

TUGAS AKHIR

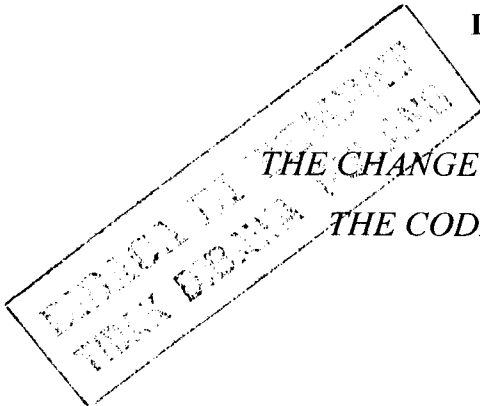
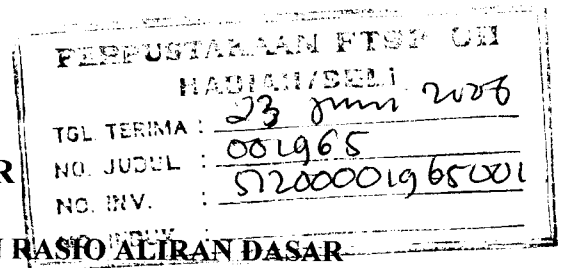
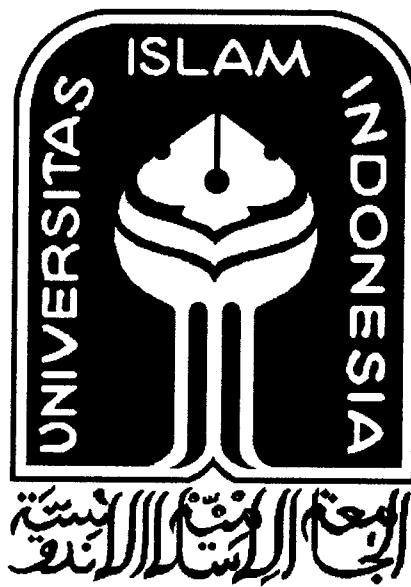
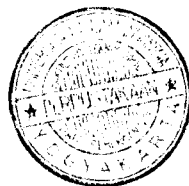
PERUBAHAN TATA GUNA LAHAN DAN RASIO ALIRAN DASAR

DAERAH ALIRAN SUNGAI CODE

JOGJAKARTA

THE CHANGE OF LAND USE AND RATIO OF BASE FLOW

THE CODE CATCHMENT AREA OF JOGJAKARTA



Disusun Oleh :

MUHAMMAD ROIS

00 511 293

AGUNG SETIAWAN

00 511 295

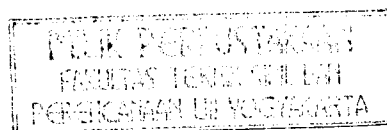
JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

JOGJAKARTA

2006



TUGAS AKHIR
PERUBAHAN TATA GUNA LAHAN DAN RASIO ALIRAN DASAR
DAERAH ALIRAN SUNGAI CODE
JOGJAKARTA

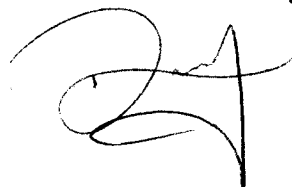
*THE CHANGE OF LAND USE AND RATIO OF BASE FLOW
THE CODE CATCHMENT AREA OF JOGJAKARTA*

Disusun Oleh :

MUHAMMAD ROIS	00 511 293
AGUNG SETIAWAN	00 511 295

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

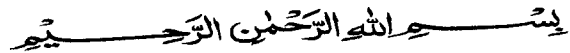
Dosen Pembimbing



DR. IR. H. RUZARDI, MS

Tanggal : 15 Juni 2016

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur penyusun panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan berkah dan inayah-Nya yang membuat segalanya menjadi mungkin sehingga pada saat ini penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir beserta laporannya dengan baik. Sholawat dan salam semoga senantiasa tercurah atas Nabi Muhammad SAW, keluarganya, para sahabat dan seluruh pengikutnya yang setia sampai akhir zaman. Adapun Tugas Akhir ini dilaksanakan sebagai persyaratan untuk menyelesaikan jenjang strata satu (S1) di Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Jogjakarta.

Untuk itu tidak berlebihan kiranya jika pada kesempatan ini penyusun menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Ir. H. Ruzardi, MS, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Jogjakarta serta Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
2. Bapak Ir. H. Faisol AM, MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Jogjakarta.
3. Bapak dan Ibu tercinta, yang tidak henti-hentinya mendoakan kami.
4. Kakek dan Nenek yang tercinta, yang memberi wejangan-wejangan untuk kami.
5. Kakak dan Adik yang tersayang.
6. Teman-teman yang telah mendukung dan mendoakan kami.
7. Semua pihak yang telah membantu penyusun selama pelaksanaan dan penyusunan laporan Tugas Akhir.

Akhirnya besar harapan penyusun semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penyusun secara pribadi dan bagi siapa saja yang membacanya. Penyusun menyadari bahwa laporan ini jauh dari sempurna dan penyusun terbuka menerima kritik dan saran dari pembaca.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Jogjakarta, 17 Mei 2006

Penyusun

Muhammad Rois

ABSTRAK

Propinsi Daerah Istimewa Jogjakarta memiliki luas lahan 3.185,80 km², sampai tahun 2003 jumlah penduduk mencapai sekitar 3.207.385 jiwa dengan kepadatan pemukiman yang sangat tinggi. Hal ini telah membawa dampak perubahan tata guna lahan dari kawasan yang dulunya bersifat resap air sekarang berubah menjadi kawasan kedap air bahkan bantaran sungai telah berubah menjadi lahan pemukiman. Akibat dari hal tersebut maka air hujan banyak yang melimpas ke sungai daripada meresap ke dalam tanah sehingga menyebabkan banjir pada musim hujan dan sungai mengering pada musim kemarau. Berdasarkan hal tersebut peneliti mengadakan penelitian tentang “Perubahan Tata Guna Lahan Dan Rasio Aliran Dasar Daerah Aliran Sungai Code Jogjakarta”.

Penelitian perubahan tata guna lahan berdasarkan data peta tata guna lahan tahun 1997 dan tahun 2002 dengan analisis Sistem Informasi Geografis (SIG) diperoleh luasan tata guna lahan. Perubahan tata guna lahan dinyatakan dalam angka koefisien lapisan kedap air. Penelitian rasio aliran dasar Sungai Code digunakan data pengukuran debit dan data tinggi muka air tahun 1994 sampai tahun 2003 di stasiun pos duga tinggi muka air Kaloran dengan menggunakan model pengalihragaman maka diperoleh hidrograf. Untuk memperoleh besarnya aliran dasar hidrograf dipisahkan dengan metode garis lurus.

Hasil penelitian mendapatkan perubahan tata guna lahan di Daerah Aliran Sungai Code dari tahun 1997 sampai dengan tahun 2002, lapisan kedap air meningkat dari 0,610 sampai 0,611. Besarnya rasio perbedaan debit aliran dasar Sungai Code pada musim kemarau dan musim hujan antara 1,57 sampai dengan 11,95, sehingga debit sungai sulit diprediksi.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAKSI.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Permasalahan.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Lokasi Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Pengaruh Pembangunan Kota terhadap Limpasan Permukaan.....	4
2.2 Perubahan Tata Guna Lahan di Perkotaan Jogjakarta	6
2.3 Pengaruh Tata Guna Lahan Terhadap Aliran.....	6
2.4 Analisis Debit Sungai Akibat Alih Guna Lahan	7
2.5 Penelitian Kondisi Fungsi Hidrologis DAS Cimanuk-Cisanggarung	7
BAB III LANDASAN TEORI.....	9
3.1 Tinjauan Umum.....	9
3.2 Komponen Aliran Sungai.....	9
3.3 Faktor-faktor yang mempengaruhi Aliran Sungai.....	10
3.4 Hidrograf.....	13
3.5 Pengukuran Tinggi Muka Air	19

3.6 Pengukuran Debit	19
3.7 Dasar Pengalihragaman	23
3.8 Sistem Informasi Geografis (SIG).....	24
 BAB IV METODE PENELITIAN.....	 26
4.1 Data Penelitian	26
4.2 Pengumpulan Data.....	26
4.3 Analisis Data	27
4.4 Proses Penelitian.....	30
 BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN	 31
5.1 Pendahuluan	31
5.2 Perubahan Tata Guna Lahan Daerah Aliran Sungai Code.....	31
5.3 Lapisan Kedap Air.....	34
5.4 Pengalihragaman	36
 BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	 43
6.1 Kesimpulan.....	43
6.2 Saran	43
 DAFTAR PUSTAKA	 44

DAFTAR GAMBAR

3.1	Bagian-bagian hidrograf	13
3.2	Pemisahan aliran dasar dengan Metode Garis Lurus	15
3.3	Pemisahan aliran dasar dengan <i>fixed base length</i>	16
3.4	Pemisahan aliran dasar dengan <i>variable slope method</i>	16
3.5	Sungai <i>perennial</i>	17
3.6	Sungai <i>intermittent</i>	18
3.7	Sungai <i>ephemeral</i>	18
4.1	Proses Penelitian	30
5.1	Peta Tata Guna Lahan Tahun 1997	32
5.2	Peta Tata Guna Lahan Tahun 2002	33
5.3	Hidrograf Tahun 1994	41

DAFTAR TABEL

3.1 Nilai Koefisien Limpasan	12
5.1 Perubahan Tata Guna Lahan Daerah Aliran Sungai Code.....	31
5.2 Lapisan Kedap Air Tahun 1997	34
5.3 Lapisan Kedap Air Tahun 2002	35
5.4 Pengukuran Debit Sungai Code	30
5.5 Perhitungan K dan n data pengukuran debit Sungai Code tahun 1994-2003	38
5.6 Pengalihragaman Tinggi Muka Air menjadi Debit Tahun 1994.....	40
5.7 Debit Aliran Dasar.....	41

DAFTAR LAMPIRAN

1. Pengalihragaman Debit.
2. Pemisahan Aliran.

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 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.

Propinsi Daerah Istimewa Jogjakarta memiliki luas lahan 3.185,80 km², sampai tahun 2003 ini jumlah penduduk mencapai sekitar 3.207.385 jiwa dengan tingkat pertumbuhan penduduk pertahun sebesar 1,61 % dengan prosentase penduduk kota 57,52 % dan penduduk desa 42,48 %, sedangkan di Kotamadya Jogjakarta tingkat kepadatan penduduk tahun 2003 mencapai 12.029 jiwa per km² dengan luas wilayah hanya 1,02 % dari luas Daerah Istimewa Jogjakarta (Badan Pengelola Statistik, 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 dan kekeringan di musim kemarau.

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 pernah terjadi pada tanggal 28 Februari 2003, telah menelan korban jiwa dan menimbulkan waduk kecil di daerah Kali Bayem (Kedaulatan Rakyat, 2003).

Tetapi hal yang kontradiksi dijumpai bahwa perilaku membuang air di musim hujan, di musim kemarau sering kekurangan air. Kejadian ini terlihat dari kurangnya ketersediaan kuantitas air minum yang disediakan oleh Perusahaan Daerah Air Minum, 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 (Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, 2004).

Perilaku banjir besar, turunnya aliran dasar (*base flow*) 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 di seluruh 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 Kotamadya Jogjakarta tersebut.

1.2 Perumusan Permasalahan

Kotamadya Jogjakarta yang luasnya 32,49 km² telah berkembang dengan pesat. Diperkirakan jumlah penduduk $\pm$ 390.822 jiwa (Badan Pengelola Statistik, 2003). Populasi ini mencerminkan tingkat permukiman yang sangat tinggi. Kepadatan permukiman yang sangat tinggi telah berdampak negatif terhadap perubahan fungsi suatu kawasan. Kawasan yang dahulunya bersifat resap air sekarang telah berubah fungsi menjadi kawasan kedap air. Bantaran sungai melintas di kota Jogjakarta telah dipenuhi oleh pemukim-pemukim liar diantaranya adalah sungai Code melintas di pusat kota Jogjakarta. Persoalan lain yang pasti timbul adalah kerusakan DAS. Menurut Chay Asdak (2002) tingkat kerusakan daerah aliran sungai dapat diketahui dari beberapa indikator, antara lain adalah : rasio debit sungai maksimum/minimum, koefisien limpasan (*run-off*), erosi dan sedimentasi, muka air tanah, dan debit mata air. Untuk mendapatkan hasil yang baik perlu adanya sebuah perencanaan yang jelas dan terarah serta rumusan masalah yang tepat. Untuk itu peneliti merumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimanakah bentuk perubahan tata guna lahan dalam DAS Code?
2. Seberapa besarkah rasio perbedaan aliran dasar pada musim kemarau dan musim penghujan sungai Code?

1.3 Tujuan Penelitian

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

1. Perubahan tata guna lahan dalam kawasan DAS Code.
2. Rasio aliran dasar sungai pada musim kemarau dan musim penghujan.

1.4 Batasan Masalah

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

1. Analisis perubahan tata guna lahan dalam tahun pengamatan 1997 dan 2002 menggunakan perangkat lunak Sistem Informasi Geografis.
2. Perubahan tata guna lahan disetarakan dengan koefisien limpasan.
3. Aliran dasar dianalisis pada musim kemarau dan musim penghujan dari debit terukur dalam tahun pengamatan 1994 sampai dengan 2003.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian adalah :

1. Dapat mengetahui karakteristik hidrologi khususnya aliran dasar sungai Code pada DAS Code.
2. Dengan adanya penelitian ini, pihak-pihak yang bersangkutan khususnya pengambil kebijakan pembangunan dapat memanfaatkannya sebagai dasar pertimbangan pengembangan wilayah.

1.6 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini dilakukan pada kawasan Daerah Aliran Sungai Code dengan luas daerah penelitian 45,79 km² dan panjang sungai 46 km (Balai Pengelolaan Sumber Daya Air Wilayah Sungai Progo Opak Oyo, BPSDA WS POO) yang melintasi Kabupaten Sleman, Kotamadya Jogjakarta dan Kabupaten Bantul.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengaruh Pembangunan Kota terhadap Limpasan Permukaan

Ng dan Marsalek (1989), telah 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 km², Kawasan perdagangan / kantor dan industri kilang seluas 1,5 km² dan kawasan tanah kosong seluas 2,0 km². Kawasan-kawasan lainnya seluas 0,6 km². Tanah pertanian berkurang sebanyak 1,6 km² dan kawasan hutan seluas 4,7 km².

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

Penelitian Boyd *et al.* (1994), terhadap 26 kawasan DAS di beberapa negara mendapati bahwa 17 DAS yang permukaan kedap air mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap kenaikan limpasan permukaan. Intensitas hujan akan memberikan nilai yang signifikan terhadap limpasan pada kejadian hujan lebat (hujan di atas 40 mm/jam). Untuk hujan yang lebih kecil yaitu pada intensitas hujan 10 mm/jam, juga akan melimpaskan jika tanah masih dalam keadaan basah. Didapati juga bahwa kawasan yang banyak saluran air hujan akan mempunyai sifat yang sama dengan lapisan permukaan tak kedap air. Kejadian ini dibuktikan dengan meningkatnya puncak limpasan permukaan pada kawasan tadahan tersebut.

Dun dan Mackay (1995), melakukan penghijauan sebesar 22 % dari luas kawasan dengan penanaman pohon-pohon yang besar. Hasil menunjukkan, limpasan permukaan berkurang sebesar 50 %. Selain itu, penelitian mereka mendapati bahwa perbedaan topografi, curah hujan dan lapisan penutup permukaan tanah dapat

memberikan pengaruh hidrologi yang berbeda pada sub-DAS walaupun berada dalam satu kawasan DAS.

Penelitian Westmascott dan Burn (1997), mendapatkan bahwa terjadi penurunan debit aliran yang lebih besar dibanding kenaikan. Test kecenderungan statistik Mann-Kendall didapati sejumlah 28,28 % penurunan debit yang signifikan pada batas 0,05, kejadian ini berlaku di bulan Maret hingga Oktober, dan 26,61 % di bulan Mei hingga Agustus, sedangkan kenaikan debit bagi kedua periode tersebut hanyalah 5,05 % dan 0,92 %. Mereka mengatakan bahwa fenomena ini mungkin terjadi disebabkan oleh peningkatan kehilangan evapotranspirasi yang dihasilkan dari peningkatan suhu dalam seri waktu.

Lorup dan Rao (1998), meneliti korelasi pengaruh perubahan guna tanah terhadap limpasan. Penelitian dilakukan dalam periode 25 hingga 50 tahun. Hasil mereka mendukung hasil yang telah ditemukan Westmascott dan Burn (1997). Analisis terhadap 6 kawasan tangkapan air hujan (DAS) menunjukkan terjadinya penurunan limpasan tahunan. Penurunan terbesar terdapat pada kawasan yang mengalami peningkatan penduduk yang tinggi. Tetapi hanya satu kawasan saja yang mempunyai penurunan signifikan pada batas 0,05.

Kepadatan penduduk dan kerapatan bangunan yang tinggi menuntut perubahan dan pembaruan sistem drainasi. Sejalan dengan itu pula luasan wilayah yang kedap air menjadi makin besar, yang secara langsung akan meningkatkan volume aliran permukaan dan sebaliknya, volume air yang terinfiltrasi menjadi menurun secara proporsional. Akibat lanjut dari meningginya aliran permukaan adalah meningginya debit puncak, yang secara langsung menimbulkan masalah pengendalian banjir (Sri Harto, 1990; Chow, 1988).

Ruzardi (2002), melakukan penelitian untuk kawasan Lembah Klang, Selangor. Analisis dilakukan terhadap 30 stasiun hujan dan 37 klasifikasi jenis tata guna tanah. Hasil mendapatkan hubungan yang signifikan antara perubahan tata 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 terbesar 100 % dan terkecil 22 %. Temuan lainnya didapati bahwa pusat / konsentrasi hujan terjadi disekitar kawasan perkotaan yang sangat padat.

2.2 Perubahan Tata Guna Lahan di Perkotaan Jogjakarta

Penelitian ini dilakukan oleh Imawan Mujahid Muhammadi dan Rully Wiwik H (2004), pokok bahasan yang diambil dalam penelitian ini adalah mengetahui korelasi perubahan guna tanah terhadap kejadian di kawasan perkotaan Jogjakarta Dengan batas jalan lingkaran Jogjakarta didapatkan 3 wilayah, meliputi Kotamadya Jogjakarta, sebagian Kabupaten Bantul dan sebagian Kabupaten Sleman dengan luas total $\pm 82,058 \text{ km}^2$. Metode analisis yang digunakan adalah metode analisis statistik kualitatif dan kuantitatif. Dari hasil penelitian didapatkan kesimpulan, kawasan penelitian mengalami perubahan pada kawasan lahan persawahan dan kawasan pertanian lahan kering yang berubah menjadi kawasan lahan pemukiman, dimana kawasan ini luasnya naik 0,5 % dan perubahan nilai koefisien aliran sebesar 0,002 dari guna tanah tahun 1997 hingga tahun 2002, dimana nilai ini termasuk kecil. Perubahan hujan di kawasan ini mengalami penurunan jumlah hujan rerata tahunan dari 2142,1 mm (1993) ke 1688,9 mm (2002).

2.3 Pengaruh Tata Guna Lahan terhadap Aliran

Perkembangan kota menjadi *urban* atau daerah industri, berpengaruh pada penambahan limpasan dan penurunan infiltrasi. Urbanisasi adalah proses perubahan suatu daerah dari *rural* menjadi *urban* (Hall, 1984). Urbanisasi umumnya membawa pengaruh langsung pada dua hal yaitu : kepadatan penduduk meningkat dan kerapatan bangunan meningkat. Kerapatan bangunan yang meningkat menuntut perubahan dan pembaruan sistem drainasi. Sejalan dengan itu pula luasan wilayah yang kedap air menjadi makin besar, yang secara langsung akan meningkatkan volume aliran permukaan dan sebaliknya, volume air yang terinfiltrasi menjadi menurun secara proporsional. Akibat lanjut dari meningkatnya aliran permukaan adalah meningkatnya debit puncak, yang secara langsung menimbulkan masalah pengendalian banjir (Sri Harto, 1990; Chow, 1988) Perubahan tata guna lahan, urbanisasi, penebangan hutan,

atau penghutanan kembali, mempengaruhi aliran sungai dan menyebabkan perubahan aliran yang nyata (Linsley, 1986).

2.4 Analisis Debit Sungai Akibat Alih Guna Lahan

Menurut Farida dan Meine van Noordwijk (2004), pokok bahasan yang diambil proses perubahan debit sungai akibat alih tata guna lahan dan neraca air pada tingkat DAS, sebagai model simulasi sederhana yang berbasis pada proses hidrologi DAS Way Besai, Sumberjaya, Lampung.

Hasil dari penelitian ini :

1. Hubungan antara curah hujan dan debit sungai pada DAS Way Besai selama 23 tahun (tahun 1975 - 1998) pengamatan menunjukkan adanya peningkatan debit pada periode 1990 – 1998. Peningkatan ini berkaitan dengan pengurangan luasan hutan dari 60% menjadi 12% dari tahun 1975 sampai 1998.
2. Perubahan kondisi tanah sesudah alih fungsi hutan adalah penyebab utama terjadinya perubahan fungsi DAS. Sistem agroforestri berbasis kopi dapat mengembalikan kelestarian fungsi hidrologi DAS.

2.5 Penelitian Kondisi Hidrologi DAS Cimanuk dan Cisanggarung

Penelitian ini dilakukan oleh Saihul Anwar (2001) Cimanuk-Cisanggarung menggunakan analisis hidrograf, hasil penelitian hidrograf aliran pada dua sungai di wilayah Sungai Cimanuk dan Cisanggarung menunjukkan bahwa debit rata-rata maksimum pada Sungai Cimanuk sebesar $260 \text{ m}^3/\text{detik}$, sedangkan debit rata-rata minimum sebesar $11 \text{ m}^3/\text{detik}$ dan debit rata-rata maksimum pada Sungai Cisanggarung sebesar $49 \text{ m}^3/\text{detik}$ sedangkan debit rata-rata minimum sebesar $0,3 \text{ m}^3/\text{detik}$. Rasio debit maksimum dan minimum Sungai Cimanuk mencapai 25 sedangkan rasio debit maksimum dan minimum pada Sungai Cisanggarung sebesar 163. Nilai debit tersebut adalah debit rata-rata bulanan yang diperoleh dari penjumlahan volume aliran tiap bulan kemudian dibagi dengan waktu, sehingga debit tersebut masih jauh di bawah debit maksimum yang terjadi bulanan. Sebagai contoh debit maksimum tahunan yang terjadi pada Sungai Cimanuk di Stasiun Monjot, Kabupaten Majalengka sebesar $1300 \text{ m}^3/\text{detik}$ sedangkan debit rata-rata pada musim penghujan hanya sebesar lebih kurang $250 \text{ m}^3/\text{detik}$. Demikian pula debit tahunan maksimum yang terjadi di Sungai Cisanggarung

yaitu di Bendung Cikeusik, Kabupaten Kuningan mencapai $660 \text{ m}^3/\text{detik}$ sedangkan debit rata-rata sebesar lebih kurang $40 \text{ m}^3/\text{detik}$. 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.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Tinjauan Umum

Daerah Aliran Sungai (DAS) 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). Hal ini mempunyai arti bahwa debit aliran sungai merupakan penyimpan informasi tentang ciri dan kondisi DAS tersebut.

Debit aliran sungai ini dapat dijadikan petunjuk mampu tidaknya DAS berperan sebagai pengatur proses (Asdak, 2002), khususnya dari segi hidrologi. Selain itu, dari sistem keluaran DAS tersebut dapat dievaluasi kondisi DAS yang bersangkutan. Dengan demikian masukan ke dalam suatu DAS dapat dioptimalkan menjadi suatu keluaran yang baik dengan mengatur kondisi biofisik yang ada pada DAS tersebut. Perubahan penggunaan lahan pada suatu DAS akan dapat mengakibatkan perubahan efektifitas perlakuan DAS.

3.2 Komponen Aliran Sungai

Komponen-komponen yang merupakan sumber-sumber penyebab pengaliran di sungai (Subarkah, 1980), terdiri atas :

1 Aliran air tanah

Banyaknya air hujan yang meresap ke dalam tanah (infiltrasi) dan mencapai sungai tergantung pada susunan tanahnya. Pengaliran dalam tanah untuk mencapai sungai sulit dan lama, sampai berbulan-bulan bahkan sampai bertahun-tahun. Karena itu tidak banyak pengaruhnya terhadap banjir.

2. Aliran permukaan

Aliran air hujan yang mencapai sungai melalui permukaan tanah. Jadi aliran permukaan ialah besarnya hujan dikurangi infiltrasi, intersepsi, evaporasi.

3. Hujan yang terjadi di permukaan sungai itu sendiri

Banyaknya air hujan yang langsung masuk ke dalam sungai dapat dihitung dengan mengalikan curah hujan rata-rata dan persentasi dari luas permukaan air yang berhubungan dengan sistem pengalirannya.

3.3 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Aliran Sungai

Aliran pada saluran atau sungai tergantung dari berbagai faktor secara bersamaan. Faktor yang berpengaruh dapat dikelompokkan menjadi dua kelompok (Suripin, 2003), yaitu faktor meteorologi dan karakteristik daerah aliran sungai :

1. Faktor Meteorologi

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

a. Intensitas hujan

Pengaruh intensitas 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 atau lama hujan kritis. Jika hujan yang terjadi lamanya kurang dari lama hujan kritis, maka lamanya limpasan akan sama dan tidak tergantung 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 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.

2. Karakteristik DAS

Karakteristik DAS 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 kontrol (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

Tata guna lahan pada aliran permukaan dinyatakan dalam angka 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. Angka koefisien aliran ini dapat dilihat dalam Tabel 3.1 halaman 11.

Tabel 3.1 Nilai Koefisien Limpasan (C)

Jenis kawasan	Koefisien
Halaman rumput	
Tanah berpasir, datar (2%)	0,05 – 0,10
Tanah berpasir, rata-rata (2%-7%)	0,10 – 0,15
Tanah berpasir, curam (7%)	0,15 – 0,20
Tanah berat, datar (2%)	0,13 – 0,17
Tanah berat, rata-rata(2%-7%)	0,18 – 0,22
Tanah berat, curam(7%)	0,25 – 0,35
Kawasan perdagangan	
Kawasan kota	0,70 – 0,95
Kawasan pinggiran	0,50 – 0,70
Kawasan pemukiman	
Kawasan keluarga tunggal	0,30 – 0,50
Multi satuan, terpisah	0,40 – 0,60
Multi satuan berdampingan	0,60 – 0,75
Perkampungan	0,25 – 0,40
Kawasan tempat tinggal rumah susun	0,50 – 0,70
Perindustrian	
Industri ringan	0,50 – 0,80
Industri berat	0,60 – 0,90
Taman-taman dan kuburan	0,10 – 0,25
Taman permainan	0,20 – 0,40
Kawasan halaman rel kereta api	0,20 – 0,40
Kawasan yang belum diperbaiki	0,10 – 0,20
Jalan-jalan	
Beraspal	0,70 – 0,95
Beton	0,80 – 0,95
Batu bata	0,70 – 0,85
Jalan raya	0,75 – 0,90
Atap	0,75 – 0,95
Kawasan pedalaman	
Tanah berpasir dan berkerikil:-diolah dan ditanami	0,2
-padang rumput	0,15
-hutan kayu	0,1
Tanah lempung dan lumpur: -diolah dan ditanami	0,4
-padang rumput	0,35
-hutan kayu	0,3
Tanah lempung bersih: -diolah dan ditanami	0,5
-padang rumput	0,45
-hutan kayu	0,6

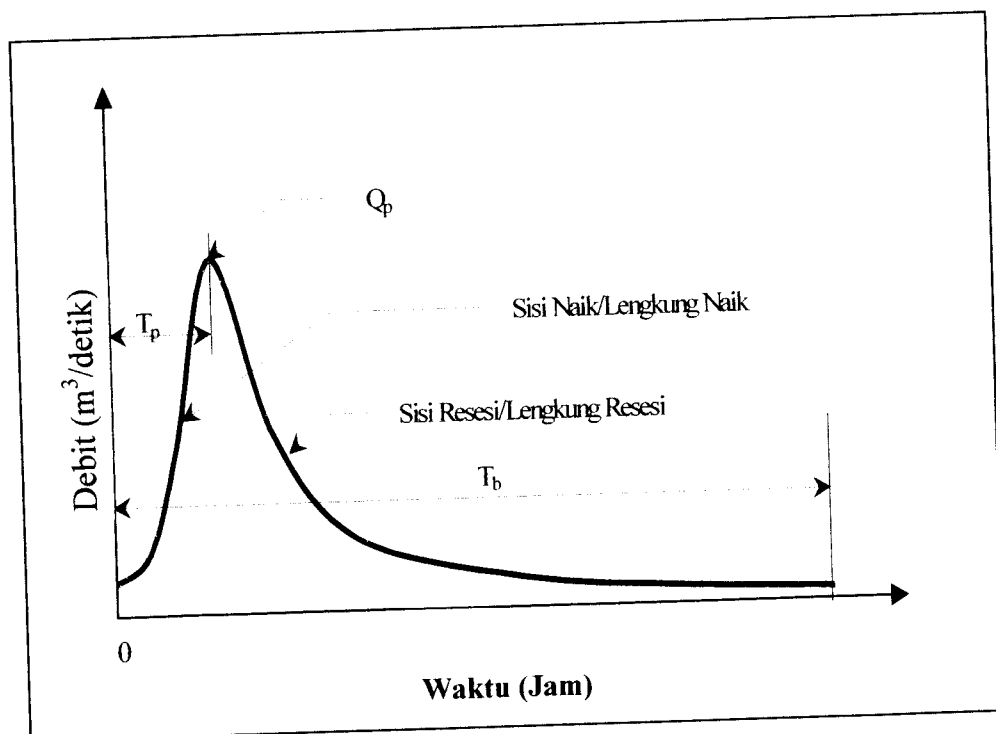
Sumber : McGuen, 1989 dalam Suripin

3.4 Hidrograf

Hidrograf dapat didefinisikan sebagai hubungan antara salah satu unsur aliran terhadap waktu (Suripin, 2003). Bentuk dari lengkung hidrografnya tergantung pada karakteristik hujan yang mengakibatkan aliran itu. Semakin besar intensitas hujan, pada umumnya semakin tinggi puncak hidrografnya. Semakin lama waktu efektif hujannya, semakin lama pula waktu tercapainya puncak hidrograf.

Suatu hidrograf dapat dianggap sebagai suatu gambaran dari karakteristik fisiografis dan klimatis yang mengendalikan hubungan antara curah hujan dan pengaliran dari suatu daerah aliran tertentu. Hidrograf melukiskan suatu distribusi waktu dari pengaliran di tempat pengamatan dan menentukan kekomplekan karakteristik daerah alirannya dengan suatu lengkung tunggal. Suatu hidrograf banjir terdiri dari tiga bagian (Subarkah, 1980) :

1. lengkung konsentrasi
2. bagian puncak
3. lengkung resesi



Gambar 3.1 Bagian-bagian hidrograf

Tiap bagian itu mempunyai sifat-sifatnya. Faktor-faktor yang menentukan besarnya ordinat puncak hidrograf dan lama waktu tercapainya puncak hidrograf dari aliran langsung (*direct runoff*) ialah faktor meteorologi dan karakteristik daerah alirannya.

Lengkung konsentrasi merupakan suatu fungsi dari *time-area histogram*, lama waktu hujan dan keseragaman hujan. Resesinya terjadi setelah semua pengaliran yang masuk ke dalam sungai berhenti dan hidrograf aliran sungainya terjadi dari air yang ditampung di dalam palungnya dan aliran air tanah. Sehubungan dengan itu, resesinya tidak lagi tergantung pada variasi dari waktu hujannya. Bagian bawah dari garis resesi ialah garis resesi air tanah atau lengkung deplesi, yang menunjukkan pengurangan laju aliran air tanah.

Penelitian-penelitian banyak hidrograf menunjukkan, bahwa lengkung resesi aliran air tanah untuk daerah aliran tertentu selalu hampir sama. Oleh karena itu digunakan sebutan lengkung deplesi air tanah normal. Resesinya dapat dinyatakan dengan persamaan umum yang berlaku untuk semua hujan di dalam daerah aliran.

Untuk menentukan besarnya banjir di dalam sungai kita perlu mengetahui besarnya aliran langsung yang disebabkan hujan. Maka dari suatu hidrograf banjir, komponen-komponen tersebut diatas perlu dipisahkan. Untuk keperluan di lapangan dipisahkan menjadi dua bagian (Subarkah, 1980), yaitu :

1. Aliran langsung

Terdiri dari aliran permukaan dan hujan di atas permukaan sungai itu sendiri.

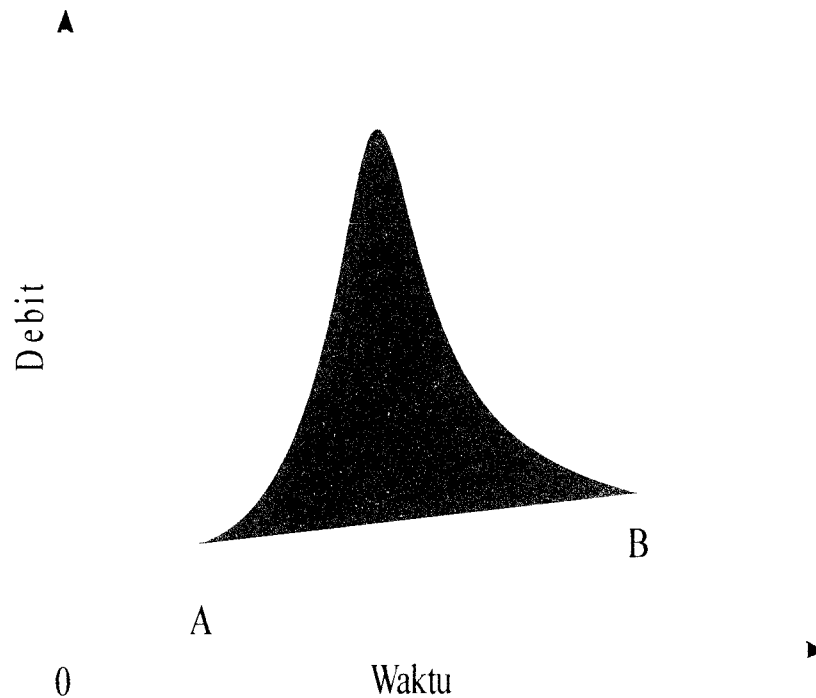
2. Aliran dasar

Aliran di dalam sungai sebelum terjadi hujan disebut aliran dasar.

Aliran langsung dan aliran tanah menurut Sri Harto Br (1993) dapat dipisahkan dengan beberapa cara, di antaranya :

1. Metode Garis Lurus (*Straight Line Method*)

Garis lurus ditarik dari titik terendah sisi resesi hidrograf sebelumnya, sampai di titik resesi hidrograf yang ditinjau. Pemisahan aliran dasar dengan Metode Garis Lurus dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Pemisahan aliran dasar dengan Metode Garis Lurus

2. *Fixed Base Length*

Cara ini sama dengan cara yang pertama, tetapi dalam cara ini diperkirakan adanya perbedaan kecepatan tanggapan antara air permukaan dan air bawah permukaan. Oleh sebab itu, pada saat air permukaan naik, aliran dasar masih terus turun sampai (dianggap) mencapai titik terendah di bawah debit puncak aliran permukaan. Selanjutnya, titik tinjauan ditentukan dengan persamaan Linsley (1958) :

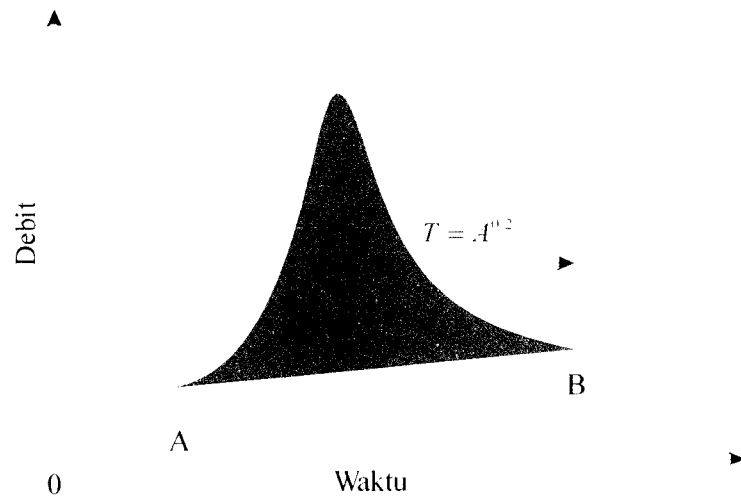
$$T = A^{0.2} \dots\dots\dots (3.1)$$

Keterangan :

T = waktu dalam hari,

A = luas DAS dalam mil persegi.

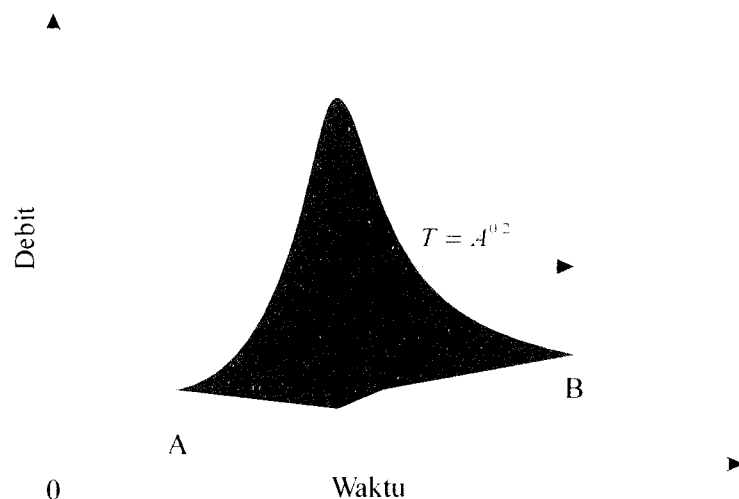
Penggunaan cara ini hendaknya dilakukan dengan hati-hati, karena sifat empirik ketetapan yang terdapat dalam persamaannya. Pemisahan aliran dasar dengan metode ini dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Pemisahan aliran dasar dengan *Fixed Base Length*

3. *Variable Slope Method*

Pada dasarnya cara ini merupakan gabungan dari kedua cara di atas. Kesulitannya adalah pada penggambaran hidrograf aliran dasarnya antara titik A dan titik C.



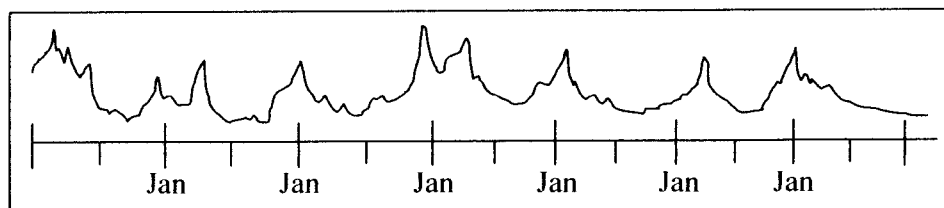
Gambar 3.4 Pemisahan aliran dasar dengan *Variable Slope Method*

Cara mana pun yang akan dipergunakan tidak pernah ada dasar yang jelas, karena dilihat dari sudut ketelitian yang diperoleh dibandingkan dengan debit puncaknya, maka tidak banyak berpengaruh. Oleh sebab itu cara mana pun dapat dipergunakan.

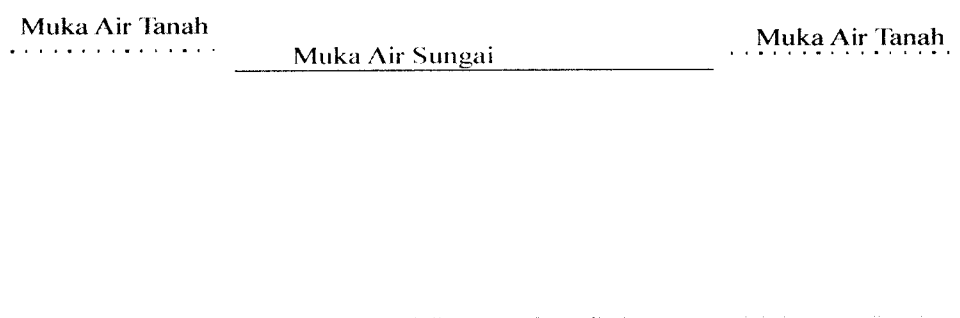
Tidak pada semua sungai terdapat aliran dasar (*base flow*). Menurut keadaan alirannya, sungai dibedakan menjadi tiga yaitu (Subarkah, 1980) :

1. *Parenial*

Sungai yang selalu ada air, kecuali pada musim yang sangat kering luar biasa (dapat dilihat pada Gambar 3.5). Dasar sungai selalu di bawah permukaan air tanah (dapat dilihat pada Gambar 3.6). Muka air tanahnya selalu berubah-ubah.



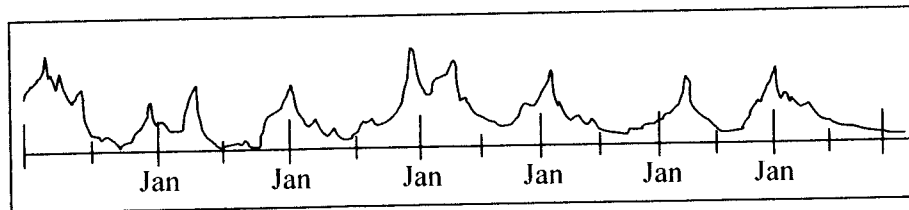
Gambar 3.5 Hidrograf Sungai *Parenial*



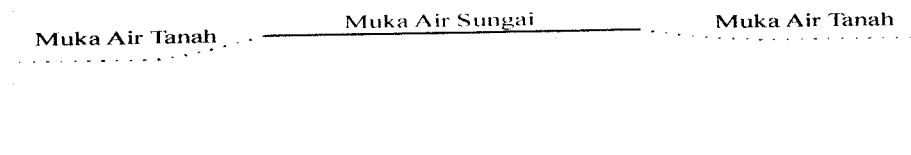
Gambar 3.6 Sungai *Parenial*

2. *Intermitent*

Sungai yang selama waktu sebagian besar sepanjang tahun mengalirkan air, tetapi kadang-kadang kering karena menguap, meresap atau tertahan di bagian-bagian yang cekung (lihat Gambar 3.7). Dasar sungai selalu di bawah permukaan air tanah (dapat dilihat pada Gambar 3.8). Muka air tanahnya selalu berubah-ubah.



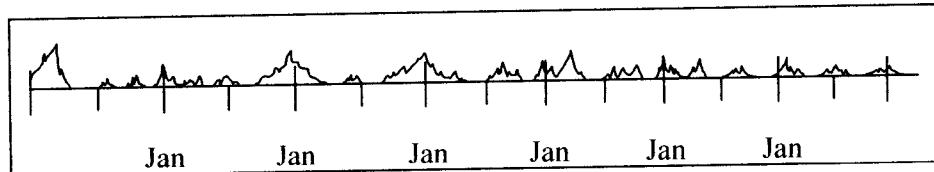
Gambar 3.7 Hidrograf Sungai *Intermitent*



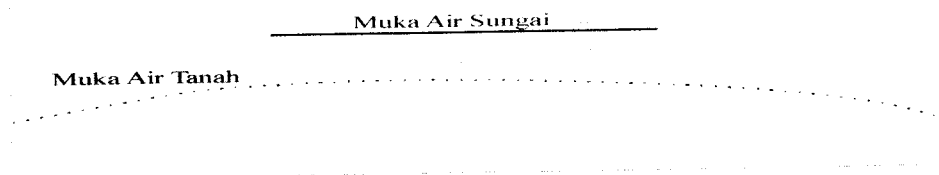
Gambar 3.8 Sungai *Intermitent*

3. *Ephemeral*

Sungai yang hanya mengalirkan air setelah terjadi hujan (lihat Gambar 3.9). Pada sungai ini tidak pernah ada aliran dasarnya. Dasar sungai di atas muka air tanah (lihat Gambar 3.10).



Gambar 3.9 Hidrograf Sungai *Ephemeral*



Gambar 3.10 Sungai *Ephemeral*

3.5 Pengukuran Tinggi Muka Air

Tinggi muka air (*stage height, gauge height*) sungai adalah elevasi permukaan air (*water level*) pada suatu penampang melintang sungai terhadap suatu titik tetap yang elevasinya telah diketahui. Untuk dapat memperoleh data tinggi muka air di stasiun hidrometri, dapat dipergunakan metode manual dan otomatis (Suwarno, 1991) :

1. Pengukuran tinggi muka air cara manual

Hal ini hanya akan dapat dicapai apabila papan-duga tersebut ditempatkan pada tempat terbuka, namun aman dan dapat menjangkau *range* tinggi muka air yang mungkin terjadi.

2. Pengukuran tinggi muka air cara otomatis

Pengukuran tinggi muka air cara otomatis dilaksanakan dengan menggunakan alat pencatat otomatis (*Automatic Water Level Recorder, AWLR*). Alat duga air otomatis adalah peralatan yang dapat menghasilkan data tinggi muka air pada grafik, berupa hubungan antara tinggi muka air dan waktu secara otomatis dan kontinyu.

3.6 Pengukuran Debit

Debit (*discharge*), atau besarnya aliran sungai (*stream flow*) adalah volume aliran yang mengalir melalui suatu penampang melintang sungai per satuan waktu. Pengukuran debit yang dilaksanakan di suatu pos duga air tujuannya adalah untuk membuat lengkung debit. Pengukuran debit pada umumnya dapat dilakukan dengan berbagai cara, cara sederhana dipergunakan untuk pengukuran sungai-sungai kecil atau pengukuran yang tidak membutuhkan ketelitian tinggi maupun untuk pengukuran dengan keadaan yang luar biasa. Cara sederhana tersebut diperoleh dengan cara pengukuran kecepatan dengan alat-alat sederhana juga. Metode-metode pengukuran debit (Suwarno, 1991) :

1. Metode alat ukur arus (current meter)

Membagi penampang sungai menjadi beberapa vertikal. Jumlah vertikal dalam tiap penampang tidak ada ketentuan, akan tetapi perlu diperhatikan bentuk penampang alirannya. Apabila ternyata bahwa penampang alirannya teratur maka jumlah penampang dapat diambil sedikit, namun apabila bentuk penampang tidak teratur maka jumlah vertikal harus makin besar. Hal ini tidak lain untuk mempertinggi ketelitian hasil hitungan debit. Penetapan jumlah vertikal dapat diketahui dengan

sepintas bentuk penampang pada umumnya, kemudian dapat ditetapkan berapa jumlah vertikal yang akan digunakan.

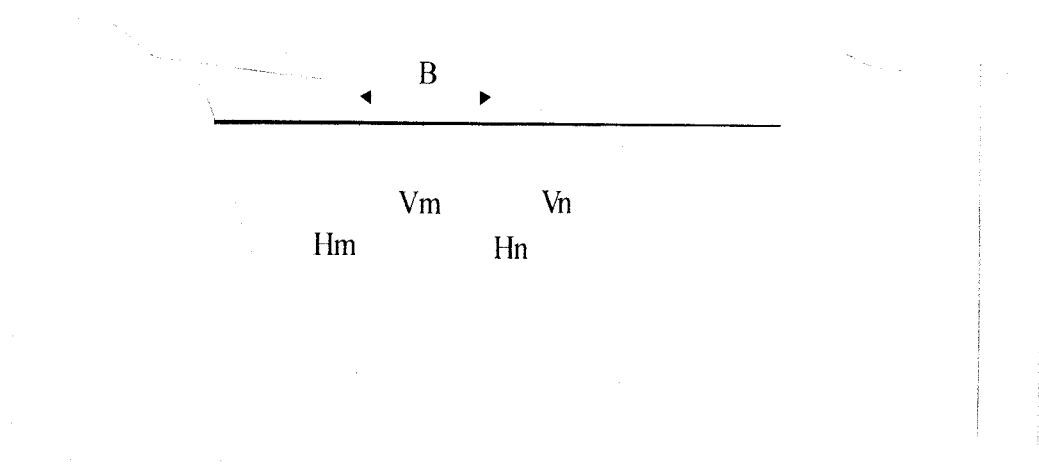
Mengukur kecepatan rata-rata dalam masing-masing vertikal. Hal ini dapat dilakukan dengan beberapa cara, diantaranya dengan pengukuran satu titik atau pengukuran dengan dua titik seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya.

Untuk menghitung debit aliran pada penampang tersebut dapat dilakukan dengan *mean area method* (lihat Gambar 3.11) maupun *mid area method* (lihat Gambar 3.12). *Mean area method* dilakukan dengan menghitung debit masing-masing bagian yang diarsir. Debit tersebut dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$Q = \sum \left[\left[\frac{(V_m + V_n)}{2} \right] \times \left[\frac{(H_m + H_n)}{2} \right] \right] \times B \dots\dots\dots (3.2)$$

Keterangan :

- Q = debit pada bagian penampang
- V_m = kecepatan aliran vertikal ke- m
- V_n = kecepatan aliran vertikal ke- n
- H_m = kedalaman vertikal ke- m
- H_n = kedalaman vertikal ke- n
- B = jarak horizontal antara dua titik vertikal



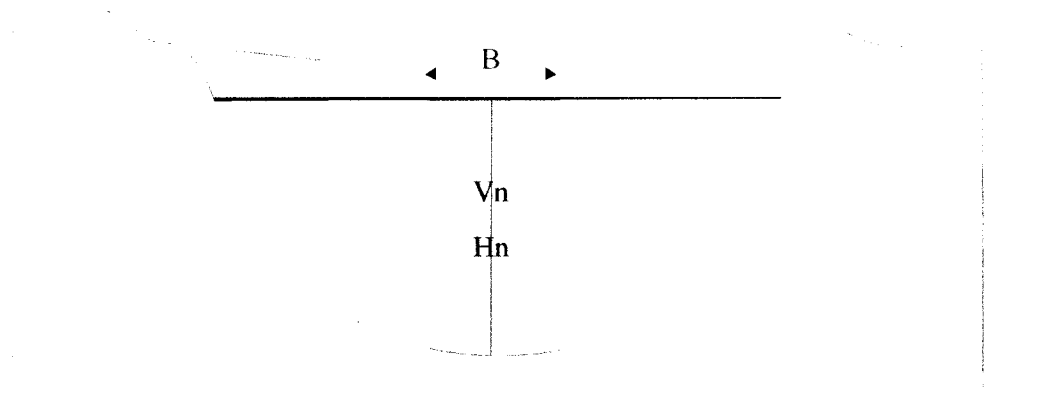
Gambar 3.11 Cara menghitung debit dengan *Mean Area Method*

Mid area method dilakukan dengan menganggap kecepatan rata-rata Vertikal mewakili kecepatan pias yang diarsir. Selanjutnya debit dihitung dengan persamaan :

$$Q = \sum Hn \times Vn \times A \dots\dots\dots (3.3)$$

Keterangan :

- Q = debit pada bagian penampang
- Vn = kecepatan aliran vertikal ke- n
- Hn = kedalaman vertikal ke- n
- B = jarak horizontal antara dua titik vertikal



Gambar 3.12 Cara menghitung debit dengan *Mid Area Method*

Pelaksanaan pengukuran debit dilakukan bersama-sama dengan pencatatan tinggi muka air baik sebelum maupun sesudah pengukuran debit dilakukan. Perbedaan tinggi muka air keduanya perlu diketahui karena apabila perubahan itu besar, maka cara normal tidak dapat dipergunakan.

2. Metode Pelampung

Debit sungai dapat diukur dengan cara mengukur luas penampang basah dan kecepatan alirannya. Suatu hal yang perlu yang harus diingat bahwa setiap melaksanakan pengukuran di lokasi pos duga air harus dilakukan pula pembacaan tinggi muka air pada papan duga air. Pekerjaan ini penting agar dapat ditentukan hubungan antara tinggi muka air dan debit dari berbagai variasi ketinggian muka air,

mulai dari aliran terendah sampai aliran tertinggi, sehingga diperoleh kurva yang dapat menggambarkan hubungan antara tinggi muka air dan debit.

Data pengukuran penampang basah dan posisi lintasan pelampung digambar untuk kemudian dihitung luas penampang basah rata-rata dan kecepatan aliran rata-ratanya. Debit dihitung dengan rumus :

$$Q = \sum_{i=1}^m q \dots\dots\dots (3.4)$$

$$q = \sum_{i=1}^m \tilde{v}_i \left(\frac{A + A'}{2} \right) \dots\dots\dots (3.5)$$

Keterangan :

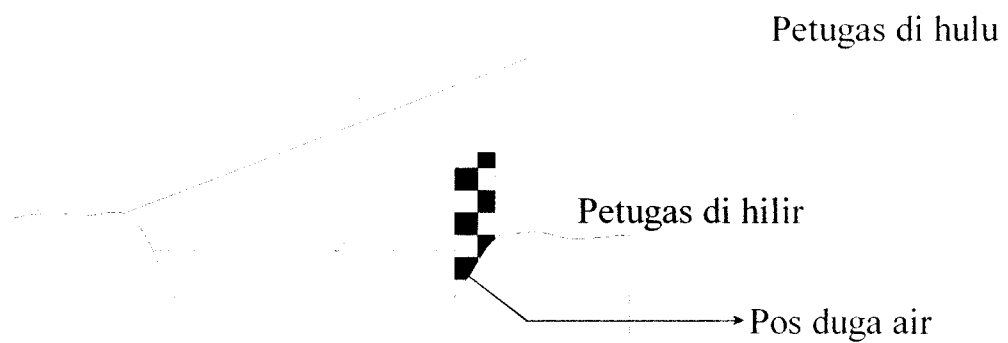
Q = debit total (m^3/det)

q = debit setiap bagian penampang (m^3/det)

$\tilde{v}$ = kecepatan rata-rata pada luas penampang basah (m/det)

m = banyaknya luas bagian penampang basah

$\left(\frac{A + A'}{2} \right)$ = luas bagian penampang basah rata-rata hulu dan hilir pada
setiap bagian penampang basah (m^2)



Gambar 3.13 Cara menghitung debit Metode Pelampung

3. Bangunan ukur debit (Bendungan)

Bangunan ukur debit adalah suatu bangunan air yang dibangun melintang alur sungai yang dimaksudkan untuk meninggikan muka air dan untuk menghitung debit pada suatu pos duga air.

3.7 Dasar Pengalihragaman

Pengalihragaman data hubungan waktu dengan tinggi muka air (*stage hydrograph*) menjadi hubungan waktu dengan debit aliran sungai (*discharge hydrograph*) dengan analisis lengkung debit. Lengkung debit adalah kurva yang menggambarkan hubungan antara tingi muka air dan debit, dibuat berdasarkan data pengukuran debit dari berbagai ketinggian air. Menurut persamaan Chezy untuk aliran seragam maka kecepatan aliran dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$V = C(R.S)^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (3.6)$$

Keterangan :

- V = kecepatan rata-rata (m/det)
- C = faktor resistensi aliran
- R = jari-jari hidrolis (m)
- S = kemiringan garis energi (m/m)

Debit dapat dirumuskan sebagai :

$$Q = A.C \left(\frac{A.S}{P} \right)^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (3.7)$$

Keterangan :

- Q = debit (m³/det)
- A = luas penampang basah (m²)
- P = perimeter basah (m)

Untuk penampang berbentuk segiempat apabila :

$$A = W \times D \dots\dots\dots (3.8)$$

$$P = W + 2.D \dots\dots\dots (3.9)$$

di mana W = lebar (m) dan D kedalaman (m), maka persamaan dapat ditulis :

$$Q = C_x W.Dx \left[\frac{(W.DxS)}{(W + 2.D)} \right]^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (3.10)$$

atau

$$Q = C.W.S^{\frac{1}{2}}.D^{\frac{3}{2}}\left(\frac{W}{W+2.D}\right)^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (3.11)$$

Untuk alur sungai lebar maka $(W+2.D)$ dianggap sama dengan W , oleh karena itu persamaan dapat ditulis sebagai berikut :

$$Q = C.W.S^{\frac{1}{2}}.D^{\frac{3}{2}} \dots\dots\dots (3.12)$$

Apabila harga $K = C.W.S^{\frac{1}{2}}$, maka

$$Q = K.D^{\frac{3}{2}} \dots\dots\dots (3.13)$$

Di mana D = tinggi muka air efektif, apabila tinggi muka air = H dan kedalaman aliran nol = H_0 , maka persamaan dapat ditulis sebagai berikut :

$$Q = K.(H - H_0)^{\frac{3}{2}} \dots\dots\dots (3.14)$$

Untuk bentuk penampang sungai yang lain maka :

$$Q = K.(H - H_0)^{\frac{(2m+1)}{2}} \dots\dots\dots (3.15)$$

Keterangan :

$m = 1$ untuk penampang berbentuk segiempat

$m = 1,50$ untuk penampang berbentuk parabolis

$m = 2$ untuk penampang berbentuk segitiga

$m = 2$ untuk penampang berbentuk setengah lingkaran.

Dengan demikian persamaan umum hubungan antara tinggi muka air dan debit adalah :

$$Q = K.(H - H_0)^n \dots\dots\dots (3.16)$$

Persamaan di atas dapat digunakan untuk segala bentuk penampang melintang sungai. Harga n merupakan eksponen, untuk sungai yang relatif lebar harganya berkisar antara 1,3 sampai 1,8 dan jarang lebih dari 2,0. Untuk alur yang relatif dalam harga n selalu lebih dari 2,0 dan jarang lebih dari 3,0.

3.8 Sistem Informasi Geografis (SIG)

Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah suatu sistem yang men-*capture*, mengecek, mengintegrasikan, memanipulasi, menganalisa, dan menampilkan data yang secara spacial (keruangan) mereferensikan kondisi bumi. Teknologi SIG

mengintegrasikan operasi-operasi umum database, seperti query dan analisa statistik, dengan kemampuan visualisasi dan analisa yang unik yang dimiliki oleh pemetaan. Kemampuan inilah yang membedakan SIG dengan Sistem Informasi lainnya yang membuatnya menjadi berguna untuk berbagai kalangan untuk menjelaskan kejadian, merencanakan strategi, dan memprediksi apa yang akan terjadi.

Secara komponen SIG terdiri atas : komponen perangkat keras, perangkat lunak, data dan informasi geografi, dan manajemen data, sedangkan sebagai sistem SIG terdiri atas subsistem : *data input*, *data output*, *data management* dan *data manipulation* serta analisis, sehingga pada dasarnya dapat dikatakan bahwa peranan data sangat vital dalam menjalankan proyek-proyek SIG. Dalam rangka pengorganisasian data perlu dibentuk sistem basis data / data base.

Perkembangan perangkat lunak SIG saat ini sudah sangat pesat, saat ini sudah ada berbagai jenis software antara lain : Arc/info, Arcview , Mapinfo, Ermapper, Erdas, SpansGIS, MGE, Ilwis dan lain-lain, yang pada umumnya dapat kompatibel satu dengan lainnya termasuk dengan penggunaan basis data yang ada (langsung dapat diaplikasikan atau melalui proses konversi terlebih dahulu). Dalam rangka lebih mengefisienkan kegiatan analisis dan perencanaan kegiatan, sangat diperlukan sumber data / informasi akurat, lengkap dan cepat ditampilkan dalam membantu proses pengambilan keputusan atau kebijakan.

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Data Penelitian

Dalam penelitian data utama yang digunakan adalah peta tata guna lahan, data tinggi muka air dan data debit. Peta tata guna lahan diperoleh berdasarkan peta lapangan yang dilakukan oleh Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (BAPPEDA) dan batas Daerah Aliran Sungai dibuat oleh Balai Pengelolaan Sumber Daya Air Wilayah Sungai Progo Opak Oyo (BPSDA WS POO). Data tinggi muka air dan data debit diperoleh dengan pengukuran langsung di stasiun pos duga muka air (PDMA) Kaloran oleh BPSDA WS POO.

4.2 Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan kegiatan pengumpulan data berdasarkan data sekunder yang sudah ada, data yang diperlukan pada penelitian ini adalah :

1. Batas DAS

Batas DAS ini dipergunakan untuk menentukan batas daerah penelitian, yang dikeluarkan oleh BPSDA WS POO.

2. Peta tata guna lahan

Data ini diperoleh dari BAPPEDA Jogjakarta dengan interval lima tahunan antara tahun 1997 sampai dengan 2002.

3. Data tinggi muka air

Data tinggi muka air sungai yang digunakan adalah data pencatatan tinggi muka air dari tahun 1994 sampai dengan 2003 yang dikeluarkan oleh BPSDA WS POO, khususnya data tinggi muka air sungai di stasiun pos duga muka air yang berada di Kaloran. Pencatatan tinggi muka air dengan menggunakan alat pesawat otomatis mingguan.

4. Data debit

Data debit sungai yang digunakan adalah data pengukuran debit air di stasiun pos duga air Kaloran yang berada di wilayah daerah aliran sungai Code dengan rentang waktu dari tahun 1994 sampai dengan tahun 2003,

yang dibuat oleh BPSDA WS POO. Pengukuran debit dilakukan dengan metode alat ukur arus (*current meter*).

4.3 Analisis Data

Dalam tahap ini data yang tersedia dianalisis dengan menggunakan metode sebagai berikut :

1. Guna lahan dan batas wilayah penelitian

Guna lahan dan batas wilayah penelitian dianalisis dengan program ArcView sehingga diperoleh luasan guna lahan (A_j). Pengaruh guna lahan pada limpasan dinyatakan dalam koefisien limpasan (C_j).

2. Lapisan Kedap Air

Prosentase lapisan kedap air dinyatakan sama dengan koefisien limpasan (C). Koefisien limpasan yaitu perbandingan antara limpasan hujan di permukaan dengan curah hujan yang jatuh. Nilai koefisien limpasan ini berhubungan langsung dengan lapisan penutup permukaan tanah, yaitu: jenis tanah, topografi, kekasaran permukaan, tumbuh-tumbuhan, dan guna tanah. Untuk mencari nilai C , digunakan rumus di bawah :

$$C = \frac{\sum_{j=1}^n C_j A_j}{\sum_{j=1}^n A_j} \dots\dots\dots (4.1)$$

keterangan :

- C_j = koefisien limpasan dalam sub-keluasan,
- A_j = keluasan koefisien limpasan yang berbeda,
- n = jumlah koefisien limpasan yang berbeda.

3. Pengalihragaman

Pengalihragaman data hubungan waktu dengan tinggi muka air menjadi hubungan waktu dengan debit aliran sungai dengan analisis lengkung debit. Lengkung debit adalah kurva yang menggambarkan hubungan antara tingi muka air dan debit, dibuat berdasarkan data pengukuran debit dari berbagai ketinggian air. Menurut Suwarno (1991), langkah-langkah pembuatan lengkung debit adalah sebagai berikut :

a. Menentukan harga tinggi aliran nol (H_o)

Pilih harga debit (Q_1 & Q_3) dan harga tinggi muka air (H_1 & H_3) terukur terendah dan tertinggi. Harga tinggi aliran nol (H_o) ditentukan dari persamaan rata-rata geometris sebagai berikut :

- K = konstanta
 n = konstanta
 H = tinggi aliran terkur
 H_o = tinggi aliran koreksi

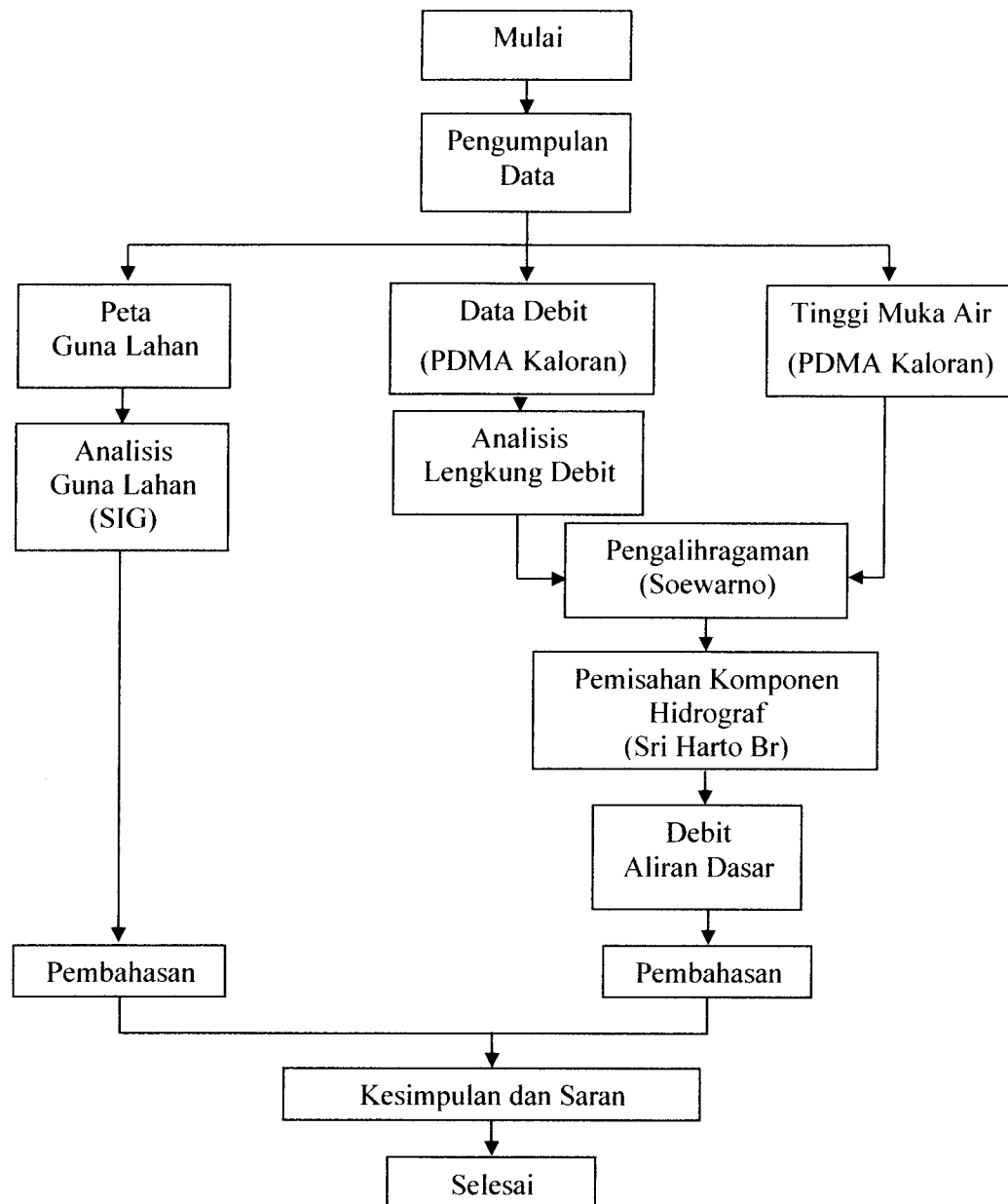
4. Pemisahan komponen hidrograf

Pemisahan komponen hidrograf untuk keperluan di lapangan cukup dipisahkan menjadi dua bagian yaitu :

- a. Aliran langsung, ialah aliran permukaan, hujan diatas permukaan sungai dan aliran bawah tanah.
- b. Aliran tanah atau aliran dasar.

Pemisahan komponen hidrograf dilakukan dengan metode garis lurus.

4.4 Proses Penelitian



Gambar 4.1 Proses Penelitian

BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Pendahuluan

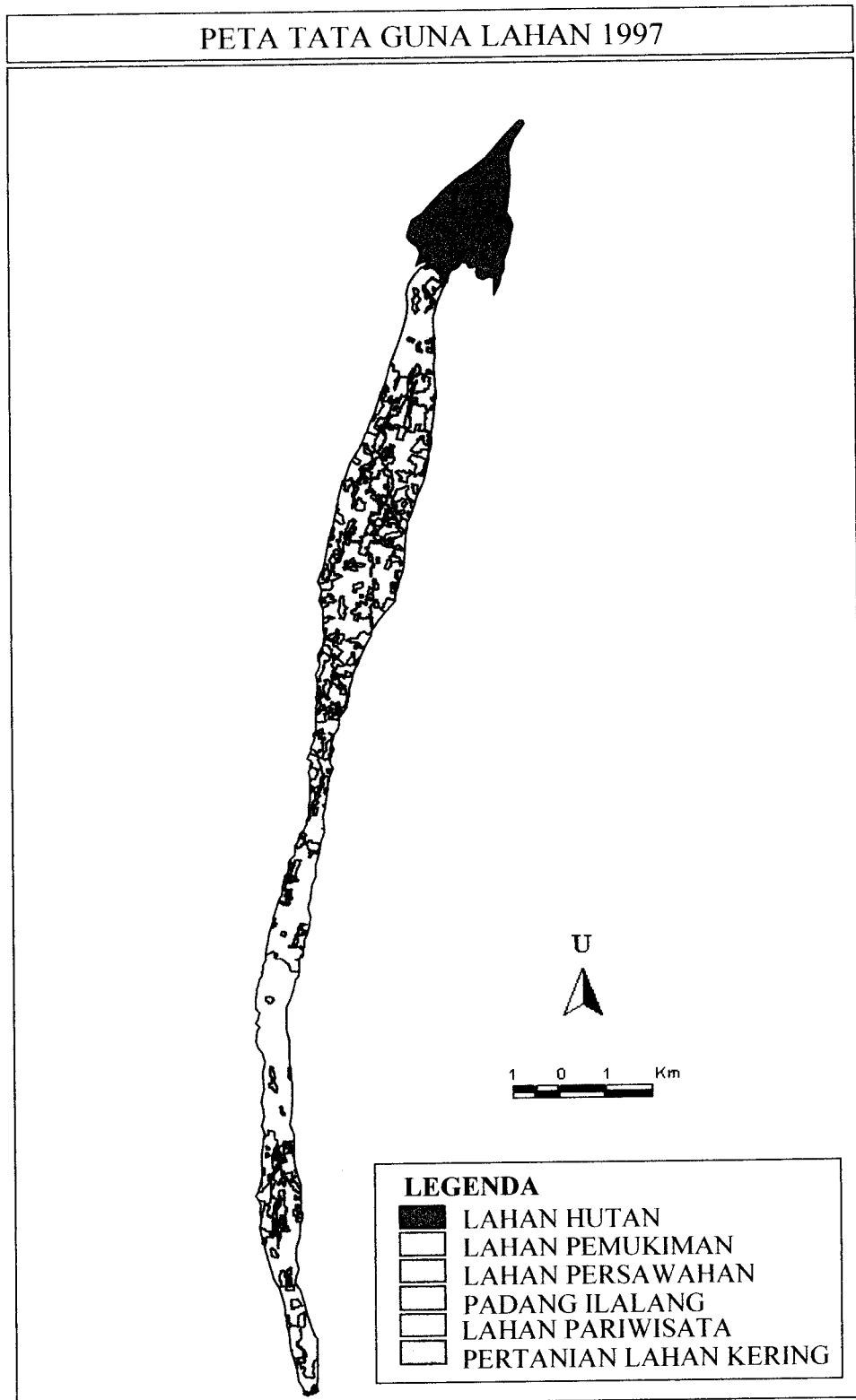
Seperti yang diuraikan dalam BAB I, bahwa tujuan utama daripada penelitian adalah untuk mencari perubahan tata guna lahan kawasan penelitian dan besarnya aliran dasar. Penelitian perubahan guna lahan mengambil tahun 1997 dan tahun 2002, data debit yang didapat untuk analisis mulai tahun 1994 hingga tahun 2003. Sedangkan batas daerah penelitian yang dipakai untuk analisis berdasarkan data yang didapat dari BPSDA WS POO. Analisis perubahan debit aliran dasar dikerjakan bersamaan dengan masa perubahan guna lahan. Di samping itu penelitian juga membandingkan perubahan lapisan kedap air tahun 1997 dengan lapisan kedap tahun 2002.

5.2 Perubahan Tata Guna Lahan Daerah Aliran Sungai Code

Kegiatan pembukaan kawasan perumahan dan pembinaan infrastruktur yang berkaitan menyebabkan perubahan kawasan guna lahan, hal ini dapat dilihat pada Gambar 5.1 Peta Tata Guna Lahan Tahun 1997 dan Gambar 5.2 Peta Tata Guna Lahan Tahun 2002. Dari analisis SIG terlihat perubahan tata guna lahan yang terjadi pada Daerah Aliran Sungai Code ini terlihat pada perhutanan, lahan persawahan, pertanian lahan kering dan padang ilalang berubah menjadi lahan pemukiman, lahan pariwisata dan perhubungan. Perubahan tersebut terlihat pada Tabel 5.1 Perubahan Tata Guna Lahan Daerah Aliran Sungai Code.

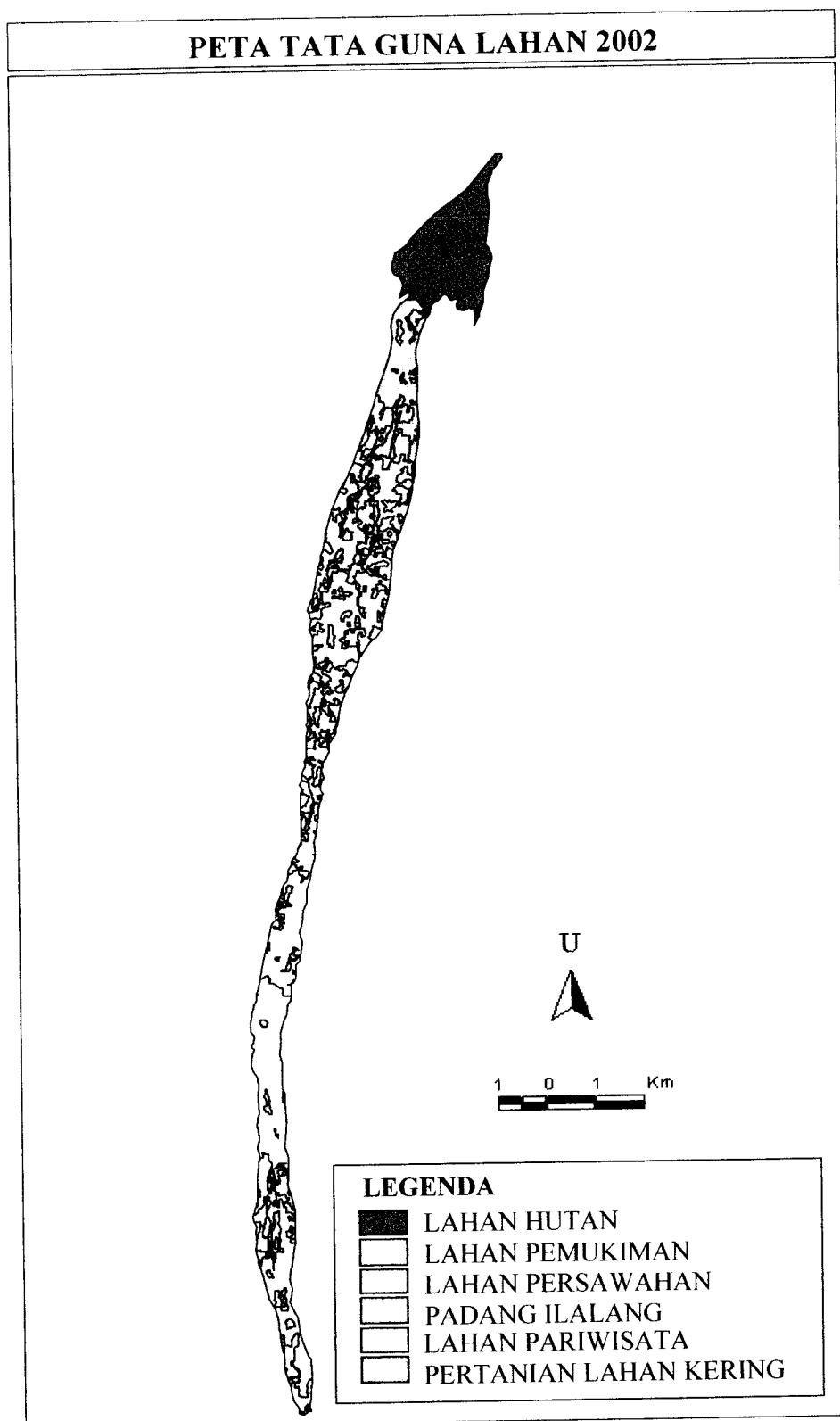
Tabel 5.1 Perubahan Tata Guna Lahan Daerah Aliran Sungai Code

Tata Guna Lahan	Luas Tahun 1997		Luas Tahun 2002		Perubahan (%)
	m^2	%	m^2	%	
Lahan Hutan	18.570,67	0,0405	18.513,69	0,0404	0,0001
Lahan Pemukiman	28.446.212	62,123	28.570.692	62,395	-0,2718
Pariwisata	4.707,795	0,0102	4.851,5970	0,0105	-0,0003
Perhubungan	337,9566	0,0007	380,16670	0,0008	-0,0001
Pertanian Lahan Kering	6.189.488	13,517	6.161.218	13,4553	0,0617
Lahan Persawahan	11.086.034	24,2106	10.989.808	24,0004	0,2102
Padang Ilalang	44.650,22	0,0975	44.536,440	0,0972	0,0003
	45.790.000	100	45.790.000	100	



Gambar 5.1 Peta Tata Guna Lahan Tahun 1997

Sumber : BAPPEDA Jogjakarta dan Hasil Digitasi Penulis



Gambar 5.2 Peta Tata Guna Lahan Tahun 2002

Sumber : BAPPEDA Jogjakarta dan Hasil Digitasi Penulis

Tabel 5.3 Lapisan Kedap Air Tahun 2002

Tata Guna Lahan	Luas (m^2)	C_i	C
Lahan Hutan	18.513,69	0,30	0,0001
Lahan Pemukiman	28.570.692	0,75	0,4679
Pariwisata	4.851,5970	0,40	4,2381E-05
Perhubungan	380,16670	0,90	7,4722E-06
Pertanian Lahan Kering	6.161.218	0,35	0,0470
Lahan Persawahan	10.989.808	0,40	0,0960
Padang Ilalang	44.536,440	0,20	0,0001
Jumlah	45.790.000		0,611

Dari Tabel 5.2 dan Tabel 5.3 di atas dapat dilihat perubahan angka lapisan kedap air dari 61 % pada tahun 1997 menjadi 61,1 % pada tahun 2002, sehingga daerah resapan air di wilayah Daerah Aliran Sungai Code tinggal 38,9 %, menurut Irman Syukur (2005) setidaknya dalam suatu wilayah Koefisien Dasar Bangunan-nya yaitu 40 % untuk resapan air dan sisanya boleh dibangun. Daerah resapan air DAS Code yang tinggal 38,9 % sudah tidak memenuhi Koefisien Dasar Bangunan yang ideal, maka apabila hal ini terus berlanjut akan mengakibatkan semakin berkurangnya air yang meresap ke dalam tanah.

Luas hutan di daerah hulu Daerah Aliran Sungai Code untuk produksi kayu, ladang, pemukiman serta sarana transportasi telah berkurang 0,1 %. Menurut Chay Asdak (1995) berkurangnya luas hutan dapat mengakibatkan meningkatnya laju erosi, sehingga terjadi sedimentasi yang terus meningkat di daerah hilir yang berakibat tidak berfungsinya bangunan-bangunan irigasi serta semakin seringnya bencana banjir.

Dari Peta Tata Guna Lahan dapat dilihat bahwa di tengah Daerah Aliran Sungai Code sangat padat untuk daerah permukiman bahkan di daerah bataran sungai telah menjadi kawasan permukiman dengan membuat tanggul disisi sungai sehingga penampang melintang sungai menjadi berkurang, menurut Agus Maryono (2002) akan berakibat mempercepat aliran air sungai menuju hilir sehingga sungai bagian hilir akan menanggung volume aliran yang lebih besar dalam waktu yang lebih singkat. Jika masalah ini tidak diatasi maka dapat dipastikan Sungai Code akan selalu mendatangkan banjir besar setiap tahun. Akibat lainnya adalah erosi dasar sungai yang tidak dapat diprediksi lokasinya dan tanah longsor di tebing sungai akibat besarnya kecepatan aliran sungai dan peningkatan volume aliran. Dampak negatif lainnya dari pemukiman

di bantaran sungai adalah terjadinya kerusakan lingkungan akibat makin langkanya keanekaragaman hayati di area bantaran sungai.

5.4 Pengalihragaman

Pengalihragaman data hubungan waktu dengan tinggi muka air menjadi hubungan waktu dengan debit aliran sungai, dianalisis dengan lengkung debit. Lengkung debit adalah kurva yang menggambarkan hubungan antara tingi muka air dan debit, dibuat berdasarkan data pengukuran debit dari berbagai ketinggian air. Pembuatan lengkung debit pada Sungai Code dibuat berdasarkan pengukuran dari tahun 1994 sampai dengan tahun 2003 yang dilakukan oleh Balai Pengelolaan Sumber Daya Air Wilayah Sungai Progo Opak Oyo, hasil pengukurannya dapat dilihat pada Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Pengukuran Debit Sungai Code

No. Pengukuran	Tanggal	H	Q
1	10-02-1994	0,98	3,06
2	22-02-1994	0,75	1,74
3	25-04-1994	0,88	4,38
4	30-05-1994	0,71	0,87
5	19-07-1994	0,8	1,79
6	13-09-1994	0,68	0,53
7	26-10-1994	0,66	0,61
8	14-02-1995	0,82	2,96
9	22-05-1995	0,77	2,13
10	27-04-1995	0,66	0,34
11	31-07-1995	0,68	0,26
12	31-08-1995	0,69	0,54
13	18-10-1995	0,63	0,6
14	21-11-1995	0,9	2,59
15	18-01-1996	0,84	2,7
16	13-03-1996	0,74	1,14
17	13-06-1996	0,67	0,72
18	19-07-1996	0,68	0,37
19	10-01-1998	0,7	0,81
20	31-12-1999	1	4,56
21	17-10-2001	0,78	2,4
22	15-11-2001	0,7	0,67
23	25-07-2002	0,42	0,22
24	26-08-2002	0,76	1,81
25	26-02-2003	0,8	2,41
26	25-03-2003	0,64	0,54
27	17-06-2003	0,6	0,65

Sumber : BPSDA WS POO

a. Menentukan harga tinggi aliran koreksi (H_0)

Harga tinggi aliran koreksi (H_0) ditentukan dengan tahap sebagai berikut :

$$Q_2 = (Q_1 \times Q_3)^{0.5} \dots\dots\dots(5.1)$$

$$Q_1 = 0,22 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$Q_3 = 4,56 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$Q_2 = (4,56 \times 0,22)^{0.5}$$

$$Q_2 = 1,0016 \text{ m}^3/\text{det}$$

dengan :

Q_2 = debit rata-rata geometris

Q_1 = debit terukur terkecil

Q_3 = debit terukur terbesar

dari nilai Q_2 , harga H_2 dicari dengan cara interpolasi sebagai berikut :

$$H_2 = H_1 + \frac{(H_3 - H_1)}{(Q_3 - Q_1)} \times (Q_2 - Q_1)$$

$$Q_1 = 0,22 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$Q_3 = 4,56 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$Q_2 = 1,006 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$H_1 = 0,42 \text{ m}$$

$$H_3 = 1 \text{ m}$$

$$H_2 = 0,42 + \left(\frac{(1 - 0,42)}{(4,56 - 0,22)} \times (1,0016 - 0,22) \right)$$

$$H_2 = 0,524 \text{ m}$$

Mencari tinggi aliran koreksi (H_0) dengan persamaan di bawah ini :

$$H_0 = \frac{H_1 \times H_3 - H_2^2}{H_1 + H_3 - 2H_2} \dots\dots\dots(5.2)$$

$$H_1 = 0,42 \text{ m}$$

$$H_3 = 1 \text{ m}$$

$$H_2 = 0,524 \text{ m}$$

$$H_0 = \frac{0,42 \times 1 - 0,524^2}{0,42 + 1 - (2 \times 0,524)}$$

$$H_0 = 0,396 \text{ m}$$

Perubahan tata guna lahan yang terjadi di Daerah Aliran Sungai Code dari tahun 1997 sampai dengan tahun 2002 rata-rata per tahun 0,1088, dibandingkan dengan tingkat pertumbuhan penduduk di Daerah Istimewa Jogjakarta yang mencapai 1,61 % (BPS, 2003) maka perubahan tata guna lahan yang terjadi dapat dikatakan masih relatif kecil. Menurut Bosch dan Hewlett (1982) semakin besar perubahan tata guna lahan, misalnya perubahan dari hutan menjadi ladang pertanian maka semakin besar pula perubahan yang terjadi pada volume air limpasan. Jadi perubahan tata guna lahan yang terjadi pada Daerah Aliran Sungai Code hanya berpengaruh sedikit pada kenaikan lapisan kedap air.

5.3 Lapisan Kedap Air

Dari analisis GIS diperoleh data tata guna lahan Daerah Aliran Sungai Code, yang memiliki luas 45,79 km² maka lapisan kedap air dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$C = \frac{A \times C_i}{\sum A}$$

Dengan mengambil contoh untuk lahan hutan, koefisien (C_i) aliran untuk lahan hutan sebesar 0,60 (McGuen, 1989)

$$C_{\text{hutan}} = \frac{18570,67 \times 0,30}{45790000} = 0,000122$$

Untuk perhitungan lahan-lahan yang lainnya digunakan cara yang sama, hasil perhitungannya dapat dilihat pada Tabel 5.2 dan Tabel 5.3 di bawah.

Tabel 5.2 Lapisan Kedap Air tahun 1997

Tata Guna Lahan	Luas (m ²)	C_i	C
Lahan Hutan	18.570,67	0,30	0,0001
Lahan Pemukiman	28.446.212	0,75	0,4659
Pariwisata	4.707,795	0,40	4,1125E-05
Perhubungan	337,9566	0,90	6,6425E-06
Pertanian Lahan Kering	6.189.488	0,35	0,0473
Lahan Persawahan	11.086.034	0,40	0,0968
Padang Ilalang	44.650,22	0,20	0,0001
Jumlah	45.790.000		0,610

dengan:

- H_0 = kedalaman aliran nol
 H_1 = tinggi aliran terukur
 H_2 = tinggi aliran rata-rata geometris
 H_3 = tinggi aliran terukur

b. Menentukan Konstanta K dan n

Penentuan harga K dan n cara statistik ditentukan dengan prosedur kuadrat terkecil. Persamaan dapat diubah menjadi persamaan garis lurus sebagai berikut:

$$\log Q = \log K + n \log (H-H_0) \dots \dots \dots (5.3)$$

Tabel 5.5 Perhitungan K dan n data pengukuran debit Sungai Code tahun 1994-2003

H	Q	H-H ₀	X=Log H-H ₀	Y=Log Q	X.Y	X.X
0,98	3,06	0,584	-0,233	0,486	-0,113	0,054
0,75	1,74	0,354	-0,451	0,241	-0,108	0,203
0,88	4,38	0,484	-0,315	0,641	-0,202	0,099
0,71	0,87	0,314	-0,503	-0,060	0,030	0,253
0,8	1,79	0,404	-0,393	0,253	-0,099	0,155
0,68	0,77	0,284	-0,546	-0,114	0,062	0,298
0,66	0,11	0,264	-0,578	-0,959	0,554	0,334
0,82	2,96	0,424	-0,372	0,471	-0,175	0,139
0,77	2,13	0,374	-0,427	0,328	-0,140	0,182
0,66	0,14	0,264	-0,578	-0,854	0,493	0,334
0,68	0,26	0,284	-0,546	-0,585	0,319	0,298
0,69	0,54	0,294	-0,531	-0,268	0,142	0,282
0,63	0,6	0,234	-0,630	-0,222	0,140	0,397
0,9	2,59	0,504	-0,297	0,413	-0,123	0,088
0,84	2,7	0,444	-0,352	0,431	-0,152	0,124
0,74	1,14	0,344	-0,463	0,057	-0,026	0,214
0,67	0,7	0,274	-0,562	-0,155	0,087	0,315
0,68	0,73	0,284	-0,546	-0,137	0,075	0,298
0,7	0,81	0,304	-0,517	-0,092	0,047	0,267
1	4,56	0,604	-0,219	0,659	-0,144	0,048
0,78	2,4	0,384	-0,415	0,380	-0,158	0,172
0,7	0,67	0,304	-0,517	-0,174	0,090	0,267
0,45	0,41	0,054	-1,264	-0,387	0,490	1,599
0,76	1,81	0,364	-0,438	0,258	-0,113	0,192
0,8	2,41	0,404	-0,393	0,382	-0,150	0,155
0,64	0,54	0,244	-0,612	-0,268	0,164	0,374
0,6	0,61	0,204	-0,690	-0,215	0,148	0,475
Jumlah			-13,386	0,513	1,136	7,617

Harga konstanta K dan n dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$(\sum y) - m \log K - n (\sum x) = 0 \dots\dots\dots (5.4)$$

$$0,513 - 27 \log K - n (-13,386) = 0$$

$$(\sum xy) - (\sum x) \log K - n (\sum x^2) = 0 \dots\dots\dots (5.5)$$

$$1,136 - (-13,386) \log K - n 7,617 = 0$$

dengan:

$$(\sum y) = \text{jumlah harga } \log Q$$

$$(\sum x) = \text{jumlah harga } \log (H - H_o)$$

$$(\sum x^2) = \text{jumlah harga kuadrat dari } (x)$$

$$(\sum xy) = \text{jumlah harga } (x) \text{ dikalikan } (y)$$

$$m = \text{jumlah data}$$

dari persamaan (5.4) dan (5.5) diperoleh harga $K = 7,44$ dan $n = 1,67$.

Dengan harga H_o , K dan n tersebut maka persamaan lengkung debit Sungai Code untuk tahun 1994 sampai dengan tahun 2003 :

$$Q = K(H - H_o)^n \dots\dots\dots (5.6)$$

$$Q = 7,44(H - 0,3957)^{1,67}$$

dengan :

$$Q = \text{debit}$$

$$K = \text{konstanta}$$

$$n = \text{konstanta}$$

$$H = \text{tinggi aliran terukur}$$

$$H_o = \text{tinggi aliran koreksi}$$

Dengan persamaan lengkung debit di atas maka data pengukuran tinggi muka air diubah menjadi data debit, dibawah ini adalah data tinggi muka air tahun 1994.

$$Q = 7,44(H - 0,3957)^{1,67}$$

$$H = 0,68$$

$$Q = 7,44(H - 0,3957)^{1,67}$$

$$Q = 0,91 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Dengan cara yang sama dilakukan perhitungan jam-jam berikutnya, yang hasilnya dapat dilihat dalam Tabel 5.7 Pengalihragaman Tinggi Muka Air Menjadi Debit Tahun 1994.

Tabel 5.6 Pengalihragaman Tinggi Muka Air Menjadi Debit Tahun 1994

Tinggi muka air	Debit	Jam
0,68	0,91	0
1,39	7,37	1
1,76	12,50	2
1,82	13,43	2,5
1,72	11,89	3
1,4	7,49	4
1,22	5,39	5
1,12	4,34	6
1,04	3,57	7
0,98	3,03	8
0,94	2,69	9
0,9	2,37	10
0,86	2,07	11
0,83	1,85	12
0,78	1,51	13
0,75	1,32	14
0,74	1,25	15
0,72	1,13	16
0,71	1,08	17
0,695	0,99	18
0,694	0,99	19
0,693	0,98	20
0,68	0,91	21

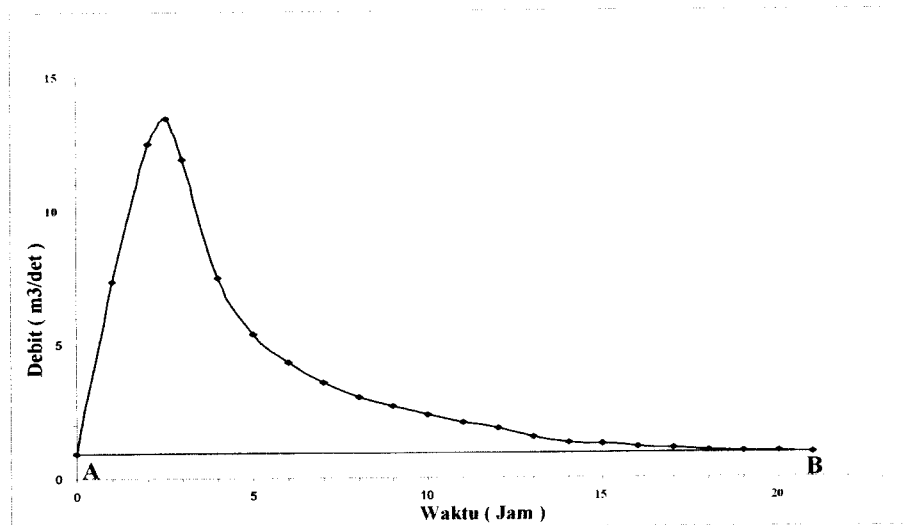
Dengan cara yang sama dilakukan perhitungan tahun-tahun berikutnya, yang hasilnya dapat dilihat dalam lampiran.

4. Pemisahan komponen hidrograf

Pemisahan komponen hidrograf untuk aliran dasar maksimum dianalisis berdasarkan hidrograf yang memiliki puncak tertinggi, sedang untuk aliran dasar minimum diambil dari data yang diperoleh dari dinas pengairan. Untuk keperluan di lapangan cukup dipisahkan menjadi dua bagian yaitu :

- a. Aliran langsung, ialah aliran permukaan dan hujan di atas permukaan sungai.
- b. Aliran dasar.

Pemisahan komponen hidrgraf dengan metode garis lurus (Gambar 5.3) diperoleh debit aliran dasar sebesar $0,91 \text{ m}^3/\text{det.}$



Gambar 5.3 Hidrograf tahun 1994

Dengan cara yang sama dilakukan untuk tahun-tahun berikutnya (lihat lampiran), yang hasilnya dapat dilihat dalam Tabel 5.7 Debit aliran dasar. Apabila pemisahan hidrograf dengan metode *Fixed Base Length* maka titik B ditentukan dengan persamaan Linsley:

$$T = A^{0.2} \dots\dots\dots (5.7)$$

Keterangan :

T = waktu dalam hari,

A = luas DAS dalam mil persegi.

$$T = 28,45^{0.2} = 1,95 \text{ Hari} = 46,8 \text{ Jam}$$

Maka metode *Fixed Base Length* tidak sesuai untuk DAS code.

Tabel 5.7 Debit aliran dasar

Tahun	Debit Aliran Dasar		Rasio
	Maksimal	Minimal	
1994	0,91	-	-
1995	2,14	-	-
1996	2,75	0,23	11,95
1997	-	0,1	-
1998	-	1,18	-
1999	3,51	1,35	2,6
2000	1,45	0,21	7,25
2001	0,69	0,44	1,57
2002	3,51	0,44	7,98
2003	1,78	0,56	3,18

Dari Tabel 5.7 debit aliran dasar di pos duga muka air Kaloran menggambarkan aliran dasar Sungai Code selalu ada, maka sungai Code termasuk sungai *Parennial*. Dengan perbedaan angka debit maksimum dan minimum yang cukup besar dan perubahannya dari tahun ke tahun cukup signifikan, hal ini menurut Chay Asdak merupakan salah satu indikator kerusakan suatu daerah aliran sungai karena aliran sungai menjadi sulit diprediksi untuk pengaturan debitnya, sehingga tidak menutup kemungkinan terjadi banjir pada masa yang akan datang.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan.

Dari hasil penelitian didapatkan kesimpulan :

1. Perubahan tata guna lahan di Daerah Aliran Sungai Code dari tahun 1997 sampai dengan tahun 2002 yaitu lapisan kedap airnya meningkat dari 0,610 sampai 0,611 (dapat dilihat pada Tabel 5.2 dan Tabel 5.3), angka ini sudah melebihi batas keseimbangan koefisien dasar bangunan dengan nilai 0,6 untuk lapisan kedap air dan 0,4 untuk daerah resapan.
2. Besarnya rasio perbedaan debit aliran dasar Sungai Code pada musim kemarau dan musim hujan antara 1,57 sampai dengan 11,95 dan perubahannya dari tahun ke tahun berikutnya cukup signifikan (dapat dilihat pada Tabel 5.7), sehingga debit sungai sulit diprediksi untuk pengaturan dan pengendaliannya.

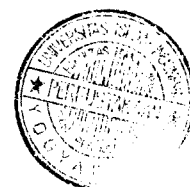
6.2 Saran

Dalam penelitian ini penulis mengusulkan saran supaya dilakukan penelitian yang berkesinambungan mengenai perubahan tata guna lahan di Daerah Aliran Sungai Code khususnya sifat lapisan kedap air, sehingga perubahan yang terjadi tidak menyebabkan kerusakan lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Agus Maryono, 2002. *Eko-Hidrolik Pembangunan Sungai*. Penerbit Program Magister Sistem Teknik, Fakultas Teknik UGM.
2. Agus Sunyoto, *Pitutur* No.1 Juli 2001, Hal.42
3. Badan Pengelola Statistik, 2003. *Jogjakarta Dalam Angka*. Jakarta 2003.
4. Bosch, J. M., dan J. D. Hewlett, 1982. Review of Catchment Experiments to Determine the Effects of Vegetation Changes on Water Yield and Evapotranspiration. *Journal of Hydrology* (55):3-23.
5. Boyd, M.J., Buffil, M.C. & Knee R.M. 1944. Pervious and impervious runoff in urban cathments. *Hydrological Sciences Journal*. 463- 477.
6. Chow V.T., Maidment, D.R. & Mays, L.W. 1988. *Applied Hydrology*. Singapore: McGraw-Hill Book Company.
7. Ditjen SDA, ditjen desa warta, www.pu.go.id
8. Dunn, S.M. & Mackay, R. 1995. Spatial variation in evapotranspiration and the influence of land use cathment hydrology. *Journal of Hydrology*. 171: 49-73.
9. Farida dan Meine van Noordwijk, 2004. *Peranan Agroforestri Dalam Mempertahankan Fungsi Hidrologi Daerah Aliran Sungai (DAS)*. www.rudy-tripod.com
10. Hall, M.J. 1984. *Urban Hydrology*. London: Elsevier Applied Science Publishers LTD.
11. Huff, A.F. 1977. *Urban Effects on Rainfall in Midwestern United State*. Proceeding of the Amsterdam Symposium. 3-29. Paris : IAHS/AISH-UNESCO.
12. Iman Subarkah, 1980. *Hidrologi Untuk Perencanaan Bangunan Air*. Penerbit Idea Dharma, Bandung.
13. Imawan , M. M. & Rully, W. H. 2004. *Korelasi Perubahan Guna Tanah Terhadap Kejadian Hujan di Kawasan Perkotaan Jogjakarta*. HMTS UII, Jogjakarta.
14. Irman Syukur, 2005. Dewan Minta Kualitas Resapan Air Dijaga. *Tempo Interaktif*, Jakarta, 11 Juli 2005.
15. Joko Kirmanto, 2005. Kondisi 62 Daerah Aliran Sungai Rusak Parah. *Kedaulatan Rakyat*, 15 Februari 2005.

16. Linsley, Ray K, J Max A Kohler, dan Joseph L H Paulus, 1986. *Hidrologi untuk Insinyur*. Penerbit Erlangga, Jakarta.
17. Lorup, J.K. Rao Refsgaard, J.C.Mazvimavi, D.1998. Assessing the effect of land use change on catchment runoff by combined use of statistical test and hydrological modelling: case studies from Zimbabwe. *Journal of Hydrology*. 205: 147-163.
18. 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.
19. Ng, H.Y.F. & Marsalek, J. 1989. Simulation of the effects of urbanization on basin streamflow. *Water resources bulletin*. 25: 117-124.
20. 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.
21. Saihul Anwar, 2001. *Metode Penelitian Kondisi Fungsi Hidrologis DAS Cimanuk-Cisanggarung dan beberapa DAS Di Pulau Jawa Melalui Analisis Hidrograf dan Analisis Angkutan Sedimen*. www.rudy-tripod.com
22. Soewarno 1991. *Hidrologi*. NOVA, Bandung.
23. Sri Harto 1988. *Hidrograf Satuan Sintetik Gamma I*. DPU, Badan Penerbitan Pekerjaan Umum.
24. Suripin, M. 2003. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. ANDI Offset, Jogjakarta.
25. 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.
26. 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 1
Pengalihragaman Debit

Tabel 1. Pengalihragaman Tinggi Muka Air Menjadi Debit Tahun 1994

Tinggi Muka Air (m)	Debit (m ³ /det)	Jam
0,68	0,91	0
1,39	7,37	1
1,76	12,50	2
1,82	13,43	2,5
1,72	11,89	3
1,4	7,49	4
1,22	5,39	5
1,12	4,34	6
1,04	3,57	7
0,98	3,03	8
0,94	2,69	9
0,9	2,37	10
0,86	2,07	11
0,83	1,85	12
0,78	1,51	13
0,75	1,32	14
0,74	1,25	15
0,72	1,13	16
0,71	1,08	17
0,695	0,99	18
0,694	0,99	19
0,693	0,98	20
0,68	0,91	21

Tabel 2. Pengalihragaman Tinggi Muka Air Menjadi Debit Tahun 1995

Tinggi Muka Air (m)	Debit (m ³ /det)	Jam
0,75	1,32	0
1,35	6,88	1
1,66	11,01	2
1,85	13,91	3
2	16,38	4
1,98	16,04	5
1,94	15,37	6
1,88	14,39	7
1,85	13,91	8
1,81	13,27	9
1,76	12,5	10
1,72	11,89	11
1,68	11,3	12
1,63	10,57	13
1,58	9,87	14
1,53	9,18	15
1,48	8,52	16
1,44	8	17
1,4	7,49	18
1,38	7,25	19
1,36	7	20
1,33	6,64	21
1,3	6,29	22
1,28	6,06	23
1,24	5,61	24
1,21	5,28	25
1,18	4,96	26
1,14	4,54	27
1,11	4,24	28
1,07	3,85	29
1,04	3,57	30
1,02	3,39	31
1	3,21	32
0,98	3,03	33
0,96	2,86	34
0,94	2,69	35
0,92	2,53	36
0,91	2,45	37
0,905	2,41	38
0,904	2,4	39
0,903	2,4	40
0,902	2,39	41
0,901	2,38	42
0,9	2,37	43
0,899	2,36	44
0,89	2,29	45
0,881	2,22	46
0,879	2,21	47
0,872	2,16	48
0,87	2,14	49

Tabel 3. Pengalihragaman Tinggi Muka Air Menjadi Debit Tahun 1996

Tinggi Muka Air (m)	Debit (m ³ /det)	Jam
0,71	1,08	0
0,72	0,93	1
0,76	1,21	2
1	3,78	3
1,7	21,43	4
2,1	39,17	5
2	34,18	6
1,8	25,32	7
1,6	17,91	8
1,475	13,99	9
1,34	10,35	10
1,28	8,93	11
1,22	7,62	12
1,16	6,43	13
1,12	5,69	14
1,09	5,17	15
1,06	4,68	16
1,01	3,93	17
0,98	3,51	18
0,96	3,24	19
0,94	2,99	20
0,92	2,75	21

Tabel 4. Pengalihragaman Tinggi Muka Air Menjadi Debit Tahun 1999

Tinggi Muka Air (m)	Debit (m ³ /det)	Jam
0,96	2,86	0
1,7	21,43	1
1,77	24,11	2
1,72	22,18	3
1,57	16,92	4
1,44	12,99	5
1,36	10,85	6
1,3	9,39	7
1,24	8,04	8
1,175	6,71	9
1,14	6,05	10
1,12	5,69	11
1,1	5,34	12
1,08	5,01	13
1,06	4,68	14
1,04	4,37	15
1,02	4,07	16
1,01	3,93	17
1	3,78	18
0,98	3,51	19
0,98	3,51	20

Tabel 5. Pengalihragaman Tinggi Muka Air Menjadi Debit Tahun 2000

Tinggi Muka Air (m)	Debit (m ³ /det)	Jam
0,7	1,02	0
0,8	1,53	1
1,74	22,94	2
1,9	29,56	3
1,6	17,91	4
1,32	9,86	5
1,15	6,24	6
1,09	5,17	7
1,04	4,37	8
1,02	4,07	9
1	3,78	10
0,99	3,64	11
0,98	3,51	12
0,97	3,37	13
0,95	3,12	14
0,94	2,99	15
0,93	2,87	16
0,92	2,75	17
0,91	2,63	18
0,89	2,41	19
0,88	2,30	20
0,87	2,19	21
0,86	2,09	22
0,85	1,99	23
0,83	1,80	24
0,82	1,71	25
0,81	1,62	26
0,8	1,53	27
0,79	1,45	28

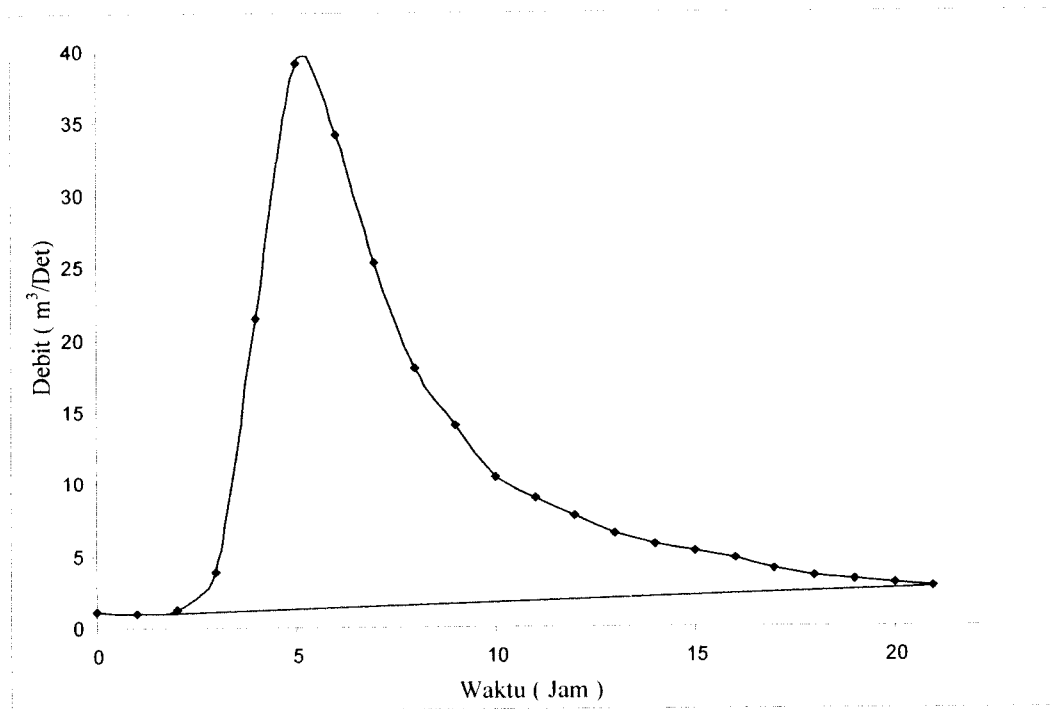
Tabel 6. Pengalihragaman Tinggi Muka Air Menjadi Debit Tahun 2001

Tinggi Muka Air (m)	Debit (m ³ /det)	Jam
0,65	0,76	0
1,6	17,91	1
1,82	26,14	2
1,28	8,93	3
0,86	2,09	4
0,71	0,87	5
0,68	0,69	6

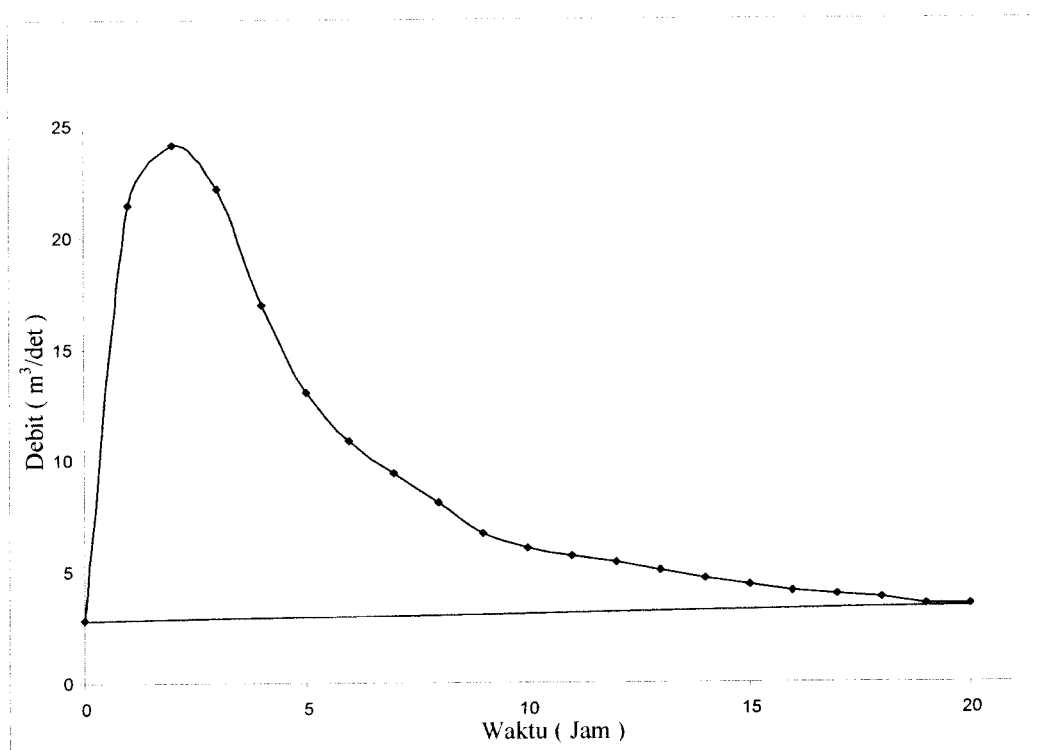
Tabel 7. Pengalihragaman Tinggi Muka Air Menjadi Debit Tahun 2002

Tinggi Muka Air (m)	Debit (m ³ /det)	Jam
0,93	2,61	0
2	34,18	1
2,44	59,02	2
1,85	27,39	3
1,7	21,43	4
1,6	17,91	5
1,55	16,27	6
1,5	14,73	7
1,48	14,13	8
1,45	13,27	9
1,43	12,71	10
1,41	12,16	11
1,39	11,63	12
1,37	11,11	13
1,35	10,60	14
1,33	10,10	15
1,31	9,62	16
1,29	9,16	17
1,27	8,70	18
1,25	8,26	19
1,23	7,83	20
1,2	7,21	21
1,17	6,62	22
1,4	11,89	23
1,1	5,34	24
1,08	5,01	25
1,06	4,68	26
1,04	4,37	27
1	3,78	28
0,98	3,51	29

Lampiran 2
Pemisahan Aliran



Gambar 3 Pemisahan Aliran Tahun 1996



Gambar 4 Pemisahan Aliran Tahun 1999