaloran
(kala ulang 100 tahun) 69
34. Tabel 5.28 Hitungan hidrograf banjir rencana DAS Kaloran
(kala ulang 200 tahun) 70
35. Tabel 5.29 Rekapitulasi hidrograf banjir rencana DAS Kaloran..... 71
35. Tabel 5.30 Koefisien limpasan DAS Pogung (2003) 74
36. Tabel 5.31 Koefisien limpasan DAS Kaloran (2003)..... 74
37. Tabel 5.32 Intensitas hujan 77
38. Tabel 5.33 Intensitas hujan Pogung tiap periode..... 78
39. Tabel 5.34 Intensitas hujan Kaloran tiap periode 78
40. Tabel 5.35 Tata guna lahan DAS Pogung dan Kaloran (2003) 79
41. Tabel 5.36 Debit kala ulang DAS Pogung..... 79
42. Tabel 5.37 Debit kala ulang DAS Kaloran 80

DAFTAR GAMBAR

1. Gambar 2.1 Grafik Debit Rata-rata Bulanan 8
2. Gambar 3.1 Bentuk Umum Hidrograf 16
3. Gambar 4.1 Pemilihan Jenis Sebaran 28
4. Gambar 4.2 Proses Penelitian 30
5. Gambar 5.1 Grafik Kala Ulang Debit Stasiun Pogung 38
6. Gambar 5.2 Grafik Kala Ulang Debit Stasiun Kaloran 39
7. Gambar 5.3 Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) DAS Pogung 51
8. Gambar 5.4 Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) DAS Kaloran 51
9. Gambar 5.5 Hidrograf Banjir Rencana DAS Pogung 62
10. Gambar 5.6 Hidrograf Banjir Rencana DAS Kaloran 72
11. Gambar 5.7 Grafik Intensitas Hujan Tiap Periode 77
12. Gambar 5.8 Grafik Debit Rencana DAS Pogung dan Kaloran 80

DAFTAR LAMPIRAN

1. Peta Topografi DAS Code
2. Data Hujan
3. Kuesioner

ABSTRAKSI

Sungai Code merupakan sungai dengan aliran air sepanjang tahun dan mempunyai potensi cukup besar untuk menimbulkan bencana banjir yang disebabkan oleh semakin sempitnya daerah resapan air dibagian hulu sungai akibat padatnya kawasan pemukiman, yang berdampak negatif pada siklus hidrologi. Kawasan yang dulunya bersifat resap air sekarang berubah menjadi kawasan kedap air, penyebab utama dikarenakan banyak bangunan yang menutupi lapis permukaan tanah. Akibat dari hal tersebut maka air hujan banyak yang terlimpas ke sungai daripada meresap ke dalam tanah. Tetapi hal yang kontradiksi dijumpai bahwa perilaku membuang air dimusim hujan dan di musim kemarau sering kekurangan air. Penelitian ini membahas tentang debit dan ketinggian muka air tanah pada DAS Code.

Dalam penelitian ini data-data yang diperlukan diperoleh dari Balai PSDA Progo-Opak-Oyo, seperti peta topografi DAS Code, data curah hujan harian, data debit harian, luas DAS, serta kemiringan sungai. Data tersebut digunakan untuk menghitung debit rancangan kala ulang dengan analisis terukur dan analisis teoritik (HSS Gama I dan Rasional). Penelitian ini juga melakukan penyebaran kuisioner pada warga yang bertempat tinggal pada daerah sekitar aliran sungai Code baik di daerah hulu, tengah maupun hilir. Guna mendapatkan ketinggian muka air tanah yang diasumsikan sama tinggi dengan muka air sumur penduduk

Dari hasil penelitian diperoleh debit sungai Code dengan menggunakan metode terukur kala ulang 2th dan 200th untuk Pogung 5,496 m^3/dt sampai 9,117 m^3/dt pada Kaloran 11,463 m^3/dt sampai 43,337 m^3/dt. Sedangkan untuk metode teoritik dengan menggunakan metode HSS Gama I debit sungai Code ialah pada kala ulang 2th dan 100th untuk Pogung 100,944 m^3/dt sampai 242,281 m^3/dt pada Kaloran 102,417 m^3/dt sampai 249,975 m^3/dt, dengan menggunakan metode Rasional debit sungai Code ialah pada kala ulang 2th dan 100th untuk Pogung 5,285 m^3/dt sampai 22,876 m^3/dt pada Kaloran 8,301 m^3/dt sampai 39,004 m^3/dt. Pada DAS Code saat sekarang rata-rata kedalaman sumur pada bagian hulu 7,8 meter, bagian tengah 6 meter dan bagian hilir 5,8 meter. Ketinggian muka air sumur pada bagian hulu saat musim penghujan rata-rata 5,9 meter dan 1,9 meter pada saat musim kemarau, bagian tengah saat musim penghujan 3,5 meter dan 1,5 meter saat musim kemarau serta pada bagian hilir saat musim penghujan 3,97 meter dan 2 meter saat musim kemarau yang diukur dari dasar sungai. Dari hasil tersebut maka kami simpulkan bahwa nilai debit sungai Code menggunakan metode Terukur dengan metode Teoritik menghasilkan nilai yang tidak sama (berbeda), pada metode teoritik sendiri antara metode HSS Gama I dengan metode Rasional nilai debit sungai Code sudah berbeda, perbedaannya sangat jauh (*signifikan*).

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan pertambahan jumlah penduduk Indonesia yang semakin meningkat, juga diimbangi dengan tingkat perekonomian yang semakin membaik, permintaan akan kesejahteraan dan kenikmatan hidup juga semakin meningkat. Salah satu kebutuhan yang meningkat dengan tajam yaitu permintaan akan tempat tinggal dan sarana perekonomian. Akibat dari banyaknya pembangunan yang makin meningkat mengakibatkan bertambahnya luas daerah kedap air maka air hujan banyak yang melimpas ke sungai daripada meresap ke dalam tanah. Hal ini yang mengakibatkan debit sungai meningkat (banjir) pada waktu hujan dan debit sungai menurun (kering) di waktu kemarau (Sunyoto, 2001), hal ini terjadi juga di Daerah Istimewa Jogjakarta.

Secara geografis Propinsi Daerah Istimewa Jogjakarta terletak pada 70^{o} 30' – 8^{o} 15' Lintang Selatan dan 110^{o} 00' – 110^{o} 52' Bujur Timur. Iklim di Daerah Istimewa Jogjakarta rata-rata curah hujan 2.070 mm pertahun dengan 99 hari hujan, suhu rata-rata 26,7°C dan kelembaban rata-rata 83,4 % (Kanwil PU DIY, 1992). Propinsi Daerah Istimewa Jogjakarta memiliki luas 3.185,80 km^2, sampai tahun 2003 ini jumlah penduduk mencapai sekitar 3.207.385 jiwa dengan tingkat pertumbuhan penduduk pertahun sebesar 1,61 % di mana prosentase penduduk kota 57,52 % dan penduduk desa 42,48 %, sedangkan di Kotamadya Jogjakarta tingkat kepadatan penduduk mencapai 12.029 jiwa per km^2 dengan luas wilayah hanya 1 % dari luas Daerah Istimewa Jogjakarta (BPS, 2003).

Kepadatan yang sangat tinggi telah membawa dampak negatif pada siklus hidrologi. Kawasan yang dulunya bersifat resap air sekarang berubah menjadi kawasan kedap air, penyebab utama dikarenakan banyak bangunan yang menutupi lapis permukaan tanah. Akibat dari hal tersebut maka air hujan banyak yang terlimpas ke sungai daripada meresap ke dalam tanah. Fenomena perubahan seperti ini sering menyebabkan banjir di musim penghujan.

Tetapi hal yang kontradiksi dijumpai bahwa perilaku membuang air dimusim hujan dan di musim kemarau sering kekurangan air. Kejadian ini terlihat dari kurangnya ketersediaan kuantitas air minum yang disediakan oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM), bahkan sering ditemui di musim kemarau turunnya muka air tanah yang lebih dalam dari tahun sebelumnya, yang diimbangi dengan penggalian sumur-sumur penduduk untuk mencukupi kebutuhan air baku.

Kota Jogjakarta dilalui oleh tiga sungai utama yaitu Sungai Code, Gajah Wong, dan Winongo. Dengan kondisi topografi yang cukup tinggi dan alur sungai yang cukup dalam, sungai–sungai ini berfungsi sebagai drainasi alam yang baik, di samping hal tersebut kondisi tanah yang kepasiran sangat mendukung rembesan yang besar dan mengurangi limpasan. Tetapi dalam perkembangannya akhir–akhir ini aliran ketiga sungai tersebut dalam keadaan banjir telah menimbulkan korban yang cukup besar. Banjir besar yang terjadi baru–baru ini tanggal 28 Februari 2003, telah menelan korban jiwa dan menimbulkan waduk kecil di daerah Kali Bayem.

Dampak negatif yang ditimbulkan oleh kerusakan DAS tersebut sangat merugikan kehidupan penduduk, seperti banjir, erosi, sedimentasi, menurunnya kesuburan tanah, produksi pertanian menurun dan sebagainya. Kerusakan DAS tersebut perlu segera ditangani secara *komprehensif* melalui perencanaan pengelolaan DAS yang baik sehingga kerusakan lingkungan dapat segera diminimumkan dan pada gilirannya dapat memberikan peningkatan kualitas lingkungan dan kesejahteraan penduduk.

Perilaku banjir besar, turunnya aliran dasar (*base flow*) di musim kemarau serta turunnya muka air tanah dari tahun ke tahun adalah ciri-ciri kerusakan daerah aliran sungai (DAS). Joko Kirmanto (2005), mengatakan bahwa dari 470 DAS untuk sistem irigasi diseluruh Indonesia, 62 di antaranya telah rusak parah, oleh sebab itu sungai-sungai yang melintas di wilayah Jogjakarta sudah harus mulai diperhatikan. Dengan dasar tersebut maka adalah menarik untuk diteliti apakah telah terjadi kerusakan DAS untuk sungai yang melintas di kota Jogjakarta tersebut.

1.2 Perumusan Permasalahan

Kota Jogjakarta yang luasnya 32,5 kilometer persegi telah berkembang dengan pesat. Diperkirakan jumlah penduduk mendekati 500.000 jiwa. Populasi ini mencerminkan tingkat hunian yang sangat tinggi, bahkan di beberapa tempat kepadatan telah mencapai 14.000 jiwa per kilometer persegi.

Kepadatan yang sangat tinggi telah berdampak negatif terhadap perubahan siklus hidrologi. Kawasan yang dahulunya bersifat resap air sekarang telah berubah fungsi menjadi kawasan kedap air. Bantaran wilayah sungaipun telah dipenuhi oleh pemukim-pemukim liar. Persoalan lain yang pasti timbul adalah kerusakan DAS.

Dengan uraian singkat ini maka rumusan masalah adalah:

a. Apakah pada debit terukur telah terjadi rasio yang sangat siknifikan antara debit maksimum dan minimum?
b. Seberapa besar fluktuasi debit sungai Code?
c. Bagaimana kedalaman muka air tanah pada daerah sekitar sungai Code?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui kondisi Daerah Aliran Sungai Code. Kondisi yang akan dicari adalah:

a. Mengetahui seberapa besar debit maksimum dan minimum sungai Code dan debit teoritik.
b. Mengetahui kedalaman muka air tanah pada daerah sekitar sungai Code.

1.4 Batasan Masalah

Untuk mendapatkan hasil penelitian yang terarah, maka penelitian akan dibatasi pada pemahaman sebagai berikut ini.

1 Debit maksimum dan minimum adalah debit terukur pada stasiun pencatat debit pada sungai yang ada dalam DAS penelitian.
2 Debit teoritik adalah debit yang diperoleh dari analisis frekuensi, perhitungan debit menggunakan metode HSS Gama I dan metode Rasional.

3 Profil muka air tanah yang dimaksud adalah kedalaman muka air dari permukaan tanah dan perubahan dalam kurun waktu tertentu.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari peneltian adalah:

1. Dapat mengetahui karakteristik hidrologi khususnya dari kerusakan DAS pada sungai Code.
2. Dengan adanya peneltian ini, pihak-pihak yang bersangkutan khususnya pengambil kebijakan pembangunan dapat memanfaatkannya sebagai dasar petimbangan dan pengambilan keputusan.

1.6 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini dilakukan pada kawasan Daerah Aliran Sungai Code dengan luas daerah penelitian 45,79 km^2 dan panjang sungai 47,97 km, yang melintasi Kabupaten Sleman, Kotamadya Jogjakarta dan Kabupaten Bantul.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

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 hidrologi 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 Limpasan permukaan dan perubahan tata guna lahan.

Ery Suhartanto (2001), melakukan penelitian di DAS Cihideung di Sub Daerah Aliran Sungai Cidanau Kabupaten Serang, Propinsi Banten menggunakan model hidrologi ANSWERS. Data yang dibutuhkan sebagai input model ANSWERS 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 $\pm$ 240m sampai $\pm$ 85m di atas permukaan laut dan didominasi 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 menunjukan 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.

Ruzardi (2002), melakukan penelitian untuk kawasan Lembah Klang, Selangor. Analisis dilakukan terhadap 30 stasiun hujan dan 37 klasifikasi jenis guna tanah. Hasil mendapatkan hubungan yang signifikan antara perubahan guna tanah dengan pertambahan curah hujan. Ada kecenderungan hujan selalu bertambah dari periode pengamatan tahun 1974 hingga tahun 1997, dan ini sejalan dengan pertambahan lapisan kedap air dalam periode tersebut. Tetapi hasil menunjukan bahwa perubahan akibat kenaikan hujan lebih memberikan dampak yang sangat besar terhadap kenaikan limpasan (banjir) dibanding dengan akibat perubahan lapisan kedap air. Analisis dari 16 sub-DAS selama kurun waktu tersebut didapati bahwa untuk periode ulang banjir 5 tahunan didapati kenaikan debit banjir maksimum 58 % dan minimum 20 %, sedangkan periode ulang 200 tahunan didapati kenaikan puncak banjir maksimum 100 % dan minimum 22 %. Temuan lainnya didapati bahwa pusat atau konsentrasi hujan terjadi disekitar kawasan perkotaan yang sangat padat.

Ng dan Marsalek (1989), melakukan penelitian terhadap DAS Waterford. Kawasan ini telah berkembang menjadi kawasan urbanisasi dan memberikan dampak terhadap sumber air di kawasan tersebut. Analisis guna tanah dari tahun 1973 hingga 1984 menghasilkan bahwa pertambahan guna tanah pemukiman seluas 2,3 km^2. Kawasan perdagangan/kantor dan industri kilang seluas 1,5 km^2 dan kawasan tanah kosong seluas 2,0 km^2. Kawasan-kawasan lainya seluas 0,6 km^2. Tanah pertanian berkurang sebanyak 1,6 km^2 dan kawasan hutan seluas 4,7 km^2.

Hasil penelitian mereka menyimpulkan bahwa perkembangan kawasan di masa akan datang melalui pertambahan keluasan lapisan kedap air tidak akan mempengaruhi secara signifikan terhadap aliran bulanan maupun aliran tahunan. Bahkan seandainya perkembangan lapisan kedap air bertambah sebanyak tiga kalinya, kenaikan aliran hanya terjadi sebesar 1 %. Tetapi terjadi penigkatan yang

signifikan pada puncak aliran. Jika lapisan kedap air meningkat dua kali keluasan yang sekarang, aliran puncak akan meningkat sebesar 20 %.

2.3 Fluktuasi debit maksimum dan minimum.

Saiful Anwar (2001) melakukan penelitian dengan 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 debit aliran sungai dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

a. 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 setabil, alur sungai relatife lurus serta bentuk penampang sungai yang teratur,
b. Pengukuran debit sungai 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,
c. Pengukuran debit tersebut dilakukan berkali-kali sehingga diperoleh hubungan antara kedalaman air sungai pada penampang tertentu.

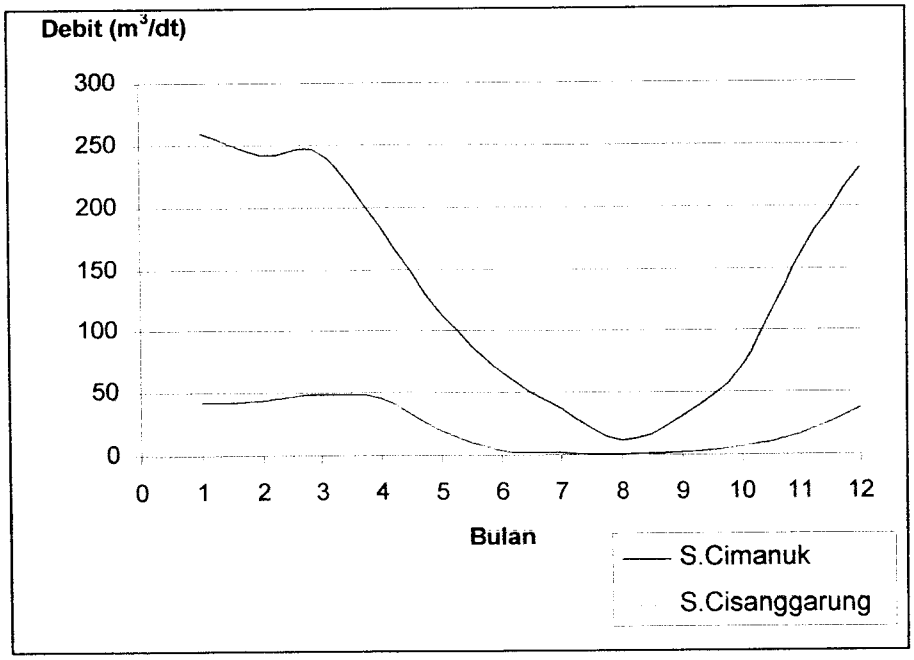
Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa debit rata-rata maksimum sungai Cimanuk sebesar 250 m^3/dt, debit rata-rata minimum sebesar 11 m^3/dt. Sedangkan debit rata-rata maksimum sungai Cisanggarung sebesar 49 m^3/dt, debit rata-rata minimum sebesar 0.3 m^3/dt. Sehingga apabila debit maksimum dan debit minimum yang diambil sebagai parameter DAS maka rasio antara debit maksimum dengan debit minimum akan jauh lebih besar lagi, debit rata-rata debit bulanan sungai Cimanuk-Cisanggarung dapat dilihat pada tabel 2.1 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
May	113	20
Jun	66	3
Jul	38	1
Aug	11	0.3
Sep	31	2
Oct	72	7
Nov	160	17
Dec	230	37

Sumber : Saiful Anwar, 2001.

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



Gambar 2.1 Grafik Debit Rata-rata Bulanan.

2.4 Perubahan debit sungai akibat alih guna lahan dan neraca air pada tingkat DAS

Farida dan Meine van Noordjik (2004) melakukan penelitian dengan pokok bahasan yang diambil proses perubahan debit sungai akibat alih guna lahan dan neraca air pada tingkat DAS termasuk di dalamnya Genriver, sebagai model simulasi sederhana yang berbasis pada proses hidrologi DAS Way Besai, Sumberjaya, Lampung.

Hasil dari penelitian ini didaptkan hubungan antara curah hujan dan debit sungai pada DAS Way Besai selama 23 tahun (th1975 sampai th 1998) pengamatan menunjukkan adanya peningkatan debit pada periode 1990 sampai 1998. Peningkatan ini berkaitan dengan pengurangan luasan hutan dari 60% menjadi 12% dari tahun1970-an sampai 2000.

Pengolahan data empiris debit menunjukkan perubahan indikator penyangga (*bufferingindicator*). Perubahan ini memiliki kecenderungan menurunnya indikator penyangga dengan meningkatnya total debit sungai.

Model GenRiver dapat digunakan untuk mempelajari fungsi hidrologi DAS dan hubungannya dengan alih guna lahan. Beberapa hasil utama dari simulasi GenRiver:

a. Aliran dasar (*base flow*) memberikan kontribusi terbesar (40%) pada debit sungai dengan jumlah aliran cepat air tanah (*soilquick flow*) dan aliran permukaan (*surface quick flow*) yang relatif stabil sepanjang tahun,
b. Debit sungai hasil simulasi mendekati pola debit hasil pengukuran, walaupun titik puncak dan aliran dasar yang diperoleh masih perlu parameterisasi lebih lanjut,
c. Skenario seluruh DAS tertutup hutan menghasilkan jumlah debit sungai paling kecil dibandingkan skenario kondisi terdegradasi dan skenario kondisi saat ini. Indikator fungsi hidrologi menunjukkan peningkatan hasil air sungai dan peningkatan resiko banjir karena alih fungsi hutan..

Perubahan kondisi tanah sesudah alih fungsi hutan adalah penyebab utama terjadinya perubahan fungsi DAS. Sistem agroforestri berbasis kopi dapat mengembalikan kelestarian fungsi hidrologi DAS.

Hariyadi (1988), melakukan penelitian di DAS Ciliwung Hilir. Bahwa berbagai dampak akan terjadi sebagai akibat pemanfaatan sumber daya alam yang kurang seimbang, salah satu dampak yang terjadi di wilayah DAS Ciliwung ialah terjadinya banjir sebagai akibat air hujan yang melimpah memasuki wilayah Jakarta dari arah hulu sedangkan bagian utara adalah daerah pantai yang kemiringannya tidak cukup untuk mengalirkan air laut dengan lancar sehingga menimbulkan genangan.

Ilyas dan Effendy (1993), melakukan penelitian di DAS Ciliwung Hilir, bahwa pesatnya pembangunan membutuhkan sumber daya alam yang sangat besar. Sering pula terlihat bahwa dalam pembangunan terjadi pengelolaan terhadap penggunaan sumber daya alam yang berlebihan, hal tersebut dapat mengakibatkan terganggunya keseimbangan tata air dan turunya kemampuan tanah produksi lahan yang tergambar dengan menurunya aliran rendah, selain itu juga akan meningkatkan tingkat erosi dan sedimentasi.

BAB III
LANDASAN TEORI

3.1 Aliran Dasar

Sebagian besar debit aliran pada sungai yang masih alamiah alirannya berasal dari air tanah (mata air) dan aliran permukaan (limpasan). Dengan demikian aliran air sungai umumnya lebih menggambarkan kondisi hujan kawasan tersebut, aliran dasar ini merupakan yang sangat menentukan kondisi kualitas air. Pada musim kemarau biasanya merupakan kondisi kritis dari aliran dasar maupun limpasan, stabilitas aliran dasar sangat ditentukan oleh kualitas linkungan DAS dan daerah aliran sepanjang sungai yang bersangkutan (Agus Maryono, 2002).

3.2 Limpasan (*runoff*)

Sebagaimana telah diuraikan dalam siklus hidrologi, bahwa air hujan yang turun dari atmosfir jika tidak ditangkap oleh vegetasi atau oleh permukaan-permukaan buatan seperti atap bangunan atau lapisan kedap air lainnya, maka akan jatuh ke permukaan bumi dan sebagian akan menguap, berinfiltrasi, atau tersimpan dalam cekungan-cekungan. Bila kehilangan seperti cara-cara tersebut telah terpenuhi, maka sisa air hujan akan mengalir langsung di atas permukaan tanah menuju alur aliran terdekat. Dalam perencanaan drainase, bagian air hujan yang menjadi perhatian adalah aliran permukaan (*surface runoff*), sedangkan untuk pengendalian banjir tidak hanya aliran permukaan, tetapi limpasan (*runoff*). Limpasan merupakan gabungan antara aliran permukaan, aliran-aliran yang tertunda pada cekungan-cekungan, dan aliran bawah permukaan (*subsurface runoff*).

Aliran pada saluran atau sungai tergantung dari berbagai faktor secara bersamaan. Dalam kaitannya dengan limpasan, faktor yang berpengaruh secara umum dapat dikelompokkan menjadi dua kelompok, yaitu faktor meteorologi dan karakteristik Daerah Aliran Sungai.

3.2.1 Faktor Meteorologi

Faktor-faktor meteorologi yang berpengaruh pada limpasan terutama adalah karakteristik hujan, yang meliputi:

a. Intensitas hujan

   Pengaruh intenitas hujan terhadap limpasan permukaan sangat tergantung pada laju infiltrasi. Jika intensitas hujan melebihi laju infiltrasi, maka akan terjadi limpasan permukaan sejalan dengan peningkatan intensitas curah hujan. Namun demikian, peningkatan limpasan permukaan tidak selalu sebanding dengan peningkatan intensitas hujan karena adanya penggenangan di permukaan tanah

b. Durasi hujan

   Total limpasan dari suatu hujan berkaitan langsung dengan durasi hujan dengan intensitas tertentu. Setiap seluruh daerah aliran sungai mempunyai satuan durasi hujan lama hujan kritis. Jika hujan yang terjadi lamanya kurang dari lama kritis, maka lamanya limpasan akan sama dan tidak bergantung pada intensitas hujan.

c. Distribusi curah hujan

   Laju volume limpasan dipengaruhi oleh distribusi dan intensitas hujan di seluruh DAS. Secara umum, laju dan volume limpasan maksimum terjadi jika seluruh daerah aliran sungai telah memberi kontribusi aliran. Namun demikian, hujan dengan intensitas tinggi pada sebagian seluruh daerah aliran sungai dapat menghasilkan limpasan yang lebih besar dibandingkan dengan hujan biasa yang meliputi seluruh daerah aliran sungai.

3.2.2 Karakteristik DAS

Daerah Aliran Sungai adalah suatu wilayah daratan yang secara topografik dibatasi oleh punggung-punggung gunung yang menampung dan menyimpan air hujan untuk kemudian menyalurkannya ke laut melalui sungai utama (Asdak, 2002). Karakteristik daerah aliran sungai yang berpengaruh besar pada aliran permukaan meliputi :

a. Luas dan bentuk DAS

Laju dan volume aliran permukaan makin bertambah besar dengan bertambahnya luas DAS. Tetapi, apabila aliran permukaan tidak dinyatakan sebagai jumlah total dari DAS, melainkan sebagai laju dan volume per satuan luas, besarnya akan berkurang dengan bertambah luasnya DAS. Ini berkaitan dengan waktu yang diperlukan air untuk mengalir dari titik terjauh sampai ke titik control (waktu konsentrasi) dan juga penyebaran atau intensitas hujan.

Bentuk DAS mempunyai pengaruh pada pola aliran dalam sungai. Pengaruh bentuk DAS terhadap aliran permukaan dapat ditunjukkan dengan memperhatikan hidrograf-hidrograf yang terjadi pada dua buah DAS yang bentuknya berbeda namun mempunyai luas yang sama dan menerima hujan dengan intensitas yang sama.

Bentuk DAS memanjang dan sempit cenderung menghasilkan laju aliran permukaan yang lebih kecil dibandingkan dengan DAS yang berbentuk melebar. Hal ini terjadi karena waktu konsentrasi DAS yang memanjang lebih lama dibandingkan yang melebar, sehingga terjadi konsentrasi air di titik kontrol lebih lambat yang berpengaruh pada laju dan volume aliran permukaan. Faktor bentuk juga dapat berpengaruh pada aliran permukaan apabila hujan yang terjadi tidak serentak di seluruh DAS tetapi bergerak dari ujung yang satu ke ujung yang lainnya.

b. Topografi

Tampakan rupa muka bumi seperti kemiringan lahan, keadaan dan kerapatan saluran, dan bentuk-bentuk cekungan lainnya mempunyai pengaruh pada laju dan volume aliran permukaan. DAS dengan kemiringan curam disertai saluran yang rapat akan menghasilkan laju dan volume aliran permukaan yang lebih tinggi dibandingkan dengan DAS yang landai dengan saluran yang jarang ada cekungan-cekungan. Pengaruh kerapatan saluran, yaitu panjang saluran per satuan DAS, pada aliran permukaan adalah memperpendek waktu konsentrasi, sehingga memperbesar laju aliran permukaan.

c. Tata guna lahan

Pengaruh tata guna lahan pada aliran permukaan dinyatakan dalam koefisien aliran permukaan (C), yaitu bilangan yang menunjukkan perbandingan antara besarnya aliran permukaan dan besarnya curah hujan. Angka koefisien aliran permukaan ini merupakan salah satu indikator untuk menentukan kondisi fisik suatu DAS. Nilai C berkisar antara 0 sampai dengan 1. Nilai C = 0 menunjukkan bahwa semua air hujan terintersepsi dan terinfiltrasi ke dalam tanah, dan sebaliknya untuk nilai C = 1. Pada DAS yang masih baik, harga C mendekati nol dan semakin rusak suatu DAS, maka harga C makin mendekati satu.

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

a. Faktor DAS

Daerah aliran sungai adalah daerah 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 kearah hilir. Manfaat DAS untuk menahan air adalah agar konservasi air di DAS terjaga, maka air tenang stabil, sumber air terpelihara.

b. Kesalahan pembangunan

Pola penanggulangan banjir serta longsor diseluruh dunia sebenarnya sama yaitu dengan penelusuran sudetan pembuatan tanggul, pembetonan tinggi dan pengerasan tampang sungai. Pola penelusuran dan sudetan ini jelas mengakibatkan percepatan 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 bagian bantaran. Jika bantaran sungai tidak cukup maka akan terjadi pelebaran aliran akibatnya areal banjir disuatu tempat dengan cara merupakan penciptaan masalah banjir yang baru ditempat laindibagian hilir. Oleh karena itu pola

penanganan banjir di Indonesia memasuki abad 21 menggunakan prinsip integralitas, dengan prinsip ini maka banjir juga harus dibagi secara integral sepanjang sungai menjadi banjir kecil-kecil guna menghindari banjir besar daerah tertentu.

c. Pendangkalan

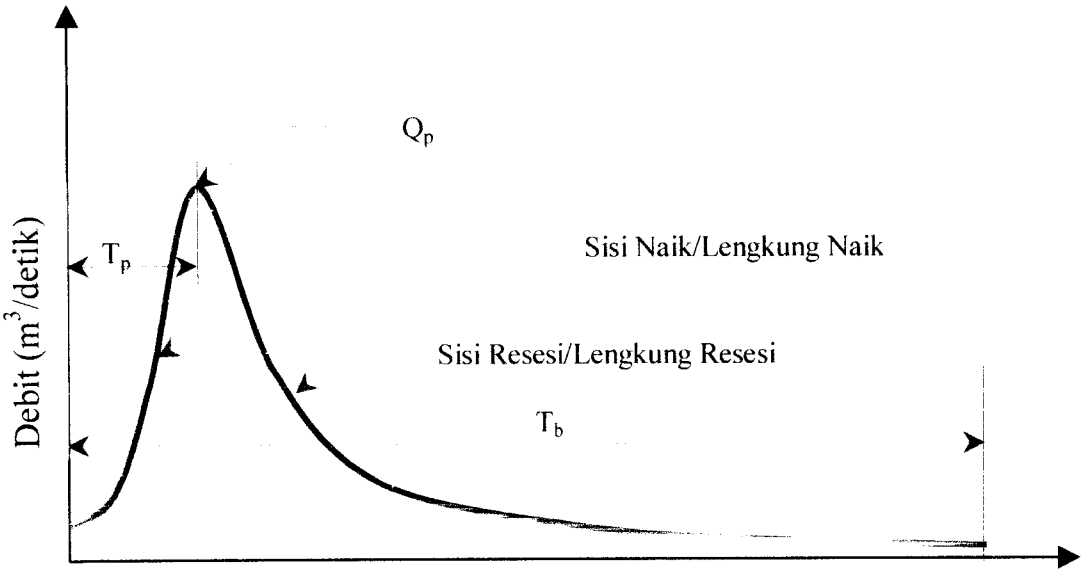
Pendangkalan sungai berarti terjadinya pengecilan tampang sungai, hingga sungai tidak mampu mengalirkan air yang melewatinya dan akhirnya meluap. Pendangkalan sungai diakibatkan oleh proses pengendapan terus menerus terutama dibagian hilir sungai dan juga diakibatkan oleh endapan sampah yang dibuang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

d. Tata Wilayah

Kesalahan fatal yang sering dijumpai oleh penetapan kawasan pemukiman atau pusat perkembangan justru didaerah rawan banjir yang menyebabkan air menjadi tertahan tidak bisa lancar keluar atau semua air mengalir menuju kawasan tertentu sehingga terjadi banjir (Agus Maryono, 2002).

3.3 Hidrograf

Hidrograf dapat digambarkan sebagai penyajian grafis antara salah satu unsur aliran dengan waktu. Hidrograf ini menunjukkan tanggapan menyeluruh DAS terhadap masukan tertentu. Sesuai dengan sifat dan perilaku DAS yang bersangkutan, hidrograf aliran selalu berubah sesuai dengan besaran dan waktu terjadinya masukan. Bentuk hidrograf pada umumnya sangat dipengaruhi oleh sifat hujan yang terjadi, akan tetapi juga dapat dipengaruhi oleh sifat DAS yang lain (Sri Harto, 1993)



Gambar 3.1. Bentuk Umum Hidrograf

Hidrograf Satuan (HS) merupakan teori klasik, hidrograf satuan berasal dari hubungan antara hujan efektif dengan limpasan langsung. Hubungan tersebut merupakan salah satu komponen model *watershed* yang umum. Teori hidrograf satuan merupakan penerapan pertama teori sistem linier dalam hidrologi (Soemarto, 1987).

Sherman pada tahun 1932 (dalam Sri Harto, 1993) mengemukakan bahwa dalam suatu sitem DAS terdapat suatu sifat khas yang menunjukkan sifat tanggapan DAS terhadap suatu masukan tertentu. Tanggapan ini diandaikan tetap untuk masukan dengan besaran dan penyebaran tertentu. Tanggapan yang demikian dalam konsep model hidrologi dikenal dengan hidrograf satuan. Hidrograf satuan suatu DAS adalah (Soemarto, 1995) suatu limpasan langsung yang diakibatkan oleh satu satuan volume hujan yang efektif yang terbagi rata dalam waktu dan ruang.

Untuk memperoleh hidrograf satuan dalam suatu kasus banjir, maka diperlukan data sebagai berikut:

1. Rekaman AWLR,
2. Pengukuran debit yang cukup,
3. Data hujan biasa (manual),
4. Data hujan otomatis.

Selanjutnya perlu dipilih kasus yang menguntungkan dalam analisis, yaitu dipilih hidrograf yang terpisah dan mempunyai satu puncak dan hujan yang cukup serta distribusi jam-jamannya. Syarat di atas sebenarnya bukan merupakan keharusan, kecuali untuk mempermudah hitungan yang dilakukan. Analisa numerik untuk memisahkan hidrograf satuan dari banjir pengamatan dapat dilakukan dengan Metode Collins (Sri Harto, 1993).

Purwanto (1992) mengemukakan bahwa suatu DAS/sub DAS yang terinstrumentasi dengan baik adalah :

1. DAS yang memiliki stasiun pengukur arus sungi secara otomatis, yaitu AWLR beserta perangkat pengukuran muatan sediment pada outlet DAS atau sub DAS tersebut.
2. Memiliki penakar atau alat ukur hujan otomatis dalam jumlah yang cukup, yaitu satu buah untuk tingkat sub DAS dan tiga buah untuk tingkat DAS.

Untuk mengatasi hal ini maka dikembangkan suatu cara untuk mendapatkan hidrograf satuan tanpa mempergunakan data tersebut diatas. Salah satu cara tersebut dengan Hidrograf Satuan Sintetik Gama I dengan memanfaatkan parameter DAS untuk memperoleh hidrograf satuan sintetis. Hidrograf satuan sintetis yang ditemukan digambarkan secara sederhana membentuk segitiga, dengan waktu pencapaian puncak lebih cepat dibandingkan dengan waktu turunnya.

Hidrograf Satuan Sintetik Gama I mengembangkan rumus dengan koefisien-koefisien empirik yang menghubungkan unsur-unsur hidrograf satuan dengan karakteristik DAS. Hidrograf satuan tersebut ditentukan dengan unsure yang antara lain Q_p (m^3/dt), T_p (jam), T_B (jam).

3.4 Tinggi Muka Air Tanah

Penggunaan air tanah yang berlebihan secara terus-menerus dari sumur dapat mengakibatkan terjadinya penurunan permukaan air tanah, hal tersebut dapat dihindari apabila ada keseimbangan penggunaan air tanah dengan kapasitas sumber mata air yang keluar.

BAB IV
METODE PENELITIAN

4.1 Sumber Data

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

a. Peta Topografi

Peta ini berupa : Peta Topografi sepanjang DAS Code, Peta Stasiun Hidrometri, dan Peta stasiun curah hujan disekitar DAS Code.

b. Data debit harian

Data debit harian didapat dari stasiun Hidrometri yang ada pada DAS Code, data stasiun hidrometri dapat dilihat pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Nama-nama stasiun hidrometri dan panjang data aliran

No	Nama Stasiun	Tipe	Tahun Berdiri	Lokasi	Panjang Data (Tahun)
1	Pogung	PDAO	1982	K Code, pogung, Sleman	1994-2004
2	Kaloran	PDAO	1992	K Code, Wonokromo, Sewon, Bantul	1994-2004

c. Data curah hujan

Data curah hujan yang dipakai pada penelitian ini adalah data curah hujan yang ada pada stasiun pengamatan curah hujan di sekitar DAS Code dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Nama-nama stasiun hujan dan lokasi stasiun

No	Nama Stasiun	Lokasi
1	Kemput	Pakem,Sleman
2	Angin-angin	Turi,Sleman
3	Prumpung	Ngaglik,Sleman
4	Beran	Tridadi,Sleman

Sedangkan peta stasiun curah hujan DAS Code dapat dilihat pada lampiran. Data curah hujan rata-rata didapatkan dengan menjumlahkan curah hujan dari semua tempat pengukuran selama satu periode tertentu (1 hari, 1 bulan, 1 tahun) dan membaginya dengan banyaknya tempat pengukuran.

d. Data Luas

Data luas yang digunakan ada dua yaitu luas DAS stasiun hidrometri hulu (Pogung) dan DAS stasiun hidrometri pada hilir (Kaloran). Luas DAS tersebut didapat dengan menggunakan program *autocad*. Data ini digunakan untuk menghitung debit banjir secara teoritik (Hidrograf Satuan Sintetik Gama I).

e. Data Kemiringan Sungai

Data kemiringan sungai 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 (%),

H_2 = Elevasi tertinggi,

H_1 = Elevasi terendah,

L = Panjang Sungai (m).

4.2 Analisis Debit

Untuk menentukan besar debit rencana ada beberapa metode yang digunakan, diantaranya adalah metode analisis debit terukur dan metode analisis debit teoritik.

4.2.1 Analisis Debit Terukur

Untuk debit terukur menggunakan data debit yang ada pada stasiun-stasiun hidrometri yang ada pada sungai Code. Data debit yang dianalisis adalah data debit maksimum harian dan data debit minimum harian, data tersebut didapat dari balai PSDA Progo-Opak-Oyo.

Nilai parameter statistik dihitung sebagai berikut :

1) Rerata debit (m^3/dt)

$$\overline{Q} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} Qi$$

2) Standar deviasi (σ)

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N}\left(Qi - \overline{Q}\right)^2}{N-1}}$$

3) Koefisien Variasi (Cv)

$$Cv = \left[\frac{\sigma}{\overline{Q}}\right]$$

4) Koefisien kemiringan (Cs)

$$Cs = \left[\frac{N}{(N-1)(N-2)}\right]\left[\frac{\sum_{i=1}^{N}\left(Qi - \overline{Q}\right)^3}{\sigma^3}\right]$$

5) Koefisien Kurtosis (Ck)

$$Ck = \left[\frac{N^2}{(N-1)(N-2)(N-3)}\right]\left[\frac{\sum_{i=1}^{N}\left(Qi - \overline{Q}\right)^4}{\sigma^4}\right]$$

dengan : N = Jumlah data,

$\overline{Q}$ = Rerata debit (m^3/dt),

Qi = Debit total (m^3/dt),

σ = Standar deviaasi ,

Cv = Koefisien variasi,

Cs = Koefisien kemiringan,

Ck = Kemiringan kurtosis.

4.2.2 Analisis Debit Teoritik

Debit teoritik menggunakan Hidrograf Satuan Sintetik Gama I dan Rasional. Untuk mendapatkan suatu Hidrograf Satuan Sintetik Gama I perlu tersedia data yang baik, yaitu data AWLR, data pengukuran debit, data hujan harian, dan data hujan jam-jaman. Dan untuk metode Rasional memerlukan data-data seperti tata guna lahan, data hujan, dan peta topografi. Yang menjadi masalah adalah bahwa karena berbagai sebab data ini sangat sulit diperoleh atau tidak tersedia. Data-data sebagaimana disebutkan di atas hanya dapat diperoleh pada suatu DAS atau sub DAS yang telah terinstrumentasi dengan baik.

4.2.2.1 Hidrograf Satuan Sintetik Gama I

Hidrograf Satuan Sintetik Gama I mengembangkan rumus dengan koefisien-koefisien empirik yang menghubungkan unsur-unsur hidrograf satuan dengan karakteristik DAS. Hidrograf satuan tersebut ditentukan dengan unsur diantaranya QP (m^3/detik), TR (jam), dan TB (jam).

Metode HSS Gama I dikembangkan untuk sungai-sungai di Pulau Jawa. Dasar analisis metode ini adalah dengan memanfaatkan parameter-parameter daerah aliran sungai untuk memperoleh hidrograf satuan sintetik. parameter-parameter DAS tersebut antara lain adalah :

a. Faktor sumber, yaitu perbandingan antara jumlah panjang sungai-sungai tingkat satu dengan panjang sungai-sungai semua tingkat.
b. Frekuensi sumber, yaitu perbandingan antara jumlah pangsa sungai–sungai tingkat satu dengan jumlah pangsa sungai-sungai semua tingkat.
c. Faktor lebar, yaitu perbandingan antara lebar DAS yang diukur di titik sungai yang berjarak 0,75.L dengan lebar DAS yang diukur di titik sungai yang berjarak 0,25.L dari stasiun hidrometri.
d. Luas DAS sebelah hulu, yaitu perbandingan antara luas DAS yang diukur di hulu garis yang ditarik tegak lurus garis hubung antar stasiun hidrometri dengan titik yang paling dekat dengan tittik berat DAS, melewati titik tersebut.
e. Faktor simetri, yaitu hasil kali faktor lebar dengan luas DAS sebelah hulu.

f. Jumlah pertemuan sungai, yaitu jumlah semua pertemuan sungai dalam DAS.

g. Kerapatan jaringan kuras, yaittu jumlah panjang sungai semua tingkat tiap satuan luas DAS.

Rumus-rumus parameter HSS Gama I :

1. Waktu naik (TR)

$$TR = 0,43\left(\frac{L}{100\ SF}\right)^3 + 1,0665\ SIM + 1,2775$$

dengan : TR = Waktu naik (jam),
L = Panjang aliran sungai utama (km),
SF = Faktor sumber, tidak berdimensi,
SIM = Faktor simetri, tidak berdimensi.

2. Waktu dasar (TB)

$$TB = 27,4132TR^{0,1457}S^{-0,0986}SN^{0,7344}RUA^{0,2574}$$

dengan : TB = Waktu dasar (jam),
S = Landai sungai rata-rata, tidak berdimensi,
SN = Frekuensi sumber, tidak berdimensi,
RUA = Luas DAS sebelah hulu.

3. Debit puncak (QP)

$$QP = 0,1836.A^{0,5886}.S^{-0,1446}.SF^{-1,0897}.D^{0,0452}$$

dengan : QP = Debit puncak (m^3/dt),
JN = Jumlah pertemuan sungai,
TR = Waktu naik (jam),
A = Luas DAS (Km^2).

4. Koefisien limpasan (K)

$$K = 0,5617.A^{0,1798}.S^{-0,1446}SF^{-1,0897}D^{0,0452}$$

dengan: K = Koefisien limpasan,
D = Kerapatan jaringan,
A = Luas DAS (Km^2).

5. Aliran dasar (QB)

$$QB = 0.4751.A^{0.6444}.D^{0.9430}$$

dengan: QB = Aliran dasar (m^3/dt),

A = Luas DAS (km^2),

D = Kerapatan jaringan-kuras (km/km^2).

6. Indeks infiltrasi (Φ)

$$\Phi = 10{,}4903 - 3{,}859x10^{-6}A^2 + 1{,}6985x10^{-13}\left[\frac{A}{SN}\right]^4$$

dengan: Φ = Indeks infiltrasi (mm/jam),

A = Luas DAS (km^2),

SN = Frekuensi sumber.

7. Debit puncak (Qt)

$$Qt = Qp.e^{\frac{-t}{k}}$$

dengan: Qt = Debit yang diukur setelah debit puncak (m^3/dt),

t = Waktu yang diukur dari saat terjadinya debit puncak,

k = Koefisien tampungan (jam).

4.2.2.2 Metode Rasional

Untuk menentukan besar debit rencana juga dapat menggunakan metode rasional. Metode Rasional digunakan untuk daerah aliran sungai dengan luas sampai 500 ha,

Rumus : $Q_P = C \times C_S \times \beta \times I \times A$

dengan : Q_P = Debit puncak banjir (m^3/dt),

C = Koefisien limpasan,

C_S = Faktor tampungan,

β = Koefisien penyebaran hujan,

I = Intensitas hujan (mm/dt),

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

Parameter-parameter atau koefisien-koefisien yang penting dan perlu diperhatikan dalam metode Rasional ialah:

a. Koefisien Limpasan (C)

Koefisien limpasan merupakan nilai banding antara bagian hujan yang membentuk limpasan langsung dengan hujan total yang terjadi. Besarnya koefisien limpasan hujan dipengaruhi oleh tata guna lahan, jenis tanah dan kondisi tanah. Besarnya koefisisen pengaliran dapat dilihat pada Tabel 4.3

Tabel 4.3 Nilai-nilai 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

b. Faktor Tampungan (C_S)

1. Menghitung waktu konsentrasi (t_c)

Waktu konsentrasi ini terdiri dari, waktu aliran air mengalir dipermukaan tanah (*over flow*) yang menuju saluran terdekat (t_{cs}) ditambah dengan waktu aliran air mengalir di dalam sungai hingga ke

outlet (t_{cc}), t_{cs} dipengaruhi banyak faktor diantaranya adalah jarak tempuh aliran, kemiringan muka air tanah, lekukan tanah, lapis penutup tanah, intensitas hujan dan infiltrasi tanah. Umumnya semakin tinggi intensitas hujan semakin pendek waktu t_{cs}. Beberapa peneliti mengusulkan nilai t_{cs} antara 10 hingga 30 menit.

2. Menghitung waktu aliran (t_{cc})

Waktu aliran air dari hulu sungai menuju outlet dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$t_c = t_{cs} + t_{cc}$

$t_{cc} = t_c - t_{cs}$

Nilai t_{cs} merupakan waktu aliran air mengalir di permukaan tanah menuju ke saluran terdekat diasumsikan 10 menit.

c. Koefisien Penyebaran Hujan (β)

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^2 biasanya kejadian hujan diasumsikan merata sehingga nilai koefisien penyebaran hujan β = 1. Sedangkan untuk kawasan tangkapan hujan yang luasnya melebihi $1Km^2$ digunakan nilai rerata intensitas hujan yaitu dengan memberikan suatu nilai koefisien penyebaran hujan β dengan menggunakan rumus Hasppers (1951) :

$$\frac{1}{\beta} = 1 + \frac{t_c + 3{,}7x10^{-0.04t_c}}{t_c^{\,2} + 15} x \frac{A^{0.75}}{12}$$

dengan : β = Koefisien penyebaran hujan,

t_c = Waktu konsentrasi (Jam),

A = Luas (Km^2).

Atau dengan menggunakan tabel koefisien penyebaran hujan yang dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Koefisien penyebaran hujan

Luas Daerah Pengaliran (km^2)	Koefisien Penyebaran Hujan (β)
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

d. Intensitas Hujan (I)

Data curah hujan dalam suatu waktu tertentu yang tercatat pada alat pangukur hujan otomatik, dapat diubah menjadi Intensitas hujan per jam. Data Intensitas hujan didapat dari penelitian terdahulu Sanprihudin dan Nurhidayat (2004).

e. Luas Daerah Pengaliran Sungai (A)

Luas daerah aliran sungai Code dihitung dengan menggunakan *Software Geografis Informasi System* (GIS). Peta tata guna lahan diambil dari Badan Pertanahan Nasional (BPN) Yogyakarta.

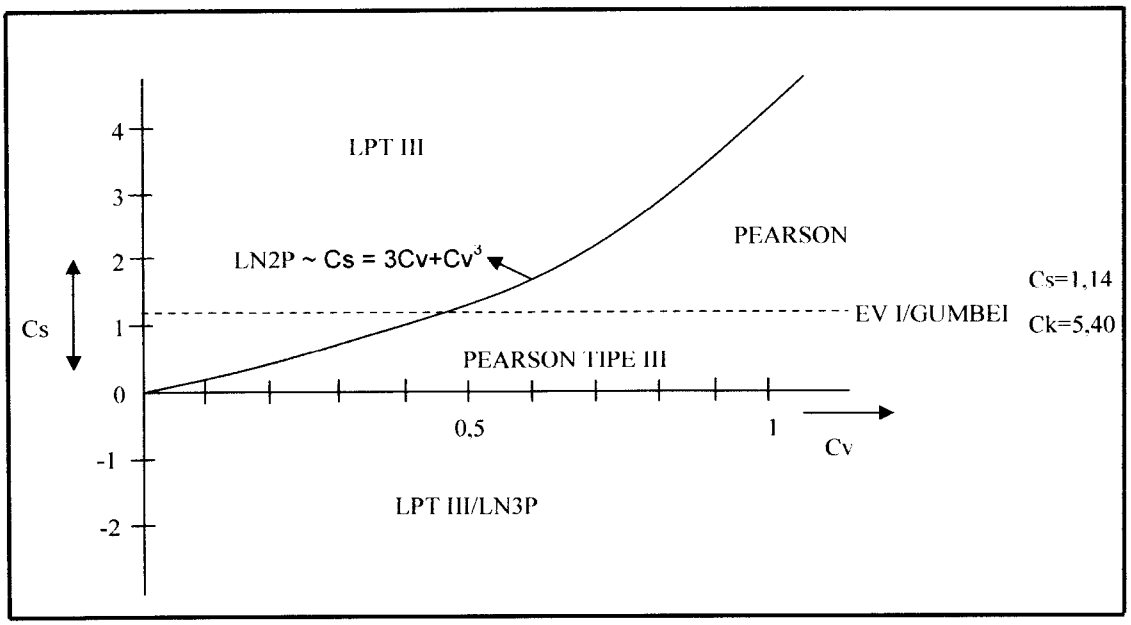
4.2.3 Analisis Debit Rencana dengan Kala Ulang T Tahun

Pada penelitian ini akan dihitung debit rencana kala ulang 2 th, 5 th, 10th, 25 th, 50 th, 100 th, 200 th. Sebelum menghitung banjir rencana terlebih dahulu di cari sebaran yang sesuai untuk mendapatkan factor frekuensi (k_T). Untuk menentukan jenis sebaran dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Penentuan Sebaran

Sebaran	Syarat
Normal	$Cs \approx 0$
Gumbel Type I	Cs=1,1396 Ck=5,4002
Log Normal I	$Cs/Cv \approx 3$
Log Person III	Yang tidak termasuk sebaran diatas

Sumber : Sri Harto, 1980.



Sumber : Twkite, 2001

Gambar 4.1 Pemilihan Jenis Sebaran

Adapun rumus yang digunakan untuk menentukan debit rancangan kala ulang T tahun ialah:

Rumus : $Q_T = \overline{Q} + \sigma \times k_T$

dengan : Q_T = Debit dengan kala ulang tertentu (m^3/dt),

$\overline{Q}$ = Rerata debit (m^3/dt),

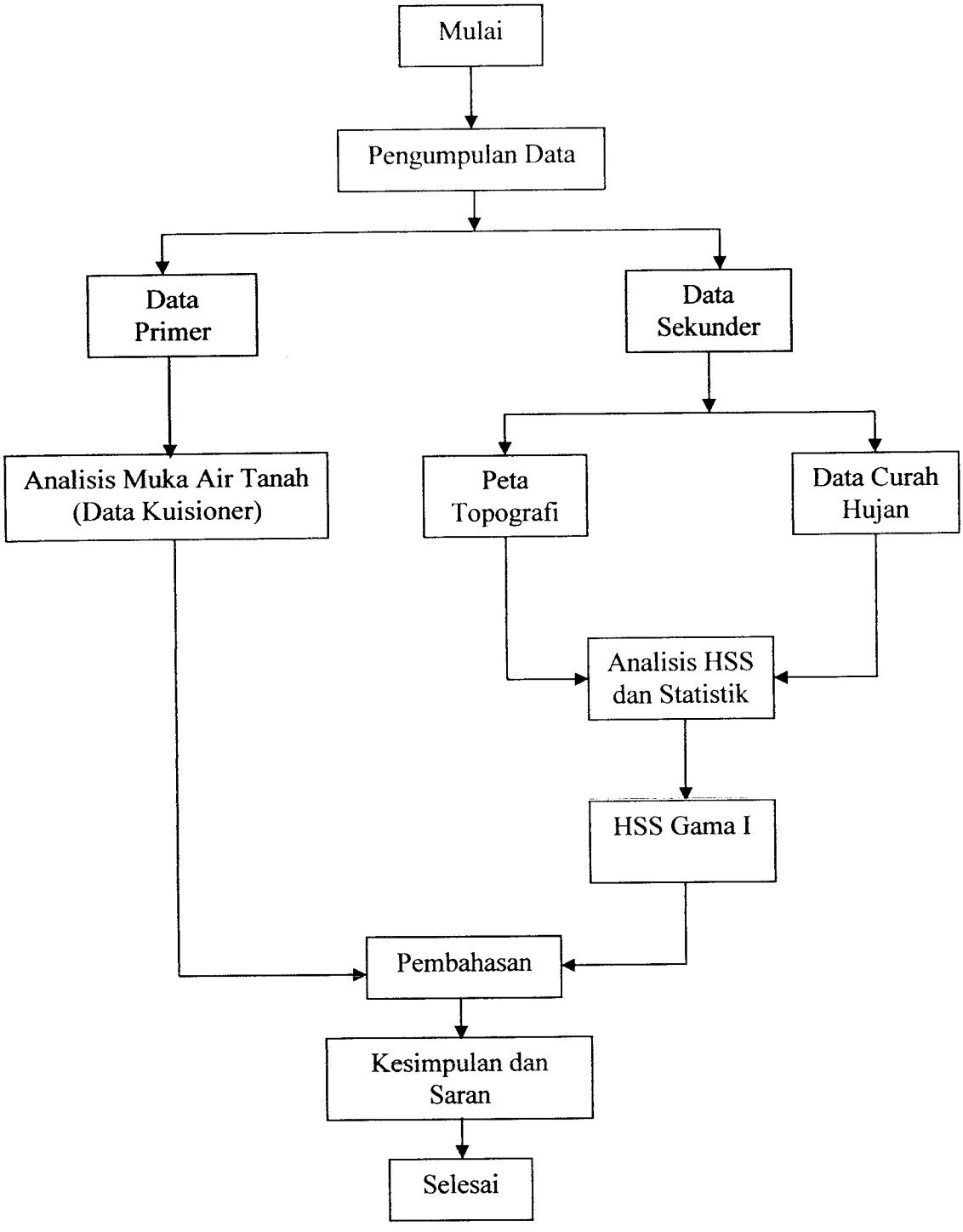
σ = Standar deviasi,

k_T = Faktor frekuensi kala tertentu.

Penggunaan air tanah yang berlebihan secara terus-menerus dari sumur dapat mengakibatkan terjadinya penurunan permukaan air tanah, hal tersebut dapat dihindari apabila ada keseimbangan penggunaan air tanah dengan kapasitas sumber mata air yang keluar.

Apabila keseimbangan itu tidak terpenuhi maka akan mengakibatkan terjadi penurunan tanah, dan apabila terjadi penurunan konsolidasi lapisan-lapisan atas dan bawah dari akuifer yang berhubungan dengan air laut, dan disertai dengan penurunan permukaan air cukup besar hal ini dapat mengakibatkan penerobosan air laut.

4.4 Proses Penelitian



Gambar 4.2 Proses Penelitian

BAB V
ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1. Debit Terukur

Data debit air sungai dapat diketahui dari catatan elevasi muka air sungai dengan menggunakan garis liku debit atau rumus debit (aliran) yang sesuai dengan kondisi setempat. Data ini biasanya tersedia pada bangunan bendung dan stasiun AWLR atau bangunan sadap irigasi.

Data debit atau tinggi muka air sungai diperoleh dari 2 (dua) stasiun Hidrometri atau AWLR yang terdapat di sungai Code (Stasiun Pogung dan Stasiun Kaloran). Nama-nama stasiun Hidrometri atau AWLR tersebut beserta panjang data yang tersedia disajikan pada Tabel 4.1.

Dari kedua stasiun hidrometri yang berada pada DAS Code tersebut maka didapatkan data debit maksimum dan minimum dari tahun 1994-2004 data dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Data debit maksimum dan minimum harian stasiun pencatat debit Pogung dan Kaloran

No	Tahun	Debit Mak (m3/dt)		Debit Min (m3/dt)	
		Pogung	Kaloran	Pogung	Kaloran
1	1994	8,47	8,37	0,31	0,02
2	1995	2,68	8,89	0,1	0,05
3	1996	6,69	8,58	0,14	0,23
4	1997	1,4	3,96	0,03	0,09
5	1998	2,81	8,48	0,03	1,11
6	1999	3,98	11,1	0,12	1,39
7	2000	6,95	5,55	0,03	0,21
8	2001	6	29,5	0,065	0,44
9	2002	5,05	14,2	0,1	0,44
10	2003	6,05	18,2	0,14	0,56
11	2004	6,96	26,5	0,04	0,2

Sumber : Balai PSDA Progo-Opak-Oyo, 2005.

5.1.1 Parameter Statistik Debit

Dari data-data di atas maka kita bisa mendapatkan nilai parameter statistik, sebagai contoh perhitungan untuk stasiun pencatat debit Pogung pada debit maksimum sebagai berikut :

1) Debit total (m^3/dt)

$$\sum_{i-1}^{N} Qi$$

$$= (8{,}47 + 2{,}68 + 6{,}69 + 1{,}4 + 2{,}81 + 3{,}98 + 6{,}95 + 6 + 5{,}05 + 6{,}05 + 6{,}96)$$

$$= 57{,}040$$

2) Rerata debit (m^3/dt)

$$\overline{Q} = \frac{\sum_{i-1}^{N}(Qi)}{N}$$

$$= \frac{57{,}040}{11}$$

$$= 5{,}185$$

3) $\sum_{i-1}^{N}(Qi - \overline{Q})^2$

$$= (8{,}47 - 5{,}185)^2 + (2{,}68 - 5{,}185)^2 + (6{,}69 - 5{,}185)^2 + (1{,}4 - 5{,}185)^2 + (2{,}81 - 5{,}185)^2$$
$$+ (3{,}98 - 5{,}185)^2 + (6{,}95 - 5{,}185)^2 + (6 - 5{,}185)^2 + (5{,}05 - 5{,}185)^2 + (6{,}05 - 5{,}185)^2$$
$$+ (6{,}96 - 5{,}185)^2$$
$$= 48{,}447$$

4) $\sum_{i-1}^{N}(Qi - \overline{Q})^3$

$$= (8{,}47 - 5{,}185)^3 + (2{,}68 - 5{,}185)^3 + (6{,}69 - 5{,}185)^3 + (1{,}4 - 5{,}185)^3 + (2{,}81 - 5{,}185)^3$$
$$+ (3{,}98 - 5{,}185)^3 + (6{,}95 - 5{,}185)^3 + (6 - 5{,}185)^3 + (5{,}05 - 5{,}185)^3 + (6{,}05 - 5{,}185)^3$$
$$+ (6{,}96 - 5{,}185)^3$$
$$= -34{,}021$$

5) $\sum_{i-1}^{N}(Qi-\overline{Q})^4$

$= (8{,}47-5{,}185)^4 + (2{,}68-5{,}185)^4 + (6{,}69-5{,}185)^4 + (1{,}4-5{,}185)^4 + (2{,}81-5{,}185)^4$
$+ (3{,}98-5{,}185)^4 + (6{,}95-5{,}185)^4 + (6-5{,}185)^4 + (5{,}05-5{,}185)^4 + (6{,}05-5{,}185)^4$
$+ (6{,}96-5{,}185)^4$
$= 420{,}817$

6) Standar deviasi (σ)

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N}(Qi-\overline{Q})^2}{N-1}}$$

$$= \sqrt{\frac{48{,}447}{10}}$$

$= 2{,}201$

7) Koefisien variasi (Cv)

$$Cv = \left[\frac{\sigma}{\overline{Q}}\right]$$

$$= \left[\frac{2{,}201}{5{,}185}\right]$$

$= 0{,}4244$

8) Koefisien kemiringan (Cs)

$$Cs = \left[\frac{N}{(N-1)(N-2)}\right]\left[\frac{\sum_{i=1}^{N}(Qi-\overline{Q})^3}{\sigma^3}\right]$$

$$= \left[\frac{11}{(10x9)}\right]\left[\frac{-34{,}021}{2{,}201^3}\right]$$

$= -0{,}858$

9) Koefisie kurtosis (Ck)

$$Ck = \left[\frac{N^2}{(N-1)(N-2)(N-3)}\right]\left[\frac{\sum_{i=1}^{N}(Qi-\overline{Q})^4}{\sigma^4}\right]$$

$$= \left[\frac{11^2}{(10x9x8)}\right]\left[\frac{420{,}817}{2{,}201^4}\right]$$

$= 3{,}0131$

Pada stasiun yang lain juga dilakukan perhitungan yang sama seperti contoh diatas. Hasil dari stasiun yang lain dapat dilihat pada Tabel 5.2

Tabel 5.2 Perhitungan parameter statistik pada stasiun Pogung dan Kaloran

No	Simbol	Debit Maksimum		Debit Minimum	
		Pogung	Kaloran	Pogung	Kaloran
1	N	11	11	11	11
2	$\sum_{i-1}^{N} Qi$	57,04	143,33	1,105	4,74
3	$\overline{Q}$	5,1854	13,030	0,1004	0,4309
4	$\sum_{i-1}^{N}(Qi-\overline{Q})^2$	48,447	702,1	0,067	1,97
5	$\sum_{i-1}^{N}(Qi-\overline{Q})^3$	-34,021	5525,16	0,008	1,002
6	$\sum_{i-1}^{N}(Qi-\overline{Q})^4$	420,817	118717	0,002	1,129
7	σ	2,2010	8,3791	0,0819	0,4439
8	Cv	0,4244	0,6430	0,8161	1,0301
9	Cs	-0,858	1,1478	0,1457	1,4002
10	Ck	3,0131	4,0473	7,5194	4,8865

Dari hasil analisis sifat statistik debit didapat nilai koefisien kemiringan (Cs) yang digunakan untuk menentukan jenis sebaran, penentuannya dapat dilihat pada Tabel 4.5. Hasil analisis dari nilai koefisien kemiringan (Cs) dengan jenis sebaran maka distribusi frekuensi yang sesuai untuk kedua stasiun hidrometri (stasiun Pogung dan stasiun Kaloran) menggunakan pendekatan Person tipe III.

Setelah diketahui menggunakan pendekatan Person tipe III dengan nilai koefisien kemiringan (Cs) dari analisis sifat statistik data debit pada Tabel 5.2 maka dapat digunakan untuk mencari nilai k untuk distribusi Person tipe III pada Tabel 5.3.

k_T = Faktor frekuensi kala tertentu, untuk mendapatkan nilai k dengan cara menghubungkan nilai Cs dengan kala ulang tahun pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Nilai k_T distribusi Person tipe III dan log person tipe III

Koef.	Kala Ulang (Tahun)							
Cs	2	5	10	25	50	100	200	1000
3,0	-0,396	0,42	1,18	2,278	3,152	4,051	4,97	7,25
2,5	-0,36	0,518	1,25	2,262	3,048	3,845	4,652	6,6
2,2	-0,33	0,574	1,284	2,24	2,97	3,705	4,444	6,2
2,0	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,912	3,605	4,298	5,91
1,8	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499	4,147	5,66
1,6	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,78	3,388	3,99	5,39
1,4	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271	3,828	5,11
1,2	-0,195	0,732	1,34	2,087	2,626	3,149	3,661	4,82
1,0	-0,164	0,758	1,34	2,043	2,542	3,022	3,489	4,54
0,9	-0,148	0,769	1,339	2,018	2,498	2,957	3,401	4,395
0,8	-0,132	0,78	1,336	1,998	2,453	2,891	3,312	4,25
0,7	-0,116	0,79	1,333	1,967	2,407	2,824	3,223	4,105
0,6	-0,099	0,8	1,328	1,939	2,359	2,755	3,132	3,96
0,5	-0,083	0,808	1,323	1,91	2,311	2,686	3,041	3,815
0,4	-0,066	0,816	1,317	1,88	2,261	2,615	2,949	3,67
0,3	-0,05	0,824	1,309	1,849	2,211	2,544	2,856	3,525
0,2	-0,033	0,83	1,301	1,818	2,159	2,472	2,763	3,38
0,1	-0,017	0,836	1,292	1,785	2,107	2,4	2,67	3,235
0	0	0,842	1,282	1,751	2,054	2,326	2,576	3,09
-0,1	0,017	0,836	1,27	1,716	2	2,252	2,482	2,95
-0,2	0,033	0,85	1,258	1,68	1,945	2,178	2,388	2,81
-0,3	0,05	0,853	1,245	1,643	1,89	2,104	2,294	2,675
-0,4	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029	2,201	2,54
-0,5	0,083	0,856	1,216	1,567	1,777	1,955	2,108	2,4
-0,6	0,099	0,857	1,2	1,528	1,72	1,88	2,016	2,275
-0,7	0,116	0,857	1,183	1,488	1,663	1,806	1,926	2,15
-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	1,66	1,749	1,91
-1	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588	1,664	1,8
-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	1,27	1,318	1,351	1,465
-1,6	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,197	1,216	1,28
-1,8	0,282	0,799	0,945	1,035	1,069	1,087	1,097	1,13
-2	0,307	0,777	0,895	0,959	0,98	0,99	0,995	1
-2,2	0,33	0,752	0,844	0,888	0,9	0,905	0,907	0,91
-2,5	0,36	0,711	0,771	0,793	0,798	0,799	0,8	0,802
-3	0,396	0,636	0,66	0,666	0,666	0,667	0,667	0,668

Sumber : M.M.A. Shanin, 1976.

5.1.2 Debit Rencana Kala Ulang Tahunan

Rumus : $Q_T = \overline{Q} + \sigma \times k_T$

Dengan : Q_T = Hujan dengan kala ulang tertentu,

$\overline{Q}$ = Rerata debit,

σ = Standar deviasi,

k_T = Faktor frekuensi kala tertentu.

Sebagai contoh perhitungan pada debit rencana pada stasiun Pogung :

a. Debit maksimum:

$\overline{Q}$ = 5,1854 m^3/dt, σ = 2,2010, k_T = 0,141

Q_T 2th = 5,1854 + (2,2010 x 0,141)

Q_T 2th = 5,496 m^3/dt

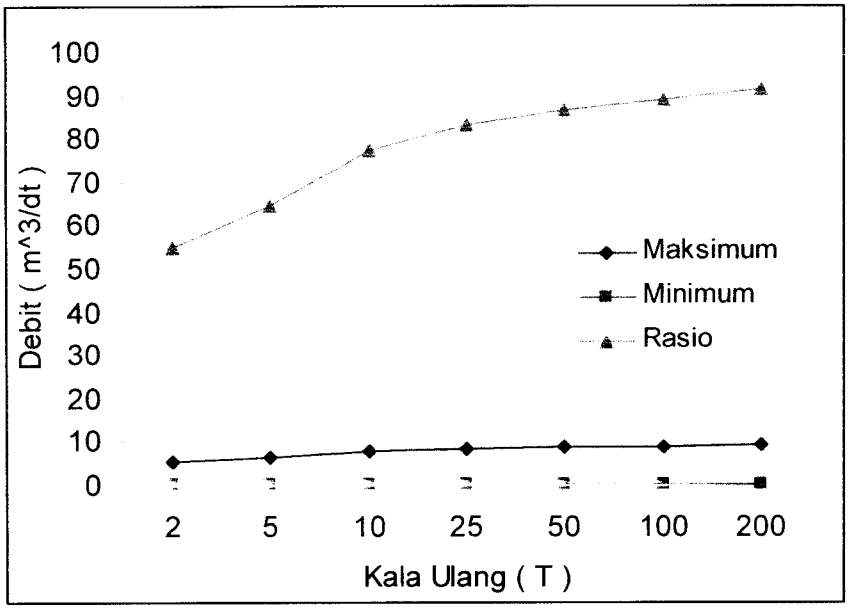
b. Rasio untuk Q_T 2th ialah :

$$\frac{Q_T\ Mak}{Q_T\ Min} = \frac{5,496}{0,100} = 54,960$$

Dengan menggunakan cara yang sama maka kita dapat mendapatkan debit rencana untuk kala ulang 5 th, 10 th, 25 th, 50 th, 100 th, dan 200 th debit maksimum pada Pogung dan Kaloran. Hasil hitungan dari debit rencana tersebut untuk stasiun Pogung dan Kaloran dapat dilihat pada Tabel 5.4 sedangkan gambar grafik kala ualng debit dapat dilihat pada Gambar 5.1.

Tabel 5.4 Analisis frekuensi debit maksimum dan minimum pada stasiun Pogung

Tahun (Th)	Pogung				
	k_T		$Q_T(m^3/dt)$		Rasio
	Maks	Min	Maks	Min	Q_T maks/Q_T min
2	0,141	-0,024	5,496	0,100	54,960
5	0,587	0,833	6,477	0,100	64,770
10	1,155	1,296	7,728	0,100	77,280
25	1,424	1,800	8,320	0,100	83,200
50	1,573	2,131	8,648	0,100	86,480
100	1,691	2,433	8,907	0,100	89,070
200	1,786	2,713	9,117	0,100	91,170

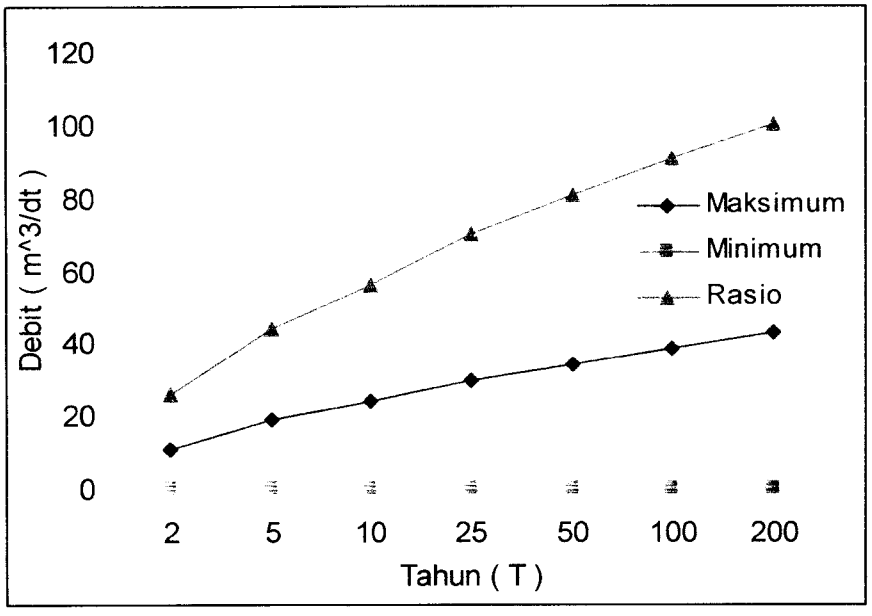


Gambar 5.1 Grafik Kala Ulang Debit Stasiun Pogung.

Untuk stasiun Kaloran juga dihitung dengan cara yang sama seperti contoh diatas. Hasil dari perhitungan debit rencana dapat dilihat pada Tabel 5.5 sedangkan untuk gambar grafik kala ulang debit dapat dilihat pada Gambar 5.2.

Tabel 5.5 Analisis frekuensi debit maksimum dan minimum pada stasiun Kaloran

Tahun (Th)	Kaloran				
	Kt		Qt(m^3/dt)		Rasio
	Mak	Min	Mak	Min	Qtmak/Qtmin
2	-0,187	-0,225	11,463	0,431	26,596
5	0,739	0,705	19,222	0,431	44,599
10	1,34	1,337	24,258	0,431	56,283
25	2,076	2,128	30,425	0,431	70,592
50	2,605	2,706	34,858	0,431	80,877
100	3,117	3,271	39,148	0,431	90,831
200	3,617	3,828	43,337	0,431	100,550



Gambar 5.2 Grafik Kala Ulang Debit Stasiun Kaloran.

5.2 Debit Teoritik

5.2.1 Hidrograf Satuan Sintetik Gama I

Data hujan memuat catatan tinggi hujan dari stasiun hujan. Data hujan berasal dari stasiun hujan otomatis ataupun manual. Data hujan otomatis menginformasikan catatan hujan setiap waktu, data ini untuk menganalisis distribusi hujan jam-jaman.

Pada penelitian ini menggunakan data curah hujan dari keempat stasiun hujan yang berada pada DAS Code dapat dilihat pada Tabel 4.2. Dari keempat stasiun tersebut maka didapatkan data curah hujan rata-rata maksimum harian dari tahun 1994-2004. data dapat dilihat pada Tabel 5.6.

Tabel.5.6 Data curah hujan rata-rata maksimum harian th 1994-2004

No Urut	Tahun	Hujan (mm)
1	2003	35,75
2	2001	50,25
3	2004	61
4	2002	66,375
5	1999	69,275
6	1994	70,7
7	1998	72,65
8	2000	74,075
9	1995	105,5
10	1996	107
11	1997	107,65

Sumber : Balai PSDA Progo-Opak-Oyo, 2005.

5.2.1.1 Parameter Statistik Hujan

Dari data-data di atas maka kita bisa mendapatkan nilai parameter statistik.

Nilai parameter statistik dihitung sebagai berikut :

1) Hujan total

$$\sum_{i=1}^{N} Xi$$

$$= (35,75 + 50,25 + 61 + 66,375 + 69,275 + 70,7 + 72,65 + 74,075 + 105,5 + 107 + 107,65)$$

$$= 820,225$$

2) Hujan rerata

$$\overline{X} = \frac{\sum_{i=1}^{N} (Xi)}{N}$$

$$= \frac{820,225}{11}$$

$$= 74,566$$

3) $\sum_{i-1}^{N}(Xi-\overline{X})^2$

$= (35{,}75-74{,}566)^2 + (50{,}25-74{,}566)^2 + (61-74{,}566)^2 + (66{,}375-74{,}566)^2 +$
$(69{,}275-74{,}566)^2 + (70{,}7-74{,}566)^2 + (72{,}65-74{,}566)^2 + (74{,}65-74{,}566)^2 +$
$(105{,}5-74{,}566)^2 + (107-74{,}566)^2 + (107{,}65-74{,}566)^2$
$= 5499{,}359$

4) $\sum_{i-1}^{N}(Xi-\overline{X})^3$

$= (35{,}75-74{,}566)^3 + (50{,}25-74{,}566)^3 + (61-74{,}566)^3 + (66{,}375-74{,}566)^3 +$
$(69{,}275-74{,}566)^3 + (70{,}7-74{,}566)^3 + (72{,}65-74{,}566)^3 + (74{,}65-74{,}566)^3 +$
$(105{,}5-74{,}566)^3 + (107-74{,}566)^3 + (107{,}65-74{,}566)^3$
$= 23814{,}29$

5) $\sum_{i-1}^{N}(Xi-\overline{X})^4$

$= (35{,}75-74{,}566)^4 + (50{,}25-74{,}566)^4 + (61-74{,}566)^4 + (66{,}375-74{,}566)^4 +$
$(69{,}275-74{,}566)^4 + (70{,}7-74{,}566)^4 + (72{,}65-74{,}566)^4 + (74{,}65-74{,}566)^4 +$
$(105{,}5-74{,}566)^4 + (107-74{,}566)^4 + (107{,}65-74{,}566)^4$
$= 5879440$

6) Standar deviasi (S)

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

$$= \sqrt{\frac{5499{,}359}{10}}$$

$= 23{,}451$

7) Koefisien variasi (Cv)

$$Cv = \left[\frac{S}{\overline{X}}\right]$$

$$= \left[\frac{23,451}{74,566}\right]$$

$$= 0,314$$

8) Koefisien Kemiringan (Cs)

$$Cs = \left[\frac{N}{(N-1)(N-2)}\right]\left[\frac{\sum_{i=1}^{N}(Xi-\overline{X})^3}{S^3}\right]$$

$$= \left[\frac{11}{(11-1)(11-2)}\right]\left[\frac{23814,29}{23,451^3}\right]^3$$

$$= 0,226$$

9) Koefisien Kurtosis (Ck)

$$Ck = \left[\frac{N^2}{(N-1)(N-2)(N-3)}\right]\left[\frac{\sum_{i=1}^{N}(Xi-\overline{X})^4}{S^4}\right]$$

$$= \left[\frac{11^2}{(11-1)(11-2)(11-3)}\right]\left[\frac{5879440}{23,451^4}\right]^4$$

$$= 3,267$$

Hasil analisis nilai dasar statistik data hujan DAS Code disajikan pada Tabel 5.7.

Tabel 5.7 Analisis sifat statistik data hujan

No	Simbol	DAS Code
1	N	11
2	$\sum_{i-1}^{N} Xi$	820,225
3	$\overline{X}$	74,566
4	$\sum_{i-1}^{N} (Xi - \overline{X})^2$	5499,359
5	$\sum_{i-1}^{N} (Xi - \overline{X})^3$	23814,29
6	$\sum_{i-1}^{N} (Xi - \overline{X})^4$	5879440
7	S	23,451
8	Cv	0,314
9	Cs	0,266
10	Ck	3,267

Berdasarkan nilai sifat statistik di atas, maka distribusi frekuensi yang sesuai untuk masing-masing seri data hujan adalah :

Data hujan DAS Code, Cv =0,314 dan nilai Cs = 0,226, nilai sifat dasar statistiknya tidak mendekati distribusi Normal, Log-Normal dan Gumbel, maka diperkirakan distribusi data hujan ini mendekati distribusi Person III (Tabel 4.5). Maka untuk mendapatkan nilai k_T dengan cara menghubungkan nilai Cs dengan kala ulang tahun pada Tabel 5.3.

5.2.1.2 Hujan Rencana Kala Ulang Tahunan

$X_T = \overline{X} + S \times k_T$

dengan :

X_T = Hujan dengan kala ulang tertentu,

$\overline{X}$ = Rerata Hujan dari seri data,

S = Standar Deviasi,

k_T= Faktor Frekuensi.

Contoh untuk hitungan kala ulang 2 tahun dengan $\overline{X}$ = 74,566 m^3/dt, S = 23,451, k_T = -0,037 maka nilai X_T untuk kala ulang 2 tahun ialah :

X_T = 74,566 + (23,451 x -0,037)

X_T = 73,698 m^3/dt

Dengan menggunakan cara yang sama maka kita dapat mendapatkan debit rencana untuk kala ulang 5 th, 10 th, 25 th, 50 th, 100 th, dan 200 th. Hasil hitungan dari debit rencana tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.8.

Tabel 5.8 Kala ulang dan hujan harian rencana

Tahun (T)	I/T (%)	k	X_T
2	50	-0,037	73,698
5	20	0,828	93,983
10	10	1,303	105,122
25	4	1,826	117,387
50	2	2,173	125,524
100	1	2,491	132,982
200	0,5	2,787	139,923

Hidrograf Satuan Sintetik Gama I diturunkan untuk hujan 1 mm/jam. Dari pengukuran peta yang diperoleh dari sumber Balai PSDA Progo-Opak-Oyo (peta topografi), dapat dicari besaran-besaran parameter DAS, yaitu :

a) Kemiringan Rerata Sungai Utama (S)

$$S = \frac{\Delta H}{L}$$

- Pogung = $S = \frac{1475 - 137{,}5}{27753} = 0{,}0487$
- Kaloran= $S = \frac{1475 - 62{,}5}{40272{,}5} = 0{,}0351$

b) Faktor Sumber (SF)

SF = Jumlah panjang sungai tingkat 1 / Jumlah panjang seluruh sungai

- Pogung = $SF = \frac{38{,}32}{84{,}1378} = 0{,}4554$
- Kaloran = $SF = \frac{39{,}42}{98{,}22} = 0{,}4013$

c) Frekuensi Sumber (SN)

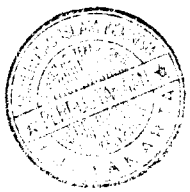
SN= Jumlah sungai tingkat 1 / Jumlah seluruh sungai

- Pogung = $SN = \frac{28}{55} = 0{,}5091$
- Kaloran = $SN = \frac{29}{56} = 0{,}5179$

d) Faktor Lebar (WF)

WF = Lebar sungai pada jarak 0,75 L / Lebar sungai pada jarak 0,25 L

- Pogung = $WF = \frac{0{,}6433}{0{,}7152} = 0{,}8995$
- Kaloran = $WF = \frac{1{,}6558}{0{,}8363} = 1{,}9799$



e) Rasio luas DAS sebelah hulu (RUA)

$$RUA = \frac{AU}{A}$$

dengan :

AU = Luas DAS sebelah hulu,

A = Luas DAS keseluruhan.

- Pogung = $RUA = \frac{15,3419}{29,8874} = 0,5133$

- Kaloran = $RUA = \frac{24,9632}{41,2880} = 0,6046$

f) Faktor Simetri (SIM)

$SIM = WFxRUA$

dengan :

WF = Faktor lebar,

RUA = Rasio luas DAS sebelah hulu.

- Pogung = $SIM = 0,8995x0,5133 = 0,4617$
- Kaloran = $SIM = 1,9799x0,6046 = 1,197$

g) Kerapatan Jaringan Kuras (D)

$$D = \frac{L}{A}$$

dengan :

L = Panjang sungai,

A = Luas DAS.

- Pogung = $D = \frac{27,7530}{29,8874} = 0,9286$
- Kaloran = $D = \frac{40,2725}{41,2880} = 0,9754$

maka didapat besaran-besaran parameter DAS disajikan pada Tabel 5.9.

Tabel. 5.9 Analisis DAS Code untuk hitungan HSS Gama I

No	Parameter DAS	Simbol	Satuan	DAS Pogung	DAS Kaloran
1	Luas DAS	A	Km	29,8874	41,288
2	Panjang Sungai Utama	L	Km	27,753	40,2725
3	Kemiringan Rerata Sungai Utama	S	Km/Km	0,0847	0,0602
4	Faktor Sumber	SF	-	0,4554	0,408
5	Frekuensi Sumber	SN	-	0,4909	0,5091
6	Faktor Lebar	WF	-	0,8995	1,9799
7	Luas DAS Sebelah Hulu	RUA	-	0,5133	0,6046
8	Faktor Simetri	SIM	-	0,4617	1,197
9	Jumlah Pertemuan Sungai	JN	-	27	28
10	Kerapatan Jaringan Kuras	D	Km/Km^2	0,9286	0,9754

5.2.1.3 Parameter HSS Gama I

Dengan menggunakan persamaan-persamaan HSS Gama I, parameter Hidrograf Satuan Sintetik dapat dihitung. Dibawah ini diberikan hitungan parameter HSS Gama I DAS Code.

1) Waktu Naik (TR)

$$TR = 0{,}43\left[\frac{L}{100SF}\right]^3 + 1{,}0665SIM + 1{,}2775$$

2) Debit Puncak (QP)

$$QP = 0{,}1836A^{0{,}5886}TR^{-0{,}4008}JN^{0{,}2381}$$

3) Koefisien tampungan

$$K = 0{,}5617A^{0{,}1798}S^{-0{,}1446}SF^{-1{,}0897}D^{0{,}0452}$$

4) Waktu Dasar (TB)

$$TB = 27{,}4132Tp^{0{,}1457}S^{-0{,}0986}SN^{0{,}7344}RAU^{0{,}2574}$$

5) Aliran Dasar (QB)

$$QB = 0{,}4751A^{0{,}6444}D^{0{,}9430}$$

6) Indeks infiltrasi (Φ)

$$\Phi = 10{,}4903 - 3{,}859x10^{-6}A^2 + 1{,}6985x10^{-13}\left[\frac{A}{SN}\right]^4$$

Sebagai contoh perhitungan untuk DAS Pogung :

1) $TR = 0{,}43\left[\frac{27{,}753}{100x0{,}4554}\right]^3 + 1{,}0665x0{,}4617 + 1{,}2775$

$TR = 1{,}867 \approx 2$

2) $QP = 0{,}1836x29{,}8874^{0{,}5886}\, x1{,}867^{-0{,}4008}\, x27^{0{,}2381}$

$QP = 2{,}315$

3) $K = 0{,}5617x29{,}8874^{0{,}1798}\, x0{,}0847^{-0{,}1446}\, x0{,}4554^{-1{,}0897}\, x0{,}9286^{0{,}0452}$

$K = 3{,}798$

4) $TB = 27{,}4132x1{,}867^{0{,}1457}\, x0{,}0847^{-0{,}0986}\, x0{,}4909^{0{,}7344}\, x0{,}5133^{0{,}2574}$

$TB = 20{,}750$

5) $QB = 0{,}4751x29{,}8874^{0{,}6444}\, x0{,}9286^{0{,}9430}$

$QB = 3{,}956$

6) $\Phi = 10{,}4903 - 3{,}859x10^{-6}\, x29{,}8874^2 + 1{,}6985x10^{-13}\left[\frac{29{,}8874}{0{,}4909}\right]^4$

$\Phi = 10{,}4869$

Hasil hitungan parameter-parameter HSS Gama I DAS Code, dirangkum dan disajikan pada Tabel 5.10.

Tabel. 5.10 Analisis HSS Gama I

No	Parameter HSS Gama I	Simbol	Satuan	DAS Pogung	DAS Kaloran
1	Waktu Naik	TR	jam	2	3
2	Debit Puncak	QP	m^3/dt	2,315	2,339
3	Waktu Dasar	TB	jam	20,750	24,242
4	Koefisien Tampungan	K	jam	3,798	4,808
5	Aliran Dasar	QB	m^3/dt	3,956	5,103
6	Indek Infiltrasi	Φ	mm/jam	10,4869	10,4837

Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) secara lengkap dibuat dengan cara sebagai berikut:

1) Berdasarkan teori HSS Gama I, sisi naik hidrograf satuan dianggap garis lurus.
2) Sisi-resesi dihitung berdasarkan besarnya (nilai) koefisien tampungan (K) dan waktu-resesi (waktu turun, "t") hidrograf satuan, yaitu dihitung dengan rumus berikut :

$$Qt = Qp.e^{-t/K}$$

dengan :

Qt = Debit pada sisi turun (m^3/dt),
Qp = Debit puncak (m^3/dt),
e = Dasar logaritma natural (2,71828),
t = Interval waktu resesi, Waktu yang diukur dari saat terjadinya debit puncak (jam),
K = Koefisien tampungan (jam).

Sebagai contoh perhitungan pada stasiun Pogung untuk jam ke 3 dengan Qp = 2,315 m^3/dt, e = 2,71828, t = t-TR = 3 – 1,867 = 1,133, K = 3,798 maka nilai Qt untuk jam ke 3 ialah :

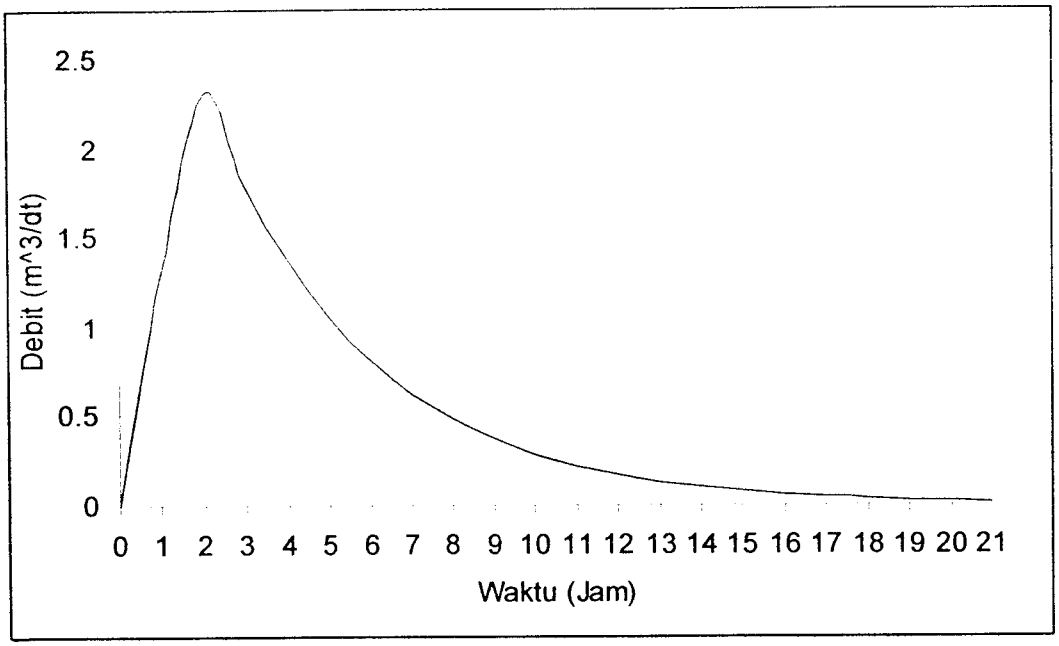
$Qt = 2,315 \times 2,71828^{(-1,133/3,798)}$

$Qt = 1,717\ m^3/dt$

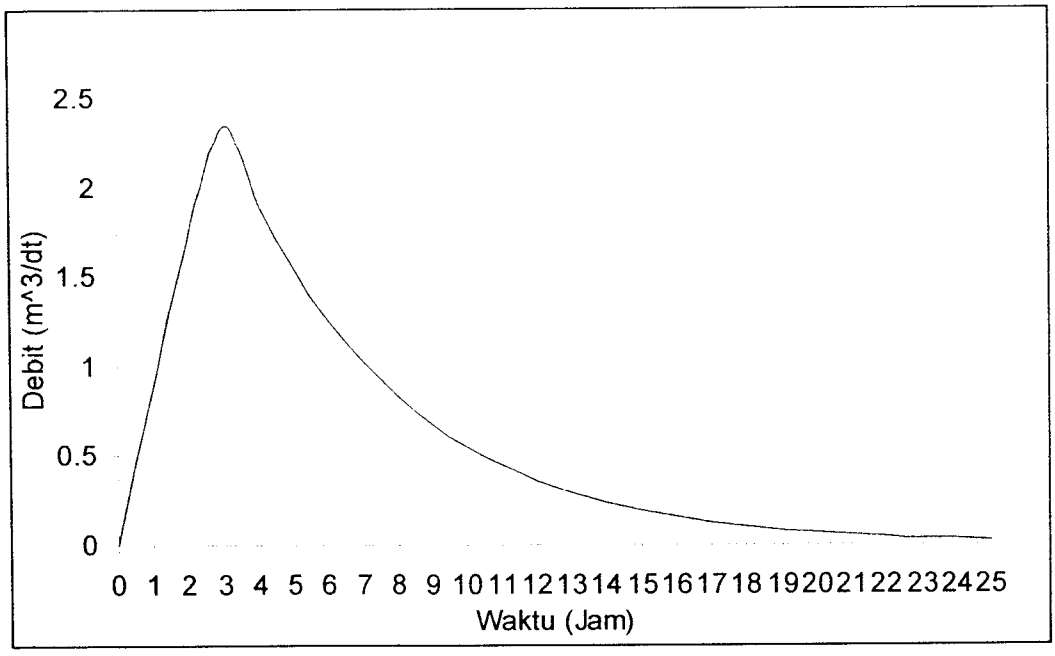
Dengan menggunakan cara seperti pada contoh diatas maka pada jam yang lain dapat kita ketahui. Hasil hitungan pada Pogung dan Kaloran disajikan pada Tabel 5.11 sedangkan gambar hidrograf Pogung disajikan pada Gambar 5.3 untuk hidrograf Kaloran disajikan pada Gambar 5.4.

Tabel 5.11 Analisis HSS Gama I Pogung dan Kaloran

Pogung		Kaloran	
Jam	HSS (m^3/dt)	Jam	HSS (m^3/dt)
0	0	0	0
1	1,3	1	0,88
2	2,315	2	1,72
3	1,779	3	2,339
4	1,367	4	1,899
5	1,050	5	1,543
6	0,807	6	1,253
7	0,620	7	1,018
8	0,477	8	0,827
9	0,366	9	0,671
10	0,282	10	0,545
11	0,216	11	0,443
12	0,166	12	0,360
13	0,128	13	0,292
14	0,098	14	0,237
15	0,075	15	0,193
16	0,058	16	0,157
17	0,045	17	0,127
18	0,034	18	0,103
19	0,026	19	0,084
20	0,020	20	0,068
21	0,016	21	0,055
-	-	22	0,045
-	-	23	0,037
-	-	24	0,030
-	-	25	0,024



Gambar 5.3 Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) DAS Pogung



Gambar 5.4 Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) DAS Kaloran

5.2.1.4 Hitungan Hidrograf Banjir Rencana

Berdasarkan data hujan rencana (hujan rencana yang telah didistribusikan ke dalam tinggi hujan jam-jaman) dan Hidrograf Satuan Sintetik (HSS), dapat diturunkan besarnya debt banjir rencana untuk beberapa kala ulang. Prinsip hitungan berdasarkan pada pinsip hidrograf satuan, yaitu berlaku sifat linier *time-invanrian* dan dengan menganggap kala ulang hujan sama dengan kala ulang banjir.

Hujan jam-jaman untuk hitungan hidrograf banjir rencana adalah berupa hujan efektif, yaitu hujan jam-jaman dikurangi infiltrasi, dalam perhitungan ini dikurangi dengan indeks infiltrasi (Φ).

Hasil hitungan hujan efektif (He) jam-jaman untuk berbagai kala ulang DAS Pogung disajikan pada Tabel 5.12 untuk hasil hitungan hujan efektif (He) jam-jaman untuk berbagai kala ulang DAS Kaloran disajikan pada Tabel 5.21.

Tabel 5.12 Hujan efektif (He) jam-jaman untuk berbagai kala ulang DAS Pogung

Kedalaman		Hujan Efektitif (He) Jam-jaman untuk Berbagai Kala Ulang (mm/jam)						
Tiap jam		H2th = 73,698 mm	H5th = 93,983 mm	H10th = 105,122 mm	H25th = 117,387 mm	H50th = 125,524 mm	H100th = 132,982 mm	H200th = 139,923 mm
jam ke	(i)* %	(H2th x I -Φ)	(H5th x I -Φ)	(H10th x I –Φ)	(H25th x I -Φ)	(H50th x I -Φ)	(H100th x I -Φ)	(H200th x I -Φ)
1	19,7	4,032	8,028	10,222	12,638	14,241	15,711	17,078
2	65,5	37,785	51,072	58,368	66,402	71,732	76,616	81,163
3	14,8	0,420	3,423	5,071	6,886	8,091	9,194	10,222

Keterangan : i : Sumber PT. Puser Bumi, 1990.

Hitungan hidrograf banjir rencana untuk DAS Pogung disajikan pada Tabel 5.13 sampai dengan Tabel 5.20 dan untuk grafik hidrograf disajikan pada Gambar 5.5.

Tabel. 5.13 Hitungan hidrograf banjir rencana DAS Pogung (kala ulang 2 tahun)

Jam ke	Aliran dasar	HSS	Limpasan Langsung untuk Kala Ulang 2 tahun (m^3/dt)			
	Qb	U	t-1 = 4,032mm/jam	t-2 =37,785mm/jam	t-3=0,420mm/jam	Q2 th (m^3/dt)
	(m^3/dt)	(m^3/dt)	Qt-1= U x t1	Qt-2 = U x t1	Qt-3 = U x t3	Q2th = Qb+Qt-1+Qt-2+Qt-3
0	3,956	0	0	-	-	3,956
1	3,956	1,3	5,241	0	-	9,197
2	3,956	2,315	9,333	49,121	0	62,411
3	3,956	1,779	7,171	87,473	0,547	99,147
4	3,956	1,367	5,511	67,209	0,973	77,650
5	3,956	1,050	4,235	51,650	0,748	60,590
6	3,956	0,807	3,255	39,693	0,575	47,479
7	3,956	0,620	2,501	30,505	0,442	37,404
8	3,956	0,477	1,922	23,443	0,339	29,661
9	3,956	0,366	1,477	18,016	0,261	23,710
10	3,956	0,282	1,135	13,845	0,200	19,137
11	3,956	0,216	0,872	10,640	0,154	15,623
12	3,956	0,166	0,671	8,177	0,118	12,922
13	3,956	0,128	0,515	6,284	0,091	10,846
14	3,956	0,098	0,396	4,829	0,070	9,251
15	3,956	0,075	0,304	3,711	0,054	8,025
16	3,956	0,058	0,234	2,852	0,041	7,083
17	3,956	0,045	0,180	2,192	0,032	6,359
18	3,956	0,034	0,138	1,684	0,024	5,803
19	3,956	0,026	0,106	1,295	0,019	5,375
20	3,956	0,020	0,082	0,995	0,014	5,047
21	3,956	0,016	0,063	0,765	0,011	4,794
22	3,956	-	-	0,588	0,009	4,552
23	3,956	-	-	-	0,007	3,963

Tabel. 5.14 Hitungan hidrograf banjir rencana DAS Pogung (kala ulang 5 tahun)

Jam ke	Aliran dasar	HSS	Limpasan Langsung untuk Kala Ulang 5 tahun (m^3/dt)			
	Qb	U	t-1 = 8,028mm/jam	t-2 =51,072mm/jam	t-3=3,423mm/jam	Q5 th (m^3/dt)
	(m^3/dt)	(m^3/dt)	Qt-1= U x t1	Qt-2 = U x t1	Qt-3 = U x t3	Q5th = Qb+Qt-1+Qt-2+Qt-3
0	3,956	0	0	-	-	3,956
1	3,956	1,3	10,436	0	-	14,392
2	3,956	2,315	18,584	66,394	0	88,934
3	3,956	1,779	14,279	118,232	4,449	140,916
4	3,956	1,367	10,974	90,842	7,923	113,695
5	3,956	1,050	8,433	69,812	6,088	88,289
6	3,956	0,807	6,481	53,651	4,679	68,766
7	3,956	0,620	4,981	41,231	3,595	53,763
8	3,956	0,477	3,828	31,686	2,763	42,233
9	3,956	0,366	2,942	24,351	2,123	33,372
10	3,956	0,282	2,261	18,714	1,632	26,562
11	3,956	0,216	1,737	14,382	1,254	21,329
12	3,956	0,166	1,335	11,052	0,964	17,307
13	3,956	0,128	1,026	8,494	0,741	14,216
14	3,956	0,098	0,788	6,527	0,569	11,841
15	3,956	0,075	0,606	5,016	0,437	10,016
16	3,956	0,058	0,466	3,855	0,336	8,613
17	3,956	0,045	0,358	2,963	0,258	7,535
18	3,956	0,034	0,275	2,277	0,199	6,706
19	3,956	0,026	0,211	1,750	0,153	6,070
20	3,956	0,020	0,162	1,345	0,117	5,580
21	3,956	0,016	0,125	1,033	0,090	5,204
22	3,956	-	-	0,794	0,069	4,819
23	3,956	-	-	-	0,053	4,009

Tabel. 5.15 Hitungan hidrograf banjir rencana DAS Pogung (kala ulang 10tahun)

Jam ke	Aliran dasar	HSS	Limpasan Langsung untuk Kala Ulang 10 tahun (m^3/dt)			
	Qb	U	t-1 = 10,222mm/jam	t-2 =58,368mm/jam	t-3=5,071mm/jam	Q10 th (m^3/dt)
	(m^3/dt)	(m^3/dt)	Qt-1= U x t1	Qt-2 = U x t1	Qt-3 = U x t3	Q10th = Qb+Qt-1+Qt-2+Qt-3
0	3,956	0	0	-	-	3,956
1	3,956	1,3	13,289	0	-	17,245
2	3,956	2,315	23,664	75,879	0	103,499
3	3,956	1,779	18,182	135,122	6,593	163,853
4	3,956	1,367	13,973	103,819	11,740	133,488
5	3,956	1,050	10,738	79,786	9,020	103,500
6	3,956	0,807	8,252	61,315	6,932	80,456
7	3,956	0,620	6,342	47,121	5,327	62,746
8	3,956	0,477	4,874	36,213	4,094	49,137
9	3,956	0,366	3,746	27,830	3,146	38,677
10	3,956	0282	2,878	21,387	2,418	30,640
11	3,956	0,216	2,212	16,436	1,858	24,462
12	3,956	0,166	1,700	12,631	1,428	19,715
13	3,956	0,128	1,306	9,707	1,097	16,067
14	3,956	0,098	1,004	7,460	0,843	13,263
15	3,956	0,075	0,772	5,733	0,648	11,109
16	3,956	0,058	0,593	4,406	0,498	9,453
17	3,956	0,045	0,456	3,386	0,383	8,180
18	3,956	0,034	0,350	2,602	0,294	7,202
19	3,956	0,026	0,269	2,000	0,226	6,451
20	3,956	0,020	0,207	1,537	0,174	5,873
21	3,956	0,016	0,159	1,181	0,134	5,429
22	3,956	-	-	0,908	0,103	4,966
23	3,956	-	-	-	0,079	4,035

Tabel. 5.16 Hitungan hidrograf banjir rencana DAS Pogung (kala ulang 25 tahun)

Jam ke	Aliran dasar	HSS	Limpasan Langsung untuk Kala Ulang 25 tahun (m^3/dt)			
	Qb	U	t-1 = 12,638mm/jam	t-2 =66,402mm/jam	t-3=6,886mm/jam	Q25 th (m^3/dt)
	(m^3/dt)	(m^3/dt)	Qt-1= U x t1	Qt-2 = U x t1	Qt-3 = U x t3	Q25th = Qb+Qt-1+Qt-2+Qt-3
0	3,956	0	0	-	-	3,956
1	3,956	1,3	16,430	0	-	20,386
2	3,956	2,315	29,258	86,322	0	119,536
3	3,956	1,779	22,480	153,720	8,952	189,108
4	3,956	1,367	17,276	118,108	15,942	155,282
5	3,956	1,050	13,277	90,767	12,249	120,248
6	3,956	0,807	10,203	69,754	9,413	93,327
7	3,956	0,620	7,841	53,606	7,234	72,638
8	3,956	0,477	6,026	41,197	5,559	56,738
9	3,956	0,366	4,631	31,660	4,272	44,519
10	3,956	0,282	3,559	24,331	3,283	35,129
11	3,956	0,216	2,735	18,698	2,523	27,912
12	3,956	0,166	2,102	14,370	1,939	22,367
13	3,956	0,128	1,615	11,043	1,490	18,105
14	3,956	0,098	1,241	8,487	1,145	14,829
15	3,956	0,075	0,954	6,522	0,880	12,312
16	3,956	0,058	0,733	5,012	0,676	10,378
17	3,956	0,045	0,563	3,852	0,520	8,891
18	3,956	0,034	0,433	2,960	0,399	7,749
19	3,956	0,026	0,333	2,275	0,307	6,871
20	3,956	0,020	0,256	1,748	0,236	6,196
21	3,956	0,016	0,197	1,344	0,181	5,677
22	3,956	-	-	1,033	0,139	5,128
23	3,956	-	-	-	0,107	4,063

Tabel. 5.17 Hitungan hidrograf banjir rencana DAS Pogung (kala ulang 50 tahun)

Jam ke	Aliran dasar	HSS	Limpasan Langsung untuk Kala Ulang 50 tahun (m^3/dt)			
	Qb	U	t-1 =14,241mm/jam	t-2 =71,732mm/jam	t-3=8,091mm/jam	Q50 th (m^3/dt)
	(m^3/dt)	(m^3/dt)	Qt-1= U x t1	Qt-2 = U x t1	Qt-3 = U x t3	Q50th = Qb+Qt-1+Qt-2+Qt-3
0	3,956	0	0	-	-	3,956
1	3,956	1,3	18,514	0	-	22,470
2	3,956	2,315	32,969	93,251	0	130,176
3	3,956	1,779	25,331	166,059	10,518	205,864
4	3,956	1,367	19,467	127,589	18,730	169,742
5	3,956	1,050	14,961	98,052	14,391	131,360
6	3,956	0,807	11,497	75,354	11,060	101,866
7	3,956	0,620	8,836	57,909	8,499	79,200
8	3,956	0,477	6,790	44,504	6,532	61,781
9	3,956	0,366	5,218	34,201	5,020	48,395
10	3,956	0,282	4,010	26,284	3,858	38,108
11	3,956	0,216	3,082	20,199	2,965	30,202
12	3,956	0,166	2,368	15,523	2,278	24,126
13	3,956	0,128	1,820	11,929	1,751	19,457
14	3,956	0,098	1,399	9,168	1,346	15,868
15	3,956	0,075	1,075	7,046	1,034	13,111
16	3,956	0,058	0,826	5,415	0,795	10,991
17	3,956	0,045	0,635	4,161	0,611	9,363
18	3,956	0,034	0,488	3,198	0,469	8,111
19	3,956	0,026	0,375	2,458	0,361	7,149
20	3,956	0,020	0,288	1,889	0,277	6,410
21	3,956	0,016	0,221	1,451	0,213	5,842
22	3,956	-	-	1,115	0,164	5,235
23	3,956	-	-	-	0,126	4,082

Tabel. 5.18 Hitungan hidrograf banjir rencana DAS Pogung (kala ulang 100 tahun)

Jam ke	Aliran dasar	HSS	Limpasan Langsung untuk Kala Ulang 100 tahun (m^3/dt)			
	Qb	U	t-1 = 15,711mm/jam	t-2 =76,616mm/jam	t-3=9,194mm/jam	Q100 th (m^3/dt)
	(m^3/dt)	(m^3/dt)	Qt-1= U x t1	Qt-2 = U x t1	Qt-3 = U x t3	Q100th = Qb+Qt-1+Qt-2+Qt-3
0	3,956	0	0	-	-	3,956
1	3,956	1,3	20,424	0	-	24,380
2	3,956	2,315	36,370	99,601	0	139,927
3	3,956	1,779	27,944	177,366	11,953	221,219
4	3,956	1,367	21,475	136,277	21,285	182,993
5	3,956	1,050	16,504	104,729	16,354	141,543
6	3,956	0,807	12,683	80,485	12,568	109,692
7	3,956	0,620	9,747	61,853	9,659	85,215
8	3,956	0,477	7,491	47,534	7,423	66,403
9	3,956	0,366	5,757	36,530	5,704	51,947
10	3,956	0,282	4,424	28,073	4,384	40,837
11	3,956	0,216	3,400	21,575	3,369	32,299
12	3,956	0,166	2,613	16,580	2,589	25,738
13	3,956	0,128	2,008	12,742	1,990	20,695
14	3,956	0,098	1,543	9,792	1,529	16,820
15	3,956	0,075	1,186	7,525	1,175	13,842
16	3,956	0,058	0,911	5,783	0,903	11,554
17	3,956	0,045	0,700	4,444	0,694	9,795
18	3,956	0,034	0,538	3,416	0,533	8,443
19	3,956	0,026	0,414	2,625	0,410	7,404
20	3,956	0,020	0,318	2,017	0,315	6,606
21	3,956	0,016	0,244	1,550	0,242	5,993
22	3,956	-	-	1,191	0,186	5,333
23	3,956	-	-	-	0,143	4,099

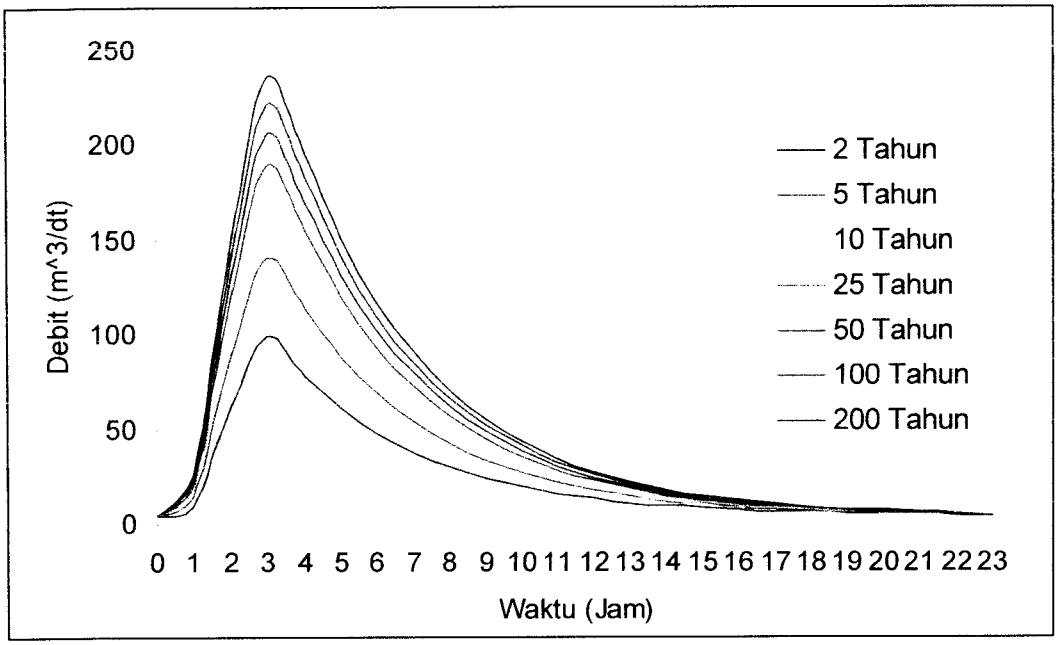
Tabel. 5.19 Hitungan hidrograf banjir rencana DAS Pogung (kala ulang 200 tahun)

Jam ke	Aliran dasar	HSS	Limpasan Langsung untuk Kala Ulang 200 tahun (m^3/dt)			
	Qb	U	t-1 =17,078mm/jam	t-2 =81,163mm/jam	t-3=10,222mm/jam	Q200 th (m^3/dt)
	(m^3/dt)	(m^3/dt)	Qt-1= U x t1	Qt-2 = U x t1	Qt-3 = U x t3	Q200th = Qb+Qt-1+Qt-2+Qt-3
0	3,956	0	0	-	-	3,956
1	3,956	1,3	22,201	0	-	26,157
2	3,956	2,315	39,536	105,512	0	149,003
3	3,956	1,779	30,377	187,892	13,288	235,513
4	3,956	1,367	23,345	144,364	23,663	195,328
5	3,956	1,050	17,940	110,944	18,181	151,022
6	3,956	0,807	13,787	85,261	13,972	116,977
7	3,956	0,620	10,595	65,523	10,738	90,813
8	3,956	0,477	8,143	50,355	8,252	70,706
9	3,956	0,366	6,258	38,698	6,342	55,253
10	3,956	0,282	4,809	29,739	4,874	43,378
11	3,956	0,216	3,696	22,855	3,745	34,252
12	3,956	0,166	2,840	17,564	2,878	27,239
13	3,956	0,128	2,183	13,498	2,212	21,849
14	3,956	0,098	1,677	10,373	1,700	17,707
15	3,956	0,075	1,289	7,972	1,306	14,523
16	3,956	0,058	0,991	6,126	1,004	12,077
17	3,956	0,045	0,761	4,708	0,772	10,197
18	3,956	0,034	0,585	3,618	0,593	8,752
19	3,956	0,026	0,450	2,781	0,456	7,642
20	3,956	0,020	0,346	2,137	0,350	6,789
21	3,956	0,016	0,266	1,642	0,269	6,133
22	3,956	-	-	1,262	0,207	5,425
23	3,956	-	-	-	0,159	4,115

Tabel.5.20 Rekapitulasi hidrograf banjir rencana DAS Pogung

Jam Ke	Hidrograf Banjir Rancangan (m^3/dt)						
	2 Th	5 Th	10 Th	25 Th	50 Th	100 Th	200 Th
0	3,956	3,956	3,956	3,956	3,956	3,956	3,956
1	9,197	14,392	17,245	20,386	22,470	24,380	26,157
2	62,411	88,934	103,499	119,536	130,176	139,927	149,003
3	99,147	140,916	163,853	189,108	205,864	221,219	235,513
4	77,650	113,695	133,488	155,282	169,742	182,993	195,328
5	60,590	88,289	103,500	120,248	131,360	141,543	151,022
6	47,479	68,766	80,456	93,327	101,866	109,692	116,977
7	37,404	53,763	62,746	72,638	79,200	85,215	90,813
8	29,661	42,233	49,137	56,738	61,781	66,403	70,706
9	23,710	33,372	38,677	44,519	48,395	51,947	55,253
10	19,137	26,562	30,640	35,129	38,108	40,837	43,378
11	15,623	21,329	24,462	27,912	30,202	32,299	34,252
12	12,922	17,307	19,715	22,367	24,126	25,738	27,239
13	10,846	14,216	16,067	18,105	19,457	20,695	21,849
14	9,251	11,841	13,263	14,829	15,868	16,820	17,707
15	8,025	10,016	11,109	12,312	13,111	13,842	14,523
16	7,083	8,613	9,453	10,378	10,991	11,554	12,077
17	6,359	7,535	8,180	8,891	9,363	9,795	10,197
18	5,803	6,706	7,202	7,749	8,111	8,443	8,752
19	5,375	6,070	6,451	6,871	7,149	7,404	7,642
20	5,047	5,580	5,873	6,196	6,410	6,606	6,789
21	4,794	5,204	5,429	5,677	5,842	5,993	6,133
22	4,552	4,819	4,966	5,128	5,235	5,333	5,425
23	3,963	4,009	4,035	4,063	4,082	4,099	4,115

Dari hasil hitungan maka dapat dibuat hidrograf banjir rencana DAS Pogung, gambar hidrograf dapat dilihat pada Gambar 5.5.



Gambar 5.5 Hidrograf Banjir Rencana DAS Pogung.

Tabel 5.21 Hujan efektif (He) jam-jaman untuk berbagai kala ulang DAS Kaloran

Kedalaman		Hujan Efektitif (He) Jam-jaman untuk Berbagai Kala Ulang (mm/jam)						
Tiap jam		H2th = 73,698 mm	H5th = 93,983 mm	H10th = 105,122 mm	H25th = 117,387 mm	H50th = 125,524 mm	H100th = 132,982 mm	H200th = 139,923 mm
jam ke	(i)* %	(H2th x I -Φ)	(H5th x I -Φ)	(H10th x I -Φ)	(H25th x I -Φ)	(H50th x I -Φ)	(H100th x I -Φ)	(H200th x I -Φ)
1	19,7	4,035	8,031	10,225	12,641	14,245	15,714	17,081
2	65,5	37,789	51,075	58,371	66,405	71,735	76,619	81,166
3	14,8	0,424	3,426	5,074	6,890	8,094	9,198	10,225

Keterangan : i : Sumber PT. Puser Bumi, 1990.

Hitungan hidrograf banjir rencana untuk DAS Kaloran disajikan pada Tabel 5.22 sampai dengan Tabel 5.29 dan untuk grafik hidrograf disajikan pada Gambar 5.6.

Tabel. 5.22 Hitungan hidrograf banjir rencana DAS Kaloran (kala ulang 2 tahun)

Jam ke	Aliran dasar	HSS	Limpasan Langsung untuk Kala Ulang 2 tahun (m^3/dt)			
	Qb	U	t-1 = 4,035 mm/jam	t-2 =37,789mm/jam	t-3=0,424 mm/jam	Q2 th (m^3/dt)
	(m^3/dt)	(m^3/dt)	Qt-1= U x t1	Qt-2 = U x t1	Qt-3 = U x t3	Q2th = Qb+Qt-1+Qt-2+Qt-3
0	3,956	0	0	-	-	3,956
1	3,956	0,88	3,551	0	-	7,507
2	3,956	1,720	6,940	33,254	0	44,150
3	3,956	2,339	9,436	64,996	0,373	78,761
4	3,956	1,899	7,664	88,370	0,729	100,718
5	3,956	1,543	6,225	71,776	0,991	82,948
6	3,956	1,253	5,056	58,299	0,805	68,115
7	3,956	1,018	4,107	47,352	0,654	56,068
8	3,956	0,827	3,335	38,460	0,531	46,283
9	3,956	0,671	2,709	31,239	0,431	38,335
10	3,956	0,545	2,200	25,373	0,350	31,879
11	3,956	0,443	1,787	20,609	0,284	26,636
12	3,956	0,360	1,452	16,739	0,231	22,377
13	3,956	0,292	1,179	13,596	0,188	18,918
14	3,956	0,237	0,958	11,043	0,152	16,109
15	3,956	0,193	0,778	8,969	0,124	13,827
16	3,956	0,157	0,632	7,285	0,101	11,973
17	3,956	0,127	0,513	5,917	0,082	10,468
18	3,956	0,103	0,417	4,806	0,066	9,245
19	3,956	0,084	0,339	3,904	0,054	8,252
20	3,956	0,068	0,275	3,171	0,044	7,445
21	3,956	0,055	0,223	2,575	0,036	6,790
22	3,956	0,045	0,181	2,092	0,029	6,258
23	3,956	0,037	0,147	1,699	0,023	5,826
24	3,956	0,030	0,120	1,380	0,019	5,475
25	3,956	0,024	0,097	1,121	0,015	5,189
26	3,956	-	-	0,910	0,013	4,879
27	3,956	-	-	-	0,010	3,966

Tabel. 5.23 Hitungan hidrograf banjir rencana DAS Kaloran (kala ulang 5 tahun)

Jam ke	Aliran dasar	HSS	Limpasan Langsung untuk Kala Ulang 5 tahun (m^3/dt)			
	Qb	U	t-1 = 8,031 mm/jam	t-2 =51,075mm/jam	t-3=3,426 mm/jam	Q5 th (m^3/dt)
	(m^3/dt)	(m^3/dt)	Qt-1= U x t1	Qt-2 = U x t1	Qt-3 = U x t3	Q5th = Qb+Qt-1+Qt-2+Qt-3
0	3,956	0	0	-	-	3,956
1	3,956	0,88	7,067	0	-	11,023
2	3,956	1,720	13,813	44,946	0	62,715
3	3,956	2,339	18,781	87,849	3,015	113,601
4	3,956	1,899	15,254	119,441	5,892	144,543
5	3,956	1,543	12,390	97,013	8,011	121,370
6	3,956	1,253	10,063	78,797	6,507	99,323
7	3,956	1,018	8,174	64,001	5,285	81,416
8	3,956	0,827	6,639	51,983	4,293	66,871
9	3,956	0,671	5,392	42,222	3,487	55,057
10	3,956	0,545	4,380	34,294	2,832	45,462
11	3,956	0,443	3,557	27,855	2,300	37,668
12	3,956	0,360	2,889	22,624	1,868	31,338
13	3,956	0,292	2,347	18,376	1,517	26,196
14	3,956	0,237	1,906	14,925	1,233	22,020
15	3,956	0,193	1,548	12,123	1,001	18,628
16	3,956	0,157	1,258	9,847	0,813	15,873
17	3,956	0,127	1,021	7,998	0,660	13,635
18	3,956	0,103	0,830	6,496	0,536	11,818
19	3,956	0,084	0,674	5,276	0,436	10,342
20	3,956	0,068	0,547	4,285	0,354	9,143
21	3,956	0,055	0,445	3,481	0,287	8,169
22	3,956	0,045	0,361	2,827	0,233	7,378
23	3,956	0,037	0,293	2,296	0,190	6,735
24	3,956	0,030	0,238	1,865	0,154	6,213
25	3,956	0,024	0,193	1,515	0,125	5,789
26	3,956	-	-	1,230	0,102	5,288
27	3,956	-	-	-	0,083	4,039

Tabel. 5.24 Hitungan hidrograf banjir rencana DAS Kaloran (kala ulang 10 tahun)

Jam ke	Aliran dasar	HSS	Limpasan Langsung untuk Kala Ulang 10 tahun (m^3/dt)			
	Qb	U	t-1 = 10,225 mm/jam	t-2 =58,371mm/jam	t-3=5,074 mm/jam	Q10 th (m^3/dt)
	(m^3/dt)	(m^3/dt)	Qt-1= U x t1	Qt-2 = U x t1	Qt-3 = U x t3	Q10th = Qb+Qt-1+Qt-2+Qt-3
0	3,956	0	0	-	-	3,956
1	3,956	0,88	8,998	0	-	12,954
2	3,956	1,720	17,588	51,367	0	72,910
3	3,956	2,339	23,912	100,399	4,465	132,732
4	3,956	1,899	19,422	136,503	8,728	168,609
5	3,956	1,543	15,775	110,871	11,866	142,469
6	3,956	1,253	12,813	90,053	9,638	116,460
7	3,956	1,018	10,407	73,143	7,828	95,335
8	3,956	0,827	8,453	59,409	6,359	78,176
9	3,956	0,671	6,866	48,254	5,165	64,240
10	3,956	0,545	5,577	39,193	4,195	52,920
11	3,956	0,443	4,529	31,834	3,407	43,726
12	3,956	0,360	3,679	25,856	2,767	36,258
13	3,956	0,292	2,988	21,001	2,248	30,193
14	3,956	0,237	2,427	17,058	1,826	25,266
15	3,956	0,193	1,971	13,855	1,483	21,265
16	3,956	0,157	1,601	11,253	1,204	18,015
17	3,956	0,127	1,300	9,140	0,978	15,375
18	3,956	0,103	1,056	7,424	0,795	13,231
19	3,956	0,084	0,858	6,030	0,645	11,489
20	3,956	0,068	0,697	4,898	0,524	10,075
21	3,956	0,055	0,566	3,978	0,426	8,926
22	3,956	0,045	0,460	3,231	0,346	7,993
23	3,956	0,037	0,373	2,624	0,281	7,235
24	3,956	0,030	0,303	2,132	0,228	6,619
25	3,956	0,024	0,246	1,731	0,185	6,119
26	3,956	-	-	1,406	0,151	5,513
27	3,956	-	-	-	0,122	4,078

Tabel. 5.25 Hitungan hidrograf banjir rencana DAS Kaloran (kala ulang 25 tahun)

Jam ke	Aliran dasar	HSS	Limpasan Langsung untuk Kala Ulang 25 tahun (m^3/dt)			
	Qb	U	t-1 = 12,641 mm/jam	t-2 =66,405mm/jam	t-3=6,890 mm/jam	Q25 th (m^3/dt)
	(m^3/dt)	(m^3/dt)	Qt-1= U x t1	Qt-2 = U x t1	Qt-3 = U x t3	Q25th = Qb+Qt-1+Qt-2+Qt-3
0	3,956	0	0	-	-	3,956
1	3,956	0,88	11,125	0	-	15,081
2	3,956	1,720	21,743	58,436	0	84,136
3	3,956	2,339	29,562	114,216	6,063	153,797
4	3,956	1,899	24,011	155,289	11,850	195,106
5	3,956	1,543	19,503	126,130	16,111	165,700
6	3,956	1,253	15,841	102,446	13,086	135,329
7	3,956	1,018	12,866	83,210	10,629	110,661
8	3,956	0,827	10,450	67,585	8,633	90,625
9	3,956	0,671	8,488	54,895	7,012	74,351
10	3,956	0,545	6,894	44,587	5,695	61,132
11	3,956	0,443	5,600	36,215	4,626	50,396
12	3,956	0,360	4,548	29,415	3,757	41,676
13	3,956	0,292	3,694	23,891	3,052	34,593
14	3,956	0,237	3,001	19,405	2,479	28,840
15	3,956	0,193	2,437	15,761	2,013	24,168
16	3,956	0,157	1,979	12,802	1,635	20,373
17	3,956	0,127	1,608	10,398	1,328	17,290
18	3,956	0,103	1,306	8,446	1,079	14,786
19	3,956	0,084	1,061	6,860	0,876	12,753
20	3,956	0,068	0,862	5,572	0,712	11,101
21	3,956	0,055	0,700	4,525	0,578	9,759
22	3,956	0,045	0,568	3,676	0,470	8,670
23	3,956	0,037	0,462	2,985	0,381	7,784
24	3,956	0,030	0,375	2,425	0,310	7,066
25	3,956	0,024	0,305	1,970	0,252	6,482
26	3,956	-	-	1,600	0,204	5,760
27	3,956	-	-	-	0,166	4,122

Tabel. 5.26 Hitungan hidrograf banjir rencana DAS Kaloran (kala ulang 50 tahun)

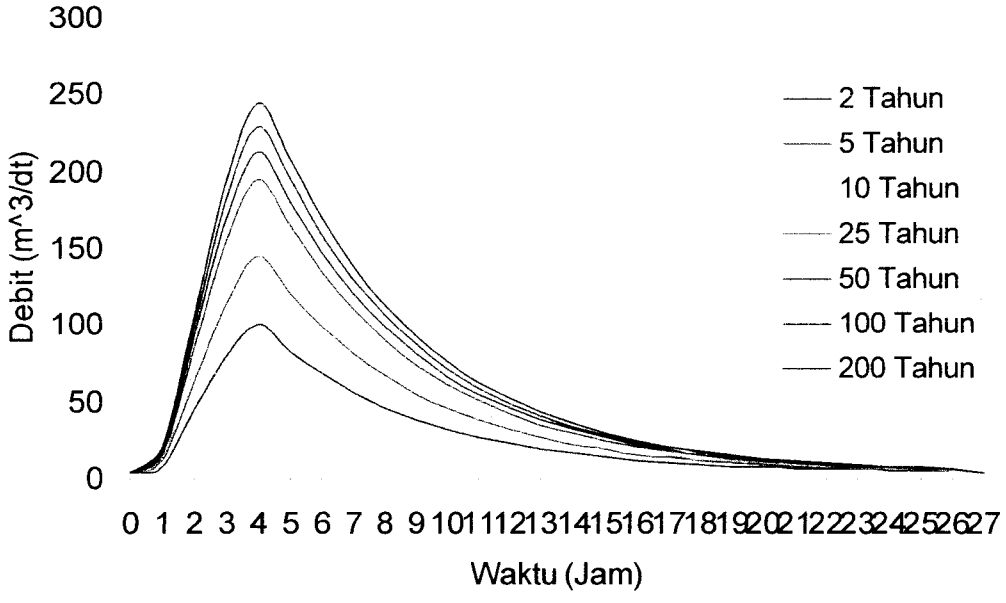
Jam ke	Aliran dasar	HSS	Limpasan Langsung untuk Kala Ulang 50 tahun (m^3/dt)			
	Qb	U	t-1 = 14,245 mm/jam	t-2 =71,735mm/jam	t-3=8,094 mm/jam	Q50 th (m^3/dt)
	(m^3/dt)	(m^3/dt)	Qt-1= U x t1	Qt-2 = U x t1	Qt-3 = U x t3	Q50th = Qb+Qt-1+Qt-2+Qt-3
0	3,956	0	0	-	-	3,956
1	3,956	0,88	12,535	0	-	16,491
2	3,956	1,720	24,501	63,127	0	91,583
3	3,956	2,339	33,311	123,384	7,123	167,774
4	3,956	1,899	27,056	167,753	13,921	212,687
5	3,956	1,543	21,976	136,254	18,928	181,113
6	3,956	1,253	17,849	110,669	15,374	147,848
7	3,956	1,018	14,498	89,888	12,487	120,829
8	3,956	0,827	11,775	73,010	10,142	98,884
9	3,956	0,671	9,564	59,301	8,238	81,059
10	3,956	0,545	7,768	48,166	6,691	66,581
11	3,956	0,443	6,310	39,121	5,435	54,822
12	3,956	0,360	5,125	31,775	4,414	45,271
13	3,956	0,292	4,163	25,809	3,585	37,513
14	3,956	0,237	3,381	20,963	2,912	31,212
15	3,956	0,193	2,746	17,026	2,365	26,094
16	3,956	0,157	2,230	13,829	1,921	21,937
17	3,956	0,127	1,812	11,233	1,560	18,561
18	3,956	0,103	1,471	9,123	1,267	15,818
19	3,956	0,084	1,195	7,410	1,029	13,591
20	3,956	0,068	0,971	6,019	0,836	11,782
21	3,956	0,055	0,788	4,889	0,679	10,312
22	3,956	0,045	0,640	3,971	0,552	9,119
23	3,956	0,037	0,520	3,225	0,448	8,149
24	3,956	0,030	0,422	2,620	0,364	7,362
25	3,956	0,024	0,343	2,128	0,296	6,722
26	3,956	-	-	1,728	0,240	5,924
27	3,956	-	-	-	0,195	4,151

Tabel. 5.27 Hitungan hidrograf banjir rencana DAS Kaloran (kala ulang 100 tahun)

Jam ke	Aliran dasar	HSS	Limpasan Langsung untuk Kala Ulang 100 tahun (m^3/dt)			
	Qb	U	t-1 = 15,714 mm/jam	t-2 =76,619mm/jam	t-3=9,198mm/jam	Q100 th (m^3/dt)
	(m^3/dt)	(m^3/dt)	Qt-1= U x t1	Qt-2 = U x t1	Qt-3 = U x t3	Q100th = Qb+Qt-1+Qt-2+Qt-3
0	3,956	0	0	-	-	3,956
1	3,956	0,88	13,828	0	-	17,784
2	3,956	1,720	27,027	67,425	0	98,408
3	3,956	2,339	36,747	131,785	8,094	180,582
4	3,956	1,899	29,847	179,176	15,820	228,798
5	3,956	1,543	24,242	145,532	21,509	195,239
6	3,956	1,253	19,690	118,205	17,470	159,321
7	3,956	1,018	15,993	96,009	14,190	130,148
8	3,956	0,827	12,990	77,981	11,525	106,452
9	3,956	0,671	10,551	63,339	9,361	87,206
10	3,956	0,545	8,570	51,445	7,603	71,574
11	3,956	0,443	6,960	41,785	6,176	58,877
12	3,956	0,360	5,654	33,939	5,016	48,565
13	3,956	0,292	4,592	27,566	4,074	40,188
14	3,956	0,237	3,730	22,390	3,309	33,385
15	3,956	0,193	3,029	18,186	2,688	27,859
16	3,956	0,157	2,461	14,771	2,183	23,371
17	3,956	0,127	1,999	11,997	1,773	19,725
18	3,956	0,103	1,623	9,745	1,440	16,764
19	3,956	0,084	1,318	7,915	1,170	14,359
20	3,956	0,068	1,071	6,429	0,950	12,406
21	3,956	0,055	0,870	5,222	0,772	10,819
22	3,956	0,045	0,706	4,241	0,627	9,530
23	3,956	0,037	0,574	3,445	0,509	8,484
24	3,956	0,030	0,466	2,798	0,414	7,633
25	3,956	0,024	0,379	2,273	0,336	6,943
26	3,956	-	-	1,846	0,273	6,075
27	3,956	-	-	-	0,222	4,178

Tabel. 5.28 Hitungan hidrograf banjir rencana DAS Kaloran (kala ulang 200 tahun)

Jam ke	Aliran dasar	HSS	Limpasan Langsung untuk Kala Ulang 200 tahun (m^3/dt)			
	Qb	U	t-1 = 17,081 mm/jam	t-2 =81,166mm/jam	t-3=10,225mm/jam	Q200 th (m^3/dt)
	(m^3/dt)	(m^3/dt)	Qt-1= U x t1	Qt-2 = U x t1	Qt-3 = U x t3	Q200th = Qb+Qt-1+Qt-2+Qt-3
0	3,956	0	0	-	-	3,956
1	3,956	0,88	15,031	0	-	18,987
2	3,956	1,720	29,380	71,426	0	104,761
3	3,956	2,339	39,945	139,605	8,998	192,504
4	3,956	1,899	32,444	189,808	17,587	243,795
5	3,956	1,543	26,352	154,168	23,911	208,387
6	3,956	1,253	21,404	125,219	19,421	170,000
7	3,956	1,018	17,385	101,706	15,774	138,822
8	3,956	0,827	14,120	82,609	12,812	113,498
9	3,956	0,671	11,469	67,097	10,407	92,929
10	3,956	0,545	9,315	54,498	8,453	76,222
11	3,956	0,443	7,566	44,265	6,865	62,652
12	3,956	0,360	6,145	35,953	5,576	51,631
13	3,956	0,292	4,992	29,202	4,529	42,679
14	3,956	0,237	4,054	23,719	3,679	35,408
15	3,956	0,193	3,293	19,265	2,988	29,502
16	3,956	0,157	2,675	15,648	2,427	24,705
17	3,956	0,127	2,172	12,709	1,971	20,809
18	3,956	0,103	1,765	10,323	1,601	17,644
19	3,956	0,084	1,433	8,385	1,300	15,074
20	3,956	0,068	1,164	6,810	1,056	12,986
21	3,956	0,055	0,945	5,531	0,858	11,291
22	3,956	0,045	0,768	4,493	0,697	9,914
23	3,956	0,037	0,624	3,649	0,566	8,795
24	3,956	0,030	0,507	2,964	0,460	7,886
25	3,956	0,024	0,411	2,407	0,373	7,148
26	3,956	-	-	1,955	0,303	6,215
27	3,956	-	-	-	0,246	4,202



Gambar 5.6 Hidrograf Banjir Rencana DAS Kaloran

5.2.2 Rumus Rasional

Bentuk umum rumus rasional adalah sebagai berikut :

$Q = C \times C_S \times \beta \times I \times A$

dengan :

Q = Debit (m^3/dt),

C = Koefisien limpasan,

C_S= Faktor tampungan,

β = Koefisien penyebaran hujan,

I = Intensitas curah hujan (mm/jam),

A = Luas area DAS (Km^2).

5.2.2.1 Koefisien Limpasan (C)

Jenis kawasan tangkapan untuk daerah aliran sungai Code dan daerah aliran sungai Kaloran terdiri dari lahan hutan, lahan pemukiman, pariwisata, perkebunan, pertanian lahan kering, lahan persawahan, padang ilalang. Koefisien limpasan (C) daerah aliran sungai Code didapat dengan melihat Tabel 5.30 sedangkan Koefisien limpasan (C) daerah aliran sungai Kaloran didapat dengan melihat Tabel 5.31, kemudian dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$C = \frac{\sum_{i=1}^{n} CiAi}{\sum_{i=1}^{n} Ai}$$

Sebagai contoh hitungan limpasan lahan hutan untuk DAS pogung :

$$C = \frac{CixAi}{\sum_{i=1}^{n} Ai} = \frac{0{,}6x18513{,}69}{2988740} = 0{,}003717$$

Tabel 5.30 Koefisien limpasan DAS Pogung (2003)

Tata Guna Lahan	Luas (m^2)	Ci	C
Lahan Hutan	18513,69	0,6	0,003717
Lahan Pemukiman	2412952,092	0,75	0,605511
Pariwisata	4851,597	0,4	0,000649
Perkebunan	20,6983155	0,9	6,23E-06
Pertanian Lahan Kering	447039,1341	0,35	0,052351
Lahan Persawahan	99707,75935	0,4	0,013344
Padang ilalang	3430,938543	0,2	0,00023
Jumlah	2988740		0,675808

Tabel 5.31 Koefisien limpasan DAS Pogung sampai Kaloran (2003)

Tata Guna Lahan	Luas (m^2)	Ci	C
Lahan Pemukiman	927678,3	0,75	1,588571324
Perkebunan	7,955648	0,9	1,63521E-05
Pertanian Lahan Kering	171867,9	0,35	0,137344206
Lahan Persawahan	38334,57	0,4	0,035009484
Padang ilalang	1319,776	0,2	0,000602337
Jumlah	1139209		1,761543703

5.2.2.2 Faktor Tampungan (C_S)

a. Menghitung waktu konsentrasi (t_c)

Untuk mendapatkan waktu konsentrasi (t_c) diperoleh dengan menggunakan rumus empiris :

California Division of highways

Rumus : $$t_c = \left[\frac{0{,}87xL^3}{\Delta H}\right]^{0{,}385}$$

dengan : t_c = Waktu konsentrasi (jam),

L = Panjang aliran sungai (Km),

ΔH = Selisih elevasi sungai.

Perhitungan untuk nilai t_c :

1. DAS Pogung

   Panjang sungai (L) = 27,753 Km,

   L1 = 9,2728 Km, ΔH = 1475 - 637,5 = 837,5

$$t_{c1} = \left[\frac{0{,}87x9{,}2728^3}{837{,}5}\right]^{0{,}385} = 0{,}930\,jam = 55{,}801menit$$

L2 = 9,3824 Km, ΔH = 637,5 - 267,5 = 370

$$t_{c2} = \left[\frac{0{,}87x9{,}2728^3}{837{,}5}\right]^{0{,}385} = 1{,}291\,jam = 77{,}470menit$$

L3 = 9,0978 Km, ΔH = 267,5 - 137,5 =130

$$t_{c3} = \left[\frac{0{,}87x9{,}2728^3}{837{,}5}\right]^{0{,}385} = 1{,}864\,jam = 111{,}833menit$$

t_c total = $t_{c1} + t_{c2} + t_{c3}$

= 55,801 + 77,470 + 111,833

= 245,104 menit

2. DAS Pogung sampai Kaloran

Panjang sungai (L) = 12,5785 Km,

Selisih elevasi ketinggian sungai (ΔH) = 137,5 – 62,5 = 75

$$t_c = \left[\frac{0{,}87x12{,}5785^3}{75}\right]^{0{,}385} = 3{,}349\,jam = 200{,}927menit$$

3. DAS Kaloran

$t_c = t_{c\ Pogung} + t_{c\ Pogung\ sampai\ Kaloran}$

t_c = 245,104 + 200,927

t_c = 446,031 menit

b. Menghitung waktu aliran (t_{cc})

Nilai t_{cs} untuk sungai Code diasumsikan 10 menit,

Perhitungan untuk nilai t_{cc} :

1. DAS Pogung

$t_{cc} = t_c - t_{cs}$

t_{cc} = 245,104 - 10

t_{cc} = 235,104 menit

2. DAS Pogung sampai Kaloran

$t_{cc} = t_c - t_{cs}$

$t_{cc} = 446{,}031\text{-}10$

$t_{cc} = 436.031$ menit

c. Menghitung faktor tampungan (C_S)

1. DAS Pogung

$$C_S = \frac{2t_c}{(2t_c + t_{cc})} = \frac{2(245{,}104)}{[2(245{,}104) + 235{,}104]} = 0{,}676$$

2. DAS Pogung sampai Kaloran

$$C_S = \frac{2t_c}{(2t_c + t_{cc})} = \frac{2(446{,}031)}{[2(446{,}031) + 436{,}031]} = 0{,}672$$

5.2.2.3 Koefisien Penyebaran Hujan (β)

Rumus untuk penyebaran hujan menggunakan rumus Hasppers (1951):

$$\frac{1}{\beta} = 1 + \frac{t_c + 3{,}7x10^{-0{,}04t_c}}{t_c^{\,2} + 15} x \frac{A^{0{,}75}}{12}$$

dengan : β = Koefisien penyebaran hujan,

t_c = Waktu konsentrasi (Jam),

A = Luas (Km^2).

1. DAS Pogung

$$\frac{1}{\beta} = 1 + \frac{t_c + 3{,}7x10^{-0{,}04t_c}}{t_c^{\,2} + 15} x \frac{A^{0{,}75}}{12}$$

$$\frac{1}{\beta} = 1 + \frac{4{,}09 + 3{,}7x10^{-0{,}04x4{,}09}}{4{,}09^2 x15} x \frac{29{,}89^{0{,}75}}{12}$$

$$\beta = 0{,}82$$

2. DAS Kaloran

$$\frac{1}{\beta} = 1 + \frac{t_c + 3{,}7x10^{-0{,}04t_c}}{t_c^{\,2} + 15} x \frac{A^{0{,}75}}{12}$$

$$\frac{1}{\beta} = 1 + \frac{7{,}43 + 3{,}7x10^{-0{,}04x7{,}43}}{7{,}43^2 x15} x \frac{41{,}288^{0{,}75}}{12}$$

$$\beta = 0{,}85$$

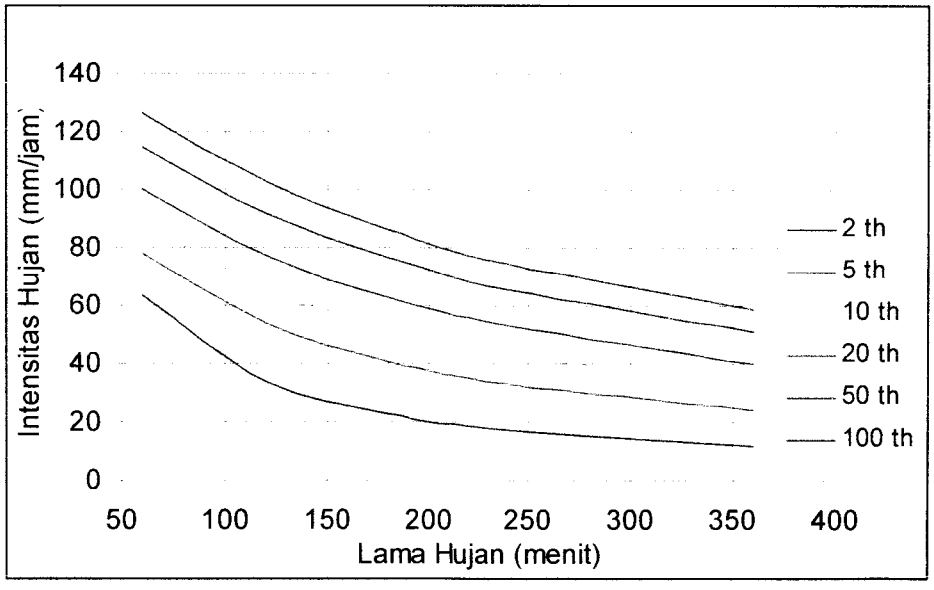
5.2.2.4 Intensitas Hujan (I)

Untuk mendapatkan intensitas curah hujan periode T tahun nilai intensitas hujan (I) yang dipakai adalah data intensitas curah hujan dengan periode ulang yang didapat dari sumber hasil penelitian. Parameter – parameter intensitas hujan dapat dilihat pada Tabel 5.32 dan untuk grafik dapat dilihat pada Gambar 5.7.

Tabel 5.32 Intensitas hujan

t (menit)	Intensitas Hujan Dengan Periode Ulang					
	2 th	5 th	10 th	20 th	50 th	100 th
60	63,278	77,608	88,632	99,764	114,752	126,325
120	33,668	53,494	65,64	77,044	91,676	102,622
180	22,935	40,813	52,119	62,753	76,327	86,408
240	17,391	32,992	43,217	52,934	65,381	74,619
360	11,724	23,851	32,213	40,317	50,808	58,623

Sumber : Sanprihudin dan Nur Hidayat, 2004



Gambar 5.7 Grafik Intensitas Hujan Tiap Periode

Dari hasil hitungan nilai t_c diatas maka nilai Intensitas hujan untuk Pogung dan Kaloran dapat diketahui, yaitu dengan cara nilai t_c diplotkan pada grafik intensitas hujan tiap periode.

Nilai-nilai parameter Intensitas hujan untuk Pogung dapat dilihat pada Tabel 5.33 dan Intensitas hujan pada Kaloran dengan nilai t_c 446,031 menit, maka menggunakan rumus Thalbot (1881) dapat dilihat pada Tabel 5.34.

1. Intensitas Hujan DAS Pogung.

Tabel 5.33 Intensitas hujan Pogung tip periode

t_c (menit)	Intensitas Hujan Dengan Periode Ulang					
	2th	5th	10th	20th	50th	100th
60	63,278	77,608	88,632	99,764	114,752	126,325
120	33,668	53,494	60,231	77,044	91,676	102,622
180	22,935	40,813	48,09	62,753	76,327	86,408
240	17,391	32,992	40,991	52,934	65,381	74,619
245,104	17,041	32,462	42,598	52,239	64,593	73,763
360	11,724	23,851	32,728	40,317	50,808	58,623

2. Intensitas Hujan DAS Kaloran.

Tabel 5.34 Intensitas hujan Pogung sampai Kaloran tiap periode

t_c (menit)	Intensitas Hujan Dengan Periode Ulang					
	2th	5th	10th	20th	50th	100th
60	63,278	77,608	88,632	99,764	114,752	126,325
120	33,668	53,494	60,231	77,044	91,676	102,622
180	22,935	40,813	48,09	62,753	76,327	86,408
240	17,391	32,992	40,991	52,934	65,381	74,619
360	11,724	23,851	32,728	40,317	50,808	58,623
446,031	9,503	19,898	27,241	34,433	43,807	50,813

5.2.2.5 Luas Daerah Aliran Sungai (A)

Luas daerah aliran sungai Code dihitung dengan menggunakan Sofware Geografis Limpasan system (GIS). Peta tata guna lahan dipakai adalah peta yang dikeluarkan oleh Badan Pertanahan Nasional (BPN) Yogyakarta. Peta tata guna lahan yang diambil dalam penelitian ini adalah peta tata guna lahan tahun 2003. Peta dapat dilihat pada Tabel 5.35.

Tabel 5.35 Tata guna lahan DAS Pogung dan Kaloran (2003)

Tata Guna Lahan	Pogung	Pogung-Kaloran	Kaloran
	Luas (m^2)	Luas (m^2)	Luas (m^2)
Lahan Hutan	18513,69	-	18513,69
Lahan Pemukiman	2412952	927678,3	3340630
Pariwisata	4851,597	-	4851,597
Perkebunan	20,69832	7,955648	28,65396
Pertanian Lahan Kering	447039,1	171867,9	618907,1
Lahan Persawahan	99707,76	38334,57	138042,3
Padang ilalang	3430,939	1319,776	4750,715
Jumlah	2988740	1139209	4128800

Sumber : Analisis GIS, Peta BPN, 2003.

5.2.3 Menghitung Besar Aliran Limpasan Permukaan (Q)

Untuk menghitung besar aliran limpasan permukaan (Q) daerah aliran sungai Code dan Kaloran digunakan rumus sebagai berikut :

$$Q = C \times C_S \times \beta \times I \times A$$

1. Pogung

Sebagai contoh perhitungan air limpasan permukaan pada periode ulang 2 tahun dengan durasi hujan t_c menit, sebagai berikut :

$$Q_{Pogung} = C \times C_S \times \beta \times I \times A$$

$$Q_{Pogung} = 0{,}6758x0{,}6759x0{,}82x\left[17{,}041x\left(\frac{0{,}001}{3600}\right)\right]x2988740 = 5{,}285 m^3/dt$$

Dengan cara yang sama dilakukan pada periode ulang 5, 10, 20, 50, 100 tahun. Hasil hitungan DAS Pogung dapat dilihat pada Tabel 5.36.

Tabel 5.36 Debit kala ulang DAS Pogung

t_c (menit)	Debit Kala Ulang					
	2th	5th	10th	20th	50th	100th
245,104	5,285	10,068	13,211	16,201	20,032	22,876

2. Kaloran

Sebagai contoh perhitungan air limpasan permukaan pada periode ulang 2 tahun:

$Q_{Kaloran} = Q_{Pogung} + Q_{Pogung\text{-}Kaloran}$

$Q_{Pogung\text{-}Kaloran} = C \times C_S \times \beta \times I \times A$

$$Q_{Pogung-Kaloran} = 1{,}7615x0{,}6717x0{,}85x\left[9{,}503x\left(\frac{0{,}001}{3600}\right)\right]x1139209 = 3{,}016 m^3/dt$$

$Q_{Kaloran} = Q_{Pogung} + Q_{Pogung\text{-}Kaloran}$

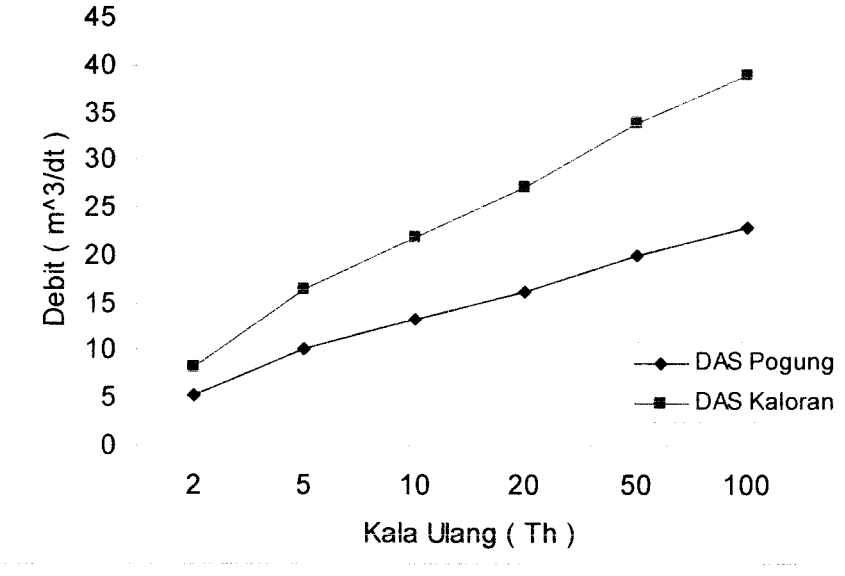
$= 5{,}299 + 3{,}016$

$= 8{,}301\ m^3/dt$

Dengan cara yang sama dilakukan pada periode ulang 5, 10, 20, 50, 100 tahun. Hasil hitungan DAS Kaloran dapat dilihat pada Tabel 5.37.

Tabel 5.37 Debit kala ulang DAS Kaloran

t_c (menit)	Debit Kala Ulang					
	2th	5th	10th	20th	50th	100th
446,031	8,301	16,383	21,857	27,130	33,937	39,004



Gambar 5.8 Grafik Debit rencana DAS Pogung dan Kaloran

5.3 Analisis Ketinggian Muka Air Tanah.

Penggunaan air tanah yang berlebihan telah mengakibatkan terjadinya penurunan muka air tanah dan penurunan muka tanah (*land subsidence*). Di Kabupaten Sleman, Jogjakarta, sejak tahun 1981 sampai 2004 pada wilayah Kecamatan Ngaglik, kedalaman sumur harus ditambah 0,5 sampai 4 meter di bawah permukaan dasar sumur untuk mendapatkan air tanah pada musim kemarau. Kedalaman rata-rata sumur pada awal pembuatan antara 6 sampai 10 meter, jarak sumur dengan sungai $\pm$ 100 sampai 500 meter serta aliran air tanah dari sumur ke arah sungai.

Di daerah Kotamadya Jogjakarta, pada wilayah Kecamatan Gondokusuman, sejak awal pembuatan sumur rata-rata belum pernah dilakukan penggalian lagi. Jarak sumur ke sungai yang relatife cukup dekat $\pm$ 10 sampai 50 meter memiliki kedalaman muka air sumur rata-rata 3 sampai 8 meter dari dasar sumur dan aliran air tanah dari sumur ke arah sungai.

Di Kabupaten Bantul, Jogjakarta pada wilayah Kecamatan Sewon terjadi penurunan kedalaman sumur setinggi 1 sampai 3 meter di bawah permukaan dasar sumur untuk mendapat air tanah pada musim kemarau. Kedalaman sumur rata-rata penduduk pada awal pembuatan $\pm$ 5 sampai 8 meter, jarak sumur dengan sungai $\pm$ 10 sampai 400 meter dengan aliran air tanah dari sumur ke arah sungai.

Eksploitasi sumur untuk mendapatkan air tanah dengan jarak antar sumur yang rapat yaitu $\pm$ 5 sampai 10 meter telah meningkatkan penurunan tinggi muka air tanah. Berdasarkan data kuesioner dari daerah hulu, tengah dan hilir maka didapatkan data tinggi muka air tanah yang diasumsikan dengan tinggi muka air sumur. Data dapat dilihat pada Tabel. 5.38 untuk daerah hulu, Tabel 5.39 untuk daerah tengah, Tabel. 5.40 untuk daerah hilir di bawah ini.

Tabel 5.38 Tinggi muka air sumur untuk daerah Hulu

No.	A*	B*	C*	D*	E*
1	7	1	8	7	5,5
2	6	0	6	4	1
3	12	0,5	12,5	9	6
4	8	0	8	5	4
5	7	2,5	9,5	7	1,5
6	7	1	8	5	1
7	8	1,5	9,5	7	1
8	6	4	10	8,5	0
9	5,5	0	5,5	4	2,75
10	8	1	9	3	1
11	9	1	10	8	1
12	8	0	8	5	0,5
13	10	0	10	3	1,5
14	10	1	11	7	1
15	6	0,7	6,7	6	1
Rata-rata	7,83	0,95	8,78	5,9	1,92

Tabel 5.39 Tinggi muka air sumur untuk daerah Tengah

No.	A*	B*	C*	D*	E*
1	8	0	8	2	1
2	5	0	5	3	2
3	3	0	3	2	1
4	7	0	7	4	1
5	6	0	6	4	3
6	7	0	7	2	1
7	5	0	5	3	1
8	7	0	7	6,5	3
9	5	0	5	4	1
10	6	0	6	4	1
11	6	0	6	4	1
12	5	0	5	2	1
13	7	0	7	4	2
14	8	0	8	5	3
15	6	0	6	3	1
Rata-rata	6,07	0	6,07	3,5	1,53

Tabel 5.40 Tinggi muka air sumur untuk daerah Hilir

No.	A*	B*	C*	D*	E*
1	8	0	8	6	5
2	5	1	6	2	1
3	3	0	3	3	2
4	4	0	4	3	1
5	7	1	8	3	0
6	7	0	7	5	2
7	6,5	0	6,5	2	1,5
8	6	0	6	4	1
9	6	0	6	5	4,5
10	8	0	8	7	4
11	2,5	0	2,5	2,5	1
12	6	0	6	4	1
13	8	1	8	6	3
14	6	0	6	3	2
15	4,5	0	4,5	4	1
Rata-rata	5,83	0,2	5,97	3,97	2

Dengan : A* = Kedalaman sumur pada saat awal pembuatan (m),

B* = Penambahan kedalaman sumur (m),

C* = Kedalaman sumur sekarang (m),

D* = Ketinggian air sumur musim penghujan (m),

E* = Ketinggian air sumur musim kemarau (m).

5.4 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 Kecamatan Jetis Kabupaten Bantul.

Penelitian ini melihat terjadinya fenomena perubahan debit dan muka air tanah (fungsi muka air sumur) daerah aliran sungai Code.

5.4.1 Debit

Penelitian dilakukan pada stasiun pencatat debit yang ada pada daerah aliran sungai Code pada stasiun Pogung dan stasiun Kaloran menggunakan metode terukur dan teoritik.

5.4.1.1 Metode Terukur

Metode terukur dengan data debit yang diperoleh dari Balai PSDA Progo-Opak-Oyo pada stasiun pencatat debit Pogung dan Kaloran. Sedangkan metode teoritik dengan dua metode (Hidrograf Satuan Sintetik Gama I dan Rasional) menggunakan data curah hujan harian rata-rata maksimum dan peta topografi yang diperoleh dari Balai PSDA Progo-Opak-Oyo Jogjakarta.

Hasil penelitian akhir ini yang berdasarkan analisis debit maksimum dan minimum daerah aliran sungai Code dengan data debit terukur pada stasiun Pogung dan stasiun Kaloran selama 11 tahun yaitu dari tahun 1994 sampai 2004 didapatkan debit rencana kala ulang untuk daerah aliran sungai Pogung dan Kaloran. Hasil analisis dapat dilihat pada Tabel 5.41

Tabel 5.41 Analisis debit rencana kala ulang maksimum dan minimum DAS Pogung dan Kaloran

Tahun (T)	Pogung		Kaloran	
	Maks	Min	Maks	Min
2	5,496	0,098	11,463	0,331
5	6,477	0,169	19,222	0,744
10	7,728	0,207	24,258	1,024
25	8,320	0,248	30,425	1,376
50	8,648	0,275	34,858	1,632
100	8,907	0,300	39,148	1,883
200	9,117	0,323	43,337	2,130

Dari hasil debit rencana kala ulang maka didapatkan nilai rasio antara debit maksimum dengan minimum untuk daerah aliran sungai Pogung dan Kaloran yang dapat dilihat pada Tabel 5.42 dibawah ini.

Tabel 5.42 Analisis rasio debit rencana kala ulang DAS Pogung dengan Kaloran

Tahun	Rasio	
(T)	Pogung	Kaloran
2	55,402	34,628
5	38,385	25,841
10	37,384	23,680
25	33,543	22,119
50	31,426	21,357
100	29,698	20,791
200	28,234	20,345

5.4.1.2 Metode Teoritik

Untuk hasil analisis debit rencana kala ulang dengan menggunakan metode teoritik:

a. Hidrograf Satuan Sintetik Gama I

Hidrograf Satuan Sintetik Gama I menggunakan data curah hujan harian rata-rata maksimum harian dari tahun 1994 sampai dengan tahun 2004 dan peta topografi yang dikeluarkan dari Balai PSDA Progo – Opak – Oyo. Berdasarkan analisis data yang ada maka didapatkan nilai debit rencana kala ulang. Nilai debit kala ulang tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.43 dibawah ini.

Tabel 5.43 Analisis debit rencana kala ulang DAS Pogung dan Kaloran Hidrograf Satuan Sintetik Gama I

Tahun	Teoritik	
(T)	Pogung	Kaloran
2	100,944	102,417
5	144,236	147,614
10	168,009	172,434
25	194,184	199,761
50	211,551	217,892
100	227,466	234,508
200	242,281	249,975

b. Rasional

Rasional menggunakan data intensitas hujan hasil penelitian Sanpri, 2003 dan peta tata guna lahan yang dikeluarkan oleh oleh Badan Pertanahan Nasional (BPN) Yogyakarta tahun 2003. Berdasarkan analisis data yang ada maka didapatkan nilai debit rencana kala ulang. Nilai debit kala ulang tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.44 dibawah ini.

Tabel 5.44 Analisis debit rencana kala ulang DAS Pogung dan Kaloran Rasional

Kala Ulang	Pogung	Kaloran
2 th	5,285	8,301
5 th	10,068	16,383
10 th	13,211	21,857
20 th	16,201	27,130
50 th	20,032	33,937
100 th	22,876	39,004

5.4.2 Tinggi Muka Air Tanah (Tinggi Muka Air Sumur)

Penelitian ini dilakukan dengan menyebarkan kuisioner pada warga yang bertempat tinggal pada daerah sekitar sungai Code baik di daerah hulu, tengah maupun hilir. Dari penelitian ini menghasilkan beberapa parameter yang bisa kita ambil sebagai acuan, parameter tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.45 dan profil muka air sumur dengan muka air sungai yang dapat dilihat pada gambar 5.9 dibawah ini:

Tabel 5.45 Analisis rata-rata ketinggian muka air tanah

Daerah Penelitian	I	II	III	IV	V
Bagian Hulu	7,83	0,95	8,78	5,9	1,92
Bagian Tengah	6,07	0	6,07	3,5	1,53
Bagian Hilir	5,83	0,2	5,97	3,97	2

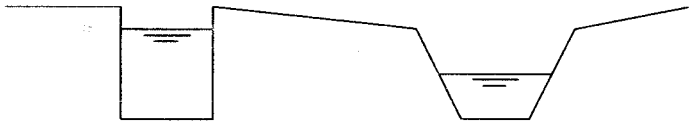
Keterangan : I = Kedalaman sumur awal penambahan (m),

II = Penambahan kedalaman sumur (m),

III = Kedalaman sumur saat sekarang (m),

IV = Ketinggian air sumur saat musim penghujan (m),

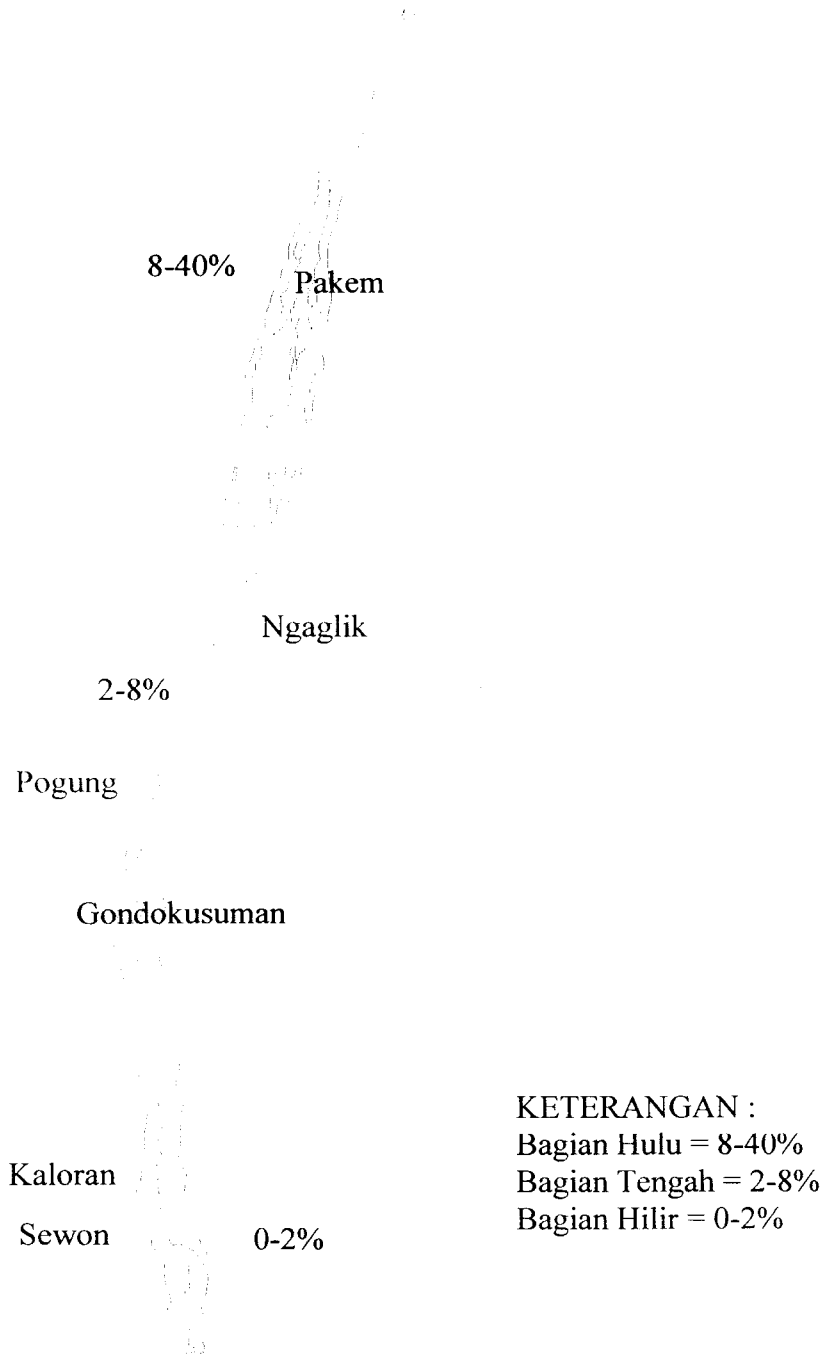
V = Ketinggian air sumur saat musim kemarau (m).



Gambar 5.9. Profil muka air sumur dengan muka air sungai pada daerah sekitar sungai Code

Dari hasil data analisis rata-rata pada Tabel 5.45 menunjukkan bahwa pada sekitar daerah sungai Code terjadi penambahan kedalaman sumur $\pm$ 1 meter, dimana ketinggian air sumur sumur pada saat musim penghujan $\pm$ antara 3,5 sampai 6 meter dan pada saat musim kamarau $\pm$ 2 meter yang keduanya diukur dari dasar sumur sampai tinggi muka air sumur.

PETA DAERAH PENELITIAN ANALISIS
KETINGGIAN MUKA AIR TANAH



KETERANGAN :
Bagian Hulu = 8-40%
Bagian Tengah = 2-8%
Bagian Hilir = 0-2%

BAB VI
KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari uraian di muka maka dapat dibuat beberapa kesimpulan yaitu sebagai berikut:

1. **Debit**

   a. Terukur

      Metode Terukur menghasilkan nilai debit maksimum rencana kala ulang yang mengalami peningkatan dari tahun ketahun, yaitu untuk stasiun Pogung pada debit rencana kala ulang 2th sampai 100th sebesar 5,496 m^3/dt sampai 9,117 m^3/dt sedangkan pada stasiun Kaloran 11,463 m^3/dt sampai 43,337 m^3/dt.

      Rasio debit rencana kala ulang antara debit maksimum dengan debit minimum untuk stasiun Pogung dan Kaloran mengalami peningkatan yaitu untuk stasiun pogung pada kala ulang 2 th sampai 200 th yaitu 54,960 m^3/dt sampai 91,170 m^3/dt sedangkan untuk stasiun Kaloran 26,596 m^3/dt sampai 100,550 m^3/dt.

   b. Teoritik

      1. HSS Gama I

         Metode HSS Gama I menghasilkan nilai debit rencana kala ulang yang mengalami peningkatan dari tahun ketahun, yaitu untuk stasiun Pogung pada debit rencana kala ulang 2th sampai 100th sebesar 99,147 m^3/dt sampai 235,513 m^3/dt sedangkan pada stasiun Kaloran 100,718 m^3/dt sampai 243,795 m^3/dt.

      2. Rasional

         Metode Rasional juga menghasilkan debit rancana kala ulang yang mengalami peningkatan dari tahun ketahun, yaitu untuk stasiun Pogung pada debit rencana kala ulang 2th sampai 100th

sebesar 5,285 m^3/dt sampai 22,876 m^3/dt sedangkan pada stasiun Kaloran 8,301 m^3/dt sampai 39,004 m^3/dt.

2. Muka air tanah

Pada musim penghujan air melimpah (tinggi) karena disebabkan jenis tanah daerah sekitar sungai Code yang berpasir sehingga tanah mudah menyerap air. Sedangkan pada musim kemarau air kering (rendah) disebabkan karena kepadatan penduduk, sehingga penggunaan air meningkat dan mengakibatkan menurun. Perbandingan tinggi muka air sumur antara musim penghujan dengan musim kemarau mencapai 3 meter.

6.2 Saran

Dari 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 suatu perhitungan.
2. Penelitian selanjutnya diharapkan untuk melakukan perhitungan dengan menggunakan metode-metode selain Hidrograf Satuan Sintetik Gama I dan Rasional, sebagai perbandingan supaya mendapatkan debit rencana yang lebih akurat.
3. Perlunya penyuluhan kepada masyarakat daerah aliran sungai Code dibagian hulu hingga hilir tentang pembangunan yang berwawasan lingkungan seperti pembuatan sumur resapan air hujan pada setiap bangunan.

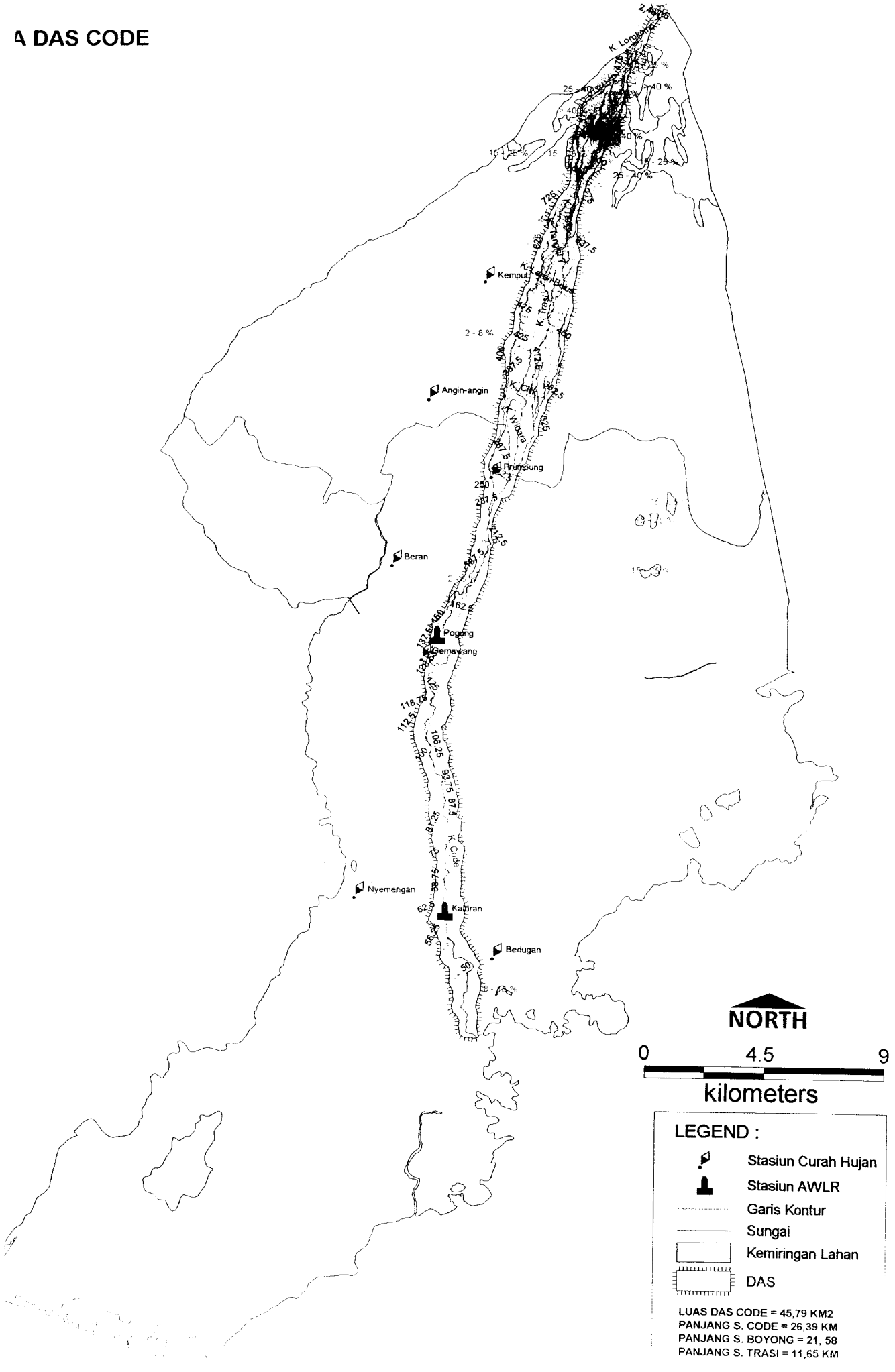
DAFTAR PUSTAKA

1. Agus Maryono, 2002. *Eko-Hidrolik Pembangunan Sungai*, Penerbit Program Magister Sistem Teknik, Fakultas Teknik UGM.
2. Huff, A.F. 1977. *Urban effects on rainfall in Midwestern United State.* Proceeding of the Amsterdam Symposium. 3-29. Paris : IAHS/AISH-UNESCO.
3. Iman Subarkah 1980, *Hidrologi untuk Perencanaan Bangunan Air*, Penerbit Idea Dharma, Bandung.
4. Imawan , M. M. & Rully, W. H. 2004. *Korelasi Perubahan Guna Tanah Terhadap Kejadian Hujan di Kawasan Perkotaan Jogjakarta*, HMTS UII, Jogjakarta.
5. Jefri Swingly Frans Sumarauw, 2001, *Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Volume Limpasan Langsung di Kaliboyong Lereng Merapi*, Penerbit Program Pasca Sarjana UGM, Jogjakarta.
6. Linsley, Ray K, J Max A Kohler, dan Joseph L H Paulus, 1986, *Hidrologi untuk Insinyur*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
7. Moscrip, A.L and Motgomery, D.R. 1997. *Urbanization, Flood frequency, and Salmon abundance in Puget lowland streams. Journal of the American water resources association.* 33 (6): 1289-1297.
8. Ruzardi, Othman A. Karim & Othman Jaafar. 15 May 1999. *Runoff coefficient changes of Klang river basin (1990-1995).* First Annual Intitute Engineer Malaysia water resources colloquium. Petaling Jaya.
9. Retracindo, PT, 1999-2000, *Perencanaan dan Detail Desain Pengendalian Banjir Sungai Code di Kabupaten Bantul*, Laporan Akhir, DPU Kanwil Propinsi DIY.
10. Sri Harto,1988. *Hidrograf Satuan Sintetik Gamma I*, DPU, Badan Penerbitan Pekerjaan Umum.
11. Soewarno, 1995. *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data*, Penerbit "Nova". Bandung.

12. Suripin, M. 2003. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan.* ANDI Offset, Jogjakarta.
13. Westmacott, J.R. & Burn, D.H. 1997. *Climate change effects on the hydrologic regimen within the Churchill-Nelson river bazin.* Journal of hidrologi. 202: 263-279.
14. Yperlaan. G.Y. 1977. *Statistical evidence of the influence of urbanization on precipitation in the Rijnmond area.* Proceeding of the Amsterdam Symposium. Paris: IAHS/AISH-UNESCO.

LAMPIRAN

A DAS CODE


K. Longkrang
K. Trasi
K. Code
K. Winong
Kemput
Angin-angin
Prampung
Beran
Poggong
Gemawang
Nyemengan
Kabran
Bedugan
2 - 8 %
15 - 25 %
25 - 40 %
> 40 %
NORTH
0
4.5
9
kilometers
LEGEND :
Stasiun Curah Hujan
Stasiun AWLR
Garis Kontur
Sungai
Kemiringan Lahan
DAS
LUAS DAS CODE = 45,79 KM2
PANJANG S. CODE = 26,39 KM
PANJANG S. BOYONG = 21, 58
PANJANG S. TRASI = 11,65 KM

DATA CURAH HUJAN MAKSIMUM HARIAN

Tabel Curah hujan stasiun Beran sebagai pacuan

Tanggal	Beran	Kemput	Prumpung	Angin-angin	Rata-rata
6-Mar-94	82	27,6	56,1	7,9	43,4
15-Nov-95	125,7	48	151	95,5	105,05
12-Dec-96	107	85	114,5	121,5	107
12-Feb-97	118,9	0	164	68,7	87,9
6-Feb-98	119	9	125	30,4	70,85
11-Mar-99	85,5	22	7,5	9,7	31,175
11-Dec-00	114	0	90	46,5	62,625
6-Nov-01	118	60	23	0	50,25
25-Dec-02	100.5	165	0	0	66,375
26-Feb-03	94	10	5	1,7	27,675
27-Dec-04	167,5	50	2	25	61,125

Tabel Curah hujan stasiun Kemput sebagai pacuan

Tanggal	Beran	Kemput	Prumpung	Angin-angin	Rata-rata
16-Apr-94	0	92	3,1	0	23,775
21-Jun-95	0	93	2	0	23,75
3-Oct-96	0	100	2	18,8	30,2
12-Feb-97	118,9	79	164	68,7	107,65
7-Jan-98	31.4	104	38	15,7	47,275
6-Mar-99	61,6	69,5	72,5	73,5	69,275
22-Nov-00	25	200	53	18,3	74,075
23-Mar-01	8	125	17	0	37,5
25-Dec-02	100,5	165	0	0	66,375
4-May-03	4	92	9	0	26,25
17-Jan-04	23,5	124	1	0	37,125

Tabel Curah hujan stasiun Prumpung sebagai pacuan

Tanggal	Beran	Kemput	Prumpung	Angin-angin	Rata-rata
18-Nov-94	43	0	117	14	43,5
15-Nov-95	125,7	48	151	95.5	105,05
12-Dec-96	107	85	114,5	121,5	107
12-Feb-97	118,9	79	164	68.7	107,65
24-Jul-98	60,1	0	92.5	6,4	39,75
13-Dec-99	32,7	78	121,5	0	58,05
2-Apr-00	38	20	106	6.1	42,525
2-Dec-01	2,5	7	164	0	43,375
6-Feb-02	94	15	104	6	54,75
21-Mar-03	44	25	74	0	35,75
29-Nov-04	47	0	90	88	56,25

Tabel Curah hujan stasiun Angin-angin sebagai pacuan

Tanggal	Beran	Kemput	Prumpung	Angin-angin	Rata-rata
7-Dec-94	55	12	111,3	104,5	70,7
3-Dec-95	54	87	61	116,6	79,65
12-Dec-96	107	85	114,5	121,5	107
12-Feb-97	116,9	0	164	58,7	84,9
16-Nov-98	65,8	67,5	66,5	90,8	72,65
12-Mar-99	48,6	0	9,5	85,1	35,8
11-Dec-00	114	0	90	46,5	62,625
27-Jan-01	0	25	26	90	35,25
19-Feb-02	24,5	30	24	18	24,125
13-Jan-03	1	4	2	45	13
29-Nov-04	47	0	90	88	56,25

Data curah hujan rata-rata maksimum harian

Tahun	Beran	Kemput	Prumpung	Angin-angin
1994	43,4	23,775	43,5	70,7
1995	105,05	23,75	105,05	79,65
1996	107	30,2	107	107
1997	87,9	107,65	107,65	84,9
1998	70,85	47,275	39,75	72,65
1999	31,175	69,275	58,05	35,8
2000	62,625	74,075	42,525	62,625
2001	50,25	37,5	43,375	35,25
2002	66,375	66,375	54,75	24,125
2003	27,675	26,25	35,75	13
2004	61,125	37,125	56,25	56,25

No. Responden
1

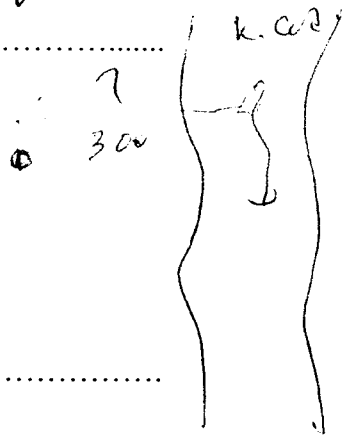
KUESIONER

TINGGI MUKA AIR SUMUR DAERAH ALIRAN SUNGAI CODE

(Daftar pertanyaan untuk penghuni daerah pemukiman di daerah aliran sungai code)

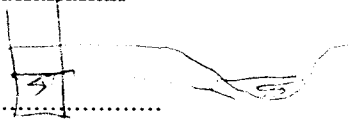
I. IDENTITAS DIRI RESPONDEN:

1. N a m a : Sujono Surya Prajoko
2. Alamat : Wonorejo Sardono hajo Ngaglik Sleman

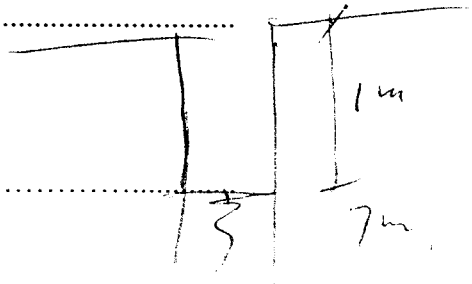


II. INFORMASI TINGGI MUKA AIR SUMUR:

1. Pada tahun berapa sumur anda dibuat?
   : 1970
2. Berapa kedalaman sumur anda pada saat awal pembuatan?
   : 7 meter
3. Dari awal pembuatan sumur anda sampai sekarang berapa kali telah dilakukan penggalian?
   : 2 / dua kali /



4. Pada tahun dan bulan berapa penggalian tersebut dilakukan?
   : Tahun 1981
5. Berapa meter penambahan kedalaman sumur tersebut?
   : 1 meter
6. Berapa kedalaman sumur anda sekarang?
   : 8 meter
7. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim penghujan?
   : 1 meter Dari atas
8. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim kemarau?
   : 2 1/2 meter - Dari atas



CATATAN :

No. Responden
2

KUESIONER

TINGGI MUKA AIR SUMUR DAERAH ALIRAN SUNGAI CODE

(Daftar pertanyaan untuk penghuni daerah pemukiman di daerah aliran sungai code)

I. IDENTITAS DIRI RESPONDEN:

1. N a m a : BAPAK SUKARTO
2. Alamat : UGEMTAK SIUDIHARJO UBAGLIK

II. INFORMASI TINGGI MUKA AIR SUMUR:

1. Pada tahun berapa sumur anda dibuat?
   : 1985
2. Berapa kedalaman sumur anda pada saat awal pembuatan?
   : 6 m
3. Dari awal pembuatan sumur anda sampai sekarang berapa kali telah dilakukan penggalian?
   : Belum
4. Pada tahun dan bulan berapa penggalian tersebut dilakukan?
   : -
5. Berapa meter penambahan kedalaman sumur tersebut?
   : -
6. Berapa kedalaman sumur anda sekarang?
   : 6 m
7. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim penghujan?
   : 2 m. dari atas
8. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim kemarau?
   : 5 m. dari atas

CATATAN :

No. Responden
3

KUESIONER

TINGGI MUKA AIR SUMUR DAERAH ALIRAN SUNGAI CODE

(Daftar pertanyaan untuk penghuni daerah pemukiman di daerah aliran sungai code)

I. IDENTITAS DIRI RESPONDEN:

1. N a m a : IBU SUWARTI
2. Alamat : UGENTAN SIUDUHARJO UGAGLIK.

II. INFORMASI TINGGI MUKA AIR SUMUR:

1. Pada tahun berapa sumur anda dibuat?
   : 1968
2. Berapa kedalaman sumur anda pada saat awal pembuatan?
   : 12 m
3. Dari awal pembuatan sumur anda sampai sekarang berapa kali telah dilakukan penggalian?
   : 2 x
4. Pada tahun dan bulan berapa penggalian tersebut dilakukan?
   : 1969
5. Berapa meter penambahan kedalaman sumur tersebut?
   : 0,5 m
6. Berapa kedalaman sumur anda sekarang?
   : 6 m
7. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim penghujan?
   : 9 m (air sangat
8. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim kemarau?
   : 6 m (air sangat

CATATAN :

No. Responden
4

KUESIONER

TINGGI MUKA AIR SUMUR DAERAH ALIRAN SUNGAI CODE

(Daftar pertanyaan untuk penghuni daerah pemukiman di daerah aliran sungai code)

I. IDENTITAS DIRI RESPONDEN:

1. N a m a : Bp. Wiji
2. Alamat : Kadipuro Sindoharjo Ngaglik.

II. INFORMASI TINGGI MUKA AIR SUMUR:

1. Pada tahun berapa sumur anda dibuat?
   : 1977
2. Berapa kedalaman sumur anda pada saat awal pembuatan?
   : 8 m
3. Dari awal pembuatan sumur anda sampai sekarang berapa kali telah dilakukan penggalian?
   : -
4. Pada tahun dan bulan berapa penggalian tersebut dilakukan?
   : -
5. Berapa meter penambahan kedalaman sumur tersebut?
   : -
6. Berapa kedalaman sumur anda sekarang?
   : 4 m
7. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim penghujan?
   : 3 m
8. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim kemarau?
   : 4 m

CATATAN :

No. Responden
5

KUESIONER

TINGGI MUKA AIR SUMUR DAERAH ALIRAN SUNGAI CODE

(Daftar pertanyaan untuk penghuni daerah pemukiman di daerah aliran sungai code)

I. IDENTITAS DIRI RESPONDEN:

1. N a m a : Jumadiyono
2. Alamat : Kadipuro Sinduharjo Ngaglik Sleman - Yk

II. INFORMASI TINGGI MUKA AIR SUMUR:

1. Pada tahun berapa sumur anda dibuat?
   : th 1988
2. Berapa kedalaman sumur anda pada saat awal pembuatan?
   : 7 m
3. Dari awal pembuatan sumur anda sampai sekarang berapa kali telah dilakukan penggalian?
   : 1 kali
4. Pada tahun dan bulan berapa penggalian tersebut dilakukan?
   : September 1991
5. Berapa meter penambahan kedalaman sumur tersebut?
   : 2,5 m
6. Berapa kedalaman sumur anda sekarang?
   : 9,5 m
7. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim penghujan?
   : 7 m dari bawah
8. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim kemarau?
   : 1,5 m

CATATAN :

No. Responden
6

KUESIONER

TINGGI MUKA AIR SUMUR DAERAH ALIRAN SUNGAI CODE

(Daftar pertanyaan untuk penghuni daerah pemuk man di daerah aliran sungai code)

I. IDENTITAS DIRI RESPONDEN:

1. N a m a : Lugimin
2. Alamat : Ledokwareng Saraonoharjo ngaglik Sleman

II. INFORMASI TINGGI MUKA AIR SUMUR:

1. Pada tahun berapa sumur anda dibuat?
   : 1992
2. Berapa kedalaman sumur anda pada saat awal pembuatan?
   : 7 m
3. Dari awal pembuatan sumur anda sampai sekarang berapa kali telah dilakukan penggalian?
   : 12 kali
4. Pada tahun dan bulan berapa penggalian tersebut dilakukan?
   : tiap tahun pd musim kering
5. Berapa meter penambahan kedalaman sumur tersebut?
   : 0,5 - 1 meter
6. Berapa kedalaman sumur anda sekarang?
   : ± 9 m
7. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim penghujan?
   : ± 3 m
8. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim kemarau?
   : 8 m

CATATAN :

No. Responden
7

KUESIONER

TINGGI MUKA AIR SUMUR DAERAH ALIRAN SUNGAI CODE

(Daftar pertanyaan untuk penghuni daerah pemukiman di daerah aliran sungai code)

I. IDENTITAS DIRI RESPONDEN:

1. Nama : Bp WAIJO
2. Alamat : Ledok Warren

II. INFORMASI TINGGI MUKA AIR SUMUR:

1. Pada tahun berapa sumur anda dibuat?
   :
2. Berapa kedalaman sumur anda pada saat awal pembuatan?
   : 8 m
3. Dari awal pembuatan sumur anda sampai sekarang berapa kali telah dilakukan penggalian?
   : 2
4. Pada tahun dan bulan berapa penggalian tersebut dilakukan?
   : 2003
5. Berapa meter penambahan kedalaman sumur tersebut?
   : 1,5
6. Berapa kedalaman sumur anda sekarang?
   : 9,5
7. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim penghujan?
   : 7 m
8. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim kemarau?
   : 10

CATATAN :
Sering air sumur [illegible] kering

No. Responden
8

KUESIONER

TINGGI MUKA AIR SUMUR DAERAH ALIRAN SUNGAI CODE

((Daftar pertanyaan untuk penghuni daerah pemukiman di daerah aliran sungai code)

] I. IDENTITAS DIRI RESPONDEN:

1. N a m a : CIPTOWIHARJO
2. Alamat : LEDOKWARENG SARDONOHARJO
   NGAGLIK

II. INFORMASI TINGGI MUKA AIR SUMUR:

1. Pada tahun berapa sumur anda dibuat?
   : 1976
2. Berapa kedalaman sumur anda pada saat awal pembuatan?
   : 6M
3. Dari awal pembuatan sumur anda sampai sekarang berapa kali telah dilakukan penggalian?
   : 4 Kali
4. Pada tahun dan bulan berapa penggalian tersebut dilakukan?
   :
5. Berapa meter penambahan kedalaman sumur tersebut?
   : 4M
6. Berapa kedalaman sumur anda sekarang?
   : 10M
7. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim penghujan?
   : 1,5M
8. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim kemarau?
   : 10M-

CATATAN :

No. Responden
10

KUESIONER

TINGGI MUKA AIR SUMUR DAERAH ALIRAN SUNGAI CODE

(Daftar pertanyaan untuk penghuni daerah pemukiman di daerah aliran sungai code)

I. IDENTITAS DIRI RESPONDEN:

1. N a m a : SAYUTI
2. Alamat : LOJAJAR SINDUHARJO NGAGLIK .

II. INFORMASI TINGGI MUKA AIR SUMUR:

1. Pada tahun berapa sumur anda dibuat?
   : 1973
2. Berapa keda aman sumur anda pada saat awal pembuatan?
   : 8 m .
3. Dari awal pembuatan sumur anda sampai sekarang berapa kali telah dilakukan penggalian?
   : 1 x
4. Pada tahun dan bulan berapa penggalian tersebut dilakukan?
   : 1973
5. Berapa meter penambahan kedalaman sumur tersebut?
   : 1 m
6. Berapa kedalaman sumur anda sekarang?
   : 9 m .
7. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim penghujan?
   : 6 m .
8. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim kemarau?
   : 8 m .

CATATAN :

No. Responden

11

KUESIONER

TINGGI MUKA AIR SUMUR DAERAH ALIRAN SUNGAI CODE

(Daftar pertanyaan untuk penghuni daerah pemukiman di daerah aliran sungai code)

I. IDENTITAS DIRI RESPONDEN:

1. N a m a : Ibu Siti Maryani
2. Alamat : Legajar Sindu harjo Ngaglik

II. INFORMASI TINGGI MUKA AIR SUMUR:

1. Pada tahun berapa sumur anda dibuat?
   : 1999
2. Berapa kedalaman sumur anda pada saat awal pembuatan?
   : 9 m
3. Dari awal pembuatan sumur anda sampai sekarang berapa kali telah dilakukan penggalian?
   : 1
4. Pada tahun dan bulan berapa penggalian tersebut dilakukan?
   : 2004
5. Berapa meter penambahan kedalaman sumur tersebut?
   : 1 m
6. Berapa kedalaman sumur anda sekarang?
   : 10 m
7. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim penghujan?
   : 2 m dr muka tanah
8. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim kemarau?
   : 9 m dr muka tanah

CATATAN :

.....

No. Responden

12

KUESIONER

TINGGI MUKA AIR SUMUR DAERAH ALIRAN SUNGAI CODE

(Daftar pertanyaan untuk penghuni daerah pemukiman di daerah aliran sungai code)

I. IDENTITAS DIRI RESPONDEN:

1. N a m a : JIWANTI
2. Alamat : LOJAJAR. SINDUHARJO NGAGLIK.

II. INFORMASI TINGGI MUKA AIR SUMUR:

1. Pada tahun berapa sumur anda dibuat?
   :
2. Berapa kedalaman sumur anda pada saat awal pembuatan?
   : 8 M.
3. Dari awal pembuatan sumur anda sampai sekarang apa kali telah dilakukan penggalian?
   : —
4. Pada tahun dan bulan berapa penggalian tersebut dilakukan?
   : —
5. Berapa meter penambahan kedalaman sumur tersebut?
   : —
6. Berapa kedalaman sumur anda sekarang?
   : 8 M.
7. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim penghujan?
   : 5 M.
8. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim kemarau?
   : 0,5 M.

CATATAN :

No. Responden
13

KUESIONER

TINGGI MUKA AIR SUMUR DAERAH ALIRAN SUNGAI CODE

(Daftar pertanyaan untuk penghuni daerah pemukiman di daerah aliran sungai code)

I. IDENTITAS DIRI RESPONDEN:

1. N a m a : DARIWON
2. Alamat : LOJAJAR

II. INFORMASI TINGGI MUKA AIR SUMUR:

1. Pada tahun berapa sumur anda dibuat?
   : 2005
2. Berapa kedalaman sumur anda pada saat awal pembuatan?
   : 10 m
3. Dari awal pembuatan sumur anda sampai sekarang berapa kali telah dilakukan penggalian?
   : —
4. Pada tahun dan bulan berapa penggalian tersebut dilakukan?
   : —
5. Berapa meter penambahan kedalaman sumur tersebut?
   : —
6. Berapa kedalaman sumur anda sekarang?
   : 10 m
7. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim penghujan?
   : 3 m
8. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim kemarau?
   : 1,5 m

CATATAN :

No. Responden
14

KUESIONER

TINGGI MUKA AIR SUMUR DAERAH ALIRAN SUNGAI CODE

(Daftar pertanyaan untuk penghuni daerah pemukiman di daerah aliran sungai code)

I. IDENTITAS DIRI RESPONDEN:

1. N a m a : PARITAUTI
2. Alamat : WONOSARI DONOHARJO

II. INFORMASI TINGGI MUKA AIR SUMUR:

1. Pada tahun berapa sumur anda dibuat?
   : 1967
2. Berapa kedalaman sumur anda pada saat awal pembuatan?
   : 10 m
3. Dari awal pembuatan sumur anda sampai sekarang berapa kali telah dilakukan penggalian?
   : 2 th sekali
4. Pada tahun dan bulan berapa penggalian tersebut dilakukan?
   : -
5. Berapa meter penambahan kedalaman sumur tersebut?
   : 1 m
6. Berapa kedalaman sumur anda sekarang?
   :
7. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim penghujan?
   : 3 m
8. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim kemarau?
   : 9 m

CATATAN :

No. Responden
15

KUESIONER

TINGGI MUKA AIR SUMUR DAERAH ALIRAN SUNGAI CODE

(Daftar pertanyaan untuk penghuni daerah pemukiman di daerah aliran sungai code)

I. IDENTITAS DIRI RESPONDEN:

1. N a m a : Bp. SUKYADI
2. Alamat : WONOSARI, DONOHARJO

II. INFORMASI TINGGI MUKA AIR SUMUR:

1. Pada tahun berapa sumur anda dibuat?
   : th. 1977
2. Berapa kedalaman sumur anda pada saat awal pembuatan?
   : 6 m
3. Dari awal pembuatan sumur anda sampai sekarang berapa kali telah dilakukan penggalian?
   : 2 kali
4. Pada tahun dan bulan berapa penggalian tersebut dilakukan?
   : 1996
5. Berapa meter penambahan kedalaman sumur tersebut?
   : 70 cm
6. Berapa kedalaman sumur anda sekarang?
   : 6.7 m
7. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim penghujan?
   : 6 m
8. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim kemarau?
   : 1 m

CATATAN :

No. Responden
16

KUESIONER

TINGGI MUKA AIR SUMUR DAERAH ALIRAN SUNGAI CODE

(Daftar pertanyaan untuk penghuni daerah pemukiman di daerah aliran sungai code)

I. IDENTITAS DIRI RESPONDEN:

1. N a m a : Ibu Sujinah
2. Alamat : Wonosari, Donohardjo

II. INFORMASI TINGGI MUKA AIR SUMUR:

1. Pada tahun berapa sumur anda dibuat?
   th. 1984
2. Berapa kedalaman sumur anda pada saat awal pembuatan?
   : 9 m
3. Dari awal pembuatan sumur anda sampai sekarang berapa kali telah dilakukan penggalian?
   : 2 x penggalian
4. Pada tahun dan bulan berapa penggalian tersebut dilakukan?
   : 15 - 8 - 1986
5. Berapa meter penambahan kedalaman sumur tersebut?
   : 1 1/2 m
6. Berapa kedalaman sumur anda sekarang?
   : 12 m
7. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim penghujan?
   : 8 m
8. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim kemarau?
   : 12 m

CATATAN :

No. Responden
1

KUESIONER

TINGGI MUKA AIR SUMUR DAERAH ALIRAN SUNGAI CODE

(Daftar pertanyaan untuk penghuni daerah pemukiman di daerah aliran sungai code)

I. IDENTITAS DIRI RESPONDEN:

1. N a m a : WAYANTO
2. Alamat : MERGANGSANG LOR MG II / 9907

II. INFORMASI TINGGI MUKA AIR SUMUR:

1. Pada tahun berapa sumur anda dibuat?
   : 2003
2. Berapa kedalaman sumur anda pada saat awal pembuatan?
   : 8 m
3. Dari awal pembuatan sumur anda sampai sekarang berapa kali telah dilakukan penggalian?
   : —
4. Pada tahun dan bulan berapa penggalian tersebut dilakukan?
   : —
5. Berapa meter penambahan kedalaman sumur tersebut?
   : —
6. Berapa kedalaman sumur anda sekarang?
   : 8 m
7. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim penghujan?
   : 2 m
8. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim kemarau?
   : 1 m

CATATAN :

No. Responden
2

KUESIONER

TINGGI MUKA AIR SUMUR DAERAH ALIRAN SUNGAI CODE

(Daftar pertanyaan untuk penghuni daerah pemukiman di daerah aliran sungai code)

I. IDENTITAS DIRI RESPONDEN:

1. N a m a : SUGIHARTONO
2. Alamat : JOGOYUDAN JT III 547 Yk

II. INFORMASI TINGGI MUKA AIR SUMUR: 5 M

1. Pada tahun berapa sumur anda dibuat?
   : 2002
2. Berapa kedalaman sumur anda pada saat awal pembuatan?
   : ~~20~~ IDEM 5 M.
3. Dari awal pembuatan sumur anda sampai sekarang berapa kali telah dilakukan penggalian?
   : BELUM PERNAH
4. Pada tahun dan bulan berapa penggalian tersebut dilakukan?
   :
5. Berapa meter penambahan kedalaman sumur tersebut?
   :
6. Berapa kedalaman sumur anda sekarang?
   : 5 M
7. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim pe jan?
   : 3M
8. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim kemarau?
   : 2M

CATATAN :
Jarak sumur ke sungai ± 50 m

No. Responden
3

KUESIONER

TINGGI MUKA AIR SUMUR DAERAH ALIRAN SUNGAI CODE

(Daftar pertanyaan untuk penghuni daerah pemukiman di daerah aliran sungai code)

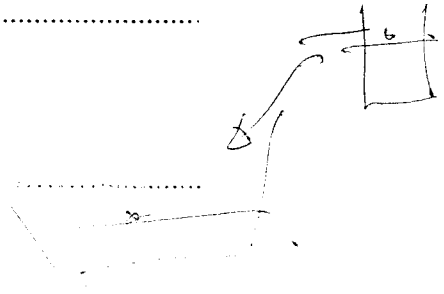
I. IDENTITAS DIRI RESPONDEN:

1. N a m a : Ibu Ratimen
2. Alamat : Jogoyudan . 4c

II. INFORMASI TINGGI MUKA AIR SUMUR:

1. Pada tahun berapa sumur anda dibuat?
   : Tahun 2000
2. Berapa kedalaman sumur anda pada saat awal pembuatan?
   : 3 m
3. Dari awal pembuatan sumur anda sampai sekarang berapa kali telah dilakukan penggalian?
   : -
4. Pada tahun dan bulan berapa penggalian tersebut dilakukan?
   : -
5. Berapa meter penambahan kedalaman sumur tersebut?
   : -
6. Berapa kedalaman sumur anda sekarang?
   : 3 m.
7. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim penghujan?
   : 2 m.
8. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim kemarau?
   : 1 m.

CATATAN :
Jarak sumur ke sungai ± 50 m



No. Responden
4

KUESIONER

TINGGI MUKA AIR SUMUR DAERAH ALIRAN SUNGAI CODE

(Daftar pertanyaan untuk penghuni daerah pemukiman di daerah aliran sungai code)

I. IDENTITAS DIRI RESPONDEN:

1. N a m a : Tri Jito
2. Alamat : Cokrodiyan

II. INFORMASI TINGGI MUKA AIR SUMUR:

1. Pada tahun berapa sumur anda dibuat?
   : 1950
2. Berapa kedalaman sumur anda pada saat awal pembuatan?
   : 7 m
3. Dari awal pembuatan sumur anda sampai sekarang berapa kali telah dilakukan penggalian?
   :
4. Pada tahun dan bulan berapa penggalian tersebut dilakukan?
   :
5. Berapa meter penambahan kedalaman sumur tersebut?
   :
6. Berapa kedalaman sumur anda sekarang?
   : 7 m
7. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim penghujan?
   : 4 m
8. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim kemarau?
   : 1 m

CATATAN :
7 20 m

No. Responden

5

KUESIONER

TINGGI MUKA AIR SUMUR DAERAH ALIRAN SUNGAI CODE

(Daftar pertanyaan untuk penghuni daerah pemukiman di daerah aliran sungai code)

I. IDENTITAS DIRI RESPONDEN:

1. N a m a : Sanjaro
2. Alamat : Gakkadinjan DNI633

II. INFORMASI TINGGI MUKA AIR SUMUR:

1. Pada tahun berapa sumur anda dibuat?
   : 19.60
2. Berapa kedalaman sumur anda pada saat awal pembuatan?
   : 6 meter
3. Dari awal pembuatan sumur anda sampai sekarang berapa kali telah dilakukan penggalian?
   :
4. Pada tahun dan bulan berapa penggalian tersebut dilakukan?
   :
5. Berapa meter penambahan kedalaman sumur tersebut?
   :
6. Berapa kedalaman sumur anda sekarang?
   : 6 meter
7. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim penghujan?
   : 4 meter
8. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim kemarau?
   : 3 meter

CATATAN :
Jarak sumur ke sungai ± 15 m.

No. Responden
6

KUESIONER

TINGGI MUKA AIR SUMUR DAERAH ALIRAN SUNGAI CODE

(Daftar pertanyaan untuk penghuni daerah pemukiman di[illegible]rah aliran sungai code)

I. IDENTITAS DIRI RESPONDEN:

1. N a m a : Endang Sulmayadi
2. Alamat : Cokrodiran DN I/635

II. INFORMASI TINGGI MUKA AIR SUMUR:

1. Pada tahun berapa sumur anda dibuat?
   : Th 1950
2. Berapa kedalaman sumur anda pada saat awal pembuatan?
   : 7 m
3. Dari awal pembuatan sumur anda sampai sekarang berapa kali telah dilakukan penggalian?
   :
4. Pada tahun dan bulan berapa penggalian tersebut dilakukan?
   :
5. Berapa meter penambahan kedalaman sumur tersebut?
   :
6. Berapa kedalaman sumur anda sekarang?
   : 7 m
7. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim penghujan?
   : 2 5 m
8. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim kemarau?
   : 1. 6 m

CATATAN :
± 30 m

No. Responden
7

KUESIONER

TINGGI MUKA AIR SUMUR DAERAH ALIRAN SUNGAI CODE

(Daftar pertanyaan untuk penghuni daerah pemuk man di daerah aliran sungai code)

I. IDENTITAS DIRI RESPONDEN:

1. N a m a : BUDI muji HIDAYAT
2. Alamat : COKRODIRJAN DN 1/668 YOGYAKARTA.

II. INFORMASI TINGGI MUKA AIR SUMUR:

1. Pada tahun berapa sumur anda dibuat?
   : Th. 1950
2. Berapa kedalaman sumur anda pada saat awal pembuatan?
   : 5 m.
3. Dari awal pembuatan sumur anda sampai sekarang berapa kali telah dilakukan penggalian?
   : —
4. Pada tahun dan bulan berapa penggalian tersebut dilakukan?
   : —
5. Berapa meter penambahan kedalaman sumur tersebut?
   : —
6. Berapa kedalaman sumur anda sekarang?
   : 5 m.
7. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim penghujan?
   : 3 m.
8. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim kemarau?
   : 1 m.

CATATAN :
Jarak ± 10 m.

No. Responden
8

KUESIONER

TINGGI MUKA AIR SUMUR DAERAH ALIRAN SUNGAI CODE

(Daftar pertanyaan untuk penghuni daerah pemukiman di daerah aliran sungai code)

I. IDENTITAS DIRI RESPONDEN:

1. N a m a : Bp. Sumarkoco
2. Alamat : Cokrodiwjan Bn I/607 Yk

II. INFORMASI TINGGI MUKA AIR SUMUR:

1. Pada tahun berapa sumur anda dibuat?
   :
2. Berapa kedalaman sumur anda pada saat awal pembuatan?
   : 7 m
3. Dari awal pembuatan sumur anda sampai sekarang berapa kali telah dilakukan penggalian?
   : 9 x
4. Pada tahun dan bulan berapa penggalian tersebut dilakukan?
   : TH 84 (2x) TH 2005 (1x)
5. Berapa meter penambahan kedalaman sumur tersebut?
   : ~~7 m~~
6. Berapa kedalaman sumur anda sekarang?
   : 7 m
7. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim penghujan?
   : 6,5 m
8. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim kemarau?
   : 3 m

CATATAN :
± 20 m

No. Responden
9

KUESIONER

TINGGI MUKA AIR SUMUR DAERAH ALIRAN SUNGAI CODE

(Daftar pertanyaan untuk penghuni daerah pemukiman di daerah aliran sungai code)

I. IDENTITAS DIRI RESPONDEN:

1. N a m a : Joyo dibarjo
2. Alamat : dn.1 562 cokrodirjan

II. INFORMASI TINGGI MUKA AIR SUMUR:

1. Pada tahun berapa sumur anda dibuat?
   : 1990
2. Berapa kedalaman sumur anda pada saat awal pembuatan?
   : 5 m
3. Dari awal pembuatan sumur anda sampai sekarang berapa kali telah dilakukan penggalian?
   : 1
4. Pada tahun dan bulan berapa penggalian tersebut dilakukan?
   : 1990 (Juli)
5. Berapa meter penambahan kedalaman sumur tersebut?
   :
6. Berapa kedalaman sumur anda sekarang?
   :
7. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim penghujan?
   : 4
8. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim kemarau?
   : 1

CATATAN :

5 m dr Sungai

No. Responden
10

KUESIONER

TINGGI MUKA AIR SUMUR DAERAH ALIRAN SUNGAI CODE

(Daftar pertanyaan untuk penghuni daerah pemukiman di daerah aliran sungai code)

I. IDENTITAS DIRI RESPONDEN:

1. N a m a : Ibu. Sudibyo.
2. Alamat : Cokrodiran DN I / 590
   RT 39, RW 13 Yogyakarta.

II. INFORMASI TINGGI MUKA AIR SUMUR:

1. Pada tahun berapa sumur anda dibuat?
   : tahun : 1960.
2. Berapa kedalaman sumur anda pada saat awal pembuatan?
   : 6 meter
3. Dari awal pembuatan sumur anda sampai sekarang berapa kali telah dilakukan penggalian?
   : 3 x.
4. Pada tahun dan bulan berapa penggalian tersebut dilakukan?
   : 1990
5. Berapa meter penambahan kedalaman sumur tersebut?
   :
6. Berapa kedalaman sumur anda sekarang?
   : 5 meter -
7. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim penghujan?
   : 5 meter -
8. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim kemarau?
   : 7 meter

CATATAN :
: 20 m.

No. Responden
1

KUESIONER

TINGGI MUKA AIR SUMUR DAERAH ALIRAN SUNGAI CODE

(Daftar pertanyaan untuk penghuni daerah pemukiman di daerah aliran sungai code)

I. IDENTITAS DIRI RESPONDEN:

1. N a m a : Bu Murni
2. Alamat : Sudimoro, Sewon Bantul.
   Timbulharjo.

II. INFORMASI TINGGI MUKA AIR SUMUR:

1. Pada tahun berapa sumur anda dibuat?
   : 1993
2. Berapa kedalaman sumur anda pada saat awal pembuatan?
   : 8 m.
3. Dari awal pembuatan sumur anda sampai sekarang berapa kali telah dilakukan penggalian?
   : -
4. Pada tahun dan bulan berapa penggalian tersebut dilakukan?
   : -
5. Berapa meter penambahan kedalaman sumur tersebut?
   : -
6. Berapa kedalaman sumur anda sekarang?
   : 8 m.
7. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim penghujan?
   : 6 m.
8. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim kemarau?
   : 5 m.

CATATAN :

.....

No. Responden
2

KUESIONER

TINGGI MUKA AIR SUMUR DAERAH ALIRAN SUNGAI CODE

(Daftar pertanyaan untuk penghuni daerah pemukiman di daerah aliran sungai code)

I. IDENTITAS DIRI RESPONDEN:

1. N a m a : Bu Suratmi
2. Alamat : Bibis Timbulharjo sewon - Bantul

II. INFORMASI TINGGI MUKA AIR SUMUR:

1. Pada tahun berapa sumur anda dibuat?
   : 1996 .
2. Berapa kedalaman sumur anda pada saat awal pembuatan?
   : 5 m .
3. Dari awal pembuatan sumur anda sampai sekarang berapa kali telah dilakukan penggalian?
   : 2 x .
4. Pada tahun dan bulan berapa penggalian tersebut dilakukan?
   : 1998 , 2000
5. Berapa meter penambahan kedalaman sumur tersebut?
   : 1 m .
6. Berapa kedalaman sumur anda sekarang?
   : 6 m .
7. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim penghujan?
   : 2 m .
8. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim kemarau?
   : 1 m .

CATATAN :

No. Responden
3

KUESIONER

TINGGI MUKA AIR SUMUR DAERAH ALIRAN SUNGAI CODE

(Daftar pertanyaan untuk penghuni daerah pemukiman di daerah aliran sungai code)

I. IDENTITAS DIRI RESPONDEN:

1. N a m a : Bu Wasiyem / Paijan
2. Alamat : Bibis Timbulharjo Sewon Bantul.

II. INFORMASI TINGGI MUKA AIR SUMUR:

1. Pada tahun berapa sumur anda dibuat?
   : 2005
2. Berapa kedalaman sumur anda pada saat awal pembuatan?
   : 3 m
3. Dari awal pembuatan sumur anda sampai sekarang berapa kali telah dilakukan penggalian?
   : –
4. Pada tahun dan bulan berapa penggalian tersebut dilakukan?
   : –
5. Berapa meter penambahan kedalaman sumur tersebut?
   : –
6. Berapa kedalaman sumur anda sekarang?
   : 3 m
7. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim penghujan?
   : 3 m
8. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim kemarau?
   : 2 m

CATATAN :

2m

No. Responden
4

KUESIONER

TINGGI MUKA AIR SUMUR DAERAH ALIRAN SUNGAI CODE

(Daftar pertanyaan untuk penghuni daerah pemukiman di daerah aliran sungai code)

I. IDENTITAS DIRI RESPONDEN:

1. N a m a : INDAR SUMIWI
2. Alamat : BIBIS TIMBUL HARJO SEWON BANTUL

II. INFORMASI TINGGI MUKA AIR SUMUR:

1. Pada tahun berapa sumur anda dibuat?
   : th 1999
2. Berapa kedalaman sumur anda pada saat awal pembuatan?
   : 4 m
3. Dari awal pembuatan sumur anda sampai sekarang berapa kali telah dilakukan penggalian?
   : Belum pernah
4. Pada tahun dan bulan berapa penggalian tersebut dilakukan?
   : -
5. Berapa meter penambahan kedalaman sumur tersebut?
   : -
6. Berapa kedalaman sumur anda sekarang?
   : 2 M
7. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim penghujan?
   : 3 M
8. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim kemarau?
   : 1 M

CATATAN :

No. Responden
5

KUESIONER

TINGGI MUKA AIR SUMUR DAERAH ALIRAN SUNGAI CODE

(Daftar pertanyaan untuk penghuni daerah pemukiman di daerah aliran sungai code)

I. IDENTITAS DIRI RESPONDEN:

1. N a m a : SIDIQ PURWANTO
2. Alamat : BIBIS · Tirtohargo Sewon Bantul

II. INFORMASI TINGGI MUKA AIR SUMUR:

1. Pada tahun berapa sumur anda dibuat?
   : 1999
2. Berapa kedalaman sumur anda pada saat awal pembuatan?
   : 7 m
3. Dari awal pembuatan sumur anda sampai sekarang berapa kali telah dilakukan penggalian?
   : 1 x
4. Pada tahun dan bulan berapa penggalian tersebut dilakukan?
   : 2001
5. Berapa meter penambahan kedalaman sumur tersebut?
   : 1 m
6. Berapa kedalaman sumur anda sekarang?
   : 0,5 m
7. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim penghujan?
   : 3 m
8. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim kemarau?
   : KERING

CATATAN :

No. Responden

6

KUESIONER

TINGGI MUKA AIR SUMUR DAERAH ALIRAN SUNGAI CODE

(Daftar pertanyaan untuk penghuni daerah pemukiman di daerah aliran sungai code)

I. IDENTITAS DIRI RESPONDEN:

1. N a m a : BASUKI
2. Alamat : BIBIS Tirtoulharjo sewon Bantul

II. INFORMASI TINGGI MUKA AIR SUMUR:

1. Pada tahun berapa sumur anda dibuat?
   : 1995
2. Berapa kedalaman sumur anda pada saat awal pembuatan?
   : 6,5
3. Dari awal pembuatan sumur anda sampai sekarang berapa kali telah dilakukan penggalian?
   : —
4. Pada tahun dan bulan berapa penggalian tersebut dilakukan?
   : —
5. Berapa meter penambahan kedalaman sumur tersebut?
   : —
6. Berapa kedalaman sumur anda sekarang?
   : 1,5 m
7. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim penghujan?
   : 2,4 m
8. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim kemarau?
   : 1,5 m

CATATAN :

No. Responden
1

KUESIONER

TINGGI MUKA AIR SUMUR DAERAH ALIRAN SUNGAI CODE

(Daftar pertanyaan untuk penghuni daerah pemukiman di daerah aliran sungai code)

I. IDENTITAS DIRI RESPONDEN:

1. N a m a : SUKAMTO
2. Alamat : Bibis · Tirtobulharjo Sewon Bantul

II. INFORMASI TINGGI MUKA AIR SUMUR:

1. Pada tahun berapa sumur anda dibuat?
   : 2002
2. Berapa kedalaman sumur anda pada saat awal pembuatan?
   : 6 m
3. Dari awal pembuatan sumur anda sampai sekarang berapa kali telah dilakukan penggalian?
   : –
4. Pada tahun dan bulan berapa penggalian tersebut dilakukan?
   : –
5. Berapa meter penambahan kedalaman sumur tersebut?
   : –
6. Berapa kedalaman sumur anda sekarang?
   : 6 m
7. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim penghujan?
   : 4 m
8. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim kemarau?
   : 1 m

CATATAN :

No. Responden

8

KUESIONER

TINGGI MUKA AIR SUMUR DAERAH ALIRAN SUNGAI CODE

(Daftar pertanyaan untuk penghuni daerah pemukiman di daerah aliran sungai code)

I. IDENTITAS DIRI RESPONDEN:

1. N a m a : NURCAHYO / Bp WARDJONO
2. Alamat : GLONDONG BIBIS TIBUL HARJO BANTUL

II. INFORMASI TINGGI MUKA AIR SUMUR:

1. Pada tahun berapa sumur anda dibaat?
   : 2002
2. Berapa kedalaman sumur anda pada saat awal pembuatan?
   : 6 m
3. Dari awal pembuatan sumur anda sampai sekarang berapa kali telah dilakukan penggalian?
   : BELUM
4. Pada tahun dan bulan berapa penggalian tersebut dilakukan?
   : JULI 2002
5. Berapa meter penambahan kedalaman sumur tersebut?
   : -
6. Berapa kedalaman sumur anda sekarang?
   : 6M
7. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim penghujan?
   : 5 M
8. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim kemarau?
   : ~~5,5~~ 4,5

CATATAN :

No. Responden
9

KUESIONER

TINGGI MUKA AIR SUMUR DAERAH ALIRAN SUNGAI CODE

(Daftar pertanyaan untuk penghuni daerah pemukiman di daerah aliran sungai code)

I. IDENTITAS DIRI RESPONDEN:

1. N a m a : MUZIYONO
2. Alamat : BIBIS TBHARJO SEWON BANTUL

II. INFORMASI TINGGI MUKA AIR SUMUR:

1. Pada tahun berapa sumur anda dibuat?
   : TH. 1997
2. Berapa kedalaman sumur anda pada saat awal pembuatan?
   : 3 m 7 m
3. Dari awal pembuatan sumur anda sampai sekarang berapa kali telah dilakukan penggalian?
   : BELUM
4. Pada tahun dan bulan berapa penggalian tersebut dilakukan?
   :
5. Berapa meter penambahan kedalaman sumur tersebut?
   : —
6. Berapa kedalaman sumur anda sekarang?
   : 2 m
7. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim penghujan?
   : 5 m
8. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim kemarau?
   : 2 m

CATATAN :

No. Responden
10

KUESIONER

TINGGI MUKA AIR SUMUR DAERAH ALIRAN SUNGAI CODE

(Daftar pertanyaan untuk penghuni daerah pemukiman di daerah aliran sungai code)

I. IDENTITAS DIRI RESPONDEN:

1. N a m a : LASTRI
2. Alamat : KALORAN. BANGUNHARJO BANTUL.

II. INFORMASI TINGGI MUKA AIR SUMUR:

1. Pada tahun berapa sumur anda dibuat?
   : 1981
2. Berapa kedalaman sumur anda pada saat awal pembuatan?
   : 8 m
3. Dari awal pembuatan sumur anda sampai sekarang berapa kali telah dilakukan penggalian?
   : -
4. Pada tahun dan bulan berapa penggalian tersebut dilakukan?
   : -
5. Berapa meter penambahan kedalaman sumur tersebut?
   : -
6. Berapa kedalaman sumur anda sekarang?
   : 4 m
7. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim penghujan?
   : 7 m
8. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim kemarau?
   : 4 m

CATATAN :

No. Responden
01

KUESIONER

TINGGI MUKA AIR SUMUR DAERAH ALIRAN SUNGAI CODE

(Daftar pertanyaan untuk penghuni daerah pemukiman di daerah aliran sungai code)

I. IDENTITAS DIRI RESPONDEN:

1. N a m a : WIDODO DARMAWAN
2. Alamat : JL. Imogiri Barat, Kalagan - Bakung, Bangunharjo, Sewon - Bantul

II. INFORMASI TINGGI MUKA AIR SUMUR:

1. Pada tahun berapa sumur anda dibuat?
   : 2000
2. Berapa kedalaman sumur anda pada saat awal pembuatan?
   : 2,5 meter
3. Dari awal pembuatan sumur anda sampai sekarang berapa kali telah dilakukan penggalian?
   : 1 kali saat awal pembuatan
4. Pada tahun dan bulan berapa penggalian tersebut dilakukan?
   : 2000
5. Berapa meter penambahan kedalaman sumur tersebut?
   : —
6. Berapa kedalaman sumur anda sekarang?
   : 2,5 meter
7. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim penghujan?
   : Tidak berubah
8. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim kemarau?
   : tidak berubah

CATATAN :

No. Responden
12

KUESIONER

TINGGI MUKA AIR SUMUR DAERAH ALIRAN SUNGAI CODE

(Daftar pertanyaan untuk penghuni daerah pemukiman di daerah aliran sungai code)

I. IDENTITAS DIRI RESPONDEN:

1. N a m a : AHMAD MAWADI
2. Alamat : BAKUAG BANGUNHARJO BANTUL

II. INFORMASI TINGGI MUKA AIR SUMUR:

1. Pada tahun berapa sumur anda dibuat?
   :
2. Berapa kedalaman sumur anda pada saat awal pembuatan?
   : 6 M
3. Dari awal pembuatan sumur anda sampai sekarang berapa kali telah dilakukan penggalian?
   : —
4. Pada tahun dan bulan berapa penggalian tersebut dilakukan?
   : —
5. Berapa meter penambahan kedalaman sumur tersebut?
   : —
6. Berapa kedalaman sumur anda sekarang?
   : 6 M
7. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim penghujan?
   : 4 M
8. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim kemarau?
   : 1 M

CATATAN :

UC

No. Responden
13

KUESIONER

TINGGI MUKA AIR SUMUR DAERAH ALIRAN SUNGAI CODE

(Daftar pertanyaan untuk penghuni daerah pemukiman di daerah aliran sungai code)

I. IDENTITAS DIRI RESPONDEN:

1. N a m a : Jawali
2. Alamat : Balong, Bangunharjo, Sewon
Bantul DIY

II. INFORMASI TINGGI MUKA AIR SUMUR:

1. Pada tahun berapa sumur anda dibuat?
: 1986
2. Berapa kedalaman sumur anda pada saat awal pembuatan?
: 8 m
3. Dari awal pembuatan sumur anda sampai sekarang berapa kali telah dilakukan penggalian?
: IX
4. Pada tahun dan bulan berapa penggalian tersebut dilakukan?
: 1990
5. Berapa meter penambahan kedalaman sumur tersebut?
: 1 m
6. Berapa kedalaman sumur anda sekarang?
: 9 m
7. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim penghujan?
: 3½ m
8. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim kemarau?
: 6 m

CATATAN :

No. Responden
14

KUESIONER

TINGGI MUKA AIR SUMUR DAERAH ALIRAN SUNGAI CODE

(Daftar pertanyaan untuk penghuni daerah pemukiman di daerah aliran sungai code)

I. IDENTITAS DIRI RESPONDEN:

1. N a m a : BU PRAWOTO
2. Alamat : MALANJIWAN - BANGUNHARJO BANTUL

II. INFORMASI TINGGI MUKA AIR SUMUR:

1. Pada tahun berapa sumur anda dibuat?
   :
2. Berapa kedalaman sumur anda pada saat awal pembuatan?
   : 6 m
3. Dari awal pembuatan sumur anda sampai sekarang berapa kali telah dilakukan penggalian?
   : -
4. Pada tahun dan bulan berapa penggalian tersebut dilakukan?
   : -
5. Berapa meter penambahan kedalaman sumur tersebut?
   : -
6. Berapa kedalaman sumur anda sekarang?
   : 6 m
7. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim penghujan?
   : 3 m
8. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim kemarau?
   : 2 m

CATATAN :

No. Responden
15

KUESIONER

TINGGI MUKA AIR SUMUR DAERAH ALIRAN SUNGAI CODE

(Daftar pertanyaan untuk penghuni daerah pemukiman di daerah aliran sungai code)

I. IDENTITAS DIRI RESPONDEN:

1. N a m a : WARJO UTOMO
2. Alamat : MALANGJIWAN - BANGUNHARJO BANTUL

II. INFORMASI TINGGI MUKA AIR SUMUR:

1. Pada tahun berapa sumur anda dibuat?
   : 1995
2. Berapa kedalaman sumur anda pada saat awal pembuatan?
   : ~~3~~ 4,5 m
3. Dari awal pembuatan sumur anda sampai sekarang berapa kali telah dilakukan penggalian?
   : —
4. Pada tahun dan bulan berapa penggalian tersebut dilakukan?
   : —
5. Berapa meter penambahan kedalaman sumur tersebut?
   : —
6. Berapa kedalaman sumur anda sekarang?
   : 3 m
7. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim penghujan?
   : 4 m
8. Berapa kedalaman sumur anda pada saat musim kemarau?
   : 1 m

CATATAN :

30 m

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JL.KALIURANG KM.14,4 TELP.895042
EMAIL : FTSP.UII.AC.ID JOGJAKARTA KODE POS 55584

FM-UII-AA-FPU-09

UNTUK MAHASISWA

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO	N A M A	NO.MHS.	BID.STUDI
1.	Freddy Surya Kusuma	99 511 401	Teknik Sipil
2.	Herlina Fatmawati	00 511 299	Teknik Sipil

JUDUL TUGAS AKHIR

Studi kasus tentang kerusakan Daerah aliran Sungai Code

PERIODE KE : III (Mar 05 - Agst 05)
TAHUN : 2004 - 2005

Berlaku mulai : 5-Mar-05 Sampai Akhir Agustus 05

No.	Kegiatan	Bulan Ke :					
		MAR.	APR.	MEI.	JUN.	JUL.	AGT.
1	Pendaftaran						
2	Penentuan Dosen Pembimbing						
3	Pembuatan Proposal						
4	Seminar Proposal						
5	Konsultasi Penyusunan TA.						
6	Sidang - Sidang						
7	Pendadaran						

Dosen Pembimbing I : Ruzardi,Dr,Ir,H,MS

Dosen Pembimbing II : Ruzardi,Dr.Ir,H,MS





Jogjakarta , 5-Mar-05
a.n. Dekan

Ir.H.Munadhir, MS

(_____
S _____
Sidang : _____
Pendadaran : _____

KP/TA diperpanjang
sampai dengan tgl ..... 16 FEB 2006

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
Hartono
Ka. Prg Akademik

CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

NO	TANGGAL	CATATAN KONSULTASI	TANDA TANGAN
1	12 Maret '05	* Perbaiki kondisi di dalam * Tambahkan daftar pustaka	
2	01 April '05	- Sisipkan semua proposal.	
3	26 April 05	- Data pusat Delit di tanyakan pd petg.. - Harus ada petunjuk teknis untuk quisioner delit	
	23 Mei 05	- Cara data GIS di PTY. jl. Solusi (data beberapa th).	
5	21 Juni 05	- Perbaiki lagi HSS GAMA I	
6	25 Juli 05	- Perbaiki : - data kejahatan - HSS GAMA I (PAS).	
7	27 07 05	- Lanjutkan bab V	
8	08 08 05	- Tgl bab V (ada di buku. Selesai 4 hari.	
9	12 08 05	- Perbaiki terdakwa ① kejahatan narkotika, ② waktu pencarian dan waktu resesi dll.	
10	18 08 05	- Lanjutkan kerangka dan konsep - Sisipkan untuk pengisian kuesioner hasil.	
11	23 01 05	- Setorkan untuk semua hasil	

CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

NO	TANGGAL	CATATAN KONSULTASI	TANDA TANGAN
1	24/11-05	Perbaiki hitung waktu konsentrasi → dibagi atas 3 bagian.	
2	01/12-05	Perbaiki hitung debit banjir. → difokuskan kemudian di gambar	
3	02/12-05	- Acc, Cari waktu ~~hitung~~ pendudukan	