

**PENGARUH PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN
DAS KALIGARANG TERHADAP BANJIR
DI KOTA SEMARANG**

TESIS

Disusun Dalam Rangka Memenuhi Persyaratan
Program Studi Magister Teknik Pembangunan Kota

oleh:

**RATNA DEWAJATI
NIM : L4D002012**



**PROGRAM PASCASARJANA
MAGISTER TEKNIK PEMBANGUNAN KOTA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2003**

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Tesis ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi. Sepanjang pengetahuan saya, juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis diakui dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Pustaka.

Semarang, 18 Nopember 2003

RATNA DEWAJATI
NIM L4D002012

**PENGARUH PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN
DAS KALIGARANG TERHADAP BANJIR
DI KOTA SEMARANG**

Tesis diajukan kepada
Program Studi Magister Teknik Pembangunan Kota
Program Pascasarjana Universitas Diponegoro

Oleh :

RATNA DEWAJATI
L4D002012

Diajukan pada Sidang Ujian Tesis
Tanggal 18 Nopember 2003

Dinyatakan Lulus
Sebagai Syarat Memperoleh Gelar Magister Teknik

Semarang, 18 Nopember 2003

Pembimbing Pendamping



Ir. Djoko Suwandono, MSP

Pembimbing Utama



Dr. Ir. Suripin, M.Eng.

Mengetahui
Ketua Program Studi
Magister Teknik Pembangunan Kota
Program Pascasarjana Universitas Diponegoro



Prof. Dr. Ir. Sigitno Soetomo, DEA

*Teruntuk anak-anakku :
Flavia Domitilla Saraswati
Maria Lakṣmi Larasati
Gabriella Lakṣmi Maharani
Terima kasih atas segala pengorbananmu*

*Secara Istimewa buat suamiku :
Bambang Budianto Arnadi
Terima kasih atas pendampingannya*

*Tak lupa kepada :
Bapak I. Soeratno dan Ibu Maria Sarbinah
Atas segala doa dan dukungannya*

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kami panjatkan Kepada Tuhan Yang Maha Besar, karena atas KaruniaNya-lah kami dapat menyelesaikan tugas penyusunan tesis ini guna memperoleh derajat Pascasarjana pada Program Studi Magister Teknik Pembangunan Kota Universitas Diponegoro Semarang.

Penyusunan tesis ini tidak terlepas dari bimbingan, arahan dan bantuan dari berbagai pihak, untuk itu dalam kesempatan ini kami mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Suripin, M.Eng selaku Mentor yang telah memberikan banyak masukan sehingga dapat mempercepat penyelesaian tulisan ini.
2. Bapak Ir. Djoko Suwandono, MSP selaku Co-mentor yang telah banyak memberikan saran masukan demi sempurnanya tulisan ini.
3. Bapak Ir. Fadjar Hari Mardiansyah, MT, MDP. selaku pembahas yang mengarahkan kami selama penyempurnaan tulisan ini.
4. Bapak Ir. Mardwi Rahdriawan, MT selaku penguji yang melengkapi penyempurnaan tulisan ini.
5. Bapak M. Maliki Moersid selaku Pimpro CBUIM serta Bapak Elman AS, yang telah memberi kesempatan dan dana bagi pelaksanaan kuliah di Program S2 MTPK UNDIP.
6. Bapak Prof. Dr. Ir. Sugiono Soetomo, DEA, selaku Ketua Program S2 MTPK Universitas Diponegoro dan Ibu Ir. Nany Yuliasuti, MSP serta Bapak Ir. Ragil Haryanto, MSP yang telah memberikan banyak kemudahan dalam menjalani kuliah-kuliah di MTPK.
7. Bapak Prof. Dr. Myasto, selaku Kepala Badan Perencanaan Daerah (BAPPEDA) Propinsi Jawa Tengah yang telah memberikan kesempatan bagi penulis untuk menempuh studi lanjut di MTPK Universitas Diponegoro.
8. Bapak Dr. Ir. Robert J. Kodoatie, M.Eng. yang telah banyak membantu dalam referensi dan penyempurnaan substansi tulisan ini.
9. Mas Bambang B Arnadi serta anak - anakku Gabriella Laksmi Maharani, Maria Laksmi Larasati dan Flavia Domitilla Saraswati yang memberikan semangat tersendiri untuk menyelesaikan tulisan ini.
10. Bapak dan Ibu I. Soeratno yang selalu mendukung dalam bentuk doa, agar mendapatkan kelancaran dalam menyelesaikan kuliah di UNDIP.
11. Mbak Wis dan Mbak Nana yang dengan rela meninggalkan keluarga untuk menggantikan merawat Ibu selama beliau sakit di rumah sakit dan di rumah.
12. Seluruh temanku angkatan CBUIM V, yang dalam waktu relatif singkat harus menyelesaikan kuliah dengan penuh suka duka.
13. Rekan-rekan Bappeda Propinsi Jawa Tengah terutama Bapak Haryono dan Bapak Djalmo Prakoso yang ikut membantu dalam pengolahan data digital.
14. Adik kelasku semasa di Fakultas Geografi UGM, Widyatmanti, Ssi dan Dedi yang membantu dalam pengolahan data spasial.
15. Temanku Dr. Junun Sartohadi, M.Sc serta sahabatku Dwi Retnowati Narsuka yang selalu membantuku dalam kompilasi data dan referensi selama di Yogyakarta.
16. Mbak Lulu, Didien, Ratih, Linda, Mas Janu, Prie, dan Haryadi yang selalu membantu.
17. Keponakanku Ignatia Okmi Hapsari yang senantiasa membantu dalam editing dan pencarian data di lapangan.

Kami menyadari bahwa tulisan ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu masukan dari berbagai pihak senantiasa kami tunggu. Semoga segala bantuan, bimbingan kritik dan saran yang diberikan bermanfaat dan mendapat balasan dari Tuhan.

Semarang, 18 Nopember 2003
Penulis

Ratna Dewajati

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERNYATAAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
ABSTRAK	xv
ABSTRACT	xvi

BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	6
1.3 Tujuan dan Sasaran Studi	7
1.3.1 Tujuan Studi	7
1.3.2 Sasaran Studi	7
1.3.3 Manfaat Studi	7
1.4. Ruang Lingkup Studi	8
1.4.1 Ruang Lingkup Materi	8
1.4.2 Ruang Lingkup Spasial	9
1.5 Kerangka Pemikiran	10
1.6 Metodologi Studi	13
1.6.1 Konsep Pendekatan Studi	14
1.6.2 Jenis Data dan Sumber Data	15
1.6.3 Metode Pengumpulan Data	16
1.6.4 Teknik Analisa	16
1.7 Sistematika Penulisan	25

BAB II. KAJIAN PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN DAN BANJIR	28
2.1 Tata Ruang dan Tata Guna Lahan	28
2.1.1. Tata Ruang	28

2.1.2. Tata Guna Lahan	29
2.1.3 Keterkaitan Tata Ruang dan Tata Guna Lahan	31
2.2 Penggunaan Lahan	31
2.2.1. Klasifikasi Penggunaan Lahan	33
2.2.2. Perubahan Penggunaan Lahan	36
2.2.3 Faktor-faktor Pendorong Perubahan Penggunaan Lahan	38
2.3 Banjir	40
2.3.1. Daerah Aliran Sungai	41
2.3.2. Siklus Hidrologi	44
2.3.3. Faktor Penyebab Banjir	45
2.3.4 Parameter Banjir	48
2.3.4.1. Debit Banjir	48
2.3.4.2. Limpasan	49
2.4 Keterkaitan Tata Guna Lahan dengan Banjir	54
2.5 Kebijakan Pengendalian Banjir	56

BAB III. GAMBARAN UMUM DAS KALIGARANG57

3.1 Karakteristik Fisik DAS Kaligarang	57
3.1.1 Letak dan Luas DAS Kaligarang	57
3.1.2 Iklim.....	61
3.1.3 Hidrologi.....	63
3.1.4 Topografi	66
3.1.5 Morfologi.....	69
3.1.6 Geologi.....	70
3.1.7 Tanah	71
3.2 Karakteristik Penduduk	74
3.3 Penggunaan Lahan	75
3.4 Kebijakan Penggunaan Lahan	80
3.4.1 Rencana Arahana Penggunan Lahan DAS	80
3.4.2 Rencana Pemanfaatan Lahan Kota Semarang	82
3.4.3 Rencana Pemanfaatan Lahan Kabupaten Semarang.....	84
3.4.4 Rencana Pemanfaatan Lahan Kabupaten Kendal	87
3.5 Kondisi Banjir di Kota Semarang	89

BAB IV. ANALISA PENGARUH PERUBAHAN PENGGUNAAN

LAHAN DAS KALIGARANG TERHADAP BANJIR DI KOTA

SEMARANG 93

4.1 Analisis Perubahan Penggunaan Lahan (PPL) DAS Kaligarang	93
4.1.1 Perkembangan Penggunaan Lahan 1990-1995	93
4.1.2 Distribusi Lokasi PPL Tahun 1990 - 1995	97
4.1.3 Perkembangan Penggunaan Lahan 1990-2000	106
4.1.4 Distribusi Lokasi PPL Tahun 1990 - 2000	109
4.1.5 Analisa Kecenderungan PPL Tahun 1990 - 2000	120
4.2 Analisis Banjir	124
4.2.1 Distribusi Curah hujan	124
4.2.2 Debit	126
4.2.3 Koefisien Aliran	129
4.2.3.1 Koefisien Aliran Formula Rasional menurut Chow	129
4.2.3.2 Koefisien Aliran Formula Rasional menurut Hassing	132
4.3 Analisa Perbedaan Nilai C menurut Chow dan Hassing	138
4.4 Analisis Regresi Perubahan Lahan dan Banjir	145
4.4.1 Analisa Perubahan Lahan dengan Debit	145
4.4.2 Analisa Perubahan Lahan dengan Koefisien Aliran.....	147
4.5 Analisa Konsistensi Penggunaan Lahan dengan Rencana Tata Ruang Daerah Aliran Sungai Kaligarang	148

BAB V. KESIMPULAN DAN REKOMENDASI162

5.1. Temuan dan Kesimpulan	162
5.1.1 Temuan Penelitian.....	162
5.1.2 Kesimpulan Penelitian.....	163
5.2. Rekomendasi	164
5.2.1 Rekomendasi untuk Pemerintah.....	164
5.2.2 Rekomendasi untuk Peneliti.....	165

DAFTAR PUSTAKA167

LAMPIRAN172

DAFTAR TABEL

Tabel I.1	Penggunaan Lahan di DAS Kaligarang.....	3
Tabel I.2	Daerah Genangan dan Akibat Banjir Tahun 1990 dan 1993	5
Tabel I.3	Penyesuaian Klasifikasi Penggunaan Lahan.....	19
Tabel I.4	Hubungan Konsistensi dengan Pengelolaan	25
Tabel II.1	Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Sistem Hidrologi	37
Tabel II.2	Nilai Koefisien Air Larian C Untuk Persamaan Rasional	52
Tabel II.3	Koefisien Aliran untuk Metode Rasional	53
Tabel III.1	Data Klimatologi DAS Kaligarang	62
Tabel III.2	Data Curah Hujan Harian.....	64
Tabel III.3	Topografi di DAS Kaligarang	67
Tabel III.4	Morfologi Kaligarang Banjir Kanal Barat	69
Tabel III.5	Formasi Batuan di DAS Kaligarang	70
Tabel III.6	Hubungan Jenis Tanah, Tekstur Tanah & Infiltrasi.....	71
Tabel III.7	Jumlah Penduduk DAS Kaligarang Th. 1990 - 1995.....	74
Tabel III.8	Perkembangan Penggunaan Lahan Th. 1990-2000	76
Tabel III.9	Pembagian dan Arah Fungsi BWK Kota Semarang	83
Tabel III.10	SWP Kabupaten Kendal	88
Tabel III.11	Daerah Banjir Drainase Tahun 1993	90
Tabel III.12	Luas Tinggi dan Lama Genangan di Kota Semarang	92
Tabel IV.1	Prosentase Perubahan Lahan Th. 1990-1995.....	94
Tabel IV.2	Luas Perubahan Lahan Th. 1990-1995	95
Tabel IV.3	Luas Perubahan Lahan menjadi Permukiman Th. 1990-1995	97
Tabel IV.4	Prosentase Perubahan Lahan Th. 1990-2000	106
Tabel IV.5	Luas Perubahan Lahan Th. 1990-2000	108
Tabel IV.6	Luas Perubahan Lahan menjadi Permukiman Th. 1990-2000	110
Tabel IV.7	Luas Perubahan Lahan Th. 1990-2000	120
Tabel IV.8	Data Stasiun Hujan	124

Tabel IV.9 Debit Puncak di Pos Duga Air K.Garang-Panjang	127
Tabel IV.10 Debit Rerata Bulanan Th. 1990-2000	128
Tabel IV.11 Nilai Koefisien Aliran Menurut Metode Rasional	130
Tabel IV.12 Perbedaan Nilai C Actual dan Prediksi	138
Tabel IV.13 Luas Kemiringan Lereng Per Bagian DAS Kaligarang	140
Tabel IV.14 Luas Jenis Tanah Per Bagian DAS Kaligarang	141
Tabel IV.15 Luas Jenis Geologi Per Bagian DAS Kaligarang	142
Tabel IV.16 Luas Jenis Geomorfologi Per Bagian DAS Kaligarang	143
Tabel IV.17 Luas Penggunaan Lahan Per Bagian DAS Kaligarang	144
Tabel IV.18 Hasil Estimasi Regresi Debit	145
Tabel IV.19 Hasil Estimasi Regresi Koefisien Aliran	147
Tabel IV.20 Hubungan Konsistensi dengan Pengelolaan	148
Tabel IV.21 Hasil Tumpang Susun Peta PL dengan RTR	150
Tabel IV.22 Hasil Analisa Konsistensi Berdasarkan Pembagian DAS	151
Tabel IV.23 Hasil Rekomendasi Pengelolaan DAS Kaligarang	154

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Perkembangan Penggunaan Lahan 1990 - 2000	4
Gambar 1.2 Latar Belakang dan Konsep Penelitian	10
Gambar 1.3 Bagan Alir Kerangka Pemikiran	11
Gambar 2.1 Elemen-elemen Guna Lahan	32
Gambar 3.1 Peta Administrasi DAS Kaligarang	59
Gambar 3.2 Peta Lokasi Penelitian & Pos Duga Air	60
Gambar 3.3 Peta Topografi DAS Kaligarang	68
Gambar 3.4 Peta Tanah di DAS Kaligarang	73
Gambar 3.5 Peta Penggunaan Lahan DAS Kaligarang Th. 1990	77
Gambar 3.6 Peta Penggunaan Lahan DAS kaligarang Th. 1995	78
Gambar 3.7 Peta Penggunaan Lahan DAS Kaligarang Th. 2000	79
Gambar 3.8 Peta Rencana Alokasi Pemanfaatan Lahan DAS Kaligarang	81
Gambar 3.9 Peta Alokasi Pemanfaatan Ruang Kota Semarang	84
Gambar 3.10 Peta Alokasi Pemanfaatan Ruang Kabupaten Semarang	87
Gambar 3.11 Peta Rencana Alokasi Penggunaan Ruang Kab. Kendal	89
Gambar 4.1 Peta Perubahan Lahan Tahun 1990 - 1995	96
Gambar 4.2 Peta Distribusi Perubahan Lahan dari Hutan ke Permukiman	100
Gambar 4.3 Peta Distribusi Perubahan Lahan dari Perkebunan ke Permukiman	101
Gambar 4.4 Peta Distribusi Perubahan Lahan dari Sabana ke Permukiman	102
Gambar 4.5 Peta Distribusi Perubahan Lahan dari Sawah ke Permukiman	103
Gambar 4.6 Peta Distribusi Perubahan Lahan dari Tambak ke Permukiman	104
Gambar 4.7 Peta Distribusi Perubahan Lahan dari Tegalan ke Permukiman	105
Gambar 4.8 Peta Perubahan Lahan Tahun 1990 - 2000	107
Gambar 4.9 Peta Distribusi Perubahan lahan dari Tegalan ke Permukiman	113
Gambar 4.10 Peta Distribusi Perubahan Lahan dari Hutan ke Permukiman	114
Gambar 4.11 Peta Distribusi Perubahan Lahan dari Perkebunan ke Permukiman	115
Gambar 4.12 Peta Distribusi Perubahan Lahan dari Sabana ke Permukiman	116

Gambar 4.13 Peta Distribusi Perubahan Lahan dari Sawah ke Permukiman	117
Gambar 4.14 Peta Distribusi Perubahan Lahan dari Tambak ke Permukiman.....	118
Gambar 4.15 Peta Distribusi Perubahan Lahan dari Tegalan ke Permukiman	119
Gambar 4.16 Grafik Perubahan Lahan Th. 1990-2000 Th. 1990	123
Gambar 4.17 Grafik Prosentase Lahan Terbangun dan Non Terbangun	123
Gambar 4.18 Grafik Curah Hujan Rerata Bulanan	125
Gambar 4.19 Grafik Debit Air Rerata Pos K.Garang-Panjang	128
Gambar 4.20 Grafik Nilai Koefisien Aliran Metode Rasional menurut Chow	131
Gambar 4.21 Grafik Nilai Koefisien Aliran Metode Rasional menurut Hassing	133
Gambar 4.22 Peta Koefisien Aliran DAS Kaligarang Tahun 1990	135
Gambar 4.23 Peta Koefisien Aliran DAS Kaligarang Tahun 1995	136
Gambar 4.24 Peta Koefisien Aliran DAS Kaligarang Tahun 2000	137
Gambar 4.25 Grafik Posisi C Prediksi terhadap C Aktual	139
Gambar 4.26 Peta Koefisien Aliran RTR DAS Kaligarang	157
Gambar 4.27 Peta Analisa Konsistensi PL dengan RTR	158
Gambar 4.28 Peta Analisa Konsistensi Berdasarkan Pembagian DAS	159
Gambar 4.29 Peta Rekomendasi Pengelolaan DAS Kaligarang	160
Gambar 4.30 Peta Rekomendasi Pengelolaan Berdasarkan Pembagian DAS	161

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A Penggunaan Lahan DAS Kaligarang.....	173
LAMPIRAN B Curah Hujan Rerata DAS Kaligarang (10 Stasiun).....	174
LAMPIRAN C Debit Sungai K.Garang-Panjang176	176
LAMPIRAN D Hasil Perhitungan Koefisien Aliran Metode Rasional	177
LAMPIRAN E Matriks Nilai C RTR DAS Kaligarang	178
LAMPIRAN F Matriks Nilai C Tahun 1990	189
LAMPIRAN G Matriks Nilai C Tahun 1995.....	197
LAMPIRAN H Matriks Nilai C Tahun 2000.....	209
LAMPIRAN I Matrik Analisa Konsistensi	220
LAMPIRAN J Matrik Rekomendasi Pengelolaan	221
LAMPIRAN K Hasil Pengolahan Uji Regresi Sederhana.....	222

ABSTRAK

Pertambahan penduduk dan peningkatan kondisi sosial ekonomi mengakibatkan peningkatan aktivitas penduduk di kota, yang akan memberikan dampak secara langsung terhadap perubahan spasial. Ketika lahan sudah mulai terbatas, maka yang sering terjadi adalah adanya perubahan penggunaan lahan, dimana pada titik tertentu perubahan lahan tersebut dapat menurunkan daya dukung lingkungan yang pada gilirannya akan mempengaruhi siklus hidrologi, salah satu diantaranya adalah banjir di DAS Kaligarang.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh perubahan penggunaan lahan DAS Kaligarang terhadap Banjir di Kota Semarang melalui parameter banjir berdasarkan pendugaan debit banjir melalui koefisien aliran. Sasaran penelitian adalah (1) mengkaji kecenderungan perubahan penggunaan lahan di DAS Kaligarang Tahun 1990 – 2000, (2) mengkaji pengaruh perubahan penggunaan lahan terhadap banjir, (3) mengkaji konsistensi Penggunaan Lahan eksisting dengan Rencana Tata Ruang DAS Kaligarang.

Metode analisis yang digunakan adalah metode kualitatif dengan pendekatan deskriptif eksplanatif untuk mengidentifikasi karakteristik fisik DAS Kaligarang meliputi : kondisi geografi, topografi, geologi, tanah, hidrologi serta deskriptif eksploratif untuk mengkaji konsistensi penggunaan lahan yang terjadi di DAS Kaligarang. Metode kuantitatif yang digunakan adalah penghitungan nilai C berdasarkan formula rasional menurut Chow dan Hassing dan analisa regresi sederhana serta analisis spasial dengan metode tumpang susun peta untuk mengetahui kecenderungan perubahan penggunaan lahan, distribusi lokasi perubahan lahan yang terjadi di DAS Kaligarang serta menganalisa konsistensi Penggunaan Lahan terhadap Rencana Tata Ruang DAS Kaligarang.

Dalam kurun waktu 10 tahun (1990 – 2000) terdapat kecenderungan meningkatnya prosentase lahan terbangun dari 12,28 % atau 2.503,25 ha menjadi 31,54 % atau 6.435,11 ha, sedangkan lahan non terbangun menurun dari 87,72 % menjadi 68,46 % atau dari luas 15.939,56 ha menjadi 9.195,93 ha. Pengaruh perubahan lahan terhadap banjir meningkat sebesar 49 % sebagaimana ditunjukkan oleh peningkatan koefisien aliran atau C aktual dari 28 % menjadi 77 % berdasarkan formula Rasional menurut Chow dan meningkatnya C Prediksi sebesar 21 % sebagaimana ditunjukkan pada nilai koefisien aliran dari 42,4 % menjadi 63,4 % menurut Hassing.

Hasil perhitungan koefisien aliran formula rasional menurut Chow atau C aktual dapat digunakan sebagai patokan bagi nilai koefisien aliran (C) menurut Hassing. Hasil C prediksi menurut Hassing dapat lebih ditingkatkan akurasinya apabila kategori C vegetasi dan C topografinya dapat mewakili kondisi fisik lapangan yang beragam.

Hasil analisa regresi linier sederhana menunjukkan bahwa perubahan lahan yang dicerminkan dengan peningkatan lahan terbangun signifikan terhadap banjir yang diparameterkan melalui total debit dan koefisien aliran dengan nilai r dan r^2 berturut-turut sebesar 85,5 %; 73,1 % dan 95 %; 90,2 %.

Analisa Konsistensi Penggunaan Lahan Eksisting Tahun 2000 dengan Rencana Tata Ruang DAS Kaligarang menunjukkan bahwa 59,6 % Konsisten, 27,5 % Konsisten untuk Budidaya dan 12,9 % Tidak Konsisten.

Ketidak konsistenan Penggunaan Lahan dengan Rencana Tata Ruang dapat dikurangi dengan melakukan evaluasi pengelolaan pada DAS Kaligarang atau peninjauan ulang terhadap pengelolaan DAS Kaligarang baik di bagian hulu, bagian tengah maupun hili.

r

ABSTRACT

Population growth and socio economic condition improvement will affect urban citizen activities, having direct impact to social distortion. When the shortage of land, the land use changes is frequently taken place, where in a certain point could mitigate environmental power support, which is in turn will affect hydrological cyclus. One of them is flood along Kaligarang river basin.

This study aimed to identify the effect of land use changes along the river basin toward the flood in Semarang municipality by flood parameter according to flood debit estimation of flow coefficient. The objectives of this study are as follows : (1) to identify of trend on land use changes along Kaligarang river basin during 1990 - 2000, (2) to identify land use changes toward the flood, (3) to identify consistency of existence land use toward the spatial land use planning of Kaligarang river basin.

The analytical method applied is qualitative method with explanative descriptive approach toward the river basin. The quantitative method applied is C value calculation based on Chow and Hanning rational formula and the simple regression and spatial analysis with overlapping map method, to identify the trend of land use changes, its location distribution and to analyze land use consistency toward the land use planning of Kaligarang river basin.

During last decade (1990 – 2000) any trend of land use improvement from 12,28 % or 2,503.25 ha to 31,54 % or 6,435.11 ha, while the idle land is decreased, from 87,72 % to 68,46 % or equivalent with extent of 15,939.56 ha to 9,195.93 ha to the effect of the degradation of the flood is increased 49 %, as what shown by the increase of flow coefficient or actual C, from 28 % to 77 % according to Chow rational formula and the increase C prediction of 21 %, as what shown by the flow efficient value, from 42,4 % to 63,4 % according to Hanning Formula.

The outcome of rational flow formula coefficient calculation of Chow or actual C could be used as a standard for flow coefficient value (C) of Hanning. The outcome of C prediction of Hanning accuracy could be improved, if vegetation and topography of C category represent a various physical condition.

The outcome of a simple linear regression analysis indicates, that land use changes represented by the increase of occupied land is significant toward the flood, which is parametered through total debit and flow coefficient with r and r^2 values successively, those are 85.5 %, 73.1 % and 95 %, 90.2 %.

The existence land use consistency analysis of the year 2000 toward the Kaligarang spatial land use planning shows that 55.6 % is consistent and 27.5 % consistent for aquaculture and 12.9 % is inconsistent. This inconsistency could be reduced by evaluating the management of Kaligarang river basin either in the downstream, midstream as well as in the upstream areas.

Key Words : land use changes, flood.

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pertambahan penduduk di kota, mengakibatkan peningkatan aktivitas penduduk, yang pada gilirannya akan mejadikan kota terus berkembang. Perkembangan kota yang didukung oleh peningkatan aktivitas penduduk akan berlangsung sangat cepat dan tanpa terasa kota menjadi padat, persediaan lahan, air dan sumberdaya lainnya menjadi tidak memadai dan sangat terbatas.

Kota yang mengalami perubahan tersebut menawarkan perubahan di berbagai aspek seperti meningkatnya kebutuhan akan lahan dengan meluasnya pemukiman, fasilitas ekonomi, sosial, perdagangan dan jasa serta jaringan infrastruktur yang pada akhirnya terjadilah apa yang dikatakan dengan proses pengkotaan. Secara umum proses pengkotaan berlangsung dalam dua tahap. Tahap pertama, adanya dominasi kekuatan *sentripetal* sehingga terbentuk konsentrasi penduduk yang terus menerus di dalam kota itu sendiri. Tahap kedua; adanya kekuatan *sentrifugal*, sehingga penduduk menyebar ke luar kota atau daerah pinggiran akibat padatnya pusat kota. Terjadilah gejala suburbanisasi yaitu kegiatan masyarakat yang semula berlangsung di pusat kota disebarkan ke berbagai wilayah termasuk ke pinggiran kota. Proses ini merupakan proses pemekaran kota.

Proses pembangunan kota yang bertujuan untuk meningkatkan aktivitas kota mengakibatkan banyak terjadi perubahan pada lingkungan fisik. Pertambahan penduduk, perkembangan aktivitas penduduk mengakibatkan kota berkembang semakin pesat dan akan menimbulkan dampak bagi kehidupan lingkungan perkotaan. Akibatnya timbul persaingan yang ketat dalam perebutan lahan sebagai upaya pemanfaatan ruang oleh kegiatan kota (Mardiansyah, 1999 : 2).

Aktivitas kota terus berkembang dan berubah mengikuti perkembangan masyarakat yang memberi kontribusi besar dalam proses pembentukan kota. Berkaitan dengan pembentukan kota, maka dalam usaha memanfaatkan lahan kiranya perlu menjaga keseimbangan lingkungan yang ada pada mutu lingkungan yang lebih tinggi, diusahakan agar lingkungan tetap dapat mendukung mutu hidup yang lebih tinggi. Dengan demikian perlu pelestarian daya dukung lingkungan yang dapat menopang secara berlanjut pertumbuhan dan perkembangan yang diusahakan dalam pembangunan (Soemarwoto, 1987). Berkaitan dengan hal tersebut maka dalam proses pembangunan kota perlu mengacu pada konsep pembangunan yang berkelanjutan. Demikian pula halnya dengan konsep pengembangan di wilayah *Daerah Aliran Sungai* (DAS).

Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan daerah yang dibatasi oleh punggung-punggung gunung dimana air hujan yang jatuh pada daerah tersebut dialirkan melalui sungai-sungai kecil ke sungai utama (Asdak, 1995). Dalam kaitannya dengan siklus hidrologi, DAS memiliki karakteristik khusus dan berhubungan erat dengan unsur utamanya yaitu jenis tanah, tataguna lahan, topografi, kemiringan dan panjang lereng. Dari unsur-unsur penentu sistem hidrologi tersebut, tataguna lahan dan kemiringan lereng masih mampu direkayasa oleh manusia. Dengan demikian dalam pengelolaan DAS, perubahan tataguna lahan dan pengaturan kemiringan menjadi salah satu faktor yang sangat penting (Asdak, 1995).

Oleh karena itu aktivitas perubahan penggunaan lahan yang dilakukan di daerah hulu DAS tidak hanya akan memberikan dampak di daerah dimana kegiatan tersebut berlangsung, akan tetapi juga menimbulkan dampak di daerah hilir dalam bentuk perubahan fluktuasi debit dan transpor sedimen serta material terlarut dalam sistem aliran air lainnya (Asdak, 1995). Banyaknya peralihan fungsi penggunaan lahan menjadi lokasi

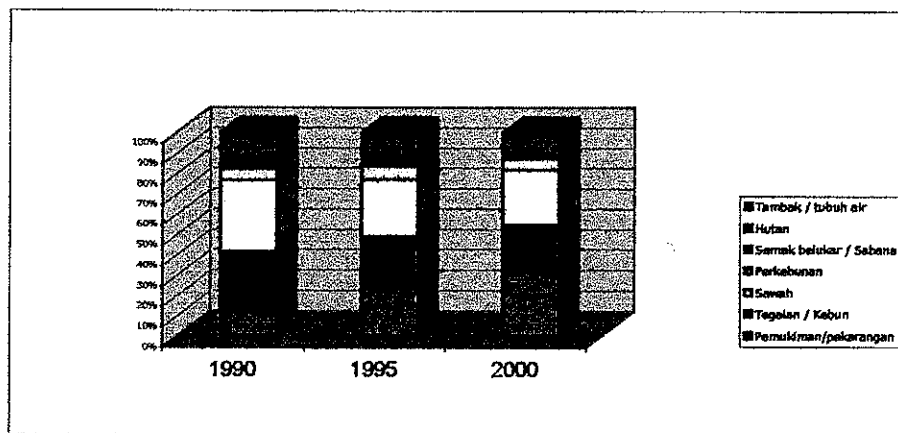
pemukiman atau fungsi lainnya yang bersifat pemadatan tanah telah menimbulkan dampak lingkungan di daerah hilir, seperti terjadinya banjir.

DAS Kaligarang yang bermuara di Kota Semarang, sangat berpengaruh keberadaannya bagi Kota Semarang bawah. Kaitannya dengan Kota Semarang yang mengemban fungsinya sebagai pusat Pemerintahan Propinsi Jawa Tengah, pusat perdagangan dan industri memiliki daya tarik yang sangat kuat terhadap pertumbuhan penduduk. Akibatnya pusat kota menjadi semakin padat, disertai dengan mulai bergerak penduduk untuk bermukim di wilayah pinggiran bagian atas Kota Semarang. Dengan bertambahnya pemukiman di daerah pinggiran, maka secara tidak langsung akan mendorong terbangunnya infrastruktur, munculnya kawasan perdagangan dan jasa di daerah atas yang sebenarnya merupakan daerah resapan penyangga. Fenomena yang nampak dalam perkembangan Kota Semarang bagian atas, menunjukkan bahwa pemanfaatan tataguna lahan di DAS Kaligarang sangat bervariasi baik untuk pemukiman/pekarangan, sawah, tegal dan hutan. Sebaran pemukiman menyebar di sepanjang daerah aliran, terdapat pula yang bergabung dengan tegalan. Sawah secara mengelompok hanya terdapat di dekat anak-anak sungai. Hutan dengan kerapatan tinggi hanya terdapat di bagian hulu dan sedikit di bagian tengah. Perkembangan pemanfaatan tata guna lahan di DAS Kaligarang dapat dilihat pada Tabel I.1.

TABEL I.1
PENGUNAAN LAHAN DI DAS KALIGARANG (HA)

No	Jenis Penggunaan lahan	1990	1995	2000
1	Pemukiman/pekarangan	2.503,25	4.867,05	6.435,11
2	Tegalan / Kebun	5.978,33	5.127,08	4.733,04
3	Sawah	7.209,94	5.771,59	5.505,48
4	Perkebunan	1.116,97	1.250,95	1.142,88
5	Semak belukar / Sabana	1.116,35	1.102,56	431,96
6	Hutan	1.957,69	1.769,44	1.769,44
7	Tambak / tubuh air	517,97	511,85	382,57
	Jumlah	20.400,52	20.400,52	20.400,52

Sumber : Peta Penggunaan Lahan BRLKT 1990, BPN 1995, Bappeda 2000.



GAMBAR 1.1
PERKEMBANGAN PENGGUNAAN LAHAN DAS KALIGARANG
TAHUN 1990 - 2000

Tabel I.1 dan Gambar 1.1 menunjukkan bahwa terdapat kecenderungan adanya penurunan luas pada semak belukar / sabana, sawah, tegalan / kebun, sementara luas pemukiman/pekarangan memperlihatkan adanya kenaikan yang cukup besar dalam kurun waktu sepuluh tahun. Sedangkan luas hutan meskipun tidak terlalu besar perubahannya tetapi mengalami penurunan. Berbeda dengan perkebunan yang mengalami kenaikan pada tahun 1995 kemudian turun pada tahun 2000. Berkurangnya lahan pertanian dan bertambahnya lahan terbangun ("permukiman") mengindikasikan bahwa di DAS Kaligarang telah terjadi perubahan penggunaan lahan.

Menurut Soemarwoto (1978), menurun atau merosotnya kondisi suatu DAS pada umumnya disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain adanya tekanan penduduk, tekanan pembangunan, tekanan sosial ekonomi masyarakat di DAS tersebut.

Untuk itu perlu mengantisipasi menurunnya kualitas DAS melalui upaya perbaikan guna mempertahankan keseimbangan siklus hidrologi, melalui pemanfaatan sumberdaya alam secara optimal dengan mengikuti prinsip-prinsip penggunaan lahan yang mampu menjamin keseimbangan DAS. Upaya dilakukan dengan cara melihat kembali

pemanfaatan lahan yang sesuai dengan fungsi dan kemampuan daya dukungnya melalui perhatian pengguna lahan terhadap aspek kelestarian sumberdaya alamnya.

Dalam kaitannya dengan daya dukung lingkungan dan kondisi hidrologi, Semarang dan banjir, merupakan dua hal yang selama ini sulit dipisahkan. Ibukota Jawa Tengah ini sudah sejak lama hampir selalu tergenang air pada musim penghujan, khususnya pada wilayah bagian dataran rendah. Hal yang menjadi permasalahan adalah banyaknya perubahan penggunaan lahan dalam pembangunan yang dicapai selama itu kurang diantisipasi. Akibatnya permasalahan banjir hampir merata di wilayah dataran rendah yang semuanya adalah kawasan di Kota Semarang bawah.

Hasil pengamatan banjir besar yang pernah terjadi di Kota Semarang yaitu pada tahun 1990, 1993 dan 2000 sebagai berikut :

TABEL I.2
DAERAH GENANGAN & AKIBAT BANJIR TAHUN 1990, 1993 DAN 2000

	1990	1993	2000
DAERAH GENANGAN :			
1. Lokasi	Panjang	Sampang	Panggung, Krobokan, Tawangmas, Bulu
2. Luas genangan (ha)	145	200	53,15
3. Jumlah rumah (buah)	540	230	112
4. Jumlah RT (KK)	186	17	10
5. Tinggi genangan (m)		2,5	0,3 – 0,75
6. Lama genangan (jam)	3	4	3,5
BENCANA BANJIR :			
1. Korban meninggal (orang)	47	2	-
2. Rumah hanyut (buah)	25	60	-
3. Rumah rusak (buah)	126	145	14
4. Prasarana umum rusak (buah)	15	5	1
5. Perkiraan kerugian (Milyar Rp)	8,5	6,9	1,2

Sumber : Dinas PU Pengairan Prop. Jawa Tengah, 1995 dan Sub Dinas Pengairan Kota Smg 2000.

Penyebab Banjir di Kota Semarang berdasarkan asal airnya secara umum dibedakan atas 3 (tiga) kelompok yaitu banjir kiriman, banjir lokal dan banjir karena pasang air laut atau "rob" (Robert, 2001). Berdasarkan asalnya banjir maka pengertian banjir dalam penelitian ini apabila dikaitkan dengan perubahan tata guna lahan dalam lingkup DAS, dikhususkan pada banjir yang berasal dari banjir kiriman. Dengan demikian banjir yang disebabkan karena pasang air laut tidak termasuk dalam studi ini.

Berdasarkan fakta dan fenomena yang terjadi di Kota Semarang mengenai peristiwa banjir yang hampir terjadi setiap tahun, kiranya menarik untuk dilakukan studi tentang masalah perubahan penggunaan lahan terhadap banjir. Oleh karena itu studi yang diangkat berjudul : "*Pengaruh Perubahan Penggunaan Lahan DAS Kaligarang Terhadap Banjir di Kota Semarang*".

1.2. Perumusan Masalah

Bertolak dari permasalahan tersebut, maka rumusan masalah dalam penelitian ini :

"Bagaimana pengaruh perubahan penggunaan lahan DAS Kaligarang terhadap banjir di Kota Semarang?"

Munculnya pertanyaan ini berdasarkan adanya dugaan bahwa perubahan penggunaan lahan (hulu, tengah, hilir) utamanya peningkatan lahan terbangun pada suatu daerah aliran sungai akan mempengaruhi besarnya debit banjir, yang dapat diindikasikan melalui semakin besarnya nilai koefisien aliran, di samping akan menurunkan kapasitas sungai karena adanya bahan sedimentasi yang tinggi.

1.3. Tujuan dan Sasaran Studi

1.3.1 Tujuan Studi

Berdasarkan latar belakang dan perumusan masalah sebagaimana diuraikan sebelumnya, maka penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh perubahan penggunaan lahan DAS Kaligarang terhadap banjir di Kota Semarang.

1.3.2 Sasaran Studi

Sasaran Studi yang diharapkan adalah :

1. Mengkaji kecenderungan perubahan penggunaan lahan di DAS Kaligarang tahun 1990 – 2000.
2. Mengkaji pengaruh perubahan penggunaan lahan DAS Kaligarang terhadap banjir di Kota Semarang.
3. Mengkaji konsistensi penggunaan lahan dengan rencana tata ruang di DAS Kaligarang.

1.3.3. Manfaat Penelitian

Penelitian ini bermanfaat untuk : (1) Mengetahui distribusi lokasi dan prosentase perubahan penggunaan lahan DAS Kaligarang; (2) Mengetahui pengaruh perubahan penggunaan lahan terhadap banjir di Kota Semarang; (3) Mengetahui konsistensi antara penggunaan lahan dengan rencana tata ruang yang ada di DAS Kaligarang.

1.4 Ruang Lingkup Studi

1.4.1 Ruang Lingkup Materi

Ruang lingkup materi yang dikaji dalam penelitian ini adalah lebih ditekankan pada perubahan penggunaan lahan sebagai salah satu parameter dalam Daerah Aliran Sungai (DAS). Perubahan penggunaan lahan yang dimaksud dapat diartikan sebagai suatu proses untuk mengelola lahan secara lebih intensif dan ekstensif guna merubah pemanfaatan sumberdaya lahan. Secara sederhana perubahan penggunaan lahan pada dasarnya merupakan penggunaan lahan yang baru yang berbeda dengan penggunaan lahan sebelumnya, seperti perubahan dari tegalan menjadi permukiman atau dari kebun menjadi permukiman, atau secara lebih makro perubahan lahan non terbangun menjadi lahan terbangun.

Klasifikasi penggunaan lahan yang dipakai berdasarkan klasifikasi I Made Sandy dengan beberapa penyesuaian di lapangan. Klasifikasi terbagi atas 7 (tujuh) klas yaitu Hutan, Sawah, Tegalan / Kebun, Perkebunan, Semak belukar / sabana, Permukiman dan Tambak / kolam. Klasifikasi Permukiman dalam penelitian ini adalah lahan yang dipakai untuk bangunan atau lahan terbangun, meliputi lahan untuk rumah tinggal, perdagangan, industri, jasa dan perkantoran.

Banjir yang dimaksud dalam penelitian ini adalah kajian banjir berdasarkan pendugaan nilai koefisien aliran yang dihitung dari curah hujan harian dan debit banjir yang tercatat pada pos duga air Kaligarang – Panjangan atau perhitungan dengan metode rasional dan perhitungan dengan metode tumpang susun peta yang diperoleh dari C tanah, C topografi dan C vegetasi. Penelitian ini hanya difokuskan pada banjir yang berasal dari kiriman, dengan demikian penelitian ini tidak membahas banjir karena penyebab Rob.

Banjir di Kota Semarang yang dimaksudkan dalam penelitian ini adalah banjir yang terjadi karena limpasan air dari daerah hulu dan tengah DAS yang masuk ke Sungai Garang yang menyebabkan debit yang mengalir di sungai melampaui kapasitas pengaliran. Biasanya daerah genangan meliputi sekitar stasiun hujan Kalibanteng, Sampangan, Panjangan, Bulu Selatan, Krobokan, Tawangmas, Panggung Lor, Panggung Kidul, Pidrikan Lor dan Karangayu.

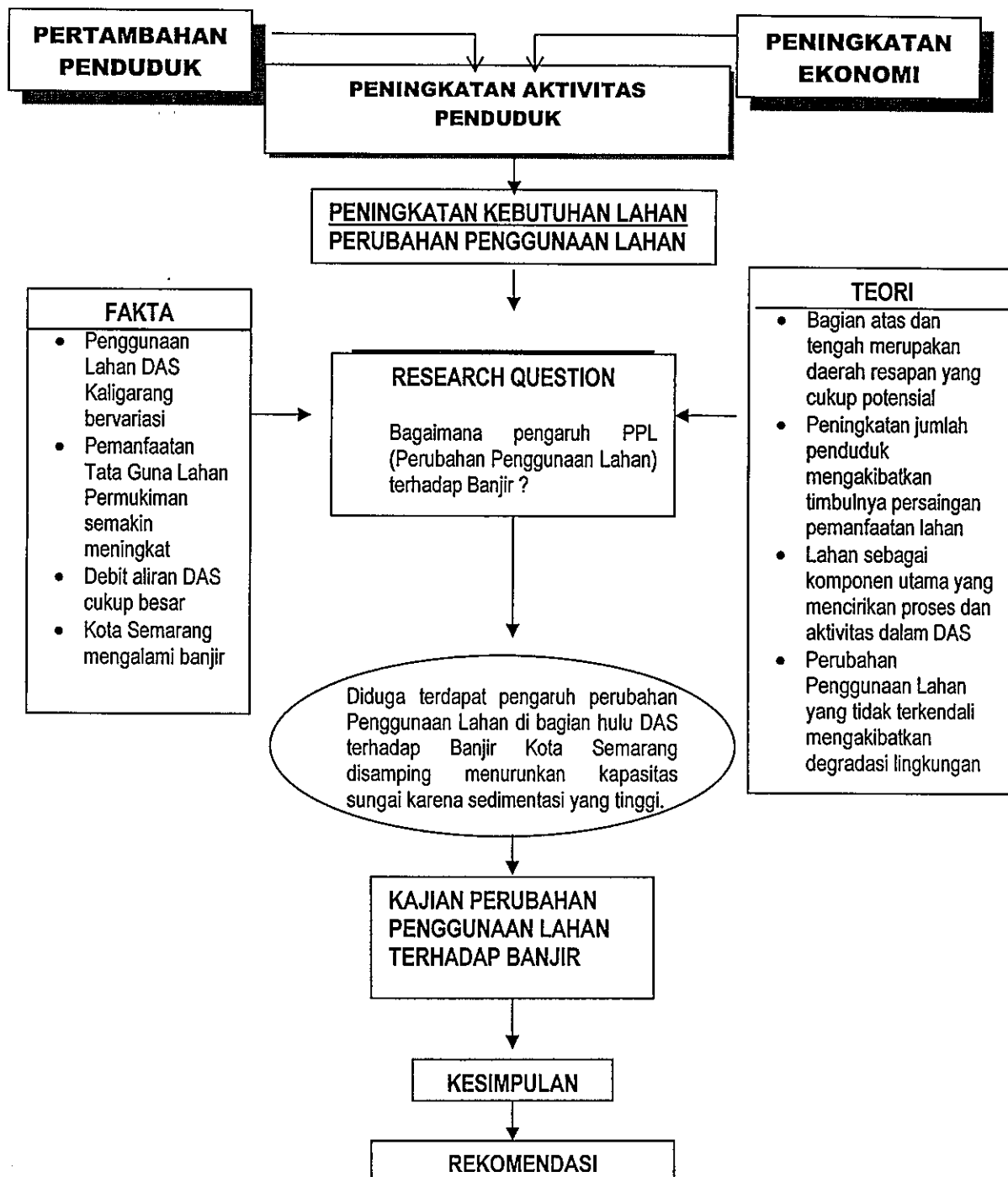
1.4.2 Ruang Lingkup Spasial

DAS Kaligarang merupakan salah satu Daerah Aliran Sungai yang berada di Propinsi Jawa Tengah, mengalir dari selatan yang berbukit dan bergunung ke dataran alluvial pantai utara. Secara geografis DAS Kaligarang membentang dari $110^{\circ}15'$ BT sampai $110^{\circ}25'$ BT dan $6^{\circ}57'$ LS sampai dengan $7^{\circ}12'$ LS. Berdasarkan perhitungan data, luas DAS Kaligarang adalah 20.400,52 hektar atau 204 km^2 (Dinas PSDA Prop. Jateng, 2000).

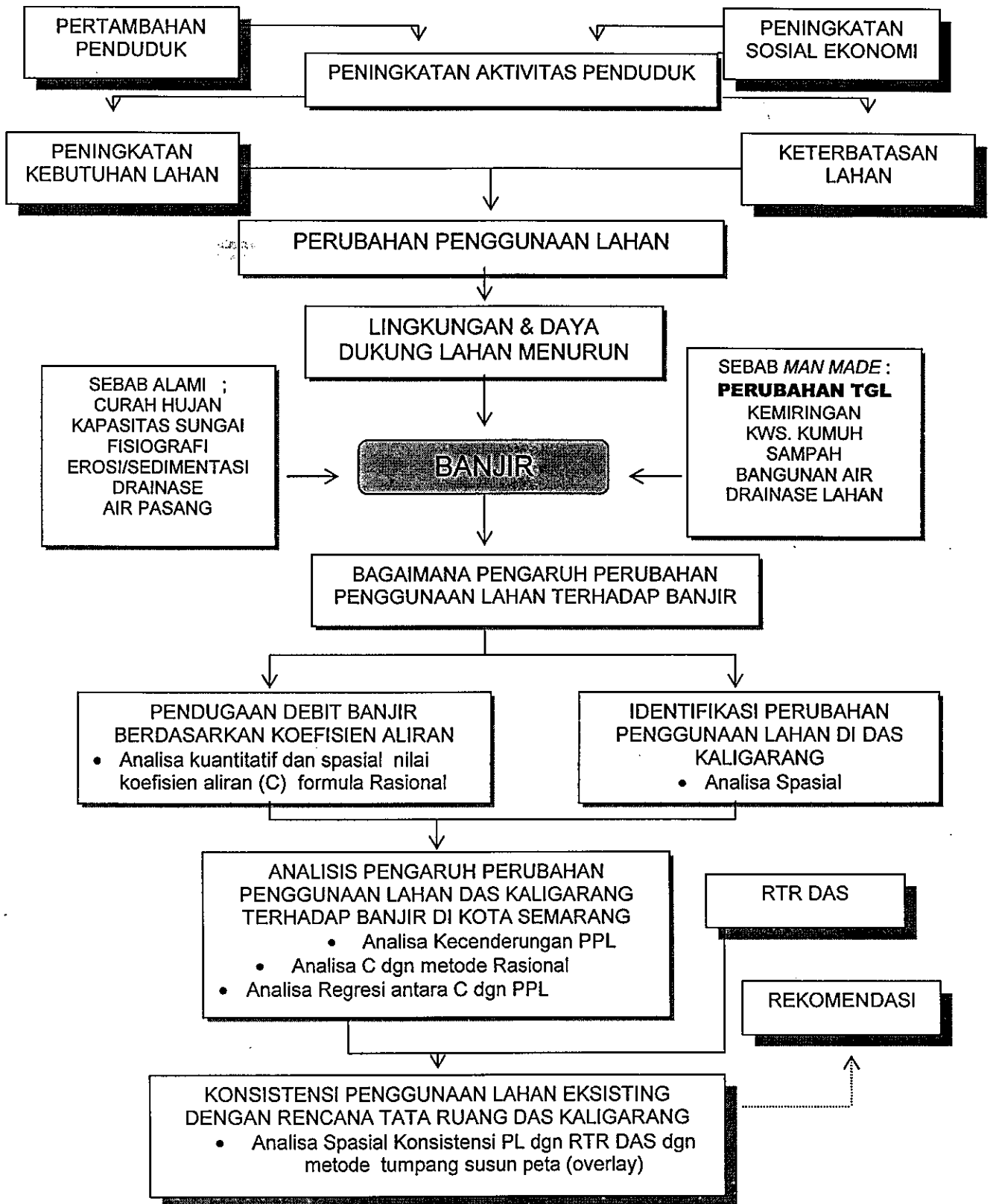
Daerah Aliran Sungai (DAS) Kaligarang dipilih sebagai lokasi dalam kajian penelitian ini karena *pertama*, posisi outlet DAS Kaligarang berada di Kota Semarang. Posisi tersebut berpengaruh langsung terhadap sungai-sungai yang masuk dalam DAS Kaligarang. *Kedua*, Kecamatan Ungaran, Gunungpati, Mijen (bagian tengah dan hulu DAS) serta Kecamatan Banyumanik merupakan daerah yang masuk dalam lingkup DAS Kaligarang dan telah mengalami banyak perubahan penggunaan lahan. *Ketiga*, secara umum DAS Kaligarang meliputi beberapa bentang lahan, dalam konteks hidrologi bentang lahan bagian hulu dan tengah merupakan daerah resapan yang cukup potensial.

1.5 Kerangka Pemikiran

GAMBAR 1.2
LATAR BELAKANG DAN KONSEP PENELITIAN
PENGARUH PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN DAS KALIGARANG TERHADAP BANJIR
DI KOTA SEMARANG



GAMBAR 1.3
BAGAN ALIR KERANGKA PEMIKIRAN STUDI
PENGARUH PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN DAS KALIGARANG
TERHADAP BANJIR DI KOTA SEMARANG



Latar belakang permasalahan penelitian ini diawali dari adanya pertumbuhan penduduk dan peningkatan kondisi sosial ekonomi mengakibatkan peningkatan aktivitas penduduk di Kota Semarang. Peningkatan aktivitas penduduk membawa konsekuensi logis pada adanya peningkatan kebutuhan akan lahan, di sisi lain terdapat keterbatasan lahan. Fenomena pertumbuhan penduduk dan kebutuhan akan lahan di Kota Semarang membawa pada suatu bentuk perubahan penggunaan lahan. Perubahan penggunaan lahan yang secara umum terjadi adalah perubahan lahan non terbangun menjadi lahan terbangun, di samping adanya pergeseran lahan terbangun ke daerah Semarang pinggiran bagian atas.

Sebagai konsekuensi logis dari sifat lahan yang terbatas, maka akan terjadi perubahan penggunaan lahan dimana sampai pada titik kritis akan menurunkan daya dukung lahan atau lingkungan yang akan mengganggu suatu ekosistem yang sudah berjalan sesuai dengan siklusnya. Ekosistem pada suatu Daerah Aliran Sungai (DAS) apabila mengalami gangguan dimana resapan berkurang, maka terjadilah banjir pada musim penghujan.

Banjir disebabkan oleh tindakan manusia dan penyebab alami. Penyebab alami banjir seperti curah hujan, kapasitas sungai, fisiografi, erosi, sedimentasi, drainase dan air pasang. Sedangkan penyebab oleh karena tindakan manusia adalah perubahan tata guna lahan, kemiringan, kawasan kumuh, sampah, bangunan air, dan drainase lahan. Banjir dalam kajian ini lebih difokuskan pada penyebab karena tindakan manusia khususnya pada perubahan penggunaan lahan. Oleh karena itu untuk mengetahui besarnya beban yang ditanggung oleh suatu DAS kaitannya dengan adanya perubahan penggunaan lahan baik di daerah hulu, tengah maupun hilir, maka perlu diidentifikasi perubahan penggunaan lahan yang terjadi di DAS Kaligarang dan pendugaan debit banjir berdasarkan koefisien aliran.

Perubahan penggunaan lahan yang terjadi di DAS Kaligarang secara spasial akan dapat diketahui distribusi lokasi dan kecenderungan perubahannya. Melalui analisa kuantitatif metode rasional dan tumpang susun peta akan dihitung besarnya nilai koefisien aliran (C). Besarnya nilai koefisien aliran (C) inilah yang dipakai untuk melakukan pendugaan terhadap banjir yang telah terjadi di Kota Semarang khususnya pada outlet Sungai Kaligarang. Sedangkan untuk mengetahui pengaruh antara perubahan penggunaan lahan dalam hal ini besarnya prosentase lahan terbangun dengan banjir yang diindikasikan dengan besarnya nilai koefisien aliran (C), maka dilakukan uji regresi linier sederhana.

Untuk mengetahui apakah terdapat konsistensi antara penggunaan lahan dengan rencana tata ruang DAS Kaligarang, maka dilakukan analisa spasial dengan cara tumpang susun peta RTR (Rencana Tata Ruang) DAS dengan penggunaan lahan tahun 2000, dimana RTR digunakan sebagai tolok ukur dalam penentuan kategori konsistensi dan pengelolaan. Hasil konsistensi tersebut dapat digunakan untuk memberikan suatu rekomendasi mengenai pengelolaan DAS Kaligarang secara makro. Secara skematis latar belakang dan konsep penelitian serta kerangka pemikiran penelitian ini diilustrasikan pada Gambar 1.2 dan 1.3.

1.6 Metodologi Studi

Pada bagian ini akan diuraikan beberapa hal meliputi konsep pendekatan studi, jenis dan sumber data, metode pengumpulan data serta teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini.

1.6.1 Konsep Pendekatan Studi

Konsep pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini pada dasarnya dapat diuraikan dalam beberapa tahap sebagai berikut :

1. Pemahaman mengenai karakteristik fisik Daerah Aliran Sungai Kaligarang seperti luas dan letak DAS, hidrologi, tanah, topografi, vegetasi serta pemahaman karakteristik dan kecenderungan perubahan penggunaan lahan yang tengah terjadi di DAS Kaligarang .
2. Mengidentifikasi perubahan penggunaan lahan serta mencari bagaimana pengaruh perubahan penggunaan lahan tersebut terhadap banjir di kota Semarang melalui pendugaan nilai koefisien aliran (C) dengan metode Rasional secara kuantitatif menurut Chow (Asdak, 1995) dan secara spasial menurut Hassing (Suripin, 2002).
3. Melakukan analisa regresi antara prosentase lahan terbangun dengan nilai koefisien C.
4. Melakukan analisa konsistensi Penggunaan Lahan Tahun 2000 dengan Rencana Tata Ruang DAS (RTR - DAS). Tahap ini akan memberikan gambaran mengenai bagaimana pengelolaan DAS yang seharusnya dilakukan sebagai usaha terhadap ketidak konsistenan Penggunaan Lahan.

Dalam upaya mencapai tujuan studi tentang “Pengaruh perubahan penggunaan lahan DAS Kaligarang terhadap banjir di Kota Semarang” dipilih metode pendekatan kuantitatif dan kualitatif. Pendekatan kuantitatif digunakan untuk menganalisis pengukuran secara kuantitas terhadap variabel yang dikaji atau dianalisis, sedangkan pendekatan kualitatif digunakan untuk memberikan predikat kepada variabel-variabel yang dikaji atau dianalisis guna menarik suatu kesimpulan.

1.6.1 Jenis dan Sumber Data

Jenis dan sumber data yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah data sekunder dan primer, sebagai berikut :

1. Data sekunder adalah data yang sumbernya diperoleh secara tidak langsung, dapat diperoleh melalui kajian literatur yang ada, instansi atau badan terkait.
 - a) Pengumpulan data fisik DAS Kaligarang berdasarkan data sekunder berasal dari Dinas PSDA Propinsi Jawa Tengah, Sub Balai RLKT meliputi (i) kondisi geografis; (ii) topografi; (iii) Iklim; (iv) geologi; (v) hidrologi; (vi) vegetasi (vii) tanah.
 - b) Pengumpulan data hidrologi DAS Kaligarang berdasarkan data dari Dinas PSDA Propinsi Jawa Tengah, BMG, Stasiun hujan. Data sekunder tahun 1990, 1995, 2000 tersebut meliputi : (i) debit sungai; (ii) curah hujan; (iii) debit puncak.
 - c) Pengumpulan data perubahan penggunaan lahan berdasarkan data dari BPN, Sub Balai RLKT, Bappeda Propinsi Jawa Tengah dan BPS. Data tahun 1990, 1995, 2000 tersebut meliputi : (i) data numerik penggunaan lahan Tahun 1990 - 2000; (ii) data spasial penggunaan lahan Tahun 1990, 1995 dan 2000.
 - d) Pengumpulan data dan peta Rencana Tata Ruang Wilayah Kab. Semarang, Kota Semarang dan Kab. Kendal dari Bappeda Kota Semarang, Kabupaten Semarang dan Kabupaten Kendal serta peta arahan dan rencana pemanfaatan lahan DAS Kaligarang dari BRLKT.
2. Data primer adalah data yang diperoleh secara langsung dari hasil pengamatan lapangan seperti pengukuran di lapangan dengan maksud :
 - a) Memperoleh deskripsi mengenai kondisi DAS Kaligarang .

- b) Melakukan pengecekan langsung di lapangan terhadap beberapa informasi dan data yang diperoleh dari data sekunder dan peta tematik yang dirasakan masih meragukan.

1.6.2 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh data sebagai bahan masukan bagi tahapan analisis. Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi kajian literatur, survey instansional dan observasi lapangan.

1.6.3 Teknik Analisis Data

Teknik analisis yang digunakan dalam penelitian perubahan penggunaan lahan DAS Kaligarang terhadap Banjir di Kota Semarang secara umum terbagi menjadi 2 (dua) teknik analisis yaitu; (i) Teknik analisis kualitatif dan (ii) Teknik analisis kuantitatif, dimana tujuannya adalah untuk mengkaji pengaruh perubahan penggunaan lahan terhadap kondisi hidrologi, khususnya banjir.

Teknik analisis kualitatif yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskripsi eksplanatif untuk mengidentifikasi karakteristik fisik DAS Kaligarang dan deskripsi eksploratif untuk mengkaji perbedaan hasil antara perhitungan nilai koefisien aliran (C) formula rasional (Chow) secara kuantitatif dengan formula rasional (Hassing) secara spasial serta mengkaji karakteristik pembagian DAS yang meliputi hulu, tengah dan hilir kaitannya dengan banjir di Kota Semarang.

Teknik analisis kuantitatif yang dipakai dalam penelitian ini adalah : (i) Analisis spasial ; digunakan untuk mengetahui yang *pertama*, distribusi lokasi dari perubahan penggunaan lahan dalam rentang tahun 1990 - 2000 dengan alat bantu GIS. *Kedua*, Analisa

perhitungan koefisien aliran dengan data peta DAS, peta topografi, peta tanah, peta vegetasi. *Overlay* dari keempat peta tematik tersebut akan diperoleh matriks koefisien aliran untuk masing-masing poligon. *Ketiga*, analisis konsistensi penggunaan lahan dengan Rencana Tata Ruang. (ii) analisis pendugaan debit banjir berdasarkan koefisien aliran (C) metode Rasional menurut Chow. Nilai C atau koefisien aliran tersebut dikalikan dengan Intensitas hujan dan luas masing-masing DAS akan diperoleh total Debit banjir DAS Kaligarang. (iii) Analisa Kecenderungan dengan melihat distribusi frekuensi digunakan untuk mengetahui sejauh mana telah terjadi besarnya prosentase lahan terbangun di DAS Kaligarang. (iv) Analisa Regresi linier sederhana antara perubahan penggunaan lahan yang diparameterkan dengan prosentase lahan terbangun dengan banjir yang dicerminkan dengan nilai koefisien aliran. Analisa ini digunakan untuk mengetahui apakah terdapat pengaruh antara besarnya perubahan penggunaan lahan dengan banjir yang terjadi di Kota Semarang. Teknik analisa yang digunakan dalam penelitian ini secara terinci dijelaskan sebagai berikut :

1.6.4.1 Analisa Kecenderungan Perubahan Penggunaan Lahan

Analisa kecenderungan penggunaan lahan dalam penelitian ini dilakukan secara spasial dengan menggunakan teknik analisa tumpang susun peta atau *overlay*, akan diperoleh distribusi frekuensi dan prosentase perubahan per jenis penggunaan lahan. Analisis spasial melalui tumpang susun peta digunakan untuk mengetahui distribusi lokasi terjadinya perubahan penggunaan lahan mulai dari Tahun 1990 sampai Tahun 2000. Teknik operasionalisasi analisis spasial perubahan penggunaan lahan melalui tumpang susun peta adalah sebagai berikut:

1. Penentuan Peta Kerja DAS Kaligarang sebagai *base map* penelitian, peta rupabumi dari Bakosutanal dipakai sebagai acuan , sedangkan peta penyelarasan luas DAS adalah peta dari PSDA.
2. Melakukan penyeragaman klasifikasi penggunaan lahan, melalui penentuan jenis klasifikasi yang dipilih dalam penelitian ini adalah Klasifikasi IMade Sandy untuk pemetaan skala 1 : 200.000 dengan penyesuaian di lapangan terdiri atas 7 kriteria yaitu : (1) Hutan merupakan penggabungan dari hutan negara, hutan rakyat; (2) Sawah merupakan penggabungan dari Sawah 1 x panen, sawah 2 x panen, sawah 1 x padi 1 x palawija; (3) Perkebunan merupakan penggabungan dari perkebunan negara, perkebunan rakyat; (4) Tegalan/ Kebun campuran merupakan penggabungan dari tegalan, (5) semak belukar atau sabana merupakan penggabungan dari kebun, kebun dan sabana / semak belukar; (6) permukiman merupakan penggabungan dari permukiman, perkantoran, industri, perdagangan, tanah terbuka, dan permukiman pekarangan; (7) Tambak / tubuh air merupakan penggabungan dari tambak, kolam, danau, rawa, atau kenampakan tubuh air lainnya. Klasifikasi dengan 7 kriteria ini dipilih untuk menyesuaikan dengan kriteria jenis vegetasi pada penentuan koefisien aliran (Cv) yang terdiri dari 4 kriteria yaitu ; (1) Hutan, (2) pertanian, (3) padang rumput (semak) dan (4) tanah tanpa vegetasi.
3. Melakukan verifikasi luas DAS dengan cara *base map* yang telah diperoleh dari Bakosurtanal dimatchingkan dengan data peta dari Dinas PSDA sebagai pengelolaan sumberdaya air di Jawa Tengah.
4. Melakukan verifikasi perkembangan perubahan penggunaan lahan di DAS Kaligarang diolah dengan menggunakan analisa spasial, diawali dengan melakukan pengamatan peta penggunaan lahan dan melakukan pengukuran luas lahan pada tiap-tiap jenis

klasifikasi penggunaannya sesuai Tabel I.3. Dari pengukuran dapat diperoleh besarnya prosentase per jenis penggunaan lahan di DAS Kaligarang.

TABEL I.3
PENYESUAIAN KLASIFIKASI PENGGUNAAN LAHAN

Klasifikasi I Made Sandy	Klasifikasi Penelitian	Klasifikasi Peta dari Instansi
Sawah	Sawah	Sawah 1 x padi, sawah 2 x padi, sawah 1 x padi, 1 kali palawija
Ladang yang berpindah		
Hutan (dgn pohon besar)	Hutan	Hutan negara, hutan rakyat
Tegalan dan Kebun	Tegalan, kebun campuran	Tegalan, kebun campuran
Lahan rawa	Tambak, tubuh air	Tambak, kolam, rawa, danau, kenampakan tubuh air lainnya
Alang-alang & semak belukar	Sabana, Semak belukar	Semak belukar, sabana
Perkampungan	Permukiman	Permukiman dan pekarangan, industri, perkantoran, perdagangan, tanah terbuka
Perkebunan rakyat, perkebunan negara		
	Perkebunan	Perkebunan negara dan rakyat

Sumber : I Made Sandy (1977) dan hasil pengolahan (2003).

5. Melakukan Analisa kecenderungan dengan formula sebagai berikut :

Untuk mengetahui besarnya perubahan penggunaan lahan tahun 1990 – 2000 atau 1990 – 1995 dapat dihitung dengan rumus prosentase sebagai berikut :

$$\text{Perubahan (\%)} = \frac{GL_{i t1} - GL_{i t0}}{GL_{i t0}} \times 100 \% \quad \dots\dots\dots(1 - 1)$$

Keterangan :

- GL_i = Guna Lahan kelas i
- t₀ = Tahun awal analisis (1990)
- t₁ = Tahun akhir analisis (1995)

Dimana semakin besar nilai prosentase yang diperoleh, maka semakin besar perubahan telah terjadi pada jenis penggunaan lahan tersebut.

1.6.4.2 Analisa Pengaruh Perubahan Penggunaan Lahan terhadap Banjir

Dalam analisa ini terdapat tiga tahapan yang harus dilalui yaitu :

1. Melakukan identifikasi perubahan penggunaan lahan dari tahun 1990 – 2000, dengan mengetahui seberapa besar telah terjadi perubahan penggunaan lahan khususnya lahan terbangun.
2. Analisa Banjir dalam penelitian ini dapat diketahui dari pendugaan debit banjir berdasarkan koefisien aliran (C) formula rasional menurut Chow dan Hasing. Koefisien aliran atau C formula rasional menurut Chow sebagai berikut :

$$C = \frac{Q}{0,00278 \times I \times A} \quad (1 - 2)$$

Keterangan :

- Q = Debit rerata (liter/detik)
 I = Intensitas Hujan Harian (mm)
 A = Luas DAS (Ha)

Koefisien aliran atau C formula rasional menurut Hasing (Suripin, 2002:70) merupakan gabungan atau penjumlahan dari C topografi (Ct), C tanah (Cs), C vegetasi (Cv) , dengan formula pada (1-3) di bawah ini.

Operasionalisasi penghitungan koefisien aliran (C) formula rasional menurut Hasing (secara spasial) adalah : (1) Menyiapkan data dan peta tanah , data dan peta topografi , data dan peta vegetasi . (2) melakukan pemetaan terhadap ketiga peta tersebut di atas (3) Melakukan analisa spasial dengan cara tumpang susun peta (overlay) terhadap ketiga peta tersebut. (4) Menginterpretasi Hasil Peta Koefisien aliran (C) menurut Hasing dengan 4 (empat) kategori sebagai berikut :

- Debit banjir kecil apabila $C < 0,25$
- Debit Banjir sedang apabila $0,25 < C < 0,50$
- Debit banjir besar apabila $0,50 < C < 0,75$
- Debit banjir sangat besar apabila nilai $C > 0,75$.

Secara teoritis Analisa Debit Banjir dapat diperoleh dari teknik analisa kuantitatif debit banjir metode rasional. Formula yang digunakan adalah metode rasional Hasing sbb :

$$Q = 0,002778 I \sum_{i=1}^n C_i A_i$$

$$C_{DAS} = \frac{\sum_{i=1}^n C_i A_i}{\sum_{i=1}^n A_i} \quad (1-3)$$

Keterangan :

Q = Total debit = Laju limpasan (debit banjir puncak) (m³/detik)
 C = Koefisien Limpasan (penjumlahan dari Ct + Cs+ Cv)
 I = Intensitas Hujan (mm/jam)
 A = Luas DAS (Ha)

Nilai C_{DAS} dapat diperoleh dari matrik koefisien aliran, merupakan gabungan atau penjumlahan dari C topografi (Ct), C tanah (Cs), C vegetasi (Cv). Setelah diketahui besarnya C_{DAS} , maka dapat dihitung besarnya debit puncak (Qp) dengan menggunakan formula tersebut di atas. Nilai C akan berkisar antara 0 – 1.

Apabila terjadi peningkatan koefisien aliran mengindikasikan bahwa DAS telah mengalami gangguan fisik, sebagai dampak dari adanya perubahan penggunaan lahan. Nilai C besar mengindikasikan bahwa telah terjadi aliran permukaan yang

lebih besar pada air hujan. Keadaan ini tentunya menjadi ancaman akan terjadinya banjir.

1.6.4.3 Analisa Regresi Perubahan Penggunaan Lahan terhadap Banjir

Melakukan analisa regresi linier sederhana antara prosentase perubahan penggunaan lahan (terbangun dan non terbangun) dengan debit banjir dan koefisien aliran. Analisis ini untuk meneliti pengaruh dari beberapa variabel independen (variabel bebas) X terhadap variabel dependen (tidak bebas) Y. Adapun rumusnya adalah sebagai berikut :

$$Y = a + bX \quad .(1-4)$$

Dimana :

Y = debit dan koefisien aliran (variabel tidak bebas / dependent)

a = konstanta

b = koefisien parameter dari masing-masing variabel

X = perubahan penggunaan lahan / lahan terbangun (variabel bebas)

Analisis Korelasi

Analisis korelasi menggambarkan keeratan hubungan antara variabel X dan Y atau dalam hal ini adalah hubungan antara debit sungai dan koefisien aliran dengan variabel perubahan penggunaan lahan.

Rumusnya adalah sebagai berikut :

$$r = \frac{n\sum X_i Y_i - \sum X_i \sum Y_i}{\sqrt{[n\sum X_i^2 - (\sum X_i)^2][n\sum Y_i^2 - (\sum Y_i)^2]}} \quad (1 - 5)$$

Dalam uji koefisien korelasi berganda jika nilai hasil perhitungan mendekati angka satu (1) berarti terdapat hubungan yang erat antara keseluruhan variabel independen terhadap variabel dependen. Sebaliknya, jika nilai perhitungan jauh dari angka satu (1) berarti bahwa tidak eratnya hubungan antara variabel independen terhadap variabel dependen.

Pengujian Hipotesis

a. Koefisien Determinasi (R^2)

Koefisien Determinasi (R^2) digunakan untuk mengetahui prosentase perubahan variabel tidak bebas (Y) yang disebabkan oleh variabel bebas (X).

Jika R^2 semakin besar, maka prosentase perubahan variabel tidak bebas (Y) yang disebabkan oleh variabel bebas (X) semakin tinggi. Jika R^2 semakin kecil, maka prosentase perubahan variabel tidak bebas (Y) yang disebabkan oleh variabel bebas (X) semakin rendah.

b. Uji F atau Uji Signifikansi Persamaan.

Uji F adalah pengujian signifikansi persamaan yang digunakan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh variabel bebas (X) yaitu perubahan penggunaan lahan / lahan terbangun – non terbangun terhadap variabel tidak bebas (Y) yaitu debit dan koefisien aliran.

Langkah-langkah pengujian :

1. Menentukan formulasi H_0 dan H_a

H_0 = tidak ada pengaruh antara variabel independen (X) terhadap variabel dependen (Y)

H_a = ada pengaruh antara variabel independen (X) terhadap variabel dependen (Y)

- a. Taraf nyata $\alpha = 95$ persen
- b. Derajat kebebasan F tabel ($\alpha, k, n-k-1$)

Dimana :

$\alpha = 0.05$

$k =$ jumlah variabel bebas

$n =$ jumlah sampel

2. Menentukan kriteria pengujian

H_0 diterima apabila F hitung $<$ F tabel

H_0 ditolak apabila F hitung $>$ F tabel

3. Menghitung nilai F dengan rumus (Sudjana, 1988)

$$F = \frac{R^2 / k}{(1-r^2)/(n-k-1)} \quad (1 - 5)$$

Dimana :

$R^2 =$ Koefisien determinasi berganda

$n =$ jumlah data

$k =$ jumlah variabel bebas

4. Kesimpulan ditolak, berarti tidak terdapat pengaruh secara simultan. Bila F

hitung $>$ F tabel, maka H_0

Bila F hitung $<$ F tabel, maka H_0 diterima dan H_a ditolak dan H_a diterima

berarti terdapat pengaruh secara simultan.

1.6.4.4 Analisa Konsistensi Penggunaan Lahan dengan RTR DAS

Analisa konsistensi ini merupakan analisa spasial dengan menggunakan teknik tumpang susun peta (overlay). Dalam analisa konsistensi ini tolok ukur yang digunakan adalah Rencana Tata Ruang DAS Kaligarang, dengan langkah sebagai berikut :

1. Mengumpulkan data Peta Rencana Tata Ruang DAS.
2. Melakukan pengolahan Peta Rencana Tata Ruang DAS Kaligarang sebagai input data sebelum dilakukan analisa secara spasial
3. Melakukan pengolahan Peta Penggunaan Lahan Tahun 2000 sebagai input data.
4. Menyusun konsep keterkaitan Konsistensi Penggunaan Lahan dengan RTR dengan jenis pengelolaan sebagai berikut :

**TABEL I.4
HUBUNGAN KONSISTENSI DENGAN PENGELOLAAN**

PL Th. 2000	RTR	Kategori konsistensi	Pengelolaan
Permukiman Sawah Tegalan Perkebunan Hutan Tambak / kolam Semak / sabana	Permukiman Sawah Tegalan Perkebunan Hutan Tambak / kolam Semak / sabana	Konsisten	Pengelolaan tetap
Salah satu jenis penggunaan lahan untuk pertanian, seperti hutan, perkebunan, tegalan, sawah, semak dan tambak.	Permukiman atau pertanian	Konsisten untuk Budidaya	Pengelolaan tetap, tetapi perlu pengendalian dalam pelaksanaan
Permukiman	Non Permukiman	Tidak konsisten	Pengelolaan dilakukan peninjauan ulang dengan pertimbangan : 1. lahan terbangun tidak diubah 2. lahan non terbangun dikaji ulang disesuaikan dengan penyimpangannya.

Sumber : hasil pengolahan, 2003

1.7 Sistematika Penulisan

Secara garis besar penulisan ini disajikan dalam lima bab, yang saling terkait. Bab pertama berupa pendahuluan yang didalamnya mengetengahkan dasar-dasar dari penyusunan tesis meliputi pembahasan mengenai latar belakang, perumusan masalah penelitian, tujuan dan sasaran penelitian, ruang lingkup penelitian, kerangka pemikiran, pendekatan studi dan metode penelitian serta sistematika penulisan.

Bab kedua menyajikan telaah kritis mengenai tata ruang dan tata guna lahan, keterkaitan tata ruang dan tata guna lahan, penggunaan lahan, klasifikasi penggunaan lahan, perubahan penggunaan lahan, faktor-faktor pendorong perubahan penggunaan lahan, Banjir, Daerah Aliran Sungai, siklus hidrologi, faktor-faktor penyebab banjir dan parameter banjir, keterkaitan tata guna lahan dengan banjir serta kebijakan pengendalian banjir.

Bab Ketiga menggambarkan kondisi wilayah DAS Kaligarang seperti karakteristik fisik meliputi : letak dan luas DAS Kaligarang, topografi, morfologi, iklim, tanah dan penggunaan lahan; karakteristik sosial ekonomi mencakup kependudukan dan perekonomian secara makro.

Bab keempat berisi tentang uraian hasil analisa data meliputi analisa perubahan penggunaan lahan di DAS Kaligarang seperti perkembangan dan distribusi lokasi perubahan penggunaan lahan; analisa banjir seperti diskripsi curah hujan, debit sungai, koefisien aliran; analisa regresi antara prosentase perubahan penggunaan lahan terbangun dengan debit, dan koefisien aliran serta analisa konsistensi penggunaan lahan dengan rencana tata ruang DAS Kaligarang.

Bab kelima mengemukakan hasil temuan atau hasil studi untuk selanjutnya dibuat kesimpulan dan arahan atau rekomendasi untuk mengadakan studi lanjut tentang pengaruh perubahan penggunaan lahan di DAS Kaligarang.

Lampiran berisi tentang daftar pustaka, hasil pengumpulan data, hasil pengolahan data, lembar asistensi sebagai bagian yang tak terpisahkan dalam penulisan tesis ini.

BAB II

KAJIAN PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN DAN BANJIR

2.1. Tata Ruang dan Tata Guna Lahan

2.1.1 Tata Ruang

Tata ruang merupakan wujud struktural dalam pola pemanfaatan ruang, baik yang terencana maupun yang tidak terencana. Pengertian ruang dalam Pedoman Undang – Undang Nomor 24 Tahun 1992 tentang Penataan Ruang adalah wadah secara keseluruhan yang meliputi ruang daratan, ruang lautan dan ruang udara sebagai satu kesatuan wilayah, dengan interaksi sistem sosial (yang meliputi manusia dengan seluruh kegiatan sosial, ekonomi dan budaya) dengan ekosistem (sumberdaya alam dan sumberdaya buatan) berlangsung.

Penataan ruang merupakan proses perencanaan tata ruang, pemanfaatan ruang dan pengendalian pemanfaatan ruang. Penataan ruang yang digariskan bahwa ada dua komponen utama yang membentuk tata ruang, yakni wujud struktural dan pola pemanfaatan.

Pemanfaatan ruang adalah bentuk pemanfaatan ruang yang menggambarkan ukuran, fungsi serta karakter kegiatan manusia atau kegiatan alam; diantaranya meliputi pola lokasi, sebaran permukiman, tempat kerja, industri dan pertanian serta pola penggunaan tanah pedesaan dan perkotaan (Kimpraswil, 2002). Tujuan dari pemanfaatan ruang adalah pengaturan manfaat sumberdaya alam yang ada di daratan, lautan dan udara. Pemanfaatan sumberdaya alam harus dikelola dalam keseimbangan dan keserasian perkembangan antar wilayah dan antar sektor melalui pemanfaatan ruang kawasan, pertahanan dan keamanan negara, integrasi nasional, kualitas lingkungan, fungsi tatanan

serta pemanfaatan ruang wilayah yang meliputi kawasan lindung, kawasan budidaya dan kawasan tertentu.

Kebutuhan atau tingkat kepentingan wujud struktural dan pola pemanfaatan ruang secara bersamaan akan berbeda untuk setiap tingkatan rencana tata ruang kawasan perkotaan. Pada tingkat rencana struktur, kebutuhan akan keserasian dan keterkaitan sistem pusat-pusat menjadi prioritas utama dibandingkan dengan kebutuhan akan pola pemanfaatan ruang. Sebaliknya, rencana teknis ruang akan lebih menitikberatkan kebutuhan pengaturan tata letak dibandingkan keterkaitan sistem pusat-pusat secara hirarkis. Oleh karenanya diperlukan rencana tata ruang yang disesuaikan dengan skala kebutuhan. Rencana tata ruang pada dasarnya merupakan hasil perencanaan wujud struktural dan pola pemanfaatan ruang.

Produk perencanaan tata ruang meliputi struktur pemanfaatan ruang yang berupa tata guna lahan, tata guna air, tata guna udara, dan tata guna sumberdaya alam lainnya yang merupakan satu kesatuan lingkungan.

2.1.2 Tata Guna Lahan

Alokasi pemanfaatan ruang dalam bentuk tata guna lahan merupakan suatu pengaturan dan pemanfaatan lahan untuk berbagai kegiatan dengan fungsi yang telah ditetapkan di setiap kawasan dengan sasaran yang ingin dicapai adalah penggunaan dan pemanfaatan lahan secara optimal untuk memperoleh hasil yang optimal tanpa memberikan dampak pada lingkungan.

Perubahan penggunaan lahan dari lahan non terbangun menjadi terbangun seperti dari tegalan atau pekarangan menjadi permukiman, perkantoran atau industri akan menyebabkan berkurangnya kemampuan lahan untuk meresapkan air hujan.

Lahan yang termasuk salah satu faktor yang ada dalam DAS adalah suatu mintakat darat (*terrestrial zone*) yang merupakan kesatuan gejala atmosfer, biosfer, hidrologi, geologi dan antroposfer yang membentuk suatu keadaan yang berpengaruh penting atas penggunaan suatu wilayah oleh manusia pada waktu ini dan masa mendatang (Dharoko, 1993)

Dilihat dari aspek strukturnya, lahan adalah pembawa berbagai ekosistem, dan sekaligus merupakan bagian dari ekosistem-ekosistem itu yang mempunyai fungsi penting guna menampung segala aspek kehidupan manusia.

Guna lahan berarti penataan, pengaturan, penggunaan suatu lahan, dalam guna lahan itu juga diperhitungkan faktor geografi budaya dan sosial, faktor geografi alam serta hubungannya (Jayadinata, 1992). Sedangkan guna lahan perkotaan dapat diartikan suatu istilah yang digunakan untuk menunjukkan pembagian, penggunaan, pengaturan dalam ruang dari peran kota sebagai kawasan tempat tinggal, kawasan tempat bekerja, dan kawasan rekreasi (Jayadinata, 1992).

Pemanfaatan DAS oleh manusia sering terlihat dari pola tata guna lahannya. Tata guna lahan dimaksudkan sebagai upaya pengarahan penggunaan lahan dengan kebijakan umum dan program tata ruang untuk memperoleh manfaat total sebaik-baiknya secara berkesinambungan dari kemampuan total lahan yang tersediakan (Dharoko, 1993)

Tata guna lahan pada umumnya dapat diterjemahkan sebagai : (1) kelangsungan interaksi optimum antara intensitas kegiatan dan kemampuan lahan, (2) menempatkan jumlah maksimum penggunaan lahan tak deterioratif dan kompatibel; (3) keuntungan individu dan masyarakat berimbang; (4) berkelanjutan fungsi sumberdaya lahan (Suardika, 2002).

2.1.3 Keterkaitan Tata Ruang dan Tata Guna Lahan

Kebijakan tata ruang sangat erat kaitannya dengan kebijakan tata guna lahan. Ruang sebagai wadah menyeluruh dalam interaksi sistem sosial ekonomi dan budaya manusia dengan ekosistemnya, membutuhkan yang namanya lahan. Lahan sebagai bagian dari ekosistem mempunyai fungsi penting untuk menampung segala aspek kehidupan manusia. Untuk itu lahan berpengaruh penting atas penggunaan suatu wilayah. Berkaitan dengan hal tersebut lahan perlu ditata penggunaan dengan memperhitungkan berbagai faktor, karenanya manusia perlu mengenal tata guna lahan melalui penyusunan tata ruang yang sesuai dengan arah dan tujuan yang diharapkan.

Untuk itu strategi yang digunakan dalam mempertimbangkan tata guna lahan harus berdasarkan atas prinsip-prinsip :

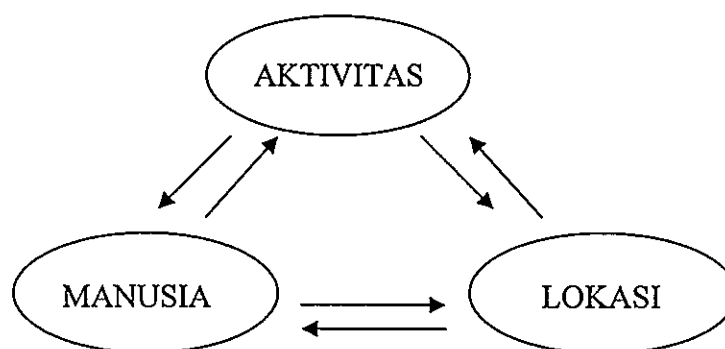
1. Penggunaan lahan secara optimal, yakni pendayagunaan fungsi tanah secara optimal dalam usaha mengatur tata ruang yang serasi,
2. Pola serasi usaha mengadakan kegiatan yang saling menunjang dan keseimbangan kegiatan di antara ruang-ruang atau lahan-lahan yang dibentuk,
3. Keseimbangan ekosistem yaitu usaha mempertahankan nilai-nilai alami guna mencapai tujuan kelestarian hidup yang ideal (RTRW Kota Semarang).

2.2 Penggunaan Lahan

Pengertian penggunaan lahan pada prinsipnya mengenai kegiatan manusia di muka bumi untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Menurut Malingreau (1978) penggunaan lahan adalah segala macam campur tangan manusia, baik secara menetap maupun berpindah-pindah terhadap suatu kelompok sumberdaya alam dan sumberdaya buatan,

yang secara keseluruhan disebut lahan, dengan tujuan untuk mencukupi kebutuhan baik material maupun spiritual atau kedua-duanya.

Penggunaan lahan merupakan salah satu faktor penting yang dapat mempengaruhi perkembangan struktur kota. Bentuk guna lahan kota merupakan bentuk dasar dari struktur kota dan bentuk struktur kota ini merupakan pencerminan dari suatu struktur sosial kota. Pada satu sisi, perubahan kondisi sosial ekonomi dapat mempengaruhi bentuk atau pola penggunaan lahan di kota dan di sisi lain, guna lahan yang menggambarkan lokasi dan kegiatan kota berpengaruh juga terhadap perkembangan sosial ekonomi di masa depan. Pola penggunaan lahan kota merupakan perwujudan dari sistem aktivitas kota dalam ruang dan lokasi tertentu. Catanese (1984) mengemukakan bahwa unit-unit aktivitas, orang dan lokasi akan berinteraksi satu sama lain dalam kerangka sistem. Bentuk interaksi keterkaitan ketiganya merupakan hubungan timbal balik seperti Gambar 2.1.



Sumber : Catanese ed., 1984 : 317

GAMBAR 2.1.
ELEMEN-ELEMEN GUNA LAHAN

Menurut Chapin (1995) ada tiga sistem yang mempengaruhi penggunaan lahan kota yaitu :

1. Sistem aktivitas kota, berhubungan dengan manusia dan lembaganya seperti rumah tangga, perusahaan, pemerintah dan lembaga-lembaga lain dalam mengorganisasikan

hubungan tersebut dalam memenuhi kebutuhan dasar manusia dan keterkaitan antara satu dengan yang lain dalam waktu dan ruang.

2. Sistem pengembangan lahan, berhubungan dengan proses konversi lahan dan penyesuaiannya bagi kebutuhan manusia dalam mendukung aktivitas manusia. Sistem pengembangan lahan ini berhubungan dengan lahan kota baik dari segi penyediaannya maupun sisi ekonominya.
3. Sistem lingkungan berhubungan dengan unsur biotik dan abiotik. Sistem ini berfungsi untuk menyediakan tempat bagi kehidupan manusia dan sumberdaya untuk mendukung kelangsungan hidup manusia.

Ketiga sistem tersebut akan saling mempengaruhi dalam membentuk struktur penggunaan lahan di kota. Di kebanyakan tempat unsur yang paling mempengaruhi dalam pembentukan struktur ruang kota adalah sistem aktivitas karena biasanya penduduk yang padat dengan berbagai macam kegiatan, maka sistem aktivitas masyarakat kotanya akan jauh lebih berperan. Ketiga sistem tersebut saling berinteraksi dan membentuk suatu pola penggunaan lahan kota dan akan terus berkembang seiring dengan perkembangan kotanya.

2.2.1 Klasifikasi Penggunaan Lahan

Penggunaan lahan baik di perdesaan maupun di perkotaan, dalam kenyataannya menunjukkan suatu kompleksitas, walaupun keduanya berbeda derajat kompleksitasnya. Perbedaan kompleksitas tersebut didukung oleh obyek-obyek bentang alam, bentang budaya, ekosistem, sistem produksi dan sebagainya. Oleh karena itu dalam rangka inventarisasi perlu dilakukan penggolongan atau pengelompokan atau klasifikasi. Makna klasifikasi adalah proses penetapan obyek-obyek, kenampakan atau satuan-satuan menjadi kumpulan – kumpulan, di dalam suatu sistem pengelompokan yang dibedakan

berdasarkan sifat-sifat khusus, atau berdasarkan kandungan isinya (Ritohardoyo, 2002). Manfaat utama dari kumpulan yang kompleks menjadi kelompok-kelompok (klas atau kategori) yang dapat diperlakukan sebagai unit-unit yang seragam untuk suatu tujuan yang khusus. Dengan demikian tujuan dari klasifikasi adalah untuk menentukan kriteria. Menurut Ritohardoyo (2002) sistem-sistem klasifikasi adalah sekedar temuan manusia yang disusun untuk menyesuaikan kebutuhan manusia.

Klasifikasi penggunaan lahan sangat penting di dalam studi maupun inventarisasi penggunaan lahan. Hal ini dimaksudkan untuk memperoleh suatu bahasa dan pengertian dalam memperoleh informasi mengenai tata guna lahan dalam pengambilan keputusan, terutama untuk tujuan perbandingan atau kompilasi. Klasifikasi

Menurut Ritohardoyo (2002) suatu klasifikasi yang benar sebaiknya mempunyai ciri sebagai berikut :

1. Klas-klas harus diberi batasan yang tepat dan keanekaragaman di dalam klas-klas tersebut harus dibuat seminimum mungkin.
2. Pemisahan diantara kategori harus tegas.
3. Klasifikasi harus terbuka untuk memungkinkan penambahan klas-klas lagi di dalam kerangka kerja itu juga apabila diperlukan lebih lanjut.
4. Proses pembuatan kategori harus harus diselaraskan dengan tingkatan generalisasi.
5. Klasifikasi seharusnya diatur menurut suatu hirarki himpunan (aggregation), sehingga dapat digunakan ketelitian pada tingkat yang berbeda pula. Klasifikasi semacam ini sangat cocok untuk keperluan kompilasi secara umum, karena klas-klas tersebut dapat dihimpun dibawah skala yang lebih kecil.
6. Suatu persyaratan yang kadang diajukan adalah bahwa klasifikasi tersebut sebaiknya disesuaikan dengan tujuan pengumpulan data.

Klasifikasi di Indonesia sangat banyak, setiap pakar mengembangkan klasifikasinya sendiri, akibatnya klasifikasi penggunaan lahan yang baku sulit didapatkan. Satu hal yang perlu diingat bahwa tidak ada klasifikasi yang ideal yang dapat memuaskan keperluan seluruh peneliti. Beberapa klasifikasi penggunaan lahan adalah :

1. Menurut Darmojuwono (1964) menekankan pada aspek penggunaan lahan, yang berpedoman dari *Commision on World Land Use Survey*. Klasifikasi tersebut memiliki hirarki atau penjenjangan yang mantap, sehingga untuk pemetaan penggunaan lahan mampu menampilkan pola keruangan dari suatu wilayah. Empat aspek yang berpengaruh adalah (1) metode dari penggunaan lahan, (2) orientasi penggunaan lahan, (3) bentuk penggunaan lahan, dan (4) produktivitas penggunaan lahan untuk mengetahui metode, jenis dan hasil produksi tanaman yang berhubungan dengan lingkungan.
2. Menurut I Made Sandy (1977), mendasarkan pada bentuk penggunaan lahan. Namun demikian, variasi jumlah dan jenis kategori (kelas) bentuk penggunaan lahan disarankan untuk mempertimbangkan skala peta yang digunakan. Pada skala peta yang berbeda, jumlah dan jenis kategori bentuk lahan juga berbeda. Dalam kaitannya dengan klasifikasi penggunaan lahan ini Sandy membedakan jumlah dan kategori bentuk penggunaan lahan untuk pemetaan 1 : 250.000 – 1 : 200.000 dengan 8 kategori sedangkan untuk pemetaan 1 : 100.000 ke atas dengan 10 kategori.
3. Menurut Malingreau (1978), menekankan pada pemahaman sistem klasifikasi dan mengacu pada suatu kerangka kerja klasifikasi menurut Dent, dengan cara membagi kelompok-kelompok menjadi : (1) order, (2) sub order, (3) family (4) class, (5) sub class, (6) land utilization.

4. Menurut Land Utilization Survey di Inggris (1933), klasifikasi ini direkomendasikan untuk pemetaan. Klasifikasi ini berdasarkan pada kualitas lahan menurut ukuran kemanfaatannya dalam mendukung kebutuhan konsumsi manusia, dibagi dalam tiga kelompok besar yaitu lahan kategori baik, sedang dan miskin.
5. Menurut USGS, sistem klasifikasi yang dilakukan menyajikan kategori penggunaan lahan dan penutup lahan yang lebih rinci, yaitu tingkat I dan II untuk informasi secara nasional, hal ini dimaksudkan agar pada tahap III dan IV dirancang oleh pengguna lokal berdasarkan sistem USGS. Klasifikasi USGS di Tingkat I dan II diharapkan membantu peneliti dalam mengembangkan sendiri klasifikasi penggunaan lahan berikutnya sesuai dengan tujuan penelitian yang dilakukan.

Dalam studi ini klasifikasi yang dipilih mengikuti dasar yang digunakan oleh I Made Sandy (1977) dengan penyesuaian yaitu klasifikasi untuk pemetaan skala 1 : 200.000 dengan 6 kategori sesuai tujuan penelitian. Klasifikasi yang digunakan adalah : (1) Hutan, (2) Perkebunan, (3) Permukiman, (4) Sawah, (5) Tegalan / Kebun campuran dan (6) Tambak / Kolam / Tubuh air.

2.2.2 Perubahan Penggunaan Lahan

Pertumbuhan dan perubahan penggunaan lahan kota, terutama perubahan dari lahan pertanian menjadi lahan non pertanian telah menjadi perhatian (Kivell 1993 dalam Mardiansyah, 1999). Turner & Meyer (1991 dalam Asdak 1995) menyatakan bahwa perubahan penggunaan lahan adalah suatu proses untuk mengelola lahan secara lebih intensif atau ekstensif atau bahkan merubah pemanfaatan tata guna lahan. Sementara itu menurut Mardiansyah (1999) perubahan pemanfaatan lahan secara umum memiliki pengertian sebagai suatu pemanfaatan baru atas lahan yang berbeda dengan pemanfaatan

lahan sebelumnya. Dengan demikian yang menjadi patokan adalah perbedaan jenis pemanfaatan lahan antara kegiatan sebelum dan sesudahnya. Perubahan penggunaan lahan memberikan pengaruh negatif terhadap DAS dan sistem hidrologi seperti berubahnya karakter permukaan tanah dari DAS yang akan mempengaruhi penyimpanan *run off* (Riley & Arnell dalam Suardika, 2002). Pengaruh perubahan tata guna lahan terhadap sistem hidrologi dapat dilihat pada Tabel II.1.

TABEL II.1.
PENGARUH PERUBAHAN TATA GUNA LAHAN TERHADAP SISTEM
HIDROLOGI

Perubahan Tata Guna Lahan	Kemungkinan Pengaruh Hidrologi
Penghilangan pepohonan atau vegetasi	Penurunan intersepsia transpirasi, infiltrasi & peningkatan aliran banjir
Pembangunan perumahan secara massal	Peningkatan sedimentasi aliran sungai, penurunan resapan, menyebabkan peningkatan aliran banjir dan menurunkan permukaan air tanah
Pengeboran sumur / pengambilan air tanah	Penurunan permukaan air tanah
Perataan tanah untuk penyediaan perumahan massal, sejumlah lapisan tanah atas dibuang	Mempercepat erosi lahan dan sedimentasi dan pendangkalan sungai. Peningkatan aliran banjir, penghilangan sungai-sungai terkecil.
Urbanisasi kawasan semakin lengkap dengan penambahan lebih banyak perumahan, jalan-jalan dan bangunan-bangunan untuk umum, perdagangan dan industri	Penurunan resapan dan turunnya permukaan air tanah, jalan-jalan dan selokan-selokan menjadi saluran banjir, membuat puncak banjir yang lebih tinggi dan aliran dasar yang lebih rendah bagi sungai-sungai setempat.
Pembangunan sistem drainase saniter dan bangunan pengolahan limbah cair	Penghilangan tambahan air dari kawasan, penurunan resapan dan pengisian akuifer yang lebih besar.
Pengeboran sumur-sumur industri yang lebih dalam dan berkapasitas besar	Penurunan tekanan permukaan air akuifer artesis. Penyedotan akuifer dapat menyebabkan gangguan air asin di daerah pesisir dan pencemaran oleh air kualitas rendah atau air payau.

Sumber : Leeden (dalam Suardika 2002:27)

Kegiatan tata guna lahan yang bersifat merubah tipe atau jenis penutup lahan dalam suatu DAS dapat memperbesar atau memperkecil hasil air (*water yield*). Pada batas-batas

tertentu, kegiatan tersebut dapat mempengaruhi kualitas air. Terjadinya perubahan tata guna lahan dan jenis vegetasi dalam skala besar dan bersifat permanen dapat mempengaruhi besar kecilnya hasil air. Kekeringan dan banjir adalah contoh kontras tentang perilaku air sebagai akibat perubahan kondisi tata guna lahan dan curah hujan.

2.2.3 Faktor-faktor Pendorong Perubahan Penggunaan Lahan

Perkembangan penggunaan lahan perkotaan maupun di sekitar kota berkaitan erat dengan pertumbuhan kota yang selalu dihadapi oleh suatu wilayah. Meskipun latar belakang pertumbuhan kota-kota secara fisik memiliki karakteristik yang beragam, namun dampak keruangan yang ditimbulkan hakekatnya mirip satu sama lain, yakni kecenderungan kompetisi penggunaan lahan di daerah pinggiran atau sekitar kota yang sebelumnya dipakai sebagai lahan pertanian.

Masalah yang berkaitan dengan perubahan penggunaan lahan sebagai salah satu tantangan dalam pengelolaan sumberdaya alam, merupakan akibat dari bertambahnya tekanan penduduk yang secara terus menerus berkembang serta perubahan dalam sifat dan intensitas kegiatan ekonomi (Fadjarajani, 2001). Pertumbuhan kawasan perkotaan yang pesat menyebabkan adanya perubahan penggunaan lahan di perkotaan. Dalam prosesnya, perubahan penggunaan lahan dari lahan non terbangun menjadi lahan terbangun berkaitan erat dengan ekspansi atau perluasan kawasan perkotaan sebagai wujud fisik dari proses urbanisasi. Lahan menjadi faktor kunci dalam kaitannya dengan pola dan proses perubahan kota. Hal ini karena terdapat kaitan yang erat antara penggunaan lahan dan perubahan demografis di kawasan perkotaan yang dapat ditunjukkan dari meningkatnya pendapatan masyarakat (Fadjarajani, 2001).

Faktor-faktor yang mendorong terjadinya perubahan penggunaan lahan menurut Pierce (1981 dalam Firman 1997) adalah (1) perubahan penduduk, semakin bertambah jumlah penduduk semakin tinggi terjadinya perubahan penggunaan lahan. (2) fungsi ekonomi yang dominan, (3) ukuran kota, (4) rata-rata nilai lahan permukiman, (5) kepadatan, (6) wilayah geografi, (7) lahan pertanian potensial.

Sedangkan menurut Setiawan dan Purwanto (1994 dalam Firman 1997) perubahan penggunaan lahan disebabkan oleh 2 (dua) faktor pendorong yaitu faktor eksternal dan internal. Faktor eksternal meliputi urbanisasi dan kondisi sosial ekonomi. sementara faktor internal meliputi lokasi, lahan potensial seperti luas lahan dan pendapatan.

Menurut Sabari Yunus (2000) bahwa ada 2 (dua) elemen utama dalam perkembangan penggunaan lahan yang menyebabkan kota selalu bersifat dinamis yaitu (1) elemen demografis kependudukan, artinya semakin bertambah penduduk maka semakin tinggi perkembangan penggunaan lahan, dan (2) elemen kegiatan penduduknya yaitu dari sisi perekonomian bahwa semakin membaik kondisi ekonomi masyarakat (pendapatan) maka semakin mempercepat perkembangan penggunaan lahan.

Menurut Chapin (1995) Faktor-faktor yang mempengaruhi pengembangan guna lahan antara lain ; (1) topografi, semakin tinggi topografi semakin rendah tingkat perubahan penggunaan lahannya. (2) penduduk, semakin banyak jumlah penduduk, semakin banyak perubahan penggunaan lahan terjadi. (3) nilai lahan, semakin mahal lahan karena kestrategisannya maka semakin cepat mengalami perubahan. (4) aksesibilitas, semakin tinggi tingkat aksesibilitas maka semakin besar perubahan penggunaan lahan. (5) sarana dan prasarana, semakin banyak sarana dan prasarana yang ada maka semakin cepat perubahan terjadi serta (7) daya dukung lingkungan.

Sedangkan menurut Martin B (dalam Warpani, 1990) ada empat faktor yang berpengaruh terhadap perkembangan penggunaan lahan yaitu (1) topografi, semakin tinggi topografi semakin rendah terhadap perkembangan lahan, (2) jumlah penduduk, semakin besar jumlah penduduk semakin tinggi perkembangan penggunaan lahan. (3) biaya bangunan, semakin tinggi biaya bangunan maka semakin tinggi perkembangan penggunaan lahan dan (4) derajat pelayanan jaringan perangkutan, semakin tinggi derajat pelayanan jaringan perangkutan, maka semakin besar perkembangan penggunaan lahan.

2.3 Banjir

Menurut Suardika (2002) banjir adalah peristiwa terjadinya genangan pada lahan yang biasanya kering (bukan daerah rawa) sebagai akibat dari limpasan air dari sungai yang disebabkan debit yang mengalir di sungai melampaui kapasitas pengaliran. Dalam hal ini air sungai yang mengalir dan melimpas berasal dari tempat lain yang pasti berasal dari hulu. Selain akibat adanya limpasan air sungai, genangan banjir dapat terjadi akibat hujan lokal dan kondisi setempat yang mengalami air pasang.

Banjir merupakan suatu luapan sungai yang disebabkan oleh curah hujan yang tinggi di daerah hulu sungai, kemudian karena kapasitas sungai tidak mampu menyalurkan air ke hilirnya sehingga akan meluap ke daerah sekitarnya. Banjir juga disebabkan oleh besarnya volume air larian pada suatu daerah yang melampaui daya tampung atau kapasitas air yang tertampung di daerah tersebut (Suardika, 2002).

Dilihat dari penyebabnya banjir yang terjadi di Kota Semarang sangat kompleks, dimana banjir tersebut bersumber dari banjir yang berasal dari hujan lokal, banjir yang berasal dari kiriman daerah atas dan banjir yang berasal dari air pasang (rob). Dengan

demikian apabila musim penghujan datang, debit aliran permukaan merupakan resultan dari ketiganya.

2.3.1 Daerah Aliran Sungai

Secara umum Daerah Aliran Sungai (DAS) dapat didefinisikan sebagai suatu wilayah, yang dibatasi oleh batas alam, seperti punggung bukit-bukit atau gunung atau batas alam, seperti jalan atau tanggul dimana air hujan yang turun di wilayah tersebut memberi kontribusi aliran ke titik kontrol / outlet (Suripin, 2001).

Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan satuan pengelolaan dan pemantauan tataguna lahan yang paling logis, dikarenakan dalam suatu DAS ada keterkaitan hubungan biofisik antara daerah hulu dan hilir (Asdak, 1995)

Menurut Asdak (1995) DAS juga merupakan suatu sistem dinamik yang terdiri atas beberapa komponen , seperti vegetasi, tanah dan sungai. Mengingat DAS merupakan suatu ekosistem maka setiap masukan ke dalam ekosistem tersebut dapat dievaluasi proses yang telah dan sedang terjadi dengan melihat output dari ekosistem tersebut. Curah hujan yang merupakan input dari ekosistem DAS akan mengalami interaksi dengan komponen-komponen ekosistem DAS, yang pada akhirnya akan menghasilkan output berupa debit, muatan sedimen dan material lainnya yang terbawa oleh aliran sungai.

Proses yang berlangsung dalam suatu ekosistem DAS, menunjukkan input berupa curah hujan sedangkan output berupa debit aliran dan atau muatan sedimen (Suripin, 2002). Komponen-komponen ekosistem DAS di kebanyakan daerah di Indonesia terdiri atas manusia, vegetasi, tanah dan sungai. Hujan yang jatuh di suatu DAS akan mengalami interaksi dengan komponen-komponen ekosistem DAS tersebut, dan pada gilirannya akan

menghasilkan keluaran berupa debit, muatan sedimen dan material lainnya yang terbawa oleh aliran sungai (Hastuti, 2002).

Menurut Kodoatie (2001:80) DAS sebagai suatu ekosistem terbagi dalam 3 bagian yaitu daerah hulu, tengah dan hilir, dimana menunjukkan sifat dan karakteristik yang berbeda. Ketiga bagian tersebut secara rinci dapat digambarkan sebagai berikut :

1. Bagian hulu terutama di daerah pegunungan sungai-sungai biasanya mempunyai kemiringan yang terjal (*steep slope*). Kemiringan dasar sungainya antara 2 – 3 % atau lebih. Kemiringan terjal dan curah hujan yang tinggi akan menimbulkan kuat arus (*stream power*) besar sehingga debit aliran sungai-sungai di daerah ini menjadi cukup besar. Periode waktu debit aliran umumnya berlangsung cepat. Bagian hulu ditandai dengan adanya erosi akibat penggerusan dasar sungai dan longsoran tebing. Proses sedimentasinya disebut degradasi. Material dasar sungai dapat berbentuk batu besar, kerakal, kerikil dan pasir. Bentuk sungai di bagian hulu adalah *braider* (selampit atau keping). Penampang melintang sungai umumnya berbentuk huruf V. Bagian hulu biasanya diindikasikan sebagai daerah konservasi, dengan kemiringan lereng lebih dari 15 %, mempunyai kerapatan drainase lebih tinggi, biasanya bukan merupakan zona rawan banjir.
2. Bagian hilir dimulai dari batas bagian tengah atau transisi, daerah pantai dan berakhir di laut (mulut sungai / *estuary*). Kemiringan daerah ini dari landai menjadi sangat landai, bahkan ada bagian-bagian sungai terutama yang mendekati laut kemiringan dasar sungai hampir mendekati 0. Proses aggradasi (penumpukan) sedimen lebih dominan. Material dasar sungainya lebih halus dibandingkan bagian tengah atau transisi dan hulu. Bilaman banjir terjadi, periodenya lebih lama dibandingkan daerah tengah atau transisi maupun hulu. Bagian hilir ini

dindikasikan sebagai daerah pemanfaatan dengan kemiringan lereng $< 8\%$ (kecil sampai datar) kerapatan drainase lebih kecil dan biasanya pada beberapa tempat merupakan zona rawan banjir.

3. Bagian tengah adalah daerah transisi dari hulu ke hilir, mulai batas pegunungan sampai ke daerah pantai. Kemiringan dasar pantai umumnya kurang dari 2% karena kemiringan memanjang sungai di daerah ini berangsur-angsur menjadi landai (*mild*). Di daerah ini seiring dengan berkurangnya debit aliran, walaupun erosi masih terjadi tetapi proses sedimentasi meningkat yang menyebabkan endapan sedimen mulai timbul, akibat pengendapan ini berpengaruh terhadap mengecilnya kapasitas sungai (pengurangan tampang lintang sungai). Proses degradasi (penggerusan) dan akresi (penumpukan) sedimen terjadi. Akibatnya banjir dapat terjadi dalam waktu yang relatif lebih lama dibandingkan hulu. Material dasarnya relatif lebih halus dibanding bagian hulu. Penampang melintang sungai umumnya berangsur-angsur berubah dari berbentuk huruf V menjadi U.

Dari ketiga bagian dalam ekosistem tersebut bagian hulu merupakan bagian yang terpenting karena mempunyai fungsi perlindungan terhadap DAS secara keseluruhan.

Ekosistem DAS merupakan bagian yang penting karena mempunyai fungsi perlindungan terhadap DAS. Aktivitas DAS yang menyebabkan perubahan ekosistem, misalnya perubahan tata guna lahan, khususnya di daerah hulu, dapat memberikan dampak pada daerah hilir berupa perubahan fluktuasi debit air dan kandungan sedimen serta material terlarut lainnya (Suripin, 2001).

Dalam ekosistem DAS dikenal 3 (tiga) proses alami yang berhubungan dengan kelestarian sumberdaya tanah dan air yaitu : (i) limpasan permukaan; (ii) erosi; (iii)

sedimentasi (Suripin, 2002). Adanya limpasan yang berlebihan akan menimbulkan terjadinya banjir, di sisi lain pada musim kemarau akan berakibat kekeringan. Terjadinya erosi dapat menyebabkan turunnya daya dukung lahan / lingkungan, sedangkan sedimentasi akan menyebabkan terjadinya pendangkalan pada waduk, sungai, laut dan jaringan irigasi.

Nilai tingkat kualitas suatu DAS dapat diukur dari dua parameter yang secara teoritis dan praktis dapat dianalisa (Suripin, 1995). Parameter tersebut adalah tingkat erosi yang dialami, dalam hal ini sedimen; fluktuasi debit sungai yang mengalir dalam beberapa kondisi curah hujan yang berbeda. Kedua parameter tersebut merupakan gambaran dari ekosistem dan karakteristik suatu DAS.

2.3.2 Siklus Hidrologi

Menurut Suripin (2002) siklus hidrologi dapat digambarkan sebagai berikut :

Air menguap dari permukaan laut akibat energi panas matahari. Uap air yang dihasilkan dibawa udara yang bergerak. Uap tersebut mengalami kondensasi dan membentuk butir-butir air, yang akan jatuh kembali sebagai hujan. Hujan ada yang jatuh di laut, darat dan sebagian menguap kembali sebelum mencapai ke permukaan bumi.

Hujan yang jatuh di permukaan bumi menyebar ke berbagai arah dengan beberapa cara. Sebagian akan tertahan sementara di permukaan bumi sebagai genangan air, yang dikenal dengan simpanan depresi. Sebagian air hujan akan mengalir ke sungai yang disebut dengan aliran permukaan. Apabila permukaan tanah porous, sebagian air akan meresap ke dalam tanah melalui peristiwa yang disebut dengan infiltrasi. Sebagian lagi akan kembali melalui penguapan dan transpirasi oleh tanaman. Pada kondisi tertentu air dapat mengalir secara lateral pada zona kapiler, proses ini disebut dengan interflow.

Uap air dalam zona kapiler dapat juga kembali ke permukaan tanah kemudian menguap. Air yang tersimpan dalam zona jenuh air disebut air tanah. Air tanah ini bergerak sebagai aliran air tanah melalui batuan atau lapisan tanah sampai keluar ke permukaan sebagai sumber air (*spring*) atau sebagai rembesan ke danau, waduk, sungai atau ke laut.

Air yang mengalir dalam saluran atau sungai dapat berasal dari aliran permukaan atau dari air tanah yang merembes di dasar sungai. Kontribusi air tanah pada aliran sungai disebut aliran dasar (*baseflow*), sementara total aliran disebut debit (*runoff*). Air yang tersimpan diwaduk, danau, sungai disebut air permukaan (*surface water*).

2.3.3 Faktor Penyebab Banjir

Menurut Robert (2002) masalah banjir telah ada sejak manusia berada di bumi dan melakukan berbagai kegiatan di dataran banjir (*flood plain*) suatu sungai. Pesatnya perkembangan di dataran banjir hilir sungai berkaitan dengan terdapatnya kemudahan dan daya tarik, antara lain kondisi topografi yang datar serta tanahnya yang subur transportasi yang relatif mudah.

Faktor yang menjadi penyebab terjadinya banjir dapat diklasifikasikan dalam 2 (dua) kategori, yaitu banjir yang disebabkan oleh sebab-sebab alami dan banjir yang diakibatkan oleh tindakan manusia (Robert, 2002).

Banjir yang diakibatkan oleh sebab-sebab alami yaitu :

- Curah hujan; di negara yang beriklim tropis sepanjang tahun mempunyai 2 (dua) musim yaitu musim hujan umumnya terjadi antara bulan Oktober sampai dengan bulan Maret, dan musim kemarau terjadi antara bulan April sampai dengan bulan September. Pada musim penghujan, curah hujan yang tinggi akan mengakibatkan

banjir di sungai dan bilamana melebihi tebing sungai maka akan timbul banjir atau genangan.

- Pengaruh fisiografi; fisiografi atau geografi sungai seperti bentuk, fungsi dan kemiringan DAS, kemiringan sungai, geometrik hidrologik (bentuk penampang seperti lebar, kedalaman, potongan memanjang, material dasar sungai), lokasi sungai.
- Erosi dan sedimentasi; Erosi di DAS berpengaruh terhadap pengurangan kapasitas penampang sungai. Besarnya sedimentasi akan mengurangi kapasitas saluran, sehingga timbul genangan dan banjir di sungai. Erosi dan sedimentasi sering menjadi problem utama.
- Kapasitas sungai; pengurangan kapasitas aliran banjir pada sungai dapat disebabkan oleh pengendapan berasal dari erosi DAS dan erosi tanggul sungai yang berlebihan dan sedimentasi di sungai itu karena tidak adanya vegetasi penutup dan adanya penggunaan lahan yang kurang sesuai.
- Kapasitas drainase yang kurang memadai; kurang memadainya drainase daerah genangan, maka banyak daerah yang menjadi langganan banjir di musim penghujan.
- Pengaruh air pasang; air pasang laut memperlambat aliran sungai ke laut. Pada waktu banjir bersamaan dengan air pasang yang tinggi, maka tinggi genangan atau banjir menjadi besar karena terjadi aliran balik (*backwater*), peristiwa itu terjadi sepanjang tahun baik di musim penghujan maupun kemarau.

Banjir yang disebabkan oleh tindakan manusia yaitu :

- Perubahan kondisi DAS; perubahan DAS seperti penggundulan hutan, usaha pertanian yang kurang tepat, perluasan kota, dan perubahan tata guna lahan dapat memperburuk banjir karena adanya peningkatan aliran banjir. Perubahan tata guna

lahan memberikan kontribusi yang paling besar terhadap naiknya kuantitas dan kualitas banjir.

- Kawasan kumuh; perumahan kumuh yang terdapat di sepanjang sungai dapat menjadi penghambat aliran.
- Sampah; pembuangan sampah pada alur sungai akan meninggikan muka air banjir dan adanya sampah di alur sungai akan menghalangi aliran air.
- Drainase lahan; drainase perkotaan dan pengembangan pertanian pada daerah bantaran banjir akan mengurangi kemampuan bantaran dalam menampung debit air yang tinggi.
- Bendung dan bangunan air; bendung dan bangunan air seperti pilar jembatan dapat meningkatkan elevasi muka air banjir karena efek aliran balik (*backwater*).
- Kerusakan bangunan pengendali banjir; pemeliharaan yang kurang memadai dari bangunan pengendali banjir akan menimbulkan kerusakan dan akhirnya tidak berfungsi, dapat meningkatkan kuantitas banjir.

Berdasarkan hasil laporan JICA di Kota Semarang terdapat 3 (tiga) sumber penyebab utama banjir yaitu (JICA, 1995) :

Pertama, penyebab banjir kiriman adalah peningkatan faktor pengaliran akibat berkurangnya daerah konservasi dan menyempitnya penampang sungai akibat sedimentasi, serta terdapatnya '*bottleneck*' akibat masyarakat mendirikan bangunan di tepi sungai / saluran.

Kedua, penyebab banjir lokal adalah kondisi topografi yang sangat landai, sedimentasi dasar saluran yang sangat tebal, kapasitas saluran yang kurang memadai, berkurangnya resapan tanah, dan adanya kecenderungan permukaan tanah turun akibat

pemompaan air bawah tanah yang berlebihan. Banjir lokal sering terjadi di daerah yang mempunyai ketinggian kurang dari +7.00 m dari muka air laut.

Ketiga, penyebab banjir akibat air laut pasang (rob) adalah terjadinya penurunan tanah akibat peristiwa pemampatan tanah (konsolidasi) yang disebabkan oleh kawasan terbangun dan pemompaan air bawah tanah yang berlebihan, serta semakin bertambah majunya pantai utara akibat reklamasi dan naiknya permukaan air laut karena panas global. Berdasarkan pada penyebab terjadinya banjir, maka dalam penelitian ini hanya dibatasi pada penyebab banjir kiriman.

2.3.4 Parameter Banjir

Parameter banjir yang digunakan dalam penelitian ini dengan menggunakan pendekatan pendugaan Debit banjir berdasarkan koefisien aliran (C). Debit banjir yang digunakan dalam penelitian ini dengan menggunakan formula metode rasional , dengan mempertimbangkan pada 3 (tiga) variabel yaitu : (1) C atau koefisien limpasan, (2) I atau intensitas hujan dan, (3) A atau luas area.

2.3.4.1 Debit Banjir

Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) memerlukan berbagai informasi untuk mendukung pengambilan keputusan selanjutnya, salah satu diantaranya adalah informasi besarnya debit banjir / debit puncak. Dalam penelitian ini akan dilakukan pendugaan besarnya debit banjir (Q_p) dengan menggunakan metode rasional yang dalam pengolahan, manipulasi, analisis dan penyajiannya menggunakan sistem Informasi geografis (SIG)

Dalam metode rasional dari Chow (dalam Sumarwoto, 1992) dijelaskan bahwa debit banjir yang ada dapat digunakan rumus :

$$Q = C \times I \times A \quad \dots\dots\dots (2 - 1)$$

Dimana : Q = Debit banjir (m³/hari hujan)
 C = Koefisien air larian
 I = Intensitas hujan (mm/hari hujan)
 A = Luas daerah (m²)

Berdasarkan rumus tersebut dapat diketahui apabila nilai C naik maka nilai Q akan naik, jika I dan A diasumsikan konstan. Model dari Chow ini akan digunakan sebagai dasar dalam mengamati secara matematis dari suatu kenaikan banjir. Kenaikan banjir Q dipengaruhi oleh C, I dan A. Banjir terjadi karena dua faktor yaitu : (i) faktor ulah / tingkah laku manusia dan (ii) faktor alami. Apabila banjir disebabkan karena faktor ulah manusia maka persamaan dalam metode rasionalnya Chow meliputi C dan A.

Pada dasarnya A (luas daerah) merupakan kategori alami, akan tetapi manusia dapat mengubah nilai A dengan cara memindahkan atau merubah arah aliran sungai. Asumsi Chow mengatakan bahwa intensitas hujan dan luas daerah yang diamati cenderung konstan, sehingga besar kecilnya volume air larian Q pada daerah tersebut ditentukan oleh pola penggunaan lahan atau penutup lahan yang ditunjukkan dalam koefisien air larian C. Semakin banyak lahan dengan prosentase terbangunnya tinggi, maka semakin besar pula total koefisien air lariannya, dengan demikian debit air larian di daerah tersebut menjadi semakin besar. Besarnya debit air larian yang melebihi daya tampung daerah tersebut akan menimbulkan masalah banjir.

2.3.4.2 Limpasan

Dalam siklus hidrologi dinyatakan bahwa air hujan yang turun dari atmosfer apabila tidak ditangkap oleh vegetasi atau permukaan-permukaan buatan seperti atap bangunan atau

lapisan kedap air lainnya, jatuh ke permukaan bumi dan sebagian lagi menguap, berinfiltrasi atau tersimpan dalam cekungan-cekungan. Apabila kehilangan seperti cara tersebut di atas telah terlampaui, sisa air hujan akan mengalir langsung di atas permukaan tanah menuju alur aliran terdekat. Dalam pengendalian banjir tidak hanya memperhatikan pada aliran permukaan (*surface runoff*) saja tetapi limpasan (*runoff*). Limpasan merupakan gabungan antara aliran permukaan, aliran yang tertunda pada cekungan dan aliran bawah permukaan (*subsurface flow*) (Suripin, 2002).

Menurut Suripin (2003) Faktor-faktor yang mempengaruhi limpasan pada umumnya dapat dibedakan menjadi 2 (dua) yaitu (1) faktor meteorologi dan, (2) karakteristik Daerah Aliran Sungai.

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

1. Intensitas hujan. Pengaruh intensitas hujan terhadap limpasan permukaan tergantung pada laju infiltrasi. Jika intensitas hujan melebihi laju infiltrasi, maka akan terjadi limpasan permukaan sejalan dengan peningkatan intensitas curah hujan. Namun peningkatan limpasan permukaan tidak selalu sebanding dengan peningkatan intensitas hujan akibat adanya penggenangan di permukaan tanah. Intensitas hujan berpengaruh pada debit maupun volume limpasan.
2. Durasi hujan. Total limpasan suatu hujan berkaitan langsung dengan durasi hujan dengan intensitas tertentu. Setiap DAS 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.
3. Distribusi curah hujan. Laju dan volume limpasan dipengaruhi oleh distribusi dan intensitas hujan di seluruh DAS. Secara umum, laju dan volume limpasan maksimum

terjadi jika seluruh DAS telah memberi kontribusi aliran. Namun, hujan dengan intensitas tinggi pada sebagian DAS dapat memberikan limpasan yang lebih besar dibandingkan dengan hujan biasa yang meliputi seluruh DAS.

Faktor karakteristik DAS yang berpengaruh besar pada aliran permukaan yaitu :

1. Luas dan bentuk DAS; laju dan volume aliran permukaan makin bertambah besar dengan bertambahnya luas DAS. Akan 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. Hal ini berkaitan dengan waktu yang diperlukan oleh air untuk mengalir dari titik terjauh sampai ke titik kontrol dan juga penyebaran atau intensitas hujan. Bentuk DAS memanjang dan sempit cenderung menghasilkan laju aliran permukaan yang lebih kecil dibandingkan dengan DAS yang berbentuk melebar atau melingkar. Hal ini terjadi karena waktu konsentrasi DAS yang memanjang lebih lama dibandingkan dengan DAS melebar.
2. Topografi; topografi seperti kemiringan lahan, keadaan dan kerapatan parit dan /atau saluran, dan bentuk-bentuk cekungan lainnya mempunyai pengaruh pada laju dan volume aliran permukaan. DAS dengan kemiringan curam disertai parit / saluran yang rapat akan menghasilkan laju dan volume aliran permukaan yang lebih tinggi dibandingkan dengan DAS yang landai dengan parit yang jarang dan adanya cekungan. Pengaruh kerapatan parit, yaitu panjang parit per satuan luas DAS, pada aliran permukaan adalah memperpendek waktu konsentrasi sehingga memperbesar laju aliran permukaan.
3. 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 – 1. Nilai C = 0 menunjukkan bahwa semua air hujan terintersepsi dan terinfiltrasi ke dalam tanah, sebaliknya untuk nilai C = 1 menunjukkan bahwa semua air hujan mengalir sebagai aliran permukaan. Pada DAS yang masih baik harga C mendekati nol, semakin rusak suatu DAS, harga C mendekati satu. Tabel II.2. menunjukkan berbagai nilai C untuk pemakaian metode persamaan rasional.

TABEL II.2
NILAI KOEFISIEN AIR LARIAN C, UNTUK PERSAMAAN RASIONAL

Tataguna Lahan	C	Tataguna Lahan	C
Perkantoran		Tanah Lapang	
Daerah Pusat Kota	0,70 – 0,95	Berpasir datar 2%	0,05 – 0,10
Daerah Sekitar Kota	0,50 – 0,70	Berpasir agak rata 2-7%	0,10 – 0,15
Perumahan		Berpasir miring 7%	0,15 – 0,20
Rumah Tinggal	0,30 – 0,50	Tanah Berat datar 2%	0,13 – 0,17
Rumah susun, terpisah	0,40 – 0,60	Tanah Berat agak rata 2-7%	0,18 – 0,22
Rumah susun, bersambung	0,60 – 0,75	Tanah Berat miring 7%	0,25 – 0,35
Pinggiran Kota	0,25 – 0,40		
Daerah Industri		Tanah Pertanian 0 – 50%	
Kurang padat industri	0,50 – 0,80	Tanah kosong	
Padat industri	0,60 – 0,90	Rata	0,30 – 0,60
Taman, Kuburan	0,10 – 0,25	Kasar	0,20 – 0,50
Tempat bermain	0,20 – 0,35	Ladang Garapan	
Daerah Stasiun KA	0,20 – 0,40	Tnh Berat tnp vegetasi	0,30 – 0,60
Daerah Tak Berkembang	0,10 – 0,30	Tnh Berat bervegetasi	0,20 – 0,50
Jalan Raya		Berpasir tnp vegetasi	0,20 – 0,25
Beraspal	0,70 – 0,95	Berpasir bervegetasi	0,10 – 0,25
Berbeton	0,80 – 0,95	Padang Rumput	
Berbatu bata	0,70 – 0,85	Tanah Berat	0,15 – 0,45
		Berpasir	0,05 – 0,25
		Hutan Bervegetasi	0,05 – 0,25
Trotoar	0,75 – 0,85	Tanah tdk produktif >30%	
Daerah Beratap	0,75 – 0,95	Rata Kedap air	0,70 – 0,90
		Kasar	0,50 – 0,70

Sumber : Asdak, 1995

Harga C pada Tabel II.2 belum memberikan rincian masing-masing faktor yang berpengaruh terhadap besarnya nilai C. Oleh karena itu Hassing (1995, dalam Suripin, 2003) menyajikan cara penentuan faktor C yang menggabungkan nilai yang merepresentasikan beberapa faktor yang mempengaruhi hubungan antara hujan dan aliran yaitu topografi, permeabilitas tanah, penutup lahan dan tata guna tanah. Nilai koefisien C merupakan kombinasi dari beberapa faktor yang dapat dihitung seperti pada Tabel II.3.

TABEL II.3
KOEFISIEN ALIRAN UNTUK METODE RASIONAL

Koefisien Aliran (C)					
Topografi (Ct)		Tanah (Ct)		Vegetasi (Cv)	
Datar (<1%)	0,03	Pasir dan gravel	0,04	Hutan	0,04
Bergelombang (1-10%)	0,08	Lempung berpasir	0,08	Pertanian	0,11
Perbukitan (10-20%)	0,16	Lempung dan lanau	0,16	Padang rumput	0,21
Pegunungan (>20%)	0,26	Lapisan batu	0,26	Tanpa tanaman	0,28

Sumber : Hassing dalam Suripin, 2003

Apabila DAS terdiri dari beberapa macam penggunaan lahan dengan koefisien aliran permukaan yang berbeda, maka C yang dipakai adalah koefisien DAS dengan persamaan sebagai berikut :

$$C_{DAS} = \frac{\sum_{i=1}^n C_i A_i}{\sum_{i=1}^n A_i} \quad (2-2)$$

Dimana :

A_i = luas lahan dengan jenis penutup lahan tanah i

C_i = koefisien aliran permukaan jenis penutup tanah i ,

n = jumlah jenis penutup lahan

Dengan demikian rumus Rasional untuk DAS dengan tata guna lahan tidak homogen adalah sebagai berikut :

$$Q_p = 0,002778 I \sum_{i=1}^n C_i A_i \quad \text{-----} \quad (2-3)$$

Dimana :

Q_p = Debit Puncak (m^3/dt)

I = Intensitas Hujan (mm/jam)

A_i = Luas DAS (km^2)

2.4 Keterkaitan Tata Guna Lahan dengan Banjir

Dalam pelaksanaan pembangunan sering dihadapkan pada dua masalah yaitu (1) pertumbuhan penduduk yang semakin meningkat, (2) keterbatasan sumberdaya alam. Jumlah penduduk yang meningkat secara otomatis akan menyebabkan meningkatkan kebutuhan akan sumberdaya alam, dan berkembangnya teknologi apabila tidak dilakukan pengendalian pada guna lahannya, maka akan menimbulkan eksploitasi terhadap sumberdaya alam. Dengan demikian kegiatan pembangunan dan peningkatan jumlah penduduk dapat mengakibatkan tekanan terhadap sumberdaya alam dan penurunan mutu lingkungan (Salim, 1992).

Kegiatan pembangunan yang secara langsung membutuhkan lahan baik untuk kegiatan pertanian, ekonomi, permukiman, dan kegiatan lainnya akan berdampak pada munculnya konflik pemanfaatan lahan (Harun, 2000).

Chapin (1995) mengemukakan bahwa pola penggunaan lahan dalam berbagai bentuk dan cara akan berdampak terhadap lingkungan. Untuk itu hubungan antara tata guna lahan dan kualitas lingkungan harus lebih diperhatikan dan dijabarkan ke dalam kebijakan publik.

Indikasi terjadinya penurunan daya dukung lingkungan di suatu wilayah dapat dilihat dari berbagai bencana yang terjadi misalnya banjir, kekeringan, sedimentasi, abrasi yang menyebabkan kerusakan tambak. Terjadinya banjir pada dasarnya dipicu oleh dua hal pokok yaitu (1) makin sedikitnya lahan yang berfungsi sebagai resapan air. (2) terjadinya amblesan tanah (*land subsidence*) karena eksploitasi air tanah dan pembangunan fisik yang melebihi daya dukung. Oleh karena itu perubahan penggunaan lahan dari lahan non terbangun menjadi lahan terbangun akan menstimulasi besarnya air larian (Hadi, 2001). Fenomena ini di wilayah pesisir ditandai dengan penggunaan tambak dan sawah untuk peruntukan lain. Sedangkan di wilayah hulu seperti lahan terbuka berupa tanah tegalan atau bentuk ruang terbuka lainnya diperuntukan untuk bangunan.

Secara mekanisme dapat dijelaskan sebagai berikut bahwa air hujan yang jatuh ke permukaan tanah ada yang langsung masuk ke dalam tanah atau infiltrasi, sebagian lagi tidak sempat masuk ke dalam tanah dan oleh karenanya mengalir di atas permukaan tanah ke tempat yang lebih rendah. Ada sebagian air hujan yang telah masuk ke dalam tanah, terutama pada tanah yang telah jenuh, air tersebut akan keluar ke permukaan tanah lagi dan mengalir ke bagian yang lebih rendah. Kedua aliran permukaan tersebut disebut air larian. Air larian berlangsung ketika jumlah curah hujan melampaui laju infiltrasi air ke dalam tanah. Setelah laju infiltrasi terpenuhi, maka air mulai mengisi cekungan pada permukaan tanah. Dengan demikian semakin luas lahan terbangun, maka semakin sedikit kesempatan air untuk infiltrasi ke dalam tanah.

2.5 Kebijakan Pengendalian Banjir

Tujuan dari disusunnya kebijakan pengendalian banjir adalah untuk menciptakan lingkungan kota yang bebas dari banjir dan genangan air yang berdampak merugikan terhadap kehidupan ekonomis maupun sosial bagi masyarakat sekitarnya (JICA, 1997). Sasaran yang ingin dicapai dalam pengendalian banjir adalah (1) membebaskan genangan dan meningkatkan kelancaran drainase di bagian lahan yang rendah, (2) mengendalikan volume air pada musim hujan sehingga dapat dimanfaatkan untuk penggelontor saluran-saluran pada musim kemarau (3) memadukan fungsi jaringan saluran makro, semi makro dan mikro yang mampu melayani kebutuhan seluruh kota

Pengendalian banjir untuk masa yang akan datang perlu diprioritaskan pada daerah perkotaan serta mempersiapkan sistem drainase yang menunjang perkembangan wilayah. Menurut Robert (2002) salah satu hal yang sering menimbulkan kesulitan dalam rangka penanganan pengendalian banjir dapat tercapai karena DAS dikelola oleh beberapa instansi, antara lain Departemen Kehutanan, Pemerintah Kabupaten / Kota, departemen Pertanian, Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah. Dengan dilandasi ego departemen maka perencanaan dan pelaksanaan pengelolaan menjadi terpisah sesuai kebutuhan departemennya. Pengelolaan DAS kaitannya dengan pengendalian banjir sudah semestinya dikelola secara terpadu dan menyeluruh.

Konsep pengelolaan sumberdaya air menyeluruh dan terpadu serta berwawasan lingkungan harus tetap menjadi prioritas di semua wilayah dengan bercirikan *one river one management* (Robert, 2002). Pengertiannya adalah satu sungai harus satu pengelolaannya, meskipun sungai tersebut menembus batas administrasi kabupaten / kota ataupun batas propinsi .

BAB III

GAMBARAN UMUM

DAERAH ALIRAN SUNGAI KALIGARANG

Daerah Aliran Sungai (DAS) Kaligarang mengalir dari selatan yang berbukit dan bergunung berhulu di Gunung Ungaran ke dataran alluvial pantai utara bermuara di Laut Jawa sebelah barat Pelabuhan Tanjung Mas, dengan ketinggian kurang lebih 2027 meter. Sungai Kaligarang membelah Kota Semarang menjadi dua dengan dua anak sungai yang cukup besar yaitu sungai Kreo dan sungai Kripik. Panjang Kaligarang adalah 30 km, sedangkan Kali Kreo 10,5 km dan Kali Kripik 10,4 km .

3.1 Karakteristik Fisik DAS Kaligarang

Karakteristik Daerah Aliran Sungai merupakan gambaran fisik DAS itu sendiri. Karakteristik tersebut dapat diamati dari beberapa parameternya, seperti : letak geografis dan luas DAS, iklim, dan kondisi hidrologi di DAS tersebut. Di samping itu dideskripsikan pula mengenai topografi, morfologi, geologi dan penggunaan lahan di DAS Kaligarang.

3.1.1 Letak dan Luas DAS Kaligarang

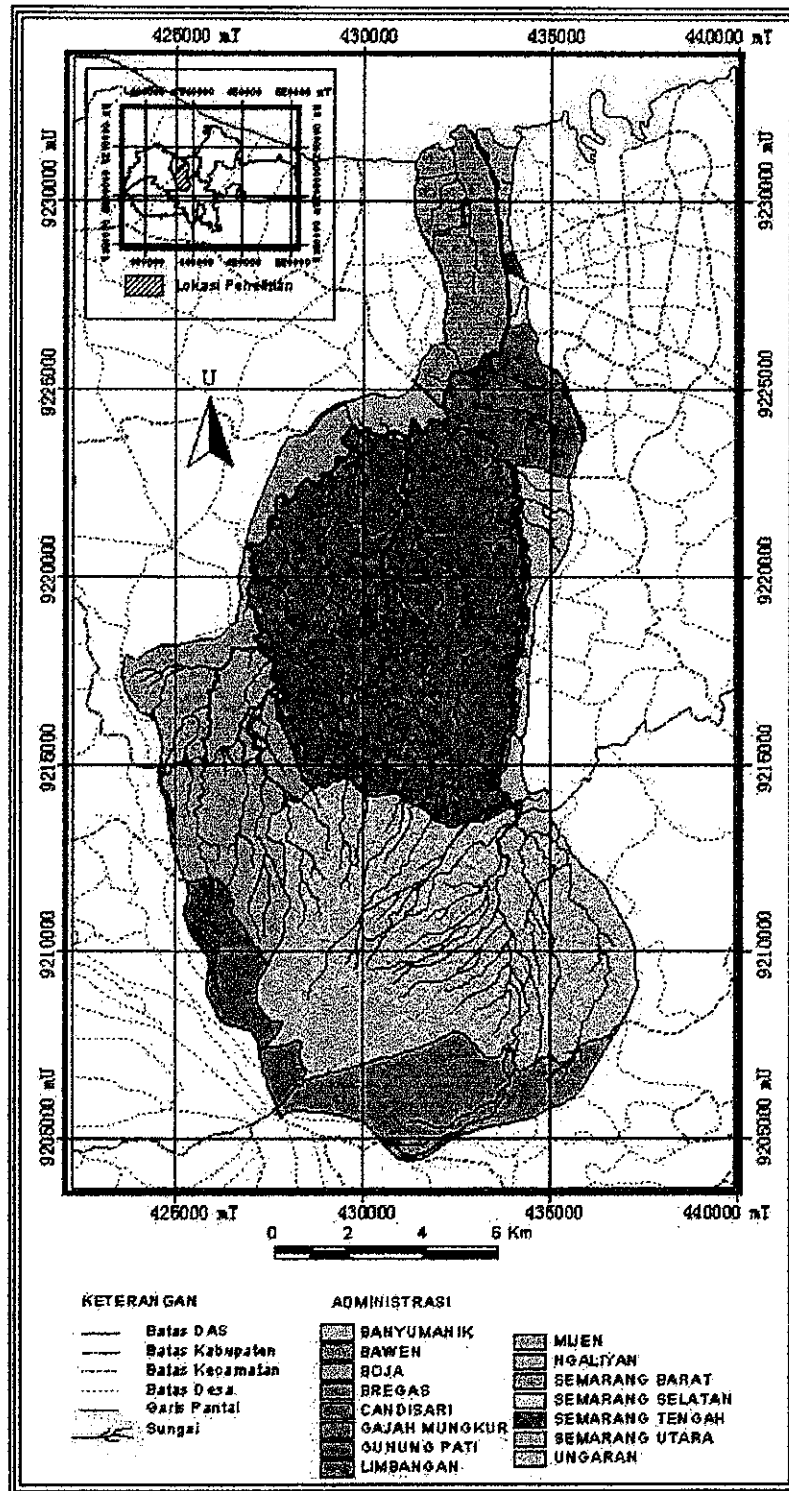
Daerah Aliran Sungai (DAS) Kaligarang membentang dari $110^{\circ} 15'$ BT sampai $110^{\circ} 25'$ BT dan $6^{\circ} 57'$ LS sampai $7^{\circ} 12'$ LS. Luas DAS Kaligarang keseluruhan sebesar 204 km^2 termasuk Sub DAS Kreo 70 km^2 dan Sub DAS Kripik 34 km^2 .

DAS Kaligarang dibatasi oleh : sebelah barat berbatasan dengan DAS Mangkang dan DAS Blorong; sebelah timur berbatasan dengan DAS Kanal Semarang Timur dan DAS Babon; sebelah selatan berbatasan dengan DAS Tikung dan sebelah utara dibatasi oleh Laut Jawa.

Adapun secara administratif cakupan wilayah aliran DAS Kaligarang terletak di tiga wilayah Kabupaten / Kota yaitu :

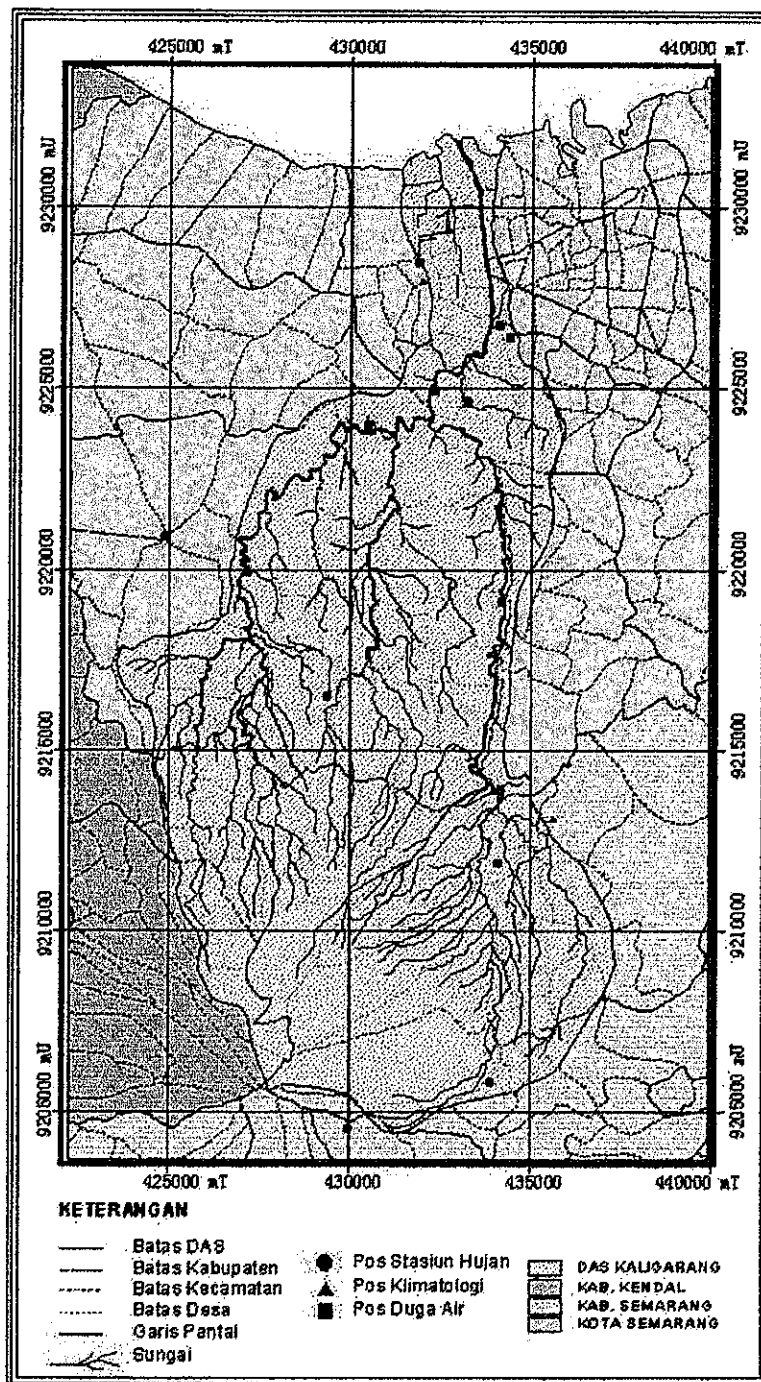
- a) merupakan daerah hulu dari DAS Kaligarang dan terletak di ujung / bagian selatan.
- b) Wilayah Kota Semarang, yang merupakan daerah tengah dan hilir dari DAS Kaligarang .
- c) Wilayah Kabupaten Kendal , yang merupakan sebagian dari daerah tengah dan sebagian kecil dari hilir DAS Kaligarang.

Berdasarkan pengukuran dengan menggunakan bantuan komputer pada Peta Topografi DAS Kaligarang skala 1 : 50.000 diperoleh luas 204 km², yang meliputi 2 kabupaten dan 1 kota terbagi atas 15 kecamatan dan 113 desa / kelurahan, seperti terlihat pada Gambar 3.1 dan Gambar 3.2.



GAMBAR 3.1
PETA ADMINISTRASI DAS KALIGARANG

Sumber : Bappeda Propinsi Jawa Tengah, 1995



GAMBAR 3.2
PETA LOKASI POS DUGA AIR DAS KALIGARANG

Sumber : Bappeda dan PSDA Propinsi Jawa Tengah, 2000

3.1.2 Iklim

Curah hujan tahunan di DAS kaligarang mulai dari daerah hilir sampai dengan hulu berkisar antara 2.500 mm / th sampai 4.000 mm/th. Curah hujan minimum pada umumnya terjadi sekitar bulan Juni dan Juli sedangkan curah hujan maksimum pada umumnya terjadi pada bulan Desember dan Januari.

Suhu udara berkisar antara 26° C – 30° C dengan temperatur rata-rata tiap tahun di dataran rendah 28° C bervariasi sekitar 3° C, sedangkan rata-rata di dataran tinggi 24° C dengan variasi sekitar 3° C.

Sebagian besar posisi DAS kaligarang berada pada sisi utara Gunung Ungaran dan tidak terlalu luas, maka terjadinya curah hujan maksimum dan minimum hampir bersamaan di seluruh DAS.

Kelembaban udara pada umumnya relatif tinggi, berkisar antara 70 – 80 persen dengan rata-rata sekitar 79 %. Kecepatan angin rata-rata tiap tahun 6 km/detik dengan perubahan arah secara umum terjadi 2 kali dalam setahun, sedangkan perubahan arah angin secara mendadak sering terjadi meskipun hanya dalam waktu yang relatif pendek.

Pada musim hujan yaitu bulan Desember dan Januari sinar matahari berkisar antara 82 – 86 % terjadi pada bulan Juni dan Juli. Sementara evapotranspirasi rata-rata tiap tahunnya dari pencatatan di stasiun yang ada sekitar 1500 mm.

TABEL III - I
DATA KLIMATOLOGI DAS KALIGARANG

STASIUN : KALIBANTENG - SEMARANG

No	Bulan	Temperatur (°C)		Kelembaban Relatif (%)		Penyinaran Matahari (% Q.8)		Kecepatan angin (m/det)		Evapotranspirasi (mm/bln)	
		1990	2001	1990	2001	1990	2001	1990	2001	1990	2001
1	Januari	26,30	26,90	83,60	83,00	40,60	46,00	2,32	2,38	133	125,3
2	Pebruari	25,40	26,60	83,20	80,00	50,20	48,00	2,16	5,46	130	109,0
3	Maret	26,80	26,60	81,80	84,00	61,60	53,00	1,91	2,46	154	111,0
4	April	27,20	27,60	78,40	80,00	70,80	69,00	1,80	1,97	153	112,9
5	Mei	27,40	28,60	76,40	71,00	75,20	88,00	1,85	2,99	148	143,4
6	Juni	27,30	27,50	74,80	74,00	73,40	75,00	2,01	2,44	136	125,5
7	Juli	26,80	27,40	73,40	71,00	83,20	74,00	2,21	2,99	170	142,0
8	Agustus	27,10	27,10	69,40	70,00	87,40	94,00	2,21	2,66	195	152,1
9	September	27,60	28,30	69,60	71,00	85,60	94,00	2,16	2,16	178	145,1
10	Oktober	28,40	28,00	68,60	80,00	85,60	55,00	2,11	1,99	195	110,4
11	November	27,90	27,70	74,60	83,00	68,00	46,00	1,91	2,27	165	110,9
12	Desember	26,90	27,40	81,80	84,00	46,80	46,00	1,80	2,44	139	115,5

Sumber Data : Badan Meteorologi dan geofisika th 1990 & 2001

3.1.3 Hidrologi

a. Curah hujan

Di lingkup DAS Kaligarang terdapat 19 stasiun penakar curah hujan. Dengan dua diantaranya merupakan stasiun meteorologi type A yaitu stasiun Bandara A. Yani dan Ungaran.

Berdasarkan peta curah hujan tahunan dari Badan Meteorologi dan Geofisika, ternyata curah hujan antara 2000 sampai 3000 mm, dengan curah hujan di daerah tengah lebih tinggi dibanding daerah hulu. Hal ini dikarenakan adanya kemungkinan faktor orografis, sedangkan daerah hulu sebagian terletak di daerah bayangan hujan. Curah hujan tertinggi terdapat selama bulan Januari, sedangkan musim penghujan mulai dari bulan Nopember dan berakhir pada bulan April .

TABEL III.2
DATA CURAH HUJAN HARIAN

Nama Stasiun : Simongan
No. Stasiun : 42

Lokasi : Simongan, Smg Selatan
Tahun : 2001

Tanggal	JAN.	PEB.	MRT.	APR.	MEI	JUNI	JULI	AGST.	SEPT.	OKT.	NOP.	DES.
1	0	14	9	36	82	26	0	0	0	7	0	0
2	0	4	10	7	0	62	0	0	0	79	0	5
3	80	0	4	64	53	0	0	0	3	12	0	1
4	0	56	47	0	0	0	0	0	48	9	11	2
5	9	3	25	63	46	0	0	0	37	9	62	0
6	1	0	64	0	0	16	0	0	0	2	0	7
7	7	3	15	0	0	0	0	0	0	0	8	0
8	90	0	6	26	0	0	0	0	0	112	1	14
9	8	3	1	2	0	0	0	0	0	5	0	0
10	3	39	6	0	0	2	0	0	0	8	0	0
11	4	53	14	27	0	92	0	0	7	0	0	0
12	1	18	2	0	0	0	0	0	0	0	0	52
13	3	9	2	0	0	0	0	0	0	5	0	0
14	9	0	0	97	38	0	5	0	0	0	10	0
15	0	0	16	63	0	19	0	0	0	0	14	10
16	38	0	0	0	0	3	0	0	0	1	0	2
17	2	5	11	0	0	0	0	0	0	0	0	4
18	0	18	7	2	0	0	8	0	0	0	0	0
19	36	4	12	0	24	0	2	0	47	0	4	24
20	29	147	0	37	0	0	4	6	19	1	22	24
21	0	0	0	0	3	9	0	0	0	0	9	16
22	0	0	0	0	0	85	24	0	0	0	0	6
23	0	0	0	3	0	18	0	0	63	0	0	0
24	0	2	0	0	0	0	0	0	64	0	8	0
25	0	37	100	68	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	2	3	0	0	0	0	18	0	19	0
27	5	0	24	0	0	0	0	0	0	0	0	3
28	0	4	13	0	4	0	0	0	0	7	41	0
29	2	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5
30	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
CH	348	419	395	498	250	332	43	6	306	257	209	187
HH	19	17	22	14	7	10	5	1	9	13	12	16
CH max	90	147										

Sumber : Badan Meteorologi & Geofisika th 1990 - 2001

b. Aliran Sungai

Sungai Kaligarang yang kemudian diteruskan sungai Banjir Kanal Barat, pada daerah hulunya memiliki kemiringan dasar sungai yang cukup curam, sementara untuk alur sungai dari Tugu Suharto sampai Bendung Simongan memiliki kemiringan dasar sungai yang agak landai, sedangkan dari bendung Simongan sampai Muara landai. Sementara itu antara Tugu Suharto sampai Bendung Simongan mempunyai lebar dasar rata-rata 32 m dengan luas basah rata-rata 335 m², untuk banjir 25 tahunan kecepatan aliran rata-rata terhitung sekitar 2,2 m/det. Dari bagian hulu Bendung Simongan sampai dengan hilir Bendung Simongan memiliki beda tinggi 4,2 meter.

Sungai antara Bendung Simongan sampai muara, kondisi sungainya dapat dibagi menjadi dua bagian, bagian kedua dari muara sampai 500 meter ke arah hulu mempunyai lebar dasar yang bervariasi antara 320 – 100 meter. Sedangkan bagian pertama antara Bendung Simongan sampai 500 meter ke arah hulu dari muara memiliki lebar dasar sungai yang bervariasi dari 24 – 65 meter untuk banjir 25 tahunan kecepatan aliran rata-rata dapat mencapai 2,5 m/detik atau lebih.

Dari hasil pengamatan data debit aliran rata-rata bulanan Sungai Kaligarang menunjukkan bahwa distribusi aliran rata-rata bulanan stasiun Kaligarang – Panjang terletak pada induk (*main stream*) Kaligarang. Sedangkan Kali Kreo dan Patemon pada anak sungai Kaligarang. Aliran sungai Kaligarang menunjukkan perbedaan yang cukup nyata antara musim kemarau dan penghujan. Kondisi ini menunjukkan bahwa terjadi ketidakseimbangan air di DAS Kaligarang.

c. Bangunan Air

Sepanjang Sungai Kaligarang sampai muara memiliki cukup banyak bendungan pengendali banjir dan peralatannya, diantaranya adalah Bendung Simongan stasiun AWLR, beberapa buah gorong-gorong sebagai sarana drainase dan beberapa bangunan tanggul penahan banjir.

Bendung Simongan yang dibangun pada tahun 1991 saat ini memiliki tinggi mercu kurang lebih 5,60 meter dan lantai atas 4,00 meter, dengan fungsi untuk penggelontoran kota dan pengambilan air baku oleh PDAM Kota Semarang, dan mengarahkan air banjir ke Banjir Kanal Barat. Bendung Simongan memiliki kemampuan menyalurkan air banjir setinggi lantai pelayanan pada 8,9 meter adalah sebesar 812 m³/det. Salah satu stasiun pengukur tinggi muka air otomatis (AWLR) terdapat di Desa Panjangan, Semarang Barat.

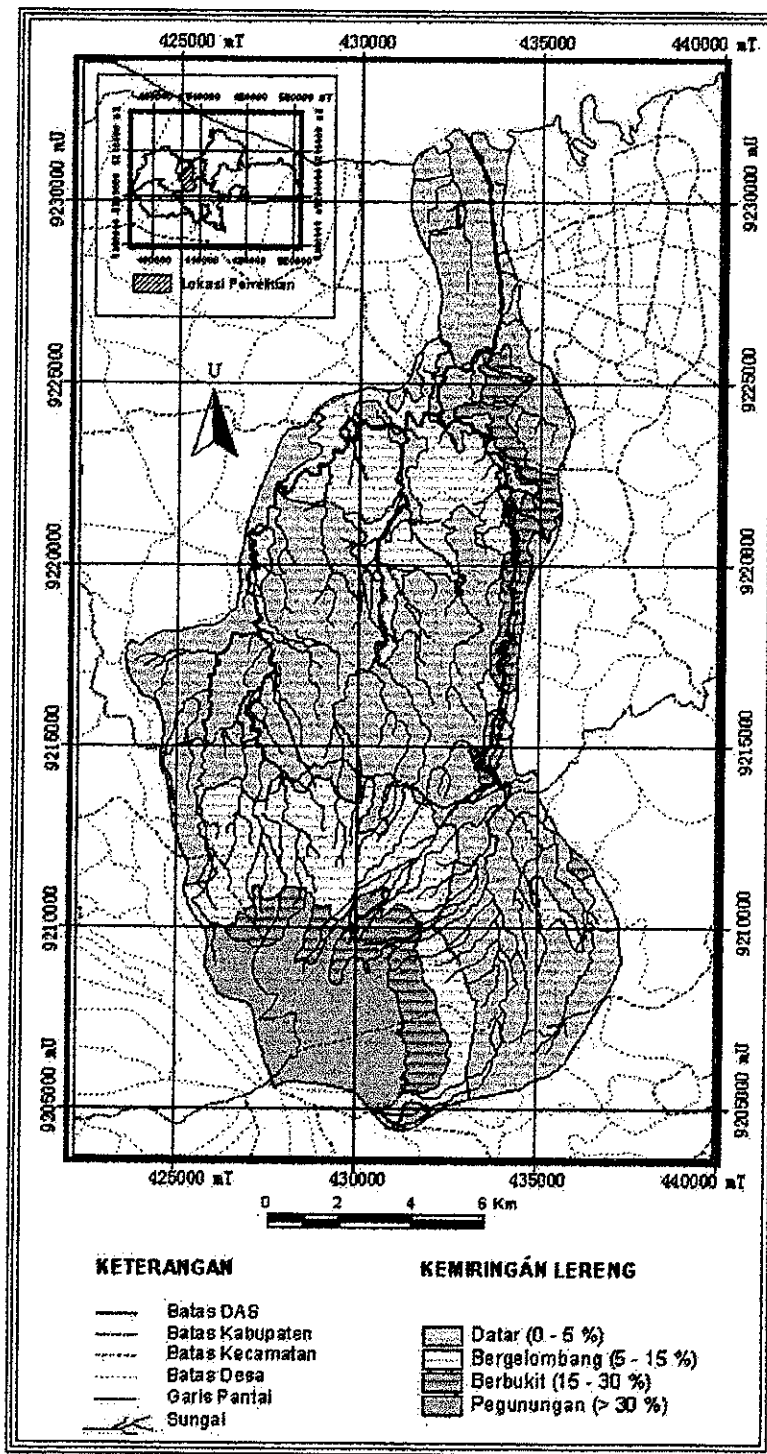
3.1.4 Topografi

Berdasarkan topografinya Daerah Aliran Sungai (DAS) Kaligarang terletak di lereng Gunung Ungaran mulai dari ketinggian kurang lebih 2027 meter melalui perbukitan sampai Laut Jawa dengan keadaan topografi dan penggunaannya secara garis besar adalah seperti pada Tabel III.3 berikut ini :

**TABEL III.3
TOPOGRAFI DI DAS KALIGARANG**

Kemiringan	Luas	Lokasi	Penggunaan
0 – 5 %	11.638 ha (57 %)	Kota Semarang Kab. Semarang	Tambak Perumahan Daerah industri
5 – 15 %	4.988 ha (24%)	Kab. Semarang Kota Semarang Kab. Kendal	Pemukiman Industri Tegalan Sawah Kebun campuran
15 - 30 %	1.870 ha (9 %)	Kota Semarang Kab. Semarang	Pemukiman Sawah Kebun campuran Perkebunan Hutan
> 30 %	1.905 ha (9 %)	Kab. Semarang Kab. Kendal	Pemukiman Persawahan Kebun campuran Perkebunan Hutan
Jumlah	20.400		

Sumber : Hasil Pengolahan, 2003



GAMBAR 3.3
PETA TOPOGRAFI DAS KALIGARANG

Sumber : Bappeda Propinsi Jawa Tengah, 1995

3.1.5 Morfologi

Bentuk tampang , kapasitas alur dan trace sungai merupakan bagian- bagian yang membentuk suatu keseimbangan sungai yang saling berkaitan satu sama lain secara dinamis. Artinya bahwa dengan adanya perubahan di salah satu tempat di atas tentu akan mempengaruhi bagian yang lain hingga dapat merupakan keseimbangan sungai dan membentuk keseimbangan baru secara alami, meskipun laju perubahan itu tidak tampak jelas dari pengamatan sehari-hari.

Keseimbangan alami ini biasanya terjadi karena adanya perubahan atau kombinasi perubahan antara kemiringan dasar sungai, texture dan struktur tanah pada alur sungai, penambahan dan pengurangan debit, pola arus sungai dan kapasitas alur termasuk akibat perilaku manusia.

Keadaan morfologi Sungai Kaligarang dan Banjir Kanal Barat dapat dilihat pada Tabel III.4.

TABEL III.4
MORFOLOGI S. KALIGARANG – BANJIR KANAL BARAT

Sungai	Kemiringan Curam	Kemiringan Sedang	Kemiringan Landai	Keterangan
Kreo	Hulu (anak sungai) sampai Jatibarang – Sadeng	Jatibarang sampai Tugu Suharto	-	Sukorejo : tempat pertemuan sungai Kripik dan Kreo
Kripik	Hulu (anak sungai) sampai Randusari	Randusari sampai Sokorejo	-	Tugu Suharto : tempat pertemuan sungai Kreo dan Kaligarang
K.garang	Hulu (anak sungai) sampai Sidobol	Sidobol sampai Kradenan	Tugu Suharto sampai bendung Simongan. Bdsimongan sampai muara	Selisih tinggi hulu sampai hilir Bendung Simongan kira-kira 4,2 m

Sumber : PU Pengairan,2000

3.1.6 Geologi

DAS Kaligarang, Kali Kreo dan Kali Kripik secara geologis merupakan hasil dari berbagai proses geologi yaitu proses deformasi yang menghasilkan perlipatan dan peresapan batuan serta proses vulkanisme yang menghasilkan batuan-batuan vulkanik seperti breksi vulkanik, batu pasir dan konglomerat.

Batuan-batuan yang ada di DAS tersebut secara geologi dibagi menjadi beberapa satuan batuan atau formasi batuan, urutan formasi dari yang tua ke muda seperti tercantum pada Tabel III.5.

TABEL III.5
FORMASI BATUAN DI DAS KALIGARANG

FORMASI	SATUAN	LOKASI	KETERANGAN
Damar	Batu pasir tuban	G. Randugarut, Kelir, Jati, Pancang-pancangan, Kedungwali, Jatisati, Kebo, Simongan, Kendang, Krosi, Watuprongkol dan sekitas Kaligarang	Terdiri atas batu pasir tufan, breksi vulkanik, konglomerat, monomik, konglomerat polimik, batu pasir gampingan yang mengandung cangkang dan batu lempung.
Notopuro	Breksi vulkanik	Kali Kangkung, Kalimas, Jatirejo, G. Sirakut, Pati, Jaticalangan, Kedungparan, Giro Gede, Banaran, Trangkil, sekitar Kaligarang bagian selatan	Terdiri atas breksi vulkanik batu pasir dan konglemerat.
Endapan	Alluvial	Sepanjang pantai utara	Terdiri atas material lepas berukuran pasir, kerikil, kerakal bongkah
Kalibluk	Batu lempung abu-abu	Kaligarang Desa Bandansari (sekitar Kali Kripik), sekitar Kali Bodri dan selatan Gua Kreo	Terdiri atas batu lempung abu-abu, napal, konglomerat, polimik

Sumber : Dinas PU Pengairan dan Kehutanan, 2000

3.1.7 Tanah

Jenis tanah di DAS Kaligarang meliputi tujuh tipe yaitu (i) tanah alluvial kelabu dan alluvial kelabu coklat yang terbentuk oleh endapan sungai dan danau, topografi datar di pesisir utara, (ii) tanah alluvial hidromorf (iii) tanah latosol coklat (iv) tanah latosol coklat tua kemerahan dengan topografi berbukit di bagian tengah dari DAS, (v) tanah andosol coklat, (vi) tanah mediteran coklat dengan topografi bergelombang di bagian tengah dan (vii) tanah mediteran coklat tua kemerahan dan grumusol kelabu serta litosol dari batuan beku basis dan intermedier dengan topografi berbukit di belahan tengah DAS.

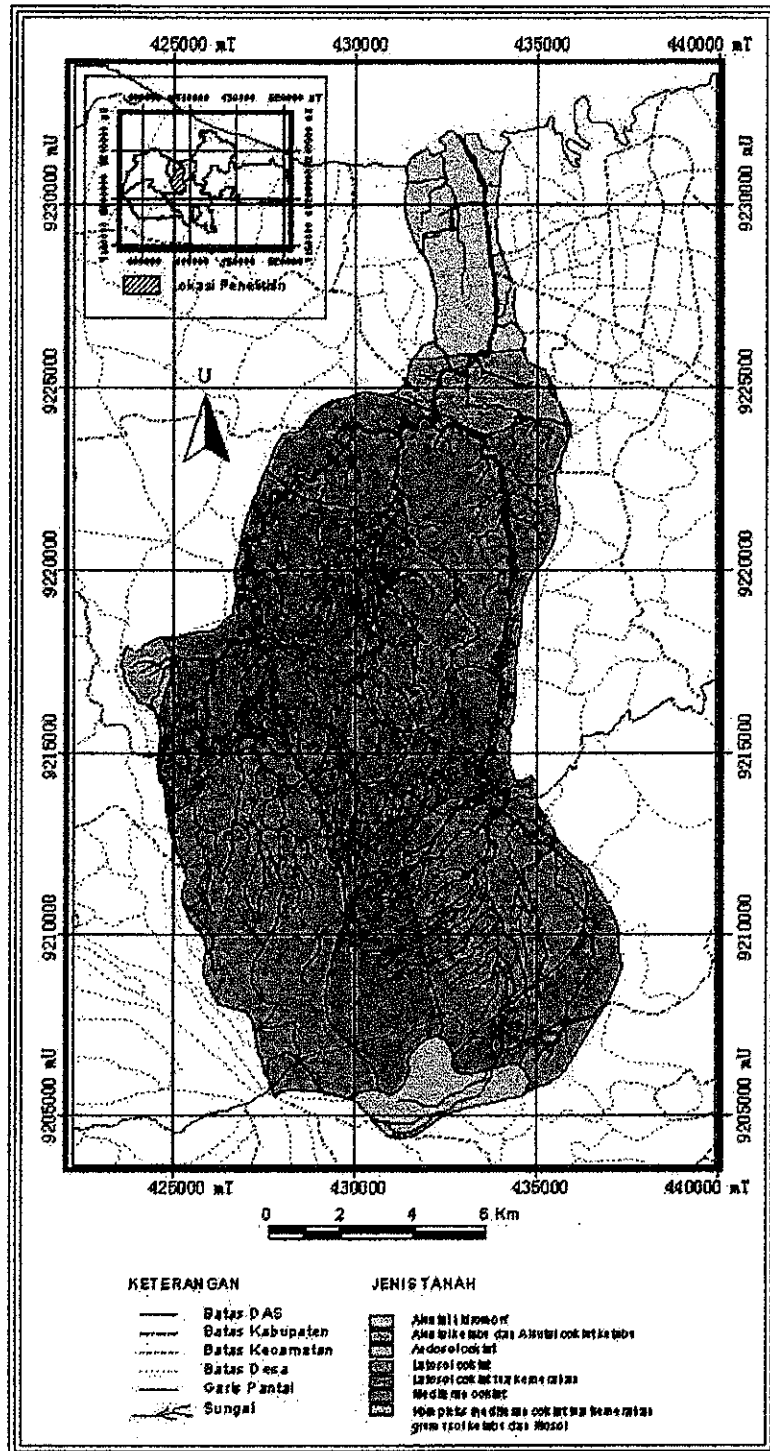
Dari ketujuh jenis tanah tersebut dapat diketahui tekstur tanah dan klasifikasi koefisiennya, sebagai berikut :

TABEL III.6
HUBUNGAN ANTARA JENIS TANAH, TEKSTUR TANAH,
TINGKAT INFILTRASI DAN KLASIFIKASI KOEFISIEN TANAH (CS)

Jenis Tanah	Deskripsi Tanah	Tekstur Tanah	Tingkat Infiltrasi	Cs
Alluvial kelabu	Tanah berasal dari endapan baru, berlapis-lapis, kandungan bahan organik berubah scr tdk teratur terhadap kedalaman . kandungan pasir kurang dari 60 %	Pasir, pasir bergeluh	Tinggi	0,04
Alluvial hidromorf	Tanah berasal dari endapan baru, berlapis-lapis, kandungan bahan organik berubah scr tdk teratur terhadap kedalaman . kandungan pasir kurang dari 60 %	Pasir dan gravel	Tinggi	0,04
Latosol coklat	Tanah dengan kadar liat lebih dari 60 %, remah sampai gumpal, gembur, warna tanah seragam, solum dalam (>150cm)	Lempung lanau	Lambat	0,16
Andosol coklat	Tanah yang umumnya berwarna hitam, kerapatan limbak kurang dari 0,85 gr/cm ³ , banyak mengandung bahan amorf, lebih dari 60 % terdiri dari abu vulkanik vitrik, cinders, atau bahan piroklastik lain.	Pasir gravel	Tinggi	0,04

Mediteran coklat	Tanah dengan horizon penimbunan liat (horizon agilik) dan kejenuhan basa > 50 %	Lempung lanau	Lambat	0,21
Latosol Coklat tua kemerahan	Tanah dengan kadar liat lebih dari 60 %, remah sampai gumpal, gembur, warna tanah seragam, solum dalam (>150cm)	Lempung lanau	Lambat	0,21
Grumusol kelabu, litosol	Tanah dengan kadar liat > 30 % bersifat mengembang dan mengkerut. Pada musim kering retak-retak dan musim basah lengket (mengembang)	Lempung berpasir	Normal	0,08

Sumber : Suripin (2002), Karmono (1980) dan Meijerink (1970)



GAMBAR 3.4
PETA TANAH DI DAS KALIGARANG

Sumber : Bappeda Propinsi Jawa Tengah, 1995

3.2 Karakteristik Penduduk

Penduduk merupakan faktor utama yang berperan penting dalam pembangunan. Berhasilnya Pembangunan wilayah atau kota sangat tergantung pada aspirasi dan peranan penduduk dalam pembangunan tersebut. Banyaknya penduduk dalam suatu wilayah atau kota akan mencerminkan semakin beragamnya tingkat kegiatan dan aktivitas yang dilakukan penduduk. Sehubungan dengan pemanfaatan lahan, maka perlu untuk mengetahui tentang perkembangan penduduk yang dikaitkan dengan ruang dan akibat yang ditimbulkannya dalam rangka melakukan akitivitas.

TABEL III. 7
JUMLAH PENDUDUK DAS KALIGARANG
TAHUN 1995 – 2000

Kecamatan	Luas (km ²)	Jumlah Penduduk Th 1995	Jumlah Penduduk Th. 2000	Kepadatan Penduduk Th. 1995	Kepadatan Penduduk Th. 2000
Smg Barat	28,5828	198.821	204.624	6.956	7.159
Gajahmungkur	4,3506	21.826	22.636	5.017	5.203
Banyumanik	0,0113	372	413	3.297	3.657
Mijen	15,9464	9.408	10.349	590	649
Gunungpati	16,3151	15.580	17.441	955	1.069
Ungaran	102,883	128.809	159.777	1.252	1.553
Klepu	1,3272	1.916	2.054	1.444	1.548
Boja	0,4072	344	393	845	966
Limbangan	3,9041	1.506	1.569	386	402
Bawen	0,0209	165	202	792	971
Candisari	1,2713	14.266	14.368	11.222	11.302
Ngaliyan	3,6282	6.668	7.579	1.838	2.089
Smg Selatan	8,8161	117.721	115.781	13.353	13.133
Smg Tengah	6,4223	102.840	97.792	16.013	15.227
Smg Utara	10,1186	120.360	117.193	11.895	11.582
JUMLAH	204,005	740.602	772.171	3.630	3.783

Sumber : Kota / Kab Semarang dan Kab. Kendal Dalam Angka 1995, 2000

Jumlah penduduk di DAS Kaligarang berdasarkan luas kecamatan yang tercakup dalam DAS Kaligarang pada tahun 1995 tercatat sebesar 740.602 jiwa dengan luas wilayah 204 km², maka kepadatan penduduk sebesar 3.630 jiwa / km². tahun 2000 jumlah penduduk menunjukkan peningkatan, dengan jumlah sebesar 772.171 jiwa. Penambahan jumlah penduduk yang cukup besar rata-rata terjadi di daerah perkotaan.

Secara keseluruhan semua kecamatan mengalami peningkatan kepadatan penduduk. Tingkat kepadatan tertinggi terdapat di Kecamatan Semarang Tengah, Semarang Selatan, disusul dengan Kecamatan Candisari. Sementara kepadatan terendah ada di Kecamatan Limbangan Kabupaten Kendal, dan Kecamatan Mijen karena kecamatan ini terletak agak berjauhan dari pusat Kota.

Berdasarkan mata pencahariannya, penduduk di DAS Kaligarang sebagian besar bekerja di sektor pertanian. Dari jenis mata pencaharian yang ada di masing-masing kecamatan maka dapat diketahui strukturnya, seperti Kecamatan Mijen, Gunungpati, Ungaran, B regas, Limbangan dan Boja mempunyai ciri-ciri non urban karena penduduk yang bermata pencaharian sebagai petani, buruh tani besar hingga sangat besar. Sedangkan kecamatan-kecamatan yang mempunyai struktur setengah urban adalah Banyumanik, Ngaliyan karena penduduk yang bekerja di sektor pertanian relatif cukup besar. Sementara kecamatan yang mempunyai sifat urban adalah kecamatan dengan jumlah penduduk bekerja di sektor pertanian relatif sedikit, seperti Semarang Barat, Semarang Tengah, Semarang Utara, Gajahmungkur dan Candisari.

3.3 Penggunaan Lahan

Penggunaan lahan di dataran alluvial sebagian besar berupa pemukiman, sawah dan tambak. Di daerah berbukit bagian tengah dari DAS sebagian besar berupa tegalan dan

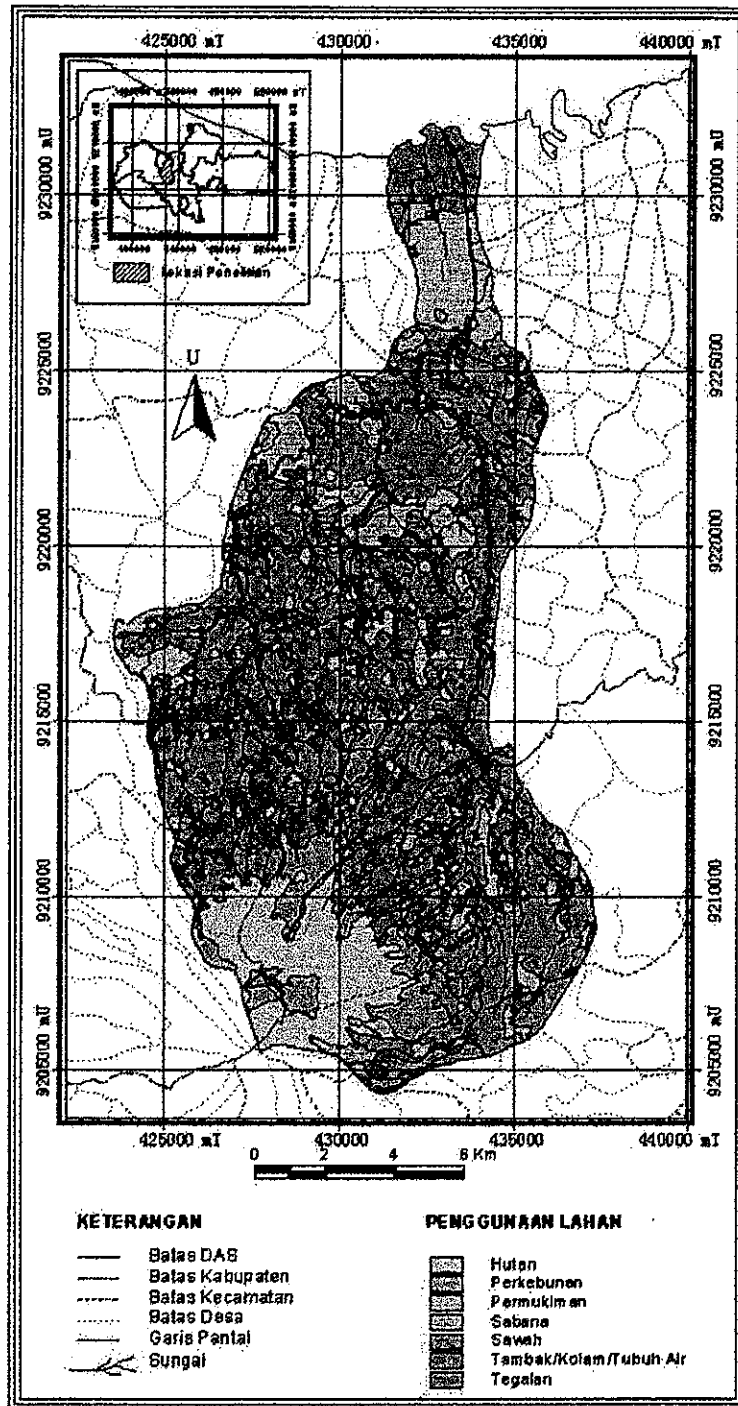
kebun campuran, sedangkan bagian hulu terdapat sedikit hutan dan selebihnya pemukiman dan tegalan. Angka perkembangan penggunaan lahan dari Tahun 1990 – 2000 dapat dilihat pada Tabel III.8.

Melihat kondisi penggunaan lahan tersebut, diperkirakan kapasitas retensi dari DAS tidak tinggi sehingga terjadi sebaran debit aliran yang cukup kontras antara musim kemarau dan penghujan. Pada musim penghujan sebagian besar hujan menjadi air larian.

TABEL III.8
PENGGUNAAN LAHAN DI DAS KALIGARANG
TAHUN 1990 – 2000 (Ha)

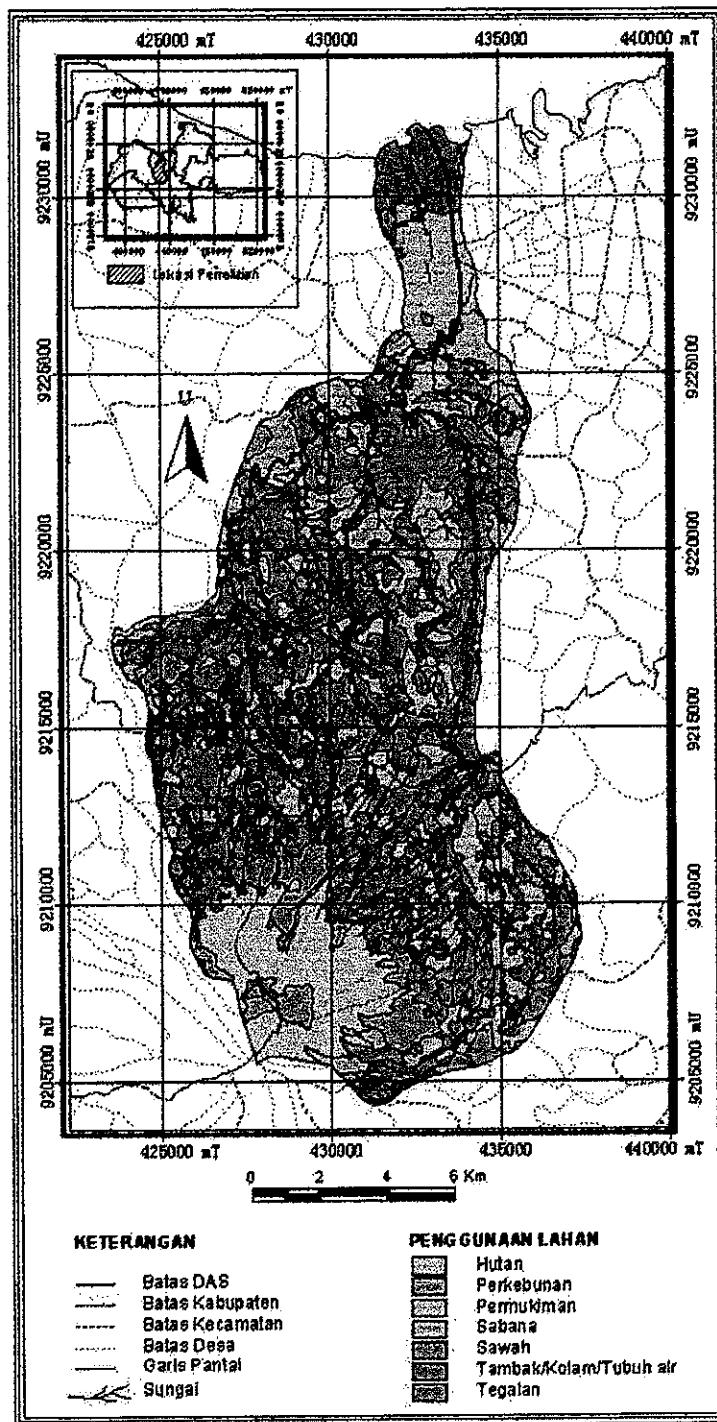
No	Jenis Penggunaan lahan	1990	1995	2000
1	Pemukiman/pekarangan	2.981,15	4.817,02	8.945,98
2	Tegalan / Kebun	8.491,34	6.202,80	5.076,44
3	Sawah	5.819,30	5.849,49	3.032,57
4	Perkebunan	899,61	1.250,88	943,18
5	Hutan	1.828,00	1.769,20	1.743,80
6	Tambak/tubuh air	381,07	511,76	649,03
7	Jumlah	20.400,00	20.400,00	20.400,00

Sumber : Interpretasi Citra, Peta Penggunaan Lahan 1990, 1995, 2000.



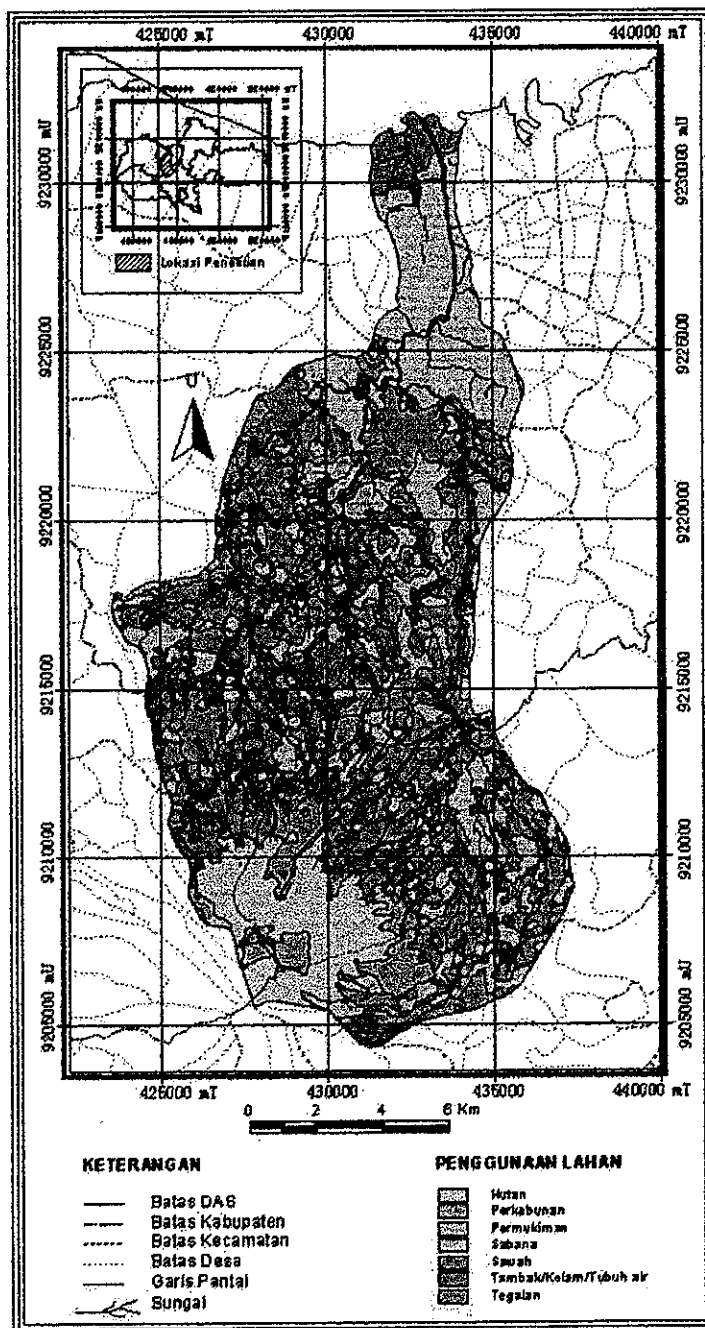
GAMBAR 3.5
PETA PENGGUNAN LAHAN DAS KALIGARANG TAHUN 1990

Sumber : BRLKT Propinsi Jawa Tengah, 1990



GAMBAR 3.6
PETA PENGGUNAAN LAHAN DAS KALIGARANG TAHUN 1995

Sumber : Bappeda Propinsi Jawa Tengah, 1995



GAMBAR 3.7
PETA PENGGUNAAN LAHAN DAS KALIGARANG TH 2000

Sumber: BRLKT dan Fak. Geografi UGM, 2000

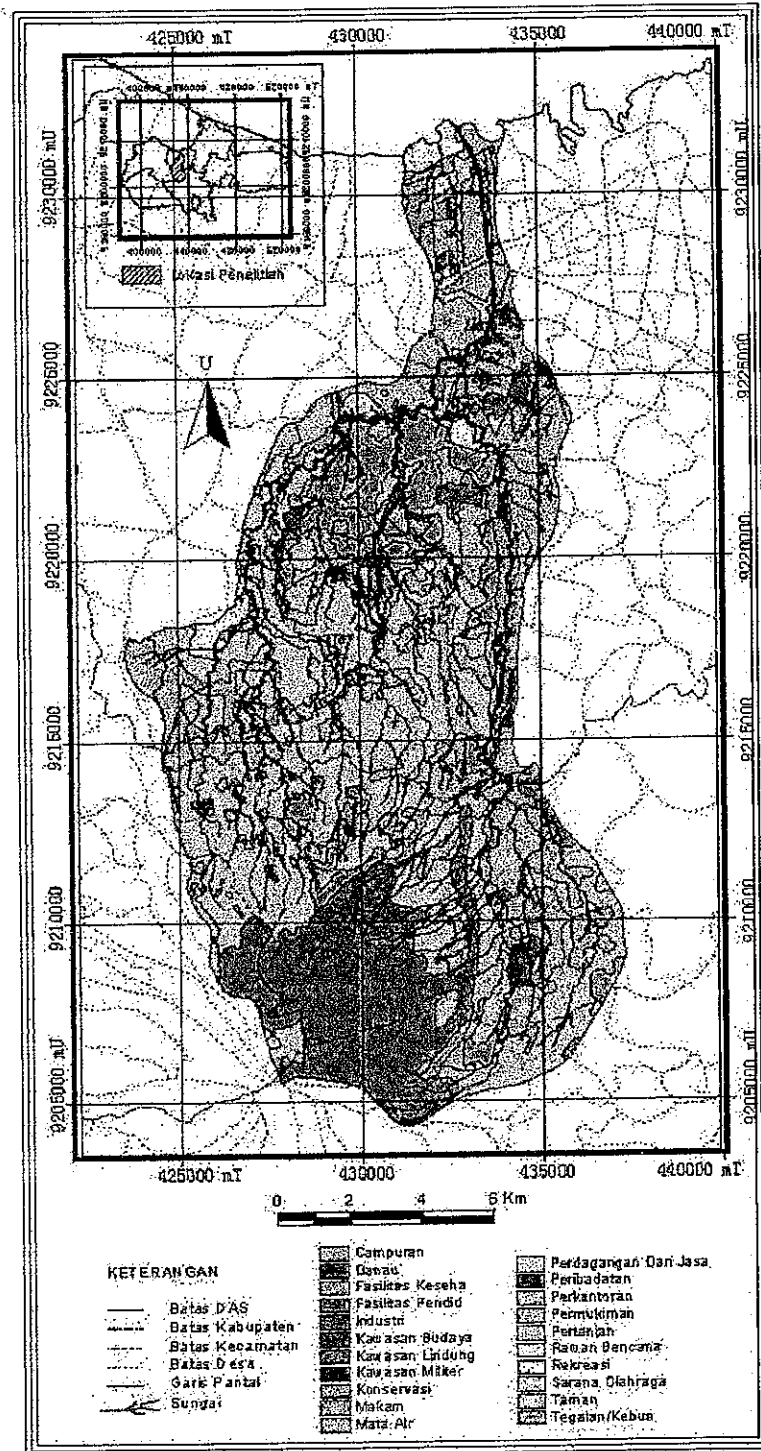
3.4 Kebijakan Penggunaan Lahan

3.4.1 Rencana Arahana Penggunaan Lahan DAS Kaligarang

Berdasarkan hasil kajian dari Balai Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah (BRLKT), maka rencana dan arahan penggunaan lahan di DAS Kaligarang untuk tahun 1995 – 2010 adalah sebagai berikut:

- bagian hulu merupakan daerah potensial resapan air dengan penggunaan lahan sebagai kawasan lindung, seperti hutan, dan budidaya terbatas seperti hutan produksi terbatas dan pertanian seperti agrowisata dan agrobisnis;
- bagian tengah merupakan daerah resapan dengan penggunaan lahan untuk pertanian dan permukiman pedesaan dengan kepadatan rendah;
- bagian hilir merupakan kawasan budidaya dengan pemanfaatan lahan sebagai daerah pusat perdagangan , pemerintahan, jasa dan perkantoran, permukiman dengan kepadatan tinggi dengan tetap mempertimbangkan pada keseimbangan daya dukung lingkungan.

Berdasarkan rencana dan arahan penggunaan lahan DAS, secara substansi ada yang sesuai, namun ada pula yang tidak sesuai antara rencana penggunaan lahan yang dirancang oleh BRLKT dengan RTRW di masing-masing kabupaten dan kota yang termasuk dalam DAS Kaligarang yaitu RTRW Kota Semarang, RTRW Kabupaten Semarang dan RTRW Kabupaten Kendal. Namun demikian secara proporsi dan pelaksanaan perlu dicermati, sejauhmana rencana tersebut dapat terlaksana. Deskripsi Rencana Tata Ruang DAS Kaligarang dapat dilihat pada Gambar 3.8 di bawah ini.



GAMBAR 3.8
PETA RENCANA TATA RUANG DAS KALIGARANG

Sumber : RTRW Kota Smg, Kab. Smg dan Kab. Kendal, 2000

3.4.2 Rencana Pemanfaatan Lahan Kota Semarang

Struktur tata Semarang menggambarkan sistem kegiatan kota dengan komponen-komponen kegiatannya. Dengan mengetahui struktur ruang kota, maka dapat diketahui bagaimana sistem kegiatan kota dapat berjalan dan berinteraksi satu sama lainnya yaitu :

1. Sistem pelayanan terdiri dari pusat pelayanan komersial dan pusat pelayanan sosial. Pusat-pusat tersebut adalah : (i) pusat pelayanan komersial regional berada di BWK Pusat Kota, (ii) pusat pelayanan komersial skala kota, berada pada BWK IV, V, VII, IX dan X, (iii) pusat pelayanan komersial skala lokal (BWK) yaitu pada BWK VI, VII. Sementara itu fasilitas pelayanan sosial meliputi : (a) fasilitas pendidikan, berupa kawasan pendidikan tinggi Tembalang, Sekaran, Beendan serta fasilitas yang dikembangkan di BWK IX dan X. Selain itu fasilitas pendidikan yang ada di pusat kota diijinkan sepanjang tidak mengganggu atau terganggu kegiatan lainnya. (b) Perkantoran berada pada kawasan Jalan Pahlawan, Jalan Pemuda dan Jalan Madukara. (c) Rekreasi terdiri dari rekreasi laut di Kec Tugu dan rekreasi agro di Gunungpati, Mijen dan Tinjomoyo.
2. Sistem pelayanan terdiri dari sistem jaringan yang menghubungkan satu sama lain yaitu : (a) Sistem jaringan yang menghubungkan kota Semarang sebagai kota orde I dengan kota-kota orde I lainnya atau menghubungkan Kota Semarang dengan kota-kota orde II. (b) Sistem jaringan yang menghubungkan pusat-pusat primer dengan sekunder. (c) Sistem jaringan jalan raya yang ada didukung pula oleh sistem jaringan kereta api dan transportasi laut.

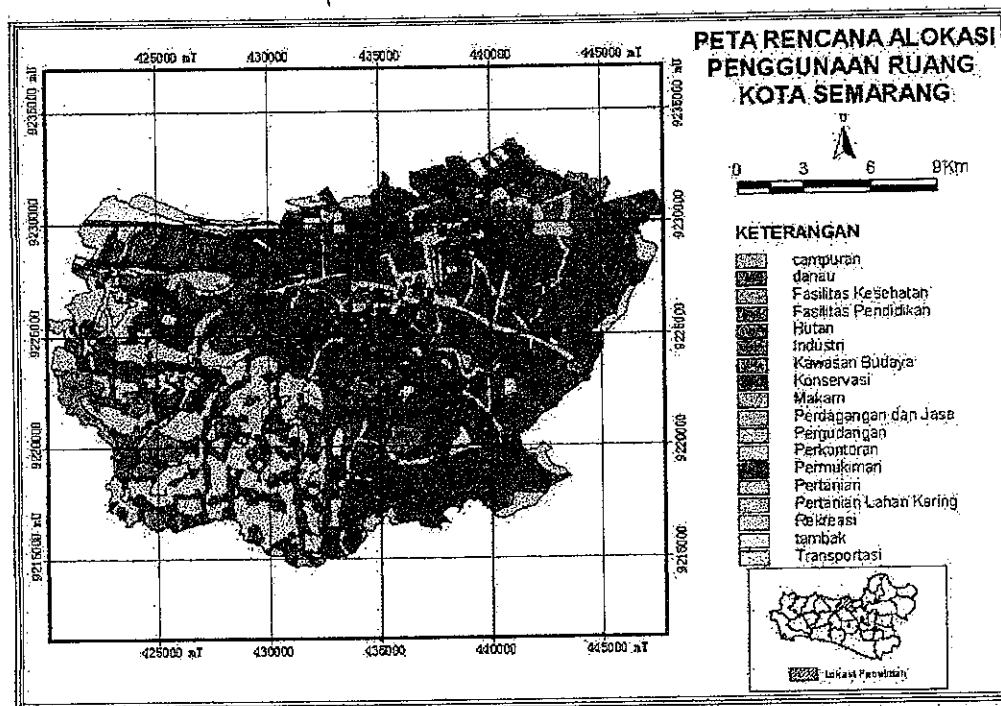
Dari Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Semarang terbagi dalam 5 Wilayah Pembangunan (WP) dan 10 Bagian Wilayah Kota (BWK), namun yang berkaitan dalam penelitian ini hanya terkait dengan dengan 2 WP yaitu WP I dan IV.

Dari konsep tersebut terlihat bahwa bahwa Semarang bagian bawah merupakan suatu pusat perdagangan, jasa dan perkantoran yang terfokus di WP I - BWK I dan sebagian di BWK III khususnya untuk rekreasi. Sementara itu Semarang bagian atas merupakan kawasan resapan, hal ini terlihat bahwa BWK VIII dan IX merupakan daerah lindung.

TABEL III.9
PEMBAGIAN DAN ARAHAN FUNGSI
BAGIAN WILAYAH KOTA (BWK) KOTA SEMARANG

Wilayah Pengembangan (WP)	BWK	Kecamatan	Fungsi	Skala
WP I	1	Semarang Tengah Semarang Timur Semarang Selatan	<ul style="list-style-type: none"> • Perdagangan jasa • Perkantoran • Social, public space • Budaya, sejarah • Transportasi • Drainase 	Kota Regional
	III	Semarang Barat Semarang Timur	<ul style="list-style-type: none"> • Transportasi • Rekreasi • Drainase 	BWK
WP IV	VIII	Gunungpati	<ul style="list-style-type: none"> • Agrobisnis & wisata • Daerah lindung • Permukiman pedesaan dan pertanian • Pendidikan 	BWK Kota
	IX	Mijen	<ul style="list-style-type: none"> • Pemukiman kepadatan rendah • Industri sumberdaya lokal, agrobisnis, agrowisata • Daerah lindung 	BWK Kota

Sumber : RDTRK Kota Semarang Th. 1995 – 2005



GAMBAR 3.9
PETA RENCANA ALOKASI PEMANFAATAN RUANG
KOTA SEMARANG

Sumber : RTRW Kotamadya Semarang, 1995

3.4.3 Rencana Pemanfaatan Lahan Kabupaten Semarang

Sistem perkotaan di Kabupaten Semarang melalui pembagian Wilayah Pembangunan (WP) dan Sub Wilayah Pembangunan (SWP). Penentuan WP dan SWP dilakukan dengan mempertimbangkan pola keterkaitan dan kemiripan karakteristik kawasan. Berdasarkan pada hirarki kota-kota yang ada serta potensi dan permasalahan masing-masing wilayah, maka pembagian WP dan SWP dalam rangka pengembangan wilayah adalah sebagai berikut :

- a. WP I daerah Ungaran dan sekitarnya. Pusat pengembangan dan pelayanan adalah Kota Ungaran, dan Wp ini terdiri atas 2 SWP yaitu :

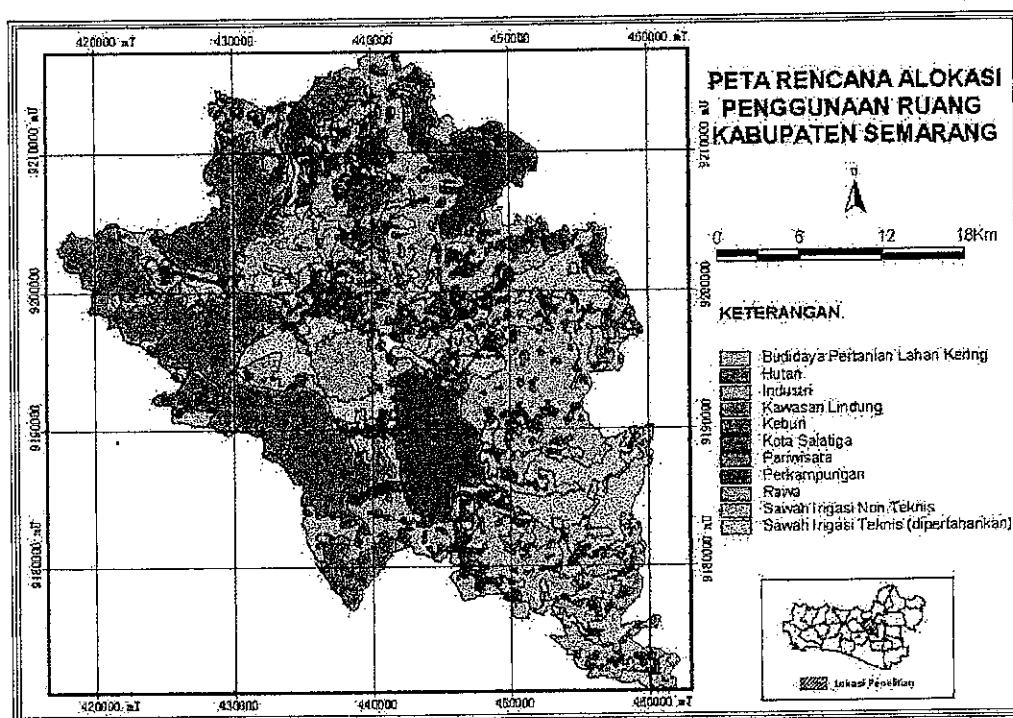
- SWP I yaitu meliputi wilayah Kecamatan Ungaran. Wilayah ini akan berkembang menjadi kawasan perkotaan, sehingga penanganannya diarahkan pada pengelolaan perkotaan dengan memperhatikan keberadaan kawasan fungsi lindung di sekitarnya. Arah kegiatan di SWP ini adalah sebagai pusat pelayanan, pusat permukiman, kegiatan rekreasi, kegiatan perdagangan, kegiatan industri pada sekitar jalur arteri primer, dan pertanian pada kawasan pinggiran. Pusat pelayanan SWP ini adalah Kota Ungaran dan Babadan.
 - SWP II meliputi wilayah Kecamatan Bergas dan Pringapus. Arah kegiatan SWP ini adalah kegiatan industri, pusat permukiman dan pertanian. Pengelolaan kawasan diarahkan pada usaha keterpaduan antar fungsi (terutama industri, permukiman dan pertanian) dalam kawasan perkotaan. Kota pusat pelayanan SWP ini adalah Kota Bergas dan Pringapus.
- b. WP II Daerah Ambarawa dan sekitarnya, Kota pusat pengembangan dan pelayanan adalah Kota Ambarawa, dan WP ini terdiri dari 2 SWP yaitu :
- SWP I meliputi wilayah Kecamatan Bawen, Ambarawa, Banyuwiru. Kegiatan utama yang akan dikembangkan meliputi kegiatan perdagangan (Ambarawa), pusat permukiman (Ambarawa dan Bawen), industri (Bawen), pariwisata (Bandungan, Jimbaran, Ambarawa dan Banyuwiru), pertanian dan agribisnis. Penanganan kawasan perkotaan diarahkan pada Kota Ambarawa, Bawen dan Bandungan.
 - SWP II meliputi wilayah Kecamatan Jambu dan Sumowono. Kegiatan utama yang akan dikembangkan adalah kegiatan pertanian lahan basah (Jambu), pertanian lahan kering, perkebunan, agribisnis, hutan rakyat, dan industri kecil. Penanganan SWP ini diarahkan pada peningkatan keterkaitan kedua Kecamatan dengan peningkatan

akses jalan dan perhubungan jalur Bedono – Somowono, serta peningkatan intensitas kegiatan pemasaran dan pelayanan di Sumowono, Bedono dan jambu.

c. WP III Daerah Salatiga dan sekitarnya. Kota pusat pelayanan adalah Kota Salatiga, dan WP ini terdiri atas 3 SWP yaitu :

- SWP I meliputi wilayah Kecamatan Tuntang, Pabelan, Tenganan dan Getasan. Kegiatan yang akan dikembangkan adalah kegiatan perkotaan, pusat permukiman, pertanian lahan basah, pertanian lahan kering, perkebunan, agribisnis, pariwisata. Pengelolaan pembangunan wilayah ini diarahkan pada penanganan permasalahan perkotaan di kawasan yang berbatasan langsung dengan kota Salatiga, seperti penanganan permintaan lahan terbangun, fasilitas prasarana perkotaan dengan memperhatikan keterpaduan pembangunan Kota Salatiga. Sedangkan pada kawasan lainnya diarahkan pada kegiatan pertanian lahan basah, lahan kering dan tahunan, agribisnis dan pariwisata.
- SWP II meliputi wilayah Kecamatan Bringin. Kegiatan yang diarahkan pada SWP ini adalah kegiatan pertanian lahan basah, pertanian lahan kering, perkebunan dan agribisnis. Pengelolaan kawasan ini diarahkan pada penyediaan infrastruktur, sehingga dapat meningkatkan keterkaitan dengan pusat perekonomian.
- SWP III meliputi Kecamatan Suruh dan Susukan. Kegiatan yang akan dikembangkan adalah kegiatan pertanian lahan basah, kering, perkebunan, hutan rakyat, industri kecil dan agribisnis. Pengelolaan SWP ini diarahkan pada peningkatan pelayanan dan jaringan infrastruktur kawasan dalam SWP sehingga terbentuk kegiatan perekonomian yang terpadu pada kawasan ini.

Untuk mencapai optimalisasi struktur tata ruang perlu disusun strategi pengembangan, kaitannya dengan daerah resapan maka perkembangan ke arah barat perlu dibatasi sebagai kawasan konservasi. Kegiatan hunian akan lebih dititikberatkan di timur kota yang merupakan lahan kurang subur dan kering. Kecamatan Klepu yang masuk ke dalam areal DAS Kaligarang hanya sedikit dan khusus pada areal perkebunan yang merupakan kawasan konservasi.



GAMBAR 3.10
PETA ALOKASI PEMANFAATAN RUANG KABUPATEN SEMARANG

Sumber : RTRWK Kab. Semarang, 2000

3.4.4 Rencana Pemanfaatan Lahan Kabupaten Kendal

Luas Kabupaten Kendal sebesar 100.224 ha dengan komposisi pemanfaatan ruang sebagai berikut : (1) lahan untuk sawah dengan sistem pengairan teknis dan non teknis

sebesar 26.630 ha, (2) lahan untuk tanah pekarangan sebesar 14.666 ha, (3) lahan untuk tegalan sebesar 22.304 ha, (4) lahan perkebunan negara dan swasta sebesar 7.788 ha, (5) lahan berhutan sebesar 16.459 ha (6) lahan perikanan sebesar 3.011 ha, (7) lahan untuk penggunaan lain sebesar 9.365 ha.

Dengan alokasi pemanfaatan ruang terdiri atas kawasan lindung sebesar 3.009,710 ha dan kawasan budidaya sebesar 97.213,778 ha, maka strategi pengembangan wilayah menurut Perda RUTRD Kabupaten Kendal adalah :

- a. Sub wilayah dan potensi pengembangan. Berdasarkan kondisi dan potensi Kabupaten Kendal terdiri dari 4 sub wilayah pengembangan sebagai berikut :

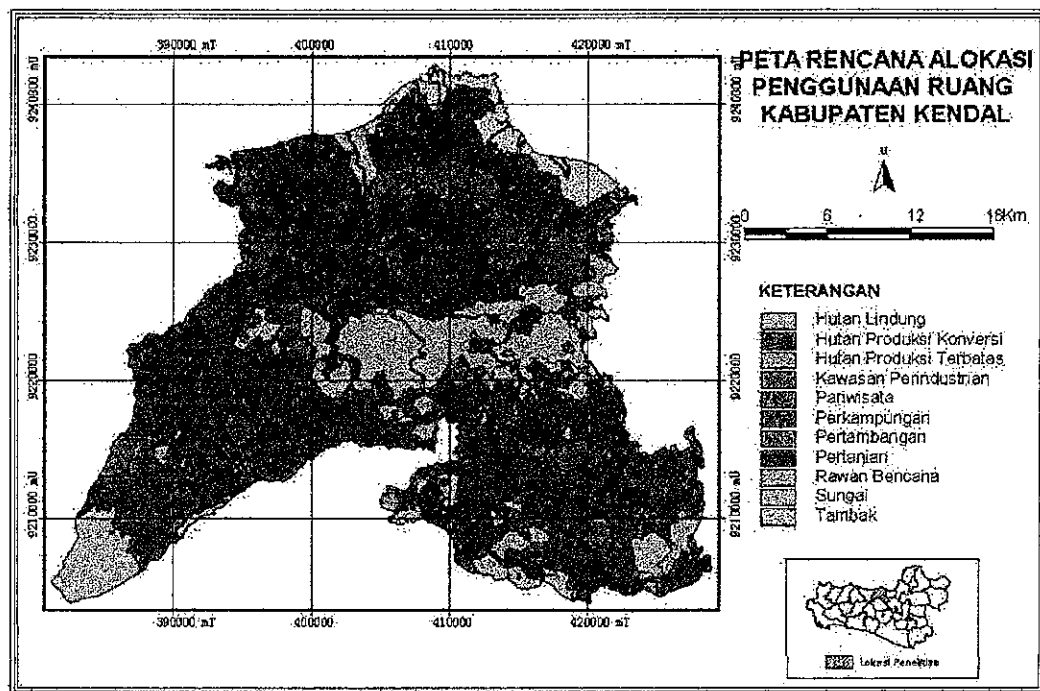
TABEL III. 10
SWP KABUPATEN KENDAL

SWP	Pusat Sub Wilayah Pengembangan	Wilayah Kecamatan	Potensi Pengembangan
I	Kendal	Kaliwungu, barangsong, Patebon, Pegandon, Cepiring dan Kangkung	Industri, perdagangan dan pertanian
II	Weleri	Weleri, Rowosari, Gemuh dan Kangkung	Pertanian, perikanan dan industri
III	Sukoharjo	Sukorejo, Patean, Plantungan dan Pageruyung	Perkebunan, pertanian, peternakan, pariwisata
IV	Boja	Boja, Limbangan dan Singorojo	Perkebunan, pertanian, peternakan, perdagangan dan pariwisata

Sumber : RTRW Kab. Kendal, 2000

- b. Kawasan prioritas. Kawasan prioritas adalah kawasan yang memiliki potensi dan permasalahan yang harus ditangani karena pengaruhnya cukup besar terhadap Kabupaten Kendal, yaitu :

- Kawasan yang berkembang cepat dengan dukungan jumlah penduduk dan kelengkapan fasilitas serta memiliki prospek sebagai pengembangan industri dalam skala besar, yaitu Kecamatan Boja, Kaliwungu dan Weleri.
- Kawasan yang perlu dipelihara fungsi lindungnya, yaitu hutan lindung, resapan air, perlindungan setempat, suaka alam dan kawasan rawan bencana alam.
- Kawasan yang berperan menunjang kegiatan sektor strategis, yaitu Kecamatan Boja, Weleri dan Kecamatan Kaliwungu.



GAMBAR 3. 11
PETA RENCANA ALOKASI PENGGUNAAN RUANG KABUPATEN KENDAL

Sumber : RTRW Kab. Kendal, 2002

3.5 Kondisi Banjir di Kota Semarang

Lokasi banjir dan genangan di Kota Semarang berada di daerah datar dekat pantai dengan elevasi di bawah 25 m. Daerah ini sebagian besar merupakan daerah perkotaan dengan penduduk cukup padat sampai padat dan daerah yang sedang berkembang menjadi perumahan maupun industri. Identifikasi banjir Kota Semarang pada tahun 1993 dapat dilihat pada Tabel III.11.

TABEL III.11
DAERAH BANJIR DRAINASE TAHUN 1993

No.	Sungai / Saluran	Daerah. Aliran (ha)	Luas genangan (ha)	Kedlmn (m)	Lama banjir (jam)	Catatan
1	Kec. Tugu	2.580	3.00	0.2	2	Blm dinormalisasi
2	Semarang Barat	770	0.5	0.2	3	Tanggul pengaman sudah ditangani
3	Banjir Kanal Barat	510	5.25	0.4	3-5	Terjadi arus balik
4	Kali Asin	1.026	5.25	0.2 – 0.7	1-3	Terjadi arus pasang
5	Kali Baru	180	-	-	-	Ada masalah dgn pelabuhan
6	Kali Banger	647	27.30	0.2 – 8.75	1.48	Dinormalisasi
7	Banjir kanal Timur	-	29.4.5	-	-	Pendangkalan >
8	Kali Tenggang	2.748	23.5	0.3 – 1.2	8-18	Dinormalisasi mahal
9	Kali Seringin	1.386	34.0	0.3 – 1.0	8-12	Pembebasan tnh mahalTanggul bobol
10	Kali Babon	-	-	-	-	Tanggul bobol
11	Kali Dolok	-	-	-	-	Tanggul bobol
	JUMLAH	9.847				

Sumber : JICA 1993

Mendasarkan pada Laporan JICA, dapat diketahui bahwa lokasi banjir di Kota Semarang meliputi Kecamatan Tugu, Semarang Barat, banjir Kanal Barat, Semarang Tengah, Kali Banger, Semarang Timur.

Permasalahan banjir di Kota Semarang khususnya bagian bawah dipengaruhi oleh beberapa sebab yaitu :

- a) Naiknya debit akibat tata guna lahan sehingga mengakibatkan peningkatan koefisien pengaliran,
- b) Berkurangnya kapasitas saluran akibat sedimentasi dan hambatan yang ada di saluran seperti kabel telepon, listrik, pipa air PDAM dan bangunan yang menjorok ke tengah sungai,
- c) Kapasitas saluran yang tak memadai,
- d) Kondisi tanah sangat lunak, kedap air dan sangat dalam mencapai sekitar 30 m, sehingga proses penurunan tanah terjadi terus menerus dalam waktu yang lama,
- e) Semakin banyaknya penyebaran sumur dalam menyebabkan proses penurunan tanah bertambah cepat,
- f) Berkembangnya garis pantai ke arah laut akan mempengaruhi tinggi muka air banjir dan efek *back water* menjadi semakin jauh.

TABEL III.12
LUAS, TINGGI DAN LAMA GENANGAN DI KOTA SEMARANG TH. 1995

No.	Wilayah Genangan	Fungsi Wilayah	Luas (ha)	Tinggi (m)	Lama (jam)	Penyebab genangan
1	Semarang Tengah	Pemukiman, perdagangan, perkantoran	67,70	0,3-0,6	0,5-24	Sal Bulu, kali Semarang, drainase simpang lima terjadi pendangkalan
2	Semarang Selatan	Pemukiman	8,9	0,2-0,5	0,5-4	Sal. Sabuk sriwijaya meluap dan limpasan air dari Candi dan Gajahmungkur
3	Semarang Barat	Pemukiman, perdagangan	228,7	0,3-1,0	0,5-48	K. Siangker, Silandak, KBK barat meluap
4	Semarang Utara	Permukiman perdagangan	496	0,3-1,0	1,0-48	K.Asin, K.Semarang, K. Baru meluap dan penurunan tanah
5	Semarang Timur	Permukiman, perdagangan	194	0,2-0,5	1,0-24	K. Banger, sal.Karangturi meluap
6	Tembalang	Permukiman persawahan	25,8	0,3-0,5	0,5-1,0	K.Kedungmundu meluap
7	Banyumanik	Permukiman persawahan	6,5	0,3-0,5	0,5-1,0	Sistem drainase sekunder belum baik
8	Gajahmungkur	Permukiman	9,5	0,3-0,5	0,5-1,0	Sistem drainase sekunder belum baik
9	Gayamsari	Permukiman persawahan	222	0,3-1,0	4,0-46	K. Kandang Kebo dan Sal. Majapahit meluap
10	Genuk	Permukiman persawahan	348	0,5-0,6	1,0-12	K. Tenggang, K.Sringin, K Babon meluap
11	Tugu	Permukiman persawahan	294	0,5-1,0	1,0-12	K.Bringin, K, Randu Garut meluap
12	Pedurungan	Permukiman persawahan	140	0,3-1,0	1,0-12	Sal.Silandak, K. Tenggang meluap
13	Mijen	Permukiman pekarangan	15	0,3-0,5	0,2-0,5	Sal. Sekunder belum baik
14	Gunungpati	Permukiman padang	5	0,2-0,3	0,2-0,5	Sal. Sekunder belum baik
15	Ngaliyan	Permukiman, ladang	5	0,2-0,5	0,2-0,5	Sal. Sekunder belum baik

Sumber : Bappeda Kotamadya Semarang, 1995

BAB IV

ANALISA PENGARUH PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN DAS KALIGARANG TERHADAP BANJIR DI KOTA SEMARANG

4.1 Analisa Perubahan Penggunaan Lahan DAS Kaligarang

Analisa perubahan penggunaan lahan DAS Kaligarang terhadap banjir di Kota Semarang menggunakan analisis kualitatif dan kuantitatif dengan mengidentifikasi keterkaitan antara komponen yang berpengaruh terhadap banjir di DAS (curah hujan, debit banjir, koefisien aliran) dan perubahan penggunaan lahan. Analisis kuantitatif digunakan untuk menghitung nilai koefisien aliran dalam kurun waktu 10 tahun dengan menggunakan metode rasional dan tumpang susun peta. Analisa kuantitatif juga digunakan untuk menganalisa perubahan penggunaan lahan dari tahun 1990 – 2000 dengan cara tumpang susun peta. Sedangkan analisis kualitatif digunakan untuk mengidentifikasi kondisi fisik DAS Kaligarang.

4.1.1 Perkembangan Penggunaan Lahan Tahun 1990 – 1995

Perubahan penggunaan lahan merupakan fenomena penting yang harus diperhatikan, karena dapat menimbulkan potensi dan permasalahan dalam pembangunan kota. Dengan mengetahui fenomena perubahan penggunaan lahan diharapkan dapat digunakan sebagai masukan bagi arahan pengembangan di masa mendatang.

Untuk mengetahui besarnya perubahan penggunaan lahan tahun 1990 – 1995 yang terjadi di DAS Kaligarang dapat dihitung dengan rumus perkembangan penggunaan lahan sebagai berikut :

$$\text{Perkmbng (\%)} = \frac{\text{Penggunaan lahan Th. 1995} - \text{Th. 1990}}{\text{Penggunaan Lahan Th. 1990}} \times 100 \% \quad (4 - 1)$$

Hasil perhitungan perkembangan penggunaan lahan DAS Kaligarang dapat dilihat pada Tabel IV.1 sedangkan perubahan lahan per jenis penggunaan lahan dapat diperiksa pada Tabel IV.2 di bawah ini.

TABEL IV.1
PERKEMBANGAN PENGGUNAAN LAHAN PER JENIS PENGGUNAAN
DI DAS KALIGARANG TAHUN 1990 – 1995

No	Perkembangan Jenis Penggunaan	1990 (Ha)	1995 (Ha)	Perkembangan (%)
1	Pemukiman / pekarangan	2.503,25	4.867,05	94
2	Tegalan / Kebun	5.978,33	5.127,08	- 14
3	Sawah	7.209,94	5.771,59	-19
4	Perkebunan	1.116,97	1.250,95	11
5	Semak belukar / Sabana	1.116,35	1.102,56	-1
6	Hutan	1.957,69	1.769,44	-9
7	Tambak / tubuh air	517,97	511,85	-1
8	Jumlah	20.400,52	20.400,52	61

Sumber : hasil pengolahan data, 2003

Gambar 4.1 dan Tabel IV.1 menunjukkan bahwa secara menyeluruh terjadi perubahan lahan yang diindikasikan dengan menurunnya luas sawah sebesar -19 % dan tegalan -11 % , serta adanya dominasi peningkatan luas permukiman dalam kurun waktu 5 tahun yaitu sebesar 94 % dari 2.503,25 ha menjadi 4.867,05 ha. Peningkatan luas juga terjadi pada perkebunan sebesar 11 % dari 1.116,97 ha menjadi 1.250,95 ha. Hal ini dikarenakan adanya alih fungsi dari hutan ke perkebunan sebesar 127,64 ha dan dari sawah

menjadi perkebunan sebesar 10,40 ha berupa kebun coklat, pala, cengkeh, kelapa. Sawah yang berubah menjadi perkebunan adalah sawah tadah hujan.

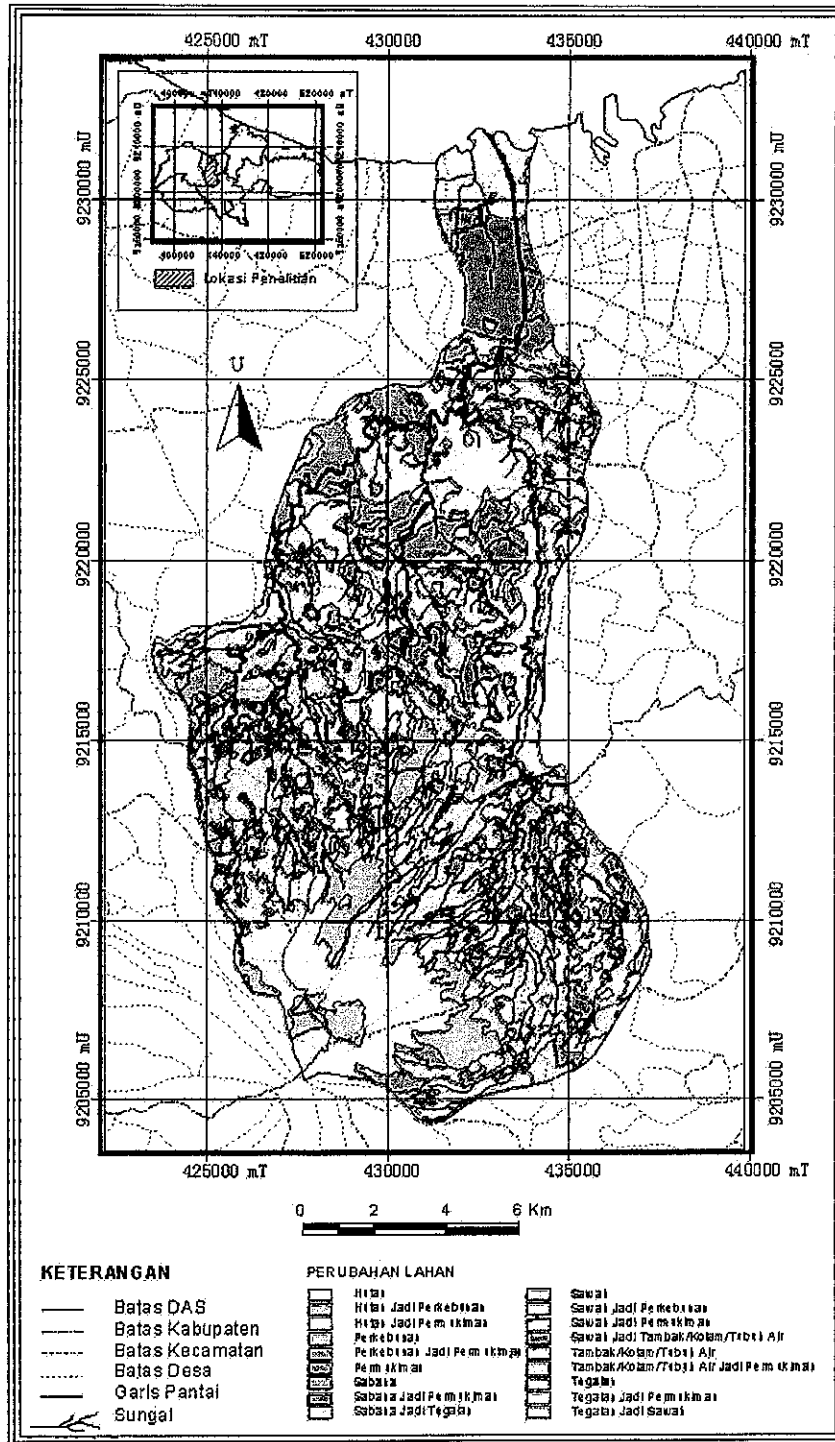
Penurunan luas lahan secara nyata terlihat pada lahan sawah sebesar -19 % dari 7.209,94 ha menjadi 5.771,59 ha. Hal ini dikarenakan adanya perubahan lahan sawah menjadi perkebunan sebesar 10,40 ha utamanya pada sawah kering atau sawah tadah hujan yang digunakan untuk perkebunan dan sawah menjadi permukiman sebesar 1.437,54 ha pada daerah yang memiliki aksesibilitas tinggi, seperti sawah yang ada di pinggir jalan raya dan mempunyai peluang besar untuk berkembang. Perubahan sawah menjadi permukiman biasanya berupa rumah makan, pertokoan, wartel, losmen, pabrik / gudang dan rumah tinggal.

TABEL IV.2
LUAS PERUBAHAN LAHAN DAS KALIGARANG
TAHUN 1990 – 1995 (HA)

	Hutan	Perkbn an	Sawah	Tegalan	Sabana	Permkmn	Tmbk	Jumlah
Hutan	1.769,44	127,64	-	-	-	61,95	-	1.959,03
Perkbnan	-	1.112,91	-	-	-	4,05	-	1.116,96
Sawah	-	10,40	5.753,63	-	-	1.437,54	5,35	7.206,92
Tegalan	-	-	17,96	5.114,52	-	843,52	-	5.976
Sabana	-	-	-	12,55	1.102,56	1,66	-	1.116,77
Permkmn	-	-	-	-	-	2.506,86	-	2.506,86
Tambak	-	-	-	-	-	11,47	506,50	517,97
Jumlah	1.769,44	1.250,95	5.771,59	5.127,07	1.102,56	4.855,58	511,85	20.400,5 2

Sumber : Hasil Pengolahan Data Spasial, 2003

Penurunan luas lahan yang lainnya terjadi pada tegalan sebesar -11 % yaitu dari 5.978,33 ha menjadi 5.127,08 ha. Penurunan luas tegalan dikarenakan ada perubahan fungsi lahan menjadi permukiman sebesar 843,52 ha dan sawah sebesar 17,96 ha. Alih fungsi tegalan menjadi permukiman lebih disebabkan adanya peningkatan jumlah penduduk, sehingga menuntut perluasan lahan untuk mendukung aktivitas penduduk.



GAMBAR 4.1
PETA PERUBAHAN LAHAN DAS KALIGARANG TH. 1990 –1995

Sumber : Hasil Pengolahan Data Spasial, 2003

Sumber : Hasil Pengolahan Data Spasial, 2003

4.1.2 Distribusi Lokasi Perubahan Penggunaan Lahan Tahun 1990 – 1995

Perubahan penggunaan lahan pertanian menjadi lahan terbangun atau permukiman terjadi secara cepat pada tahun 1990 – 1995 dari luas 2.503,25 ha menjadi sebesar 4.867,05 ha atau meningkat dari 12,28 % dari total luas DAS menjadi 23,87 %. Dengan demikian pada lahan permukiman telah terjadi perubahan sebesar 97 %. Perubahan ini terjadi hampir di berbagai bagian DAS Kaligarang dari yang bertopografi relatif datar hingga bergelombang, berbukit.

TABEL IV.3
LUAS PERUBAHAN LAHAN MENJADI PERMUKIMAN
PER KECAMATAN DI DAS KALIGARANG
TAHUN 1990 – 1995 (HA)

No.	Kecamatan	Perubahan Lahan	Luas (Ha)
1	Banyumanik	Sawah ke Permukiman	6,31842
		Tegalan ke Permukiman	52,35571
		Semak ke Permukiman	-
		Tambak ke Permukiman	-
		Sub total	58,67413
2	Boja	Sawah ke Permukiman	137,7545
		Tegalan ke Permukiman	-
		Semak ke Permukiman	-
		Tambak ke Permukiman	-
		Sub total	137,7545
3	Bregas	Sawah ke Permukiman	135,7664
		Tegalan ke Permukiman	0,921242
		Semak ke Permukiman	-
		Tambak ke Permukiman	-
		Sub total	136,6876
4	Bawen	Sawah ke Permukiman	-
		Tegalan ke Permukiman	1,804798
		Semak ke Permukiman	-
		Tambak ke Permukiman	-
		Sub total	1,804798
5	Candi	Sawah ke Permukiman	-
		Tegalan ke Permukiman	5,745236
		Semak ke Permukiman	-
		Tambak ke Permukiman	-

		Sub total	5,745236
No.	Kecamatan	Perubahan Lahan	Luas (Ha)
6	Gajahmungkur	Sawah ke Permukiman Tegalan ke Permukiman Semak ke Permukiman Tambak ke Permukiman Sub total	30,36064 282,0929 - - 312,4535
7	Gunungpati	Sawah ke Permukiman Tegalan ke Permukiman Semak ke Permukiman Tambak ke Permukiman Sub total	226,3077 287,2189 - - 513,5266
8	Limbangan	Sawah ke Permukiman Tegalan ke Permukiman Perkebunan ke Permukiman Tambak ke Permukiman Sub total	1,412544 6,125583 4,03753 - 11,57566
9	Mijen	Sawah ke Permukiman Tegalan ke Permukiman Semak ke Permukiman Hutan ke Permukiman Sub total	75,40806 12,87852 1,659114 189,5512 279,4969
10	Ngaliyan	Sawah ke Permukiman Tegalan ke Permukiman Semak ke Permukiman Tambak ke Permukiman Sub total	- 23,45796 - - 23,45796
11	Semarang Barat	Sawah ke Permukiman Tegalan ke Permukiman Semak ke Permukiman Tambak ke Permukiman Sub total	3,756614 82,41509 - 3,711914 89,88362
12	Semarang Utara	Sawah ke Permukiman Tegalan ke Permukiman Semak ke Permukiman Tambak ke Permukiman Sub total	- - - 7,757688 7,757688
13	Ungaran	Sawah ke Permukiman Tegalan ke Permukiman Semak ke Permukiman Tambak ke Permukiman Sub total	731,085 50,28686 - - 781,3718
	DAS Kaligarang	Total	2.360,19

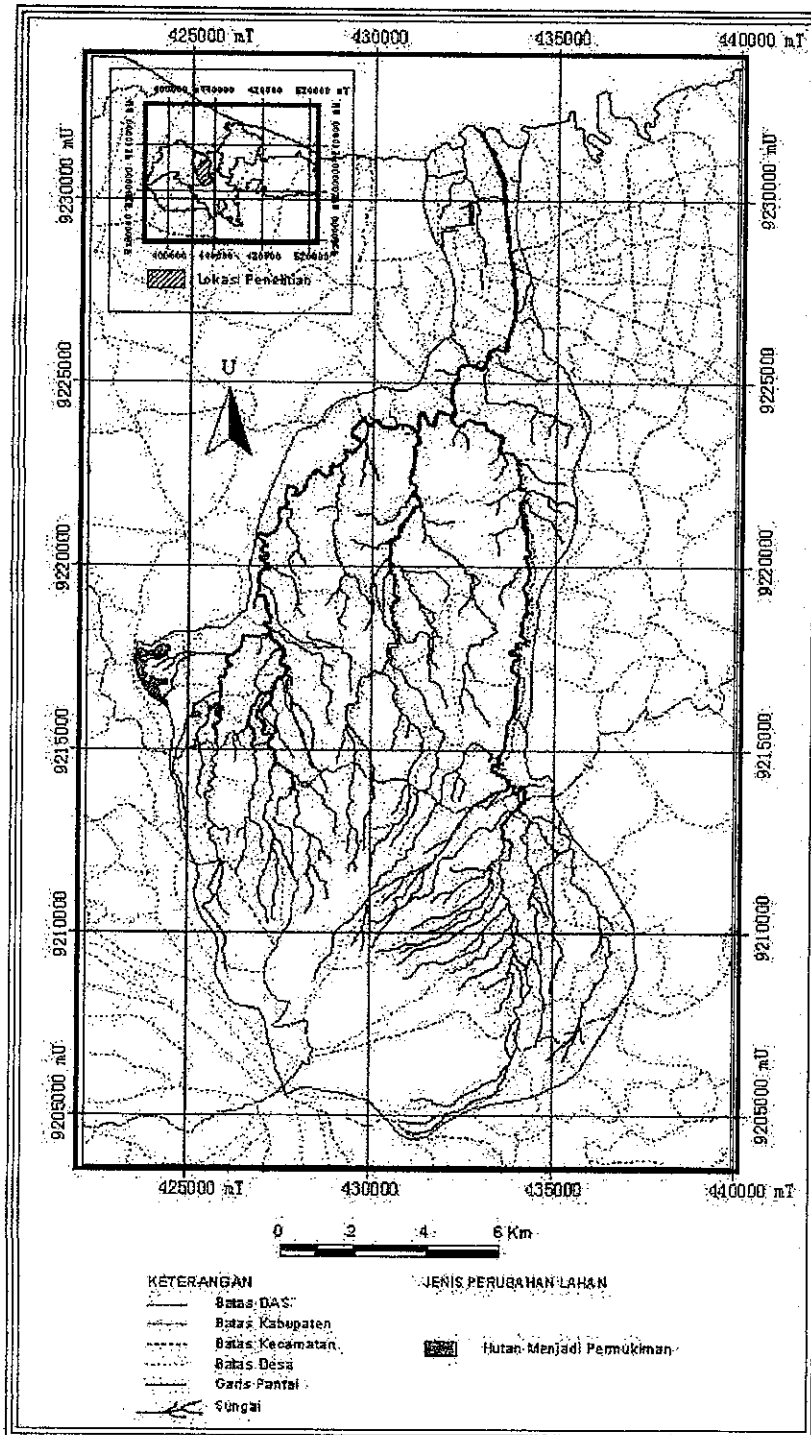
Sumber : Hasil Pengolahan Data Spasial, 2003

Penggunaan lahan di bagian hilir cenderung didominasi oleh permukiman baik pada lahan permukiman terencana maupun tidak. Lahan permukiman menyebar di seluruh

Daerah Aliran Sungai Kaligarang dan mengelompok di sepanjang tepi jalan dan sungai seperti pada Kecamatan Semarang Barat dan Utara.

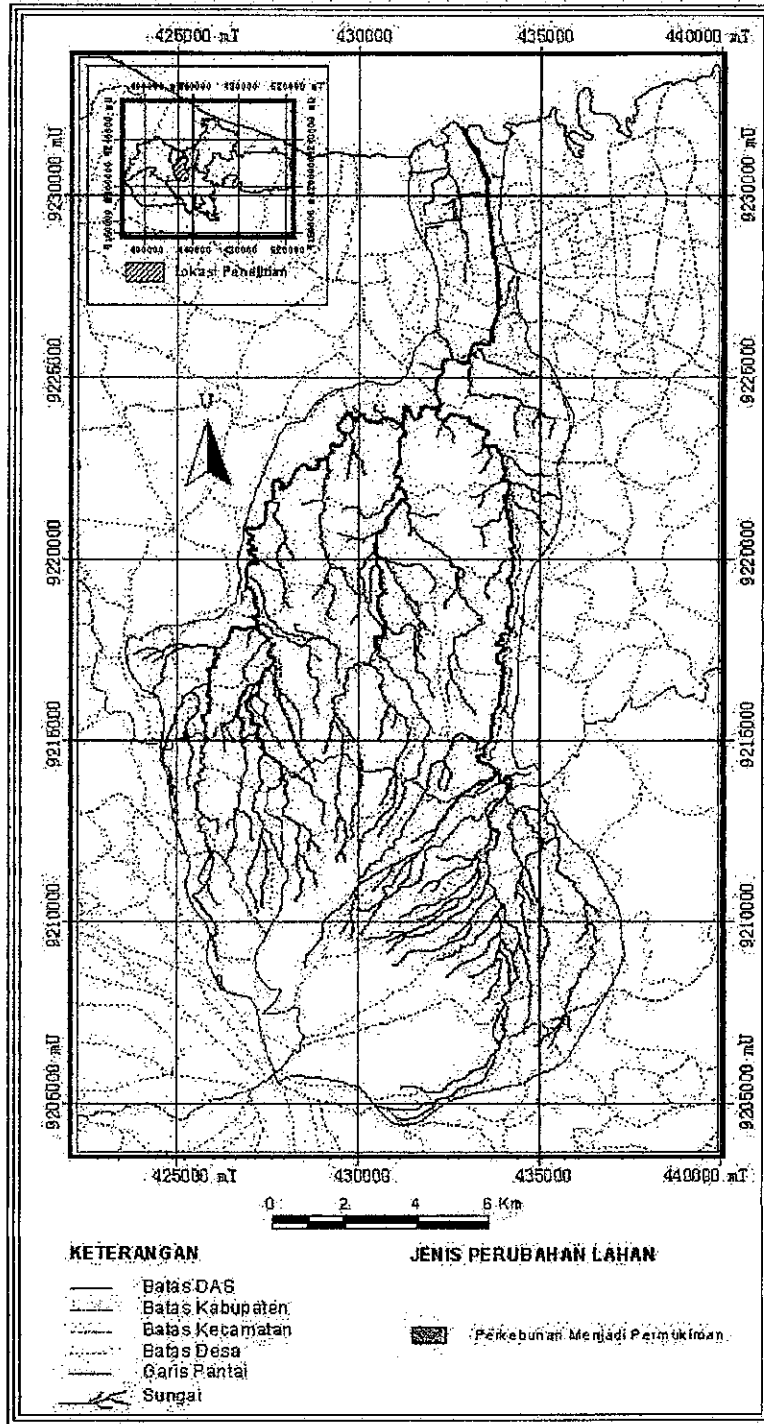
Hasil pengamatan peta, verifikasi data dan penjajagan lapangan dapat diketahui bahwa terdapat kecenderungan perubahan penggunaan lahan di bagian hulu DAS Kaligarang, seperti pada Kecamatan Bregas, Bawen, Ungaran, Limbangan, Boja. Penyebaran lokasi perubahan penggunaan lahan menjadi permukiman dapat diperhatikan pada Gambar 4.2 hingga Gambar 4.7. Perubahan Hutan menjadi permukiman terjadi pada Kecamatan Mijen seluas 189,5521 ha. Perubahan perkebunan menjadi permukiman telah terjadi seluas 4,03753 ha pada Kecamatan Limbangan. Sementara perubahan penggunaan lahan dari sawah ke permukiman seluas 1.436,23 ha pada Kecamatan Banyumanik, Boja, Bregas, Gajahmungkur, Gunungpati, Limbangan, Mijen, Semarang Barat dan Ungaran. Perubahan penggunaan lahan tegalan ke permukiman seluas 908,56 ha pada Kecamatan Banyumanik, Bregas, Bawen, Candi, Gajahmungkur, Gunungpati, Limbangan, Mijen, Ngaliyan, Semarang Barat dan Ungaran. Perubahan dari Semak ke permukiman seluas 1,65911 ha terjadi pada Kecamatan Mijen. Sementara itu seluas 11,4696 ha merupakan alih fungsi dari tambak ke permukiman di Kecamatan Semarang Barat dan Semarang Utara.

Lokasi perubahan penggunaan lahan menjadi permukiman di DAS Kaligarang sebagaimana diilustrasikan dalam Gambar 4.2 – 4.7.



GAMBAR 4.2
PETA DISTRIBUSI PERUBAHAN LAHAN HUTAN MENJADI PERMUKIMAN
DAS KALIGARANG TAHUN 1990 – 1995

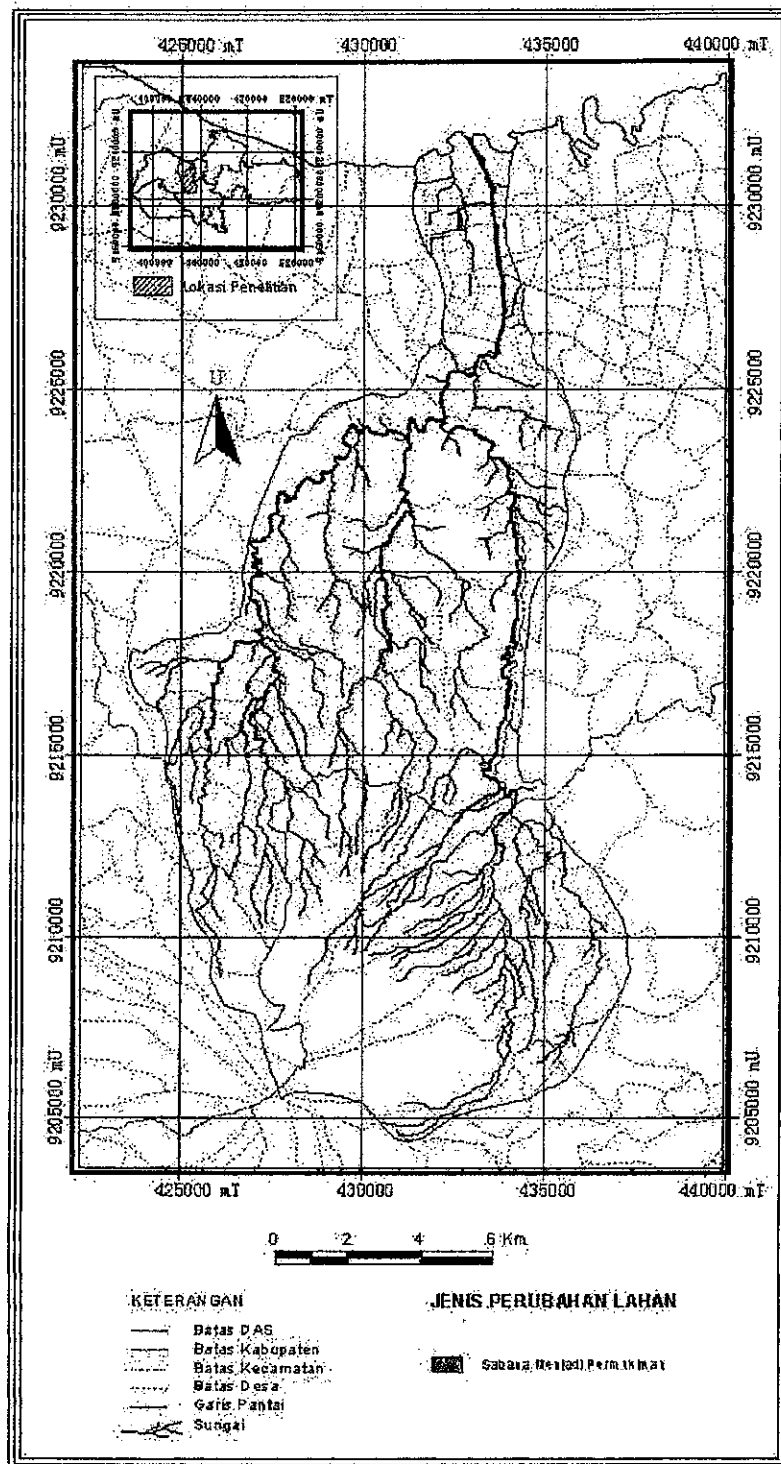
Sumber : Hasil Pengolahan Data Spasial, 2003



GAMBAR 4.3
PETA DISTRIBUSI PERUBAHAN LAHAN PERKEBUNAN MENJADI
PERMUKIMAN
DAS KALIGARANG TAHUN 1990 – 1995

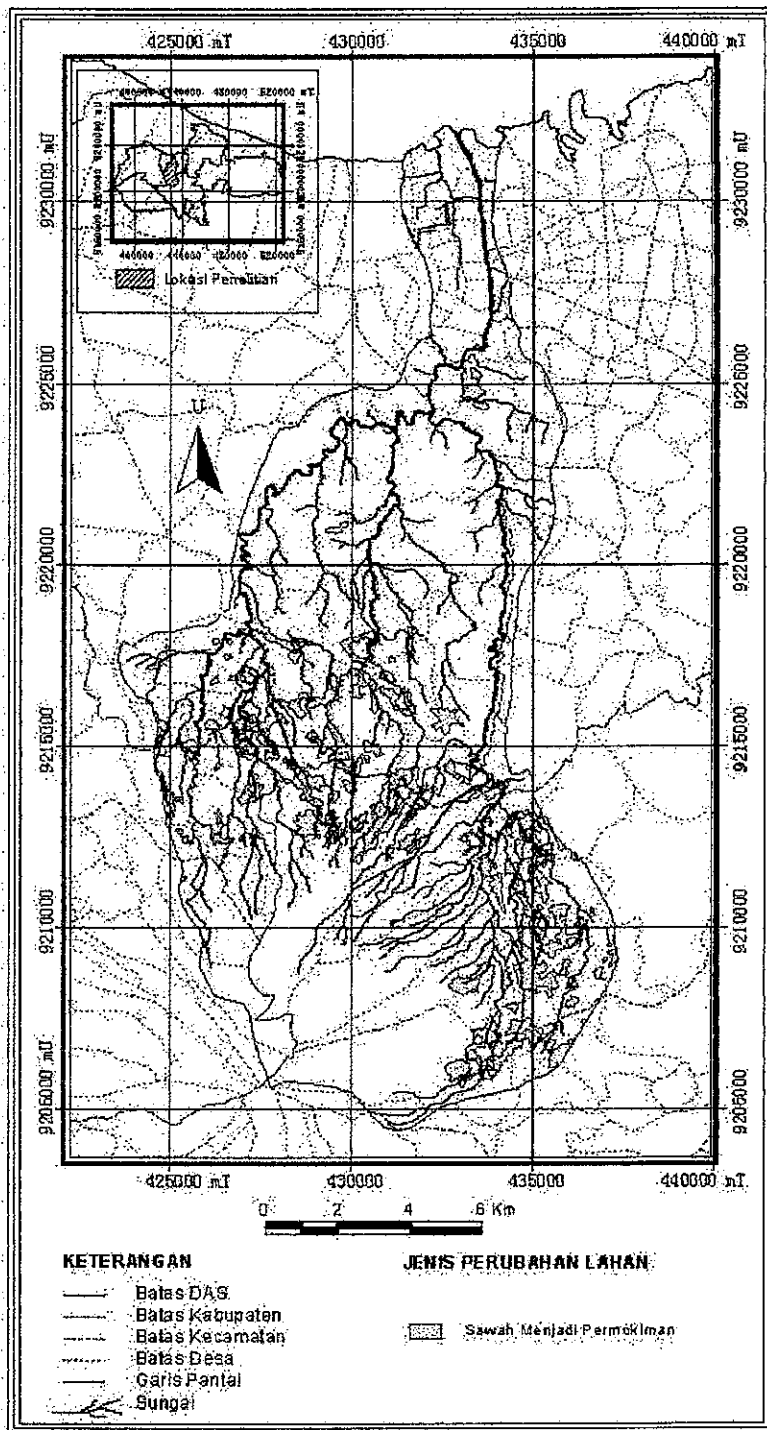
Sumber : Hasil Pengolahan Data Spasial, 2003

UPT-PUSTAK-BUNDA



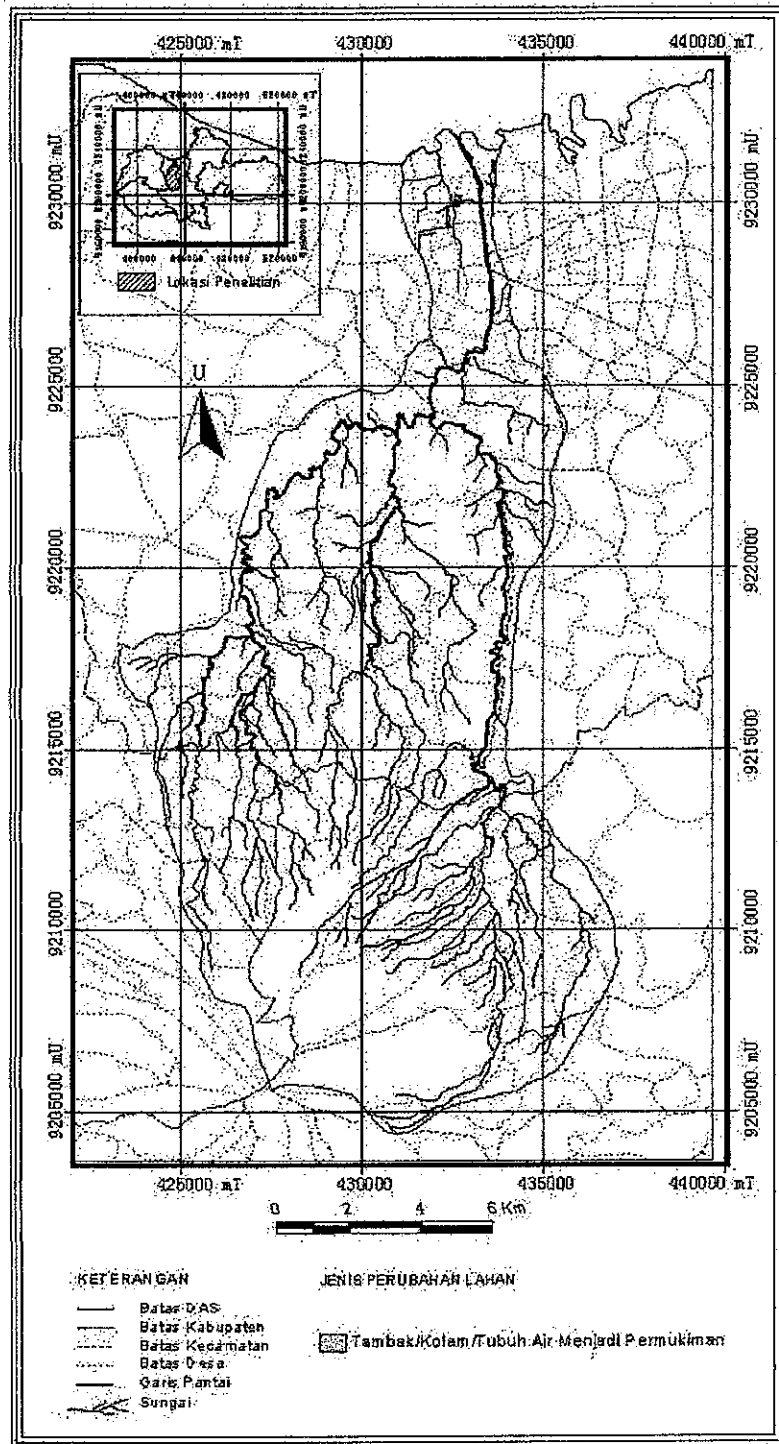
GAMBAR 4.4
PETA DISTRIBUSI PERUBAHAN LAHAN SABANA MENJADI PERMUKIMAN
DAS KALIGARANG TAHUN 1990 – 1995

Sumber : Hasil Pengolahan Data Spasial, 2003



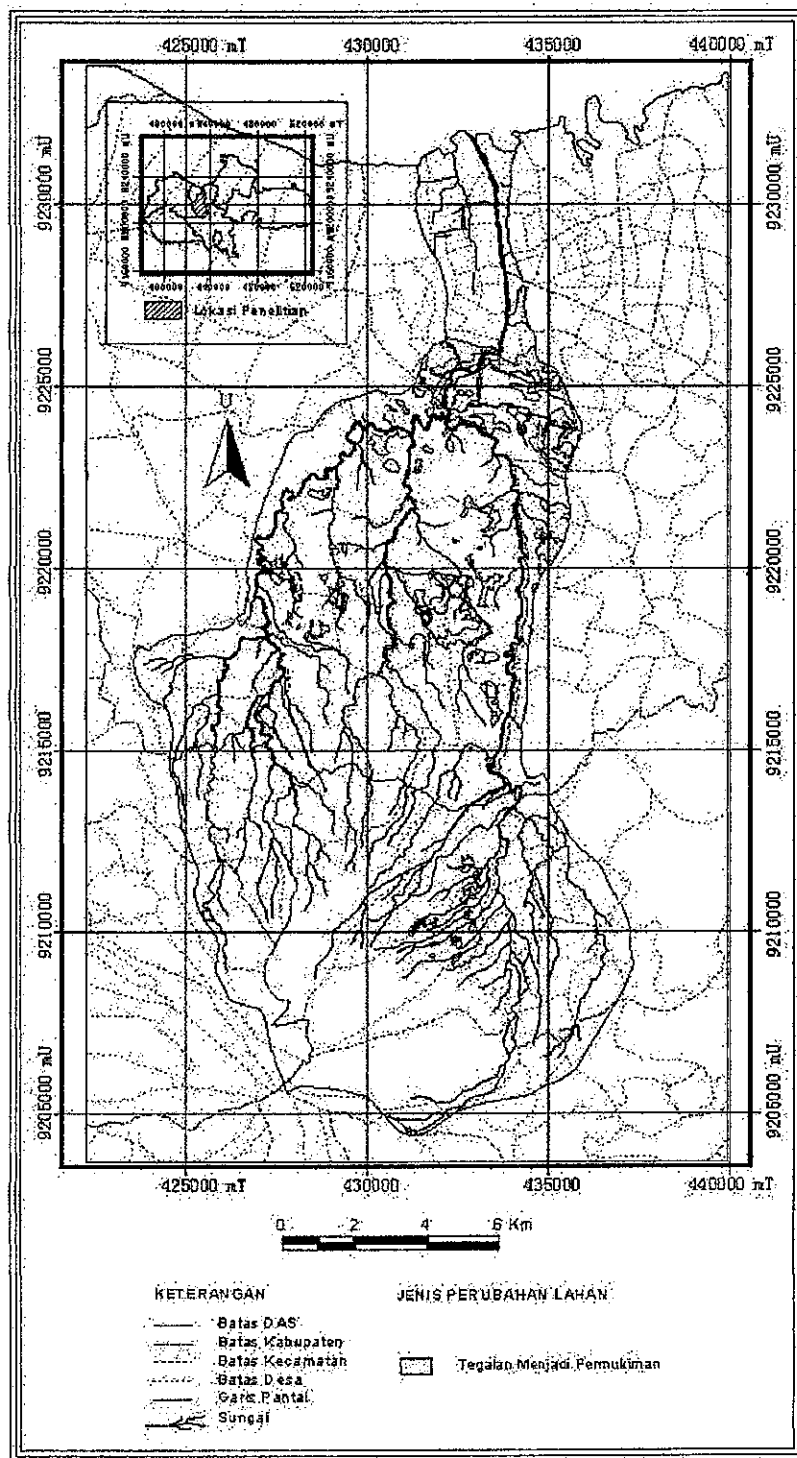
GAMBAR 4.5
PETA DISTRIBUSI PERUBAHAN LAHAN SAWAH MENJADI PERMUKIMAN
DAS KALIGARANG TAHUN 1990 – 1995

SUMBER : HASIL PENGOLAHAN DATA SPASIAL, 2003



GAMBAR 4.6
PETA DISTRIBUSI PERUBAHAN LAHAN TAMBAK MENJADI PERMUKIMAN
DAS KALIGARANG TAHUN 1990 – 1995

Sumber : Hasil Pengolahan Data Spasial, 2003



GAMBAR 4.7
PETA DISTRIBUSI PERUBAHAN LAHAN TEGALAN MENJADI
PERMUKIMAN DI DAS KALIGARANG TAHUN 1990 – 1995

Sumber : Hasil Pengolahan Data Spasial, 2003

4.1.3 Perkembangan Penggunaan Lahan Tahun 1990 – 2000

Perkembangan penggunaan lahan yang terjadi dari tahun 1990 – 2000 di DAS Kaligarang dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Perkembangan (\%)} = \frac{\text{Penggunaan lahan Th. 2000} - \text{Th. 1990}}{\text{Penggunaan Lahan Tahun 1990}} \times 100 \% \quad (4-2)$$

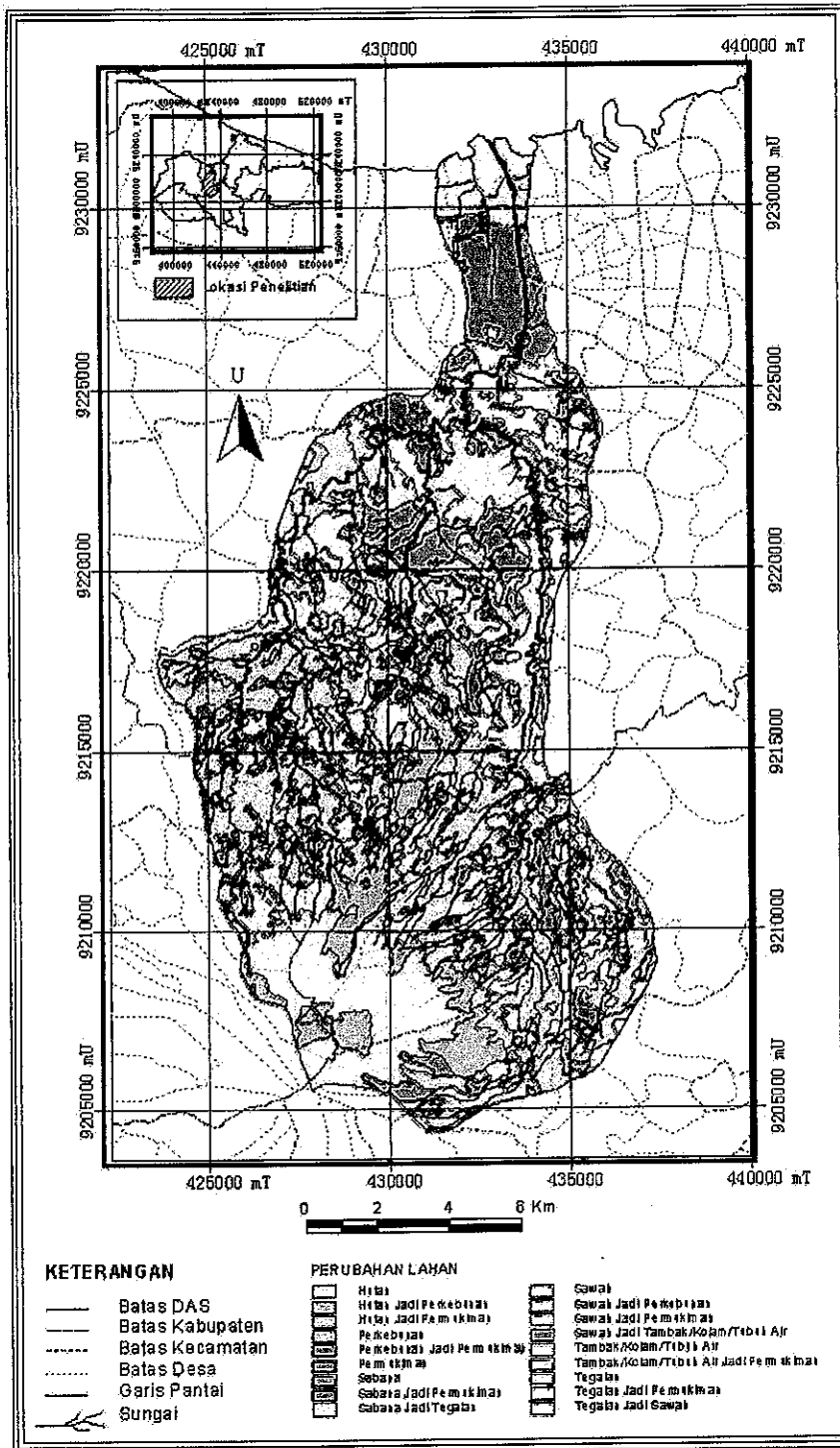
Hasil perhitungan perkembangan penggunaan lahan DAS Kaligarang dapat dilihat pada Tabel IV.4 , sementara luas perubahan lahan per jenis penggunaan lahannya beserta ilustrasinya dapat dilihat pada Tabel IV.5 dan Gambar 4.8 berikut ini.

TABEL IV. 4
PERKEMBANGAN PENGGUNAAN LAHAN DAS KALIGARANG
PER JENIS PENGGUNAAN
TAHUN 1990 – 2000

No	Perkembangan Jenis Penggunaan	1990 (Ha)	2000 (Ha)	Perkembgn (%)
1	Pemukiman/pekarangan	2.503,25	6.435,11	157
2	Tegalan / Kebun	5.978,33	4.733,04	-20
3	Sawah	7.209,94	5.505,48	-23
4	Perkebunan	1.116,97	1.142,88	-2
5	Semak belukar / Sabana	1.116,35	431,96	-61
6	Hutan	1.957,69	1.769,44	-8
7	Tambak / tubuh air	517,97	382,57	-26
8	Jumlah	20.400,52	20.400,52	17

Sumber : hasil pengolahan Data, 2003

Tabel di atas menunjukkan bahwa secara menyeluruh terjadi perubahan lahan sebesar 17 % yang didominasi oleh bertambahnya luas permukiman sebesar 157 % dan menurunnya luas semak belukar sebesar -61 %, sawah -23 %, tambak -26 % serta tegalan -20 %. Penurunan luas untuk perkebunan dan hutan tidak begitu tajam, secara berurutan sebesar 2 % dan 8 %.



GAMBAR 4.8
PETA PERUBAHAN LAHAN DAS KALIGARANG TAHUN 1990 – 2000

Sumber : Hasil Pengolahan Data Spasial, 2003

TABEL IV. 5
LUAS PERUBAHAN LAHAN DAS KALIGARANG
TAHUN 1990 – 2000 (HA)

	Hutan	Perkbnan	Sawah	Tegalan	Sabana	Permkmn	Tmbk	Jml
Hutan	1.769,44	23,32	-	-	-	166,27	-	1.959,03
Perkbnan	-	1.109,20	-	-	-	7,75	-	1.116,95
Sawah	-	10,36	5.490,43	-	-	1.702,40	4,42	7.207,61
Tegalan	-	-	15,05	4.408,10	-	1.552,54	-	5.975,69
Sabana	-	-	-	324,98	431,96	359,79	-	1.116,73
Permkmn	-	-	-	-	-	2.506,86	-	2.506,86
Tambak	-	-	-	-	-	139,87	378,15	518,02
Jml	1.769,44	1.142,88	5.505,48	4.733,08	431,96	6.435,48	382,57	20.400,52

Sumber : Hasil Pengolahan Data Spasial, 2003

Peningkatan luas permukiman dalam kurun waktu 10 tahun lebih dari dua kali lipatnya yaitu sebesar 157 % yaitu dari 2.503,25 ha menjadi 6.435,11 ha. Peningkatan luas pemukiman terjadi dikarenakan adanya alih fungsi dari hutan ke permukiman sebesar 166,27 ha, dari sawah menjadi permukiman sebesar 1.702,40 ha, Tambak ke permukiman sebesar 139,87 ha, tegalan ke permukiman sebesar 1.552,54 ha, perkebunan ke permukiman 7,75 ha serta semak ke permukiman sebesar 359,79 ha.

Alih fungsi hutan ke permukiman dalam kurun waktu 10 tahun tidak secara langsung berubah menjadi areal permukiman, namun mengalami pentahapan dahulu menjadi perkebunan kemudian menjadi kebun / tegalan. Oleh karena tuntutan kebutuhan akan ruang, maka kebun / tegalan tersebut berubah menjadi permukiman karena lokasi berdekatan dengan perkampungan. Sementara terjadinya alih fungsi dari sawah ke permukiman karena lahan tersebut dipandang mempunyai nilai ekonomi tinggi ketika lahan tersebut berubah menjadi lahan terbangun (permukiman, perdagangan, perkantoran, jasa dan industri) daripada lahan sawah.

Berubahnya semak belukar atau sabana hingga berkurang 61 % sebagian berubah menjadi permukiman sebesar 359,79 ha dan sebagian lagi menjadi tegalan sebesar 324,98

ha. Perubahan semak menjadi tegalan diilhami adanya gerakan pemanfaatan lahan tidur yang mulai dicanangkan pemerintah, terutama pada saat menghadapi krisis moneter pada tahun 1997 – 1998. Pemanfaatan lahan tidur selain dapat meningkatkan pendapatan masyarakat yang mengolah lahan tersebut, lahan dapat termanfaatkan sehingga tanah tidak mengeras. Perubahan lainnya yang cukup drastis adalah tambak menjadi mengalami penurunan sebesar 26 %. Hal ini disebabkan oleh karena tambak yang mengalami perubahan untuk kepentingan lahan terbangun.

Penurunan luas lahan secara nyata terlihat pada lahan sawah sebesar -19 % dari 7.209,94 ha menjadi 5.771,59 ha. Hal ini dikarenakan adanya perubahan lahan sawah menjadi perkebunan sebesar 10,40 ha utamanya pada sawah kering (*dry land paddy*) yang digunakan untuk perkebunan dan sawah menjadi permukiman sebesar 1.437,54 ha pada daerah yang memiliki aksesibilitas tinggi, seperti sawah yang ada di pinggir jalan raya dan mempunyai peluang besar untuk berkembang. Perubahan sawah menjadi permukiman biasanya berupa rumah makan, pertokoan, wartel, losmen, pabrik / gudang dan rumah tinggal.

Penurunan luas lahan yang lainnya terjadi pada tegalan sebesar -11 % yaitu dari 5.978,33 ha menjadi 5.127,08 ha. Penurunan luas tegalan dikarenakan ada perubahan fungsi lahan menjadi permukiman sebesar 843,52 ha dan sawah sebesar 17,96 ha. Tegalan menjadi permukiman karena disebabkan adanya peningkatan jumlah penduduk, sehingga menuntut perluasan lahan untuk mendukung aktivitas penduduk.

4.1.4 Distribusi Lokasi Perubahan Penggunaan lahan Tahun 1990 – 2000

Perubahan penggunaan lahan pertanian menjadi lahan terbangun atau permukiman terjadi secara sangat cepat pada tahun 1990 – 2000 dengan total luas permukiman sebesar

2.503,25 ha menjadi 6.435,11 ha, mengalami kenaikan sebesar 157 % dalam kurun waktu 10 (sepuluh) tahun. Perubahan ini terjadi pada berbagai bagian DAS Kaligarang dari topografi yang relatif datar hingga topografi bergelombang / berbukit seperti Kecamatan Gunungpati, Gajahmungkur, Banyumanik Ungaran, Bregas, Bawen. Peningkatan permukiman di daerah atas (tengah dan hulu DAS) disebabkan karena mencari lahan terbangun di kota (hilir) sudah mengalami kesulitan selain harganya sudah tidak terjangkau. di sisi lain daerah atas merupakan daerah bebas banjir.

TABEL IV.6
LUAS PERUBAHAN LAHAN MENJADI PERMUKIMAN
PER KECAMATAN DI DAS KALIGARANG
TAHUN 1990 – 2000 (HA)

No.	Kecamatan	Perubahan Lahan	Luas (ha)
1	Banyumanik	Sawah ke Permukiman	21,12475
		Tegalan ke Permukiman	193,7172
		Semak ke Permukiman	5,276456
		Tambak ke Permukiman	-
		Sub total	220,1184
2	Boja	Sawah ke Permukiman	163,1722
		Tegalan ke Permukiman	2,937553
		Semak ke Permukiman	-
		Tambak ke Permukiman	-
		Sub total	166,1097
3	Bregas	Sawah ke Permukiman	145,8996
		Tegalan ke Permukiman	3,982072
		Semak ke Permukiman	-
		Tambak ke Permukiman	-
		Sub total	149,8816
4	Bawen	Sawah ke Permukiman	-
		Tegalan ke Permukiman	1,804798
		Semak ke Permukiman	-
		Tambak ke Permukiman	-
		Sub total	1,804798
5	Candi	Sawah ke Permukiman	-
		Tegalan ke Permukiman	5,745545
		Semak ke Permukiman	11,50944
		Tambak ke Permukiman	-
		Sub total	17,25499
6	Gajahmungkur	Sawah ke Permukiman	74,63773
		Tegalan ke Permukiman	534,2582
		Semak ke Permukiman	55,99046
		Tambak ke Permukiman	-
		Sub total	664,8864
7	Gunungpati	Sawah ke Permukiman	345,362
		Tegalan ke Permukiman	514,9923
		Semak ke Permukiman	141,8567
		Tambak ke Permukiman	-
		Sub total	1002,211

	Kecamatan	Perubahan Lahan	Luas (ha)
8	Limbangan	Sawah ke Permukiman Tegalan ke Permukiman Perkebunan ke Permukiman Tambak ke Permukiman Sub total	1,412544 7,910106 4,03753 - 13,36018
9	Mijen	Sawah ke Permukiman Tegalan ke Permukiman Semak ke Permukiman Tambak ke Permukiman Sub total	143,9448 43,74305 8,89254 - 196,5804
10	Ngaliyan	Sawah ke Permukiman Tegalan ke Permukiman Semak ke Permukiman Tambak ke Permukiman Sub total	4,170641 53,46495 100,6744 - 158,3100
11	Semarang Barat	Sawah ke Permukiman Tegalan ke Permukiman Semak ke Permukiman Tambak ke Permukiman Sub total	43,99582 136,4132 41,45451 82,33185 304,1954
12	Semarang Utara	Sawah ke Permukiman Semak ke Permukiman Tambak ke Permukiman Sub total	- - - 57,51718 57,51718
13	Ungaran	Sawah ke Permukiman Tegalan ke Permukiman Semak ke Permukiman Tambak ke Permukiman Sub total	819,1414 153,54005 - - 976,3916
	DAS Kaligarang	Total	3.928,62

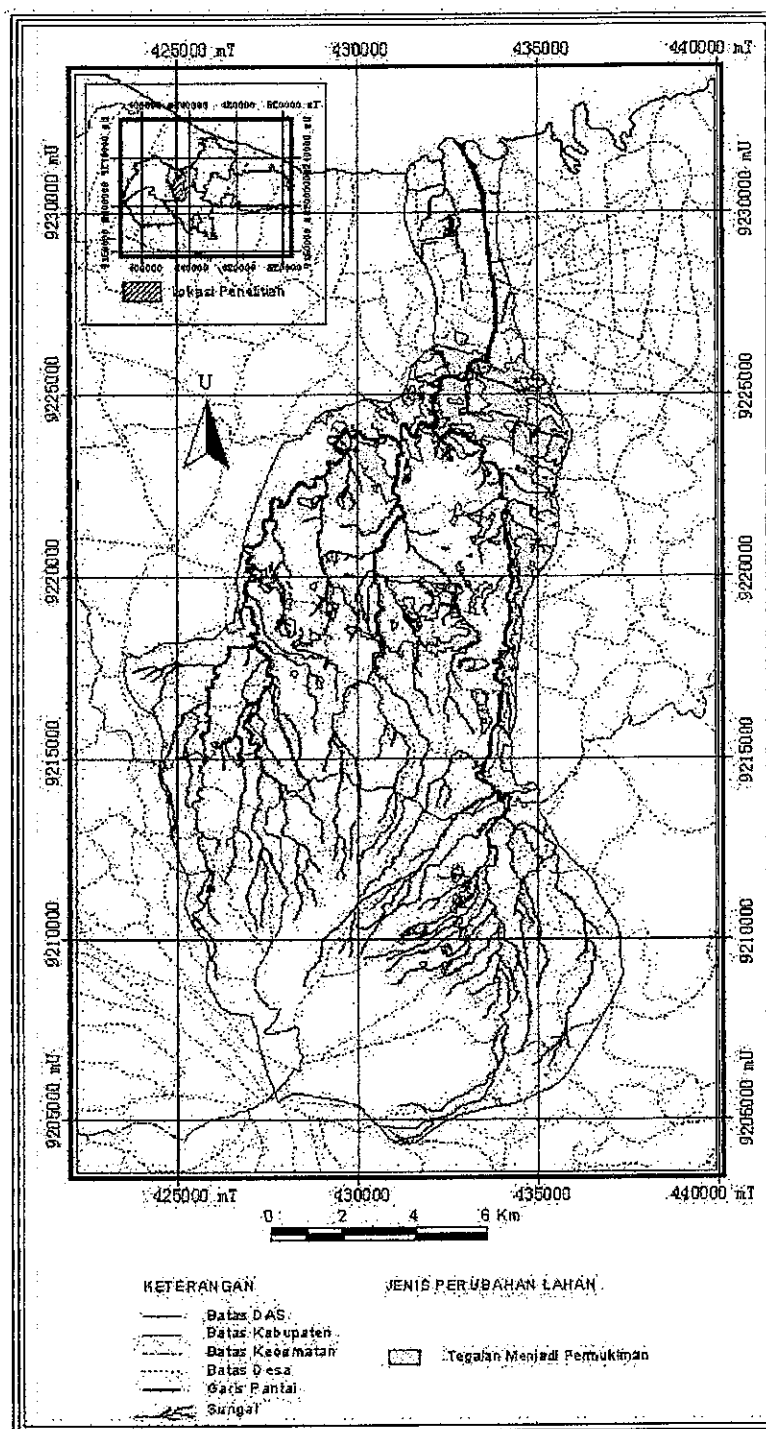
Sumber : Hasil Pengolahan Data Spasial, 2003

Penggunaan lahan di bagian hilir cenderung didominasi oleh permukiman termasuk pada lahan yang tidak direncanakan untuk permukiman. Lahan permukiman menyebar di seluruh Daerah Aliran Sungai Kaligarang dan mengelompok di sepanjang tepi jalan dan sungai seperti pada Kecamatan Semarang Barat dan Utara.

Hasil pengamatan peta, verifikasi data dan penjajagan lapangan dapat diketahui bahwa terdapat kecenderungan perubahan penggunaan lahan di bagian hulu DAS Kaligarang, seperti pada Kecamatan Ungaran, Bregas, Boja dan Limbangan. Penyebaran

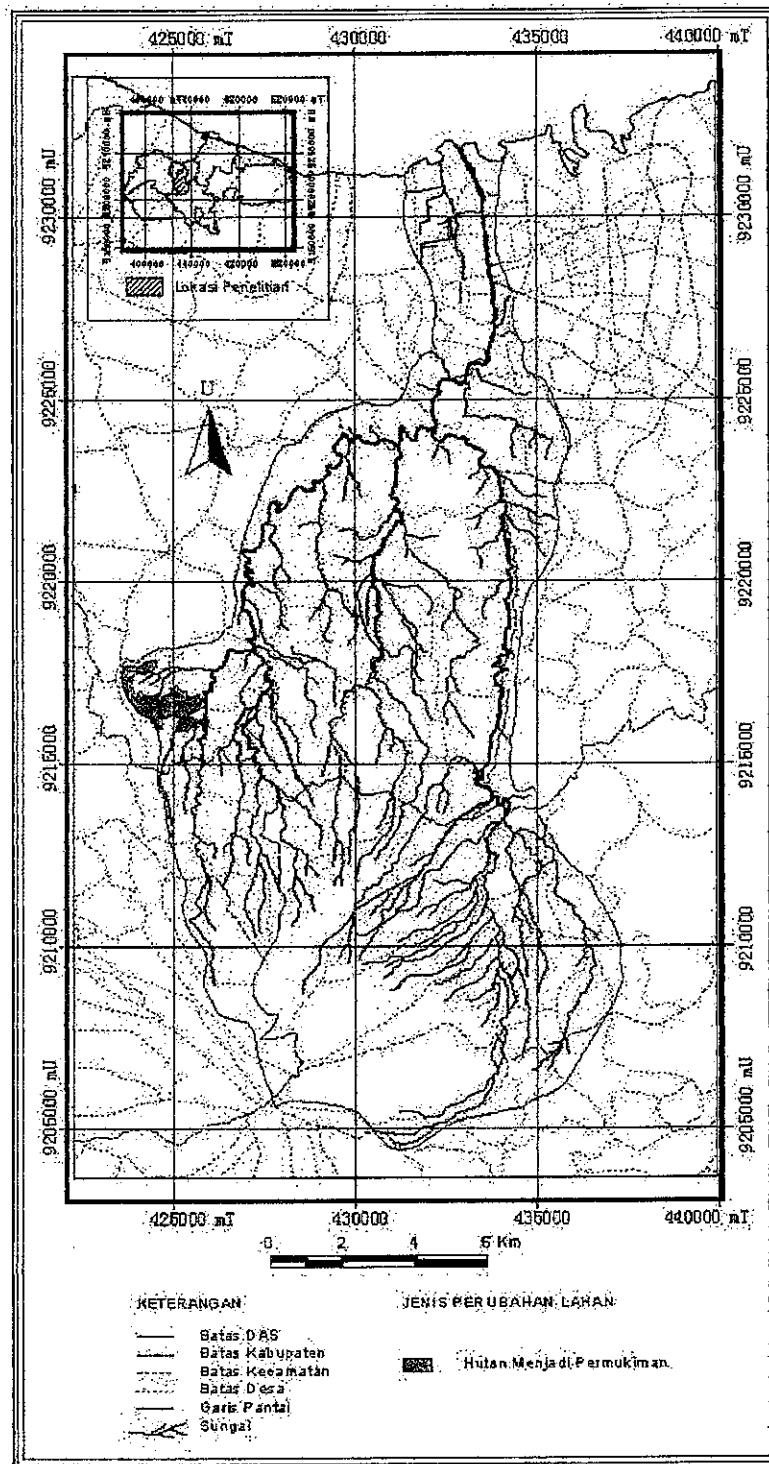
lokasi perubahan penggunaan lahan menjadi permukiman dapat diperhatikan pada Gambar 4.9 hingga 4.15 Perubahan perkebunan menjadi permukiman telah terjadi seluas 4,0375 ha pada Kecamatan Limbangan. Sementara perubahan penggunaan lahan dari sawah ke permukiman seluas 1.716,0315 ha pada Kecamatan Banyumanik, Boja, Bregas, Gajahmungkur, Gunungpati, Limbangan, Mijen, Ngaliyan, Semarang Barat, Ungaran. Perubahan penggunaan lahan tegalan ke permukiman seluas 1.382,8787 ha pada Kecamatan Banyumanik, Boja, Bregas, Bawen, Candi, Gajahmungkur, Gunungpati, Limbangan, Mijen, Ngaliyan, Semarang Barat, dan Ungaran. Perubahan dari Semak ke permukiman seluas 365,6545 ha terjadi pada Kecamatan Banyumanik, Candi, Gajahmungkur, Gunungpati, Mijen, Ngaliyan dan Semarang Barat. Sementara itu seluas 139,8491 ha merupakan alih fungsi dari tambak ke permukiman di Kecamatan Semarang Barat dan Semarang Utara.

Lokasi perubahan penggunaan lahan menjadi permukiman di DAS Kaligarang sebagaimana diilustrasikan dalam Gambar 4.9 sampai Gambar 4.15.



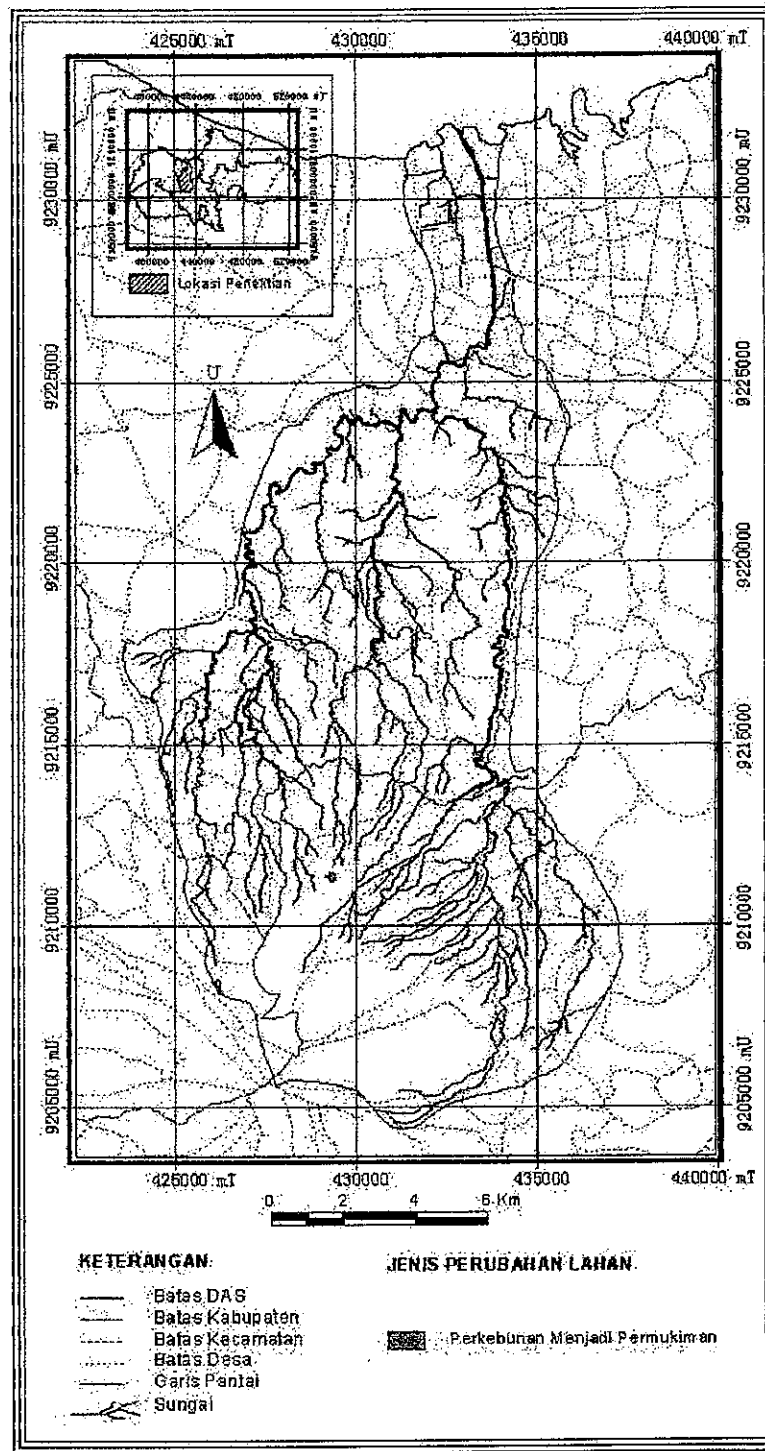
GAMBAR 4.9
PETA DISTRIBUSI PERUBAHAN LAHAN TEGALAN MENJADI
PERMUKIMAN DI DAS KALIGARANG TAHUN 1990 – 2000

Sumber : Hasil Pengolahan Data Spasial, 2003



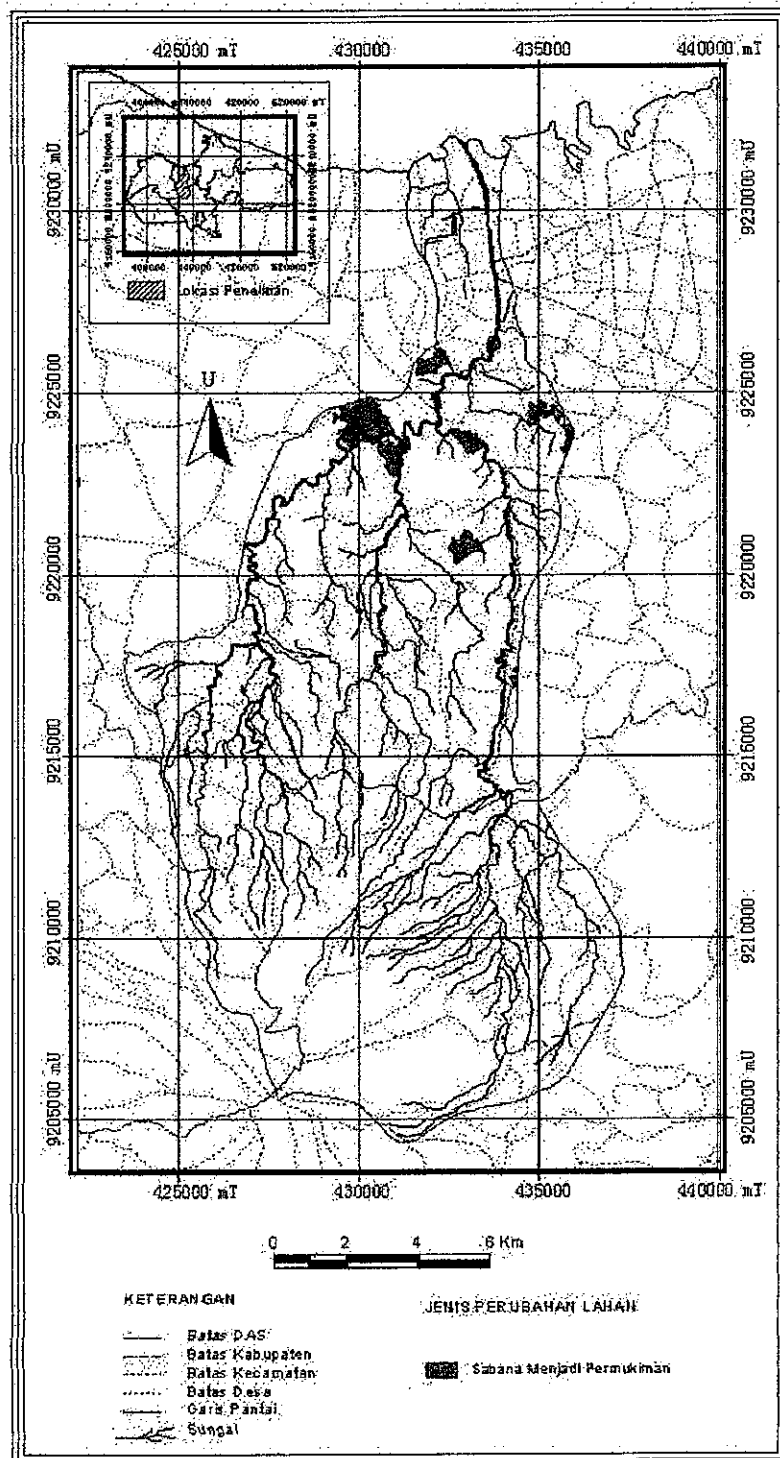
GAMBAR 4.10
PETA DISTRIBUSI PERUBAHAN LAHAN HUTAN MENJADI PERMUKIMAN
DAS KALIGARANG TAHUN 1990 - 2000

Sumber : Hasil Pengolahan Data Spasial, 2003



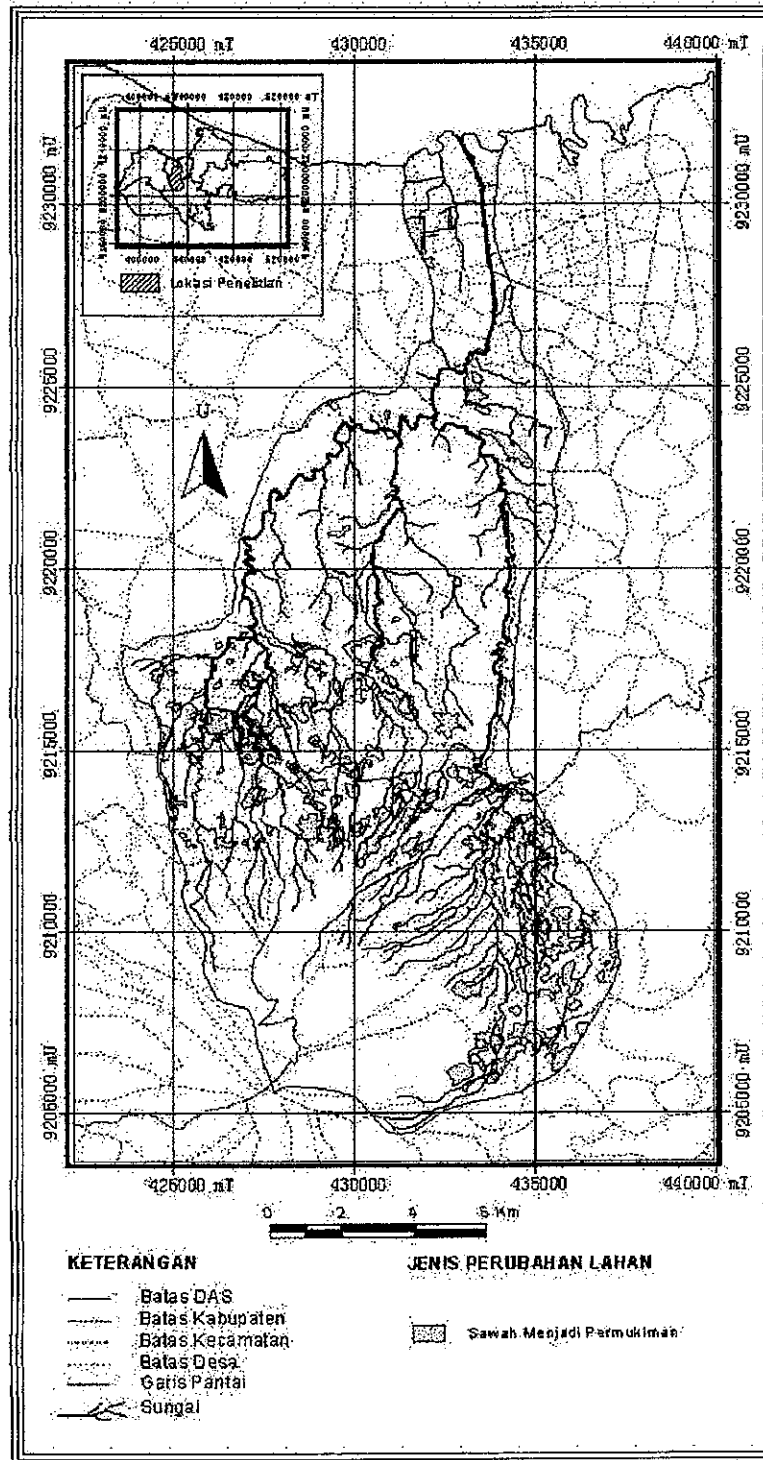
GAMBAR 4.11
PETA DISTRIBUSI PERUBAHAN LAHAN PERKEBUNAN MENJADI
PERMUKIMAN DI DAS KALIGARANG TAHUN 1990 – 2000

Sumber : Hasil Pengolahan Data Spasial, 2003



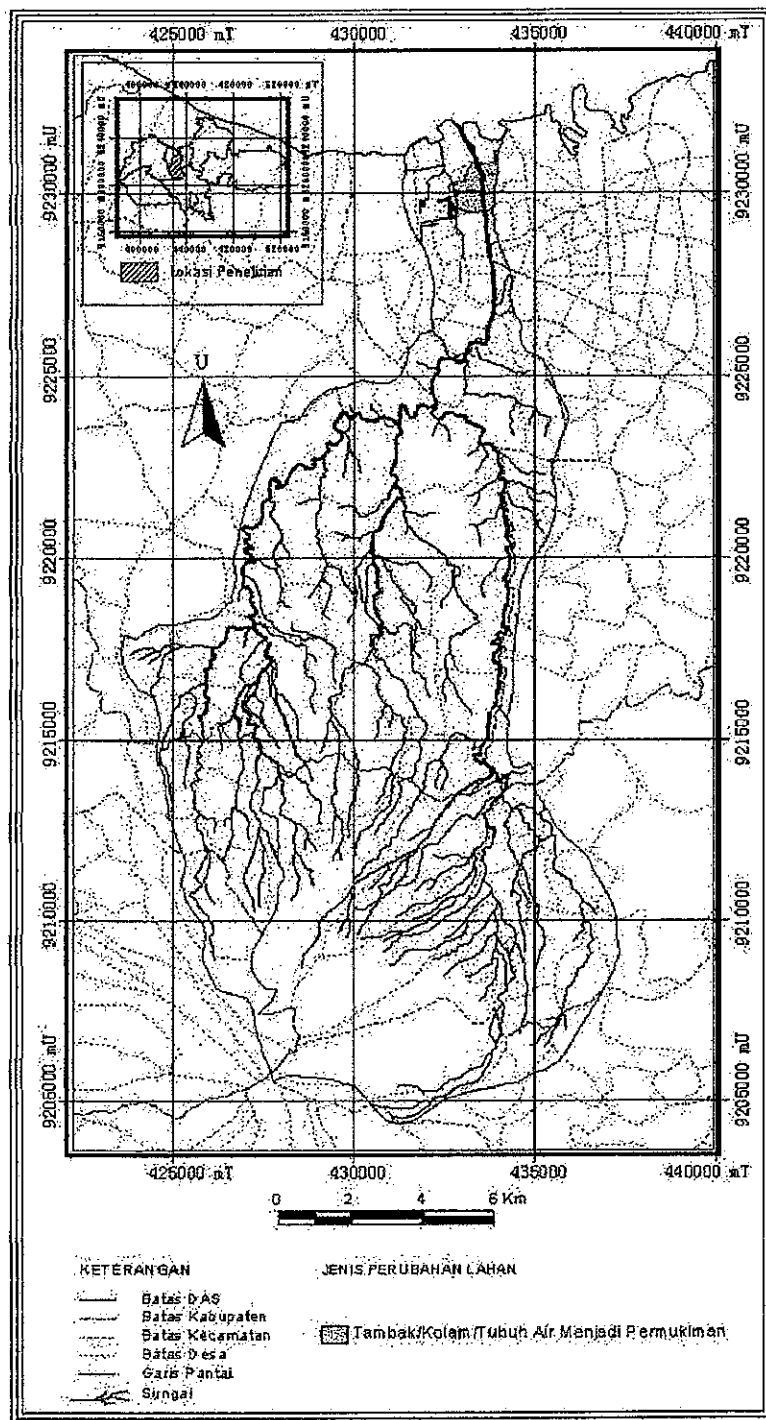
GAMBAR 4.12
PETA DISTRIBUSI PERUBAHAN LAHAN SABANA MENJADI PERMUKIMAN
DAS KALIGARANG TAHUN 1990 – 2000

Sumber : Hasil Pengolahan Data Spasial, 2003



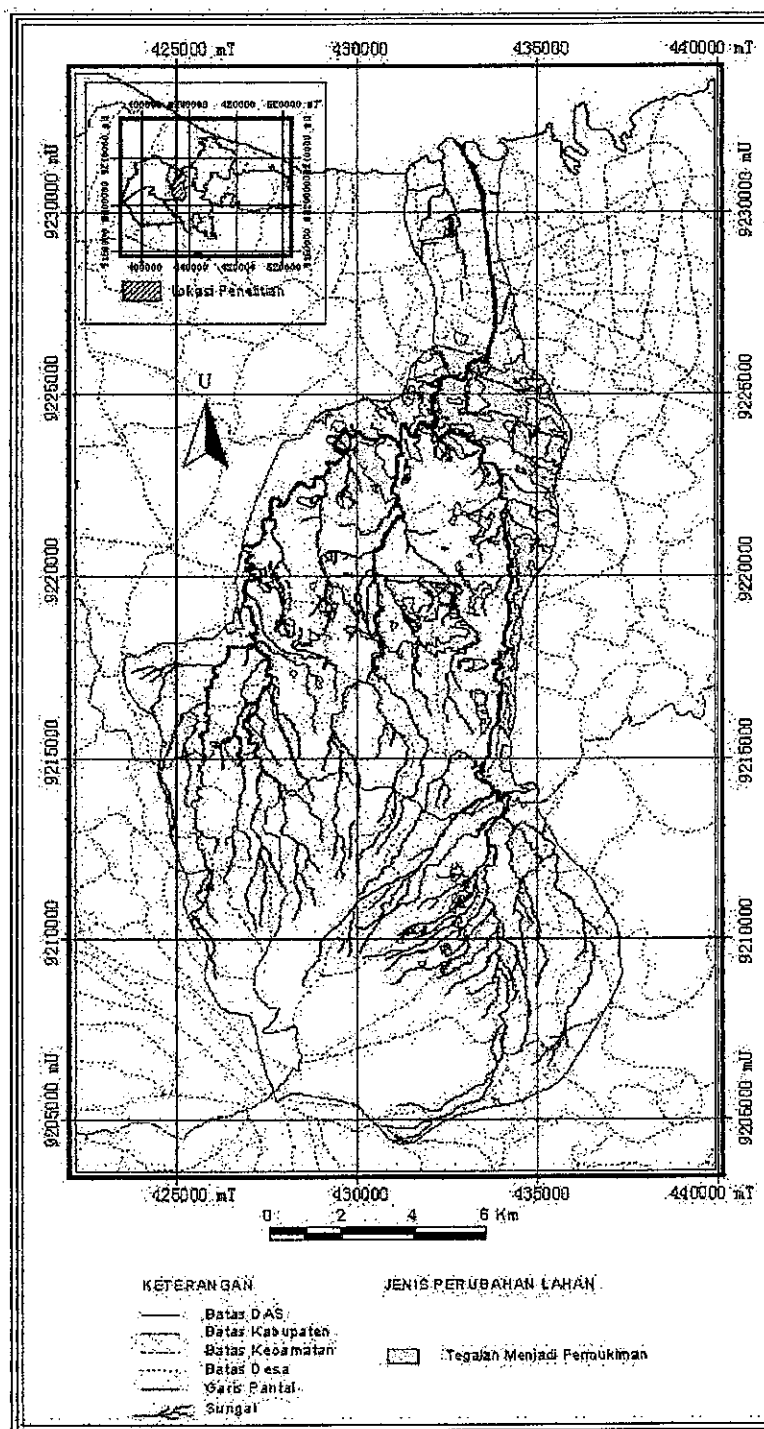
GAMBAR 4.13
PETA DISTRIBUSI PERUBAHAN LAHAN SAWAH MENJADI PERMUKIMAN
DAS KALIGARANG TAHUN 1990 – 2000

Sumber : Hasil Pengolahan Data Spasial, 2003



GAMBAR 4.14
PETA DISTRIBUSI PERUBAHAN LAHAN TAMBAK MENJADI PERMUKIMAN
DAS KALIGARANG TAHUN 1990 – 2000

Sumber : Hasil Pengolahan Data Spasial, 2003



GAMBAR 4.15
PETA DISTRIBUSI PERUBAHAN LAHAN TEGALAN MENJADI
PERMUKIMAN DI DAS KALIGARANG TAHUN 1990 – 2000

Sumber : Hasil Pengolahan Data Spasial, 2003

4.1.5 Analisa Kecenderungan Perubahan Lahan

Data perubahan penggunaan lahan di DAS Kaligarang sebagaimana diilustrasikan pada Tabel IV.7 menunjukkan adanya perubahan penggunaan lahan yang tidak dapat dihindarkan lagi.

TABEL IV.7
LUAS PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN DI DAS KALIGARANG
TAHUN 1990 – 2000 (HA)

Kelompok	Jenis Penggunaan Lahan	1990		1995		2000	
		Luas (ha)	%	Luas (ha)	%	Luas (ha)	%
Lahan Terbangun	Permukiman	2.503,25	12,3	4.867,05	23,9	6.435,11	31,5
Lahan Non terbangun	Perkebunan	1.116,97	5,5	1.250,95	6,1	1.142,88	5,6
	Semak / Sabana	1.116,35	5,5	1.102,56	5,4	431,96	2,1
	Hutan	1.957,69	9,6	1.769,44	8,7	1.769,44	8,7
	Sawah	7.209,94	35,4	5.771,59	28,3	5.505,48	27,0
	Tambak / Kolam	517,97	2,5	511,85	2,5	382,57	1,9
	Tegalan / Kebun	5.978,33	29,3	5.127,08	25,1	1.733,04	8,5
	Jumlah Total	20.400,52	100	20.400,52	100	20.400,52	100

Sumber : Hasil Pengolahan Data, 2003

Sebagaimana digambarkan dalam Tabel di atas, telah terjadi peningkatan prosentase lahan terbangun atau permukiman, yaitu dari 12,28 % pada tahun 1990 menjadi 23,8 % tahun 1995 dan 31,54 % Tahun 2000. Sehingga dapat dikatakan bahwa telah terjadi penambahan lahan terbangun dari 2.503,25 ha menjadi 6.435,11 ha.

Perubahan penggunaan lahan yang relatif cepat diindikasikan dengan semakin luasnya lahan terbangun atau permukiman dan semakin menyusutnya lahan non terbangun, baik yang berupa sawah, tegalan, perkebunan, semak, tambak maupun hutan. Penggunaan lahan terbangun atau permukiman yang semakin luas tersebut berkaitan dengan laju pertumbuhan penduduk dan pemekaran fungsi kota. Besarnya proporsi luas lahan terbangun mengindikasikan adanya tuntutan pelayanan masyarakat akan kebutuhan

permukiman. Adanya perubahan permukiman di DAS Kaligarang menunjukkan bahwa masih mempunyai fungsi dominan sebagai penyedia lahan untuk permukiman.

Hasil pengamatan peta dan pengolahan data spasial dapat diketahui bahwa penyebaran penggunaan lahan terbangun cenderung berada di daerah datar sampai bergelombang dan mengelompok dekat dengan jaringan jalan dan jalur utama aliran sungai serta berada di dekat dengan fasilitas pelayanan kota, Seperti di Kecamatan Semarang Barat, Semarang Utara, Candi, Gajahmungkur .

Kawasan hulu yang berfungsi sebagai daerah penyangga resapan juga mengalami perubahan penggunaan lahan, yang diindikasikan dengan adanya pengembangan kawasan dan pembangunan perumahan secara masal di wilayah hulu DAS Kaligarang seperti di Kecamatan Ungaran.

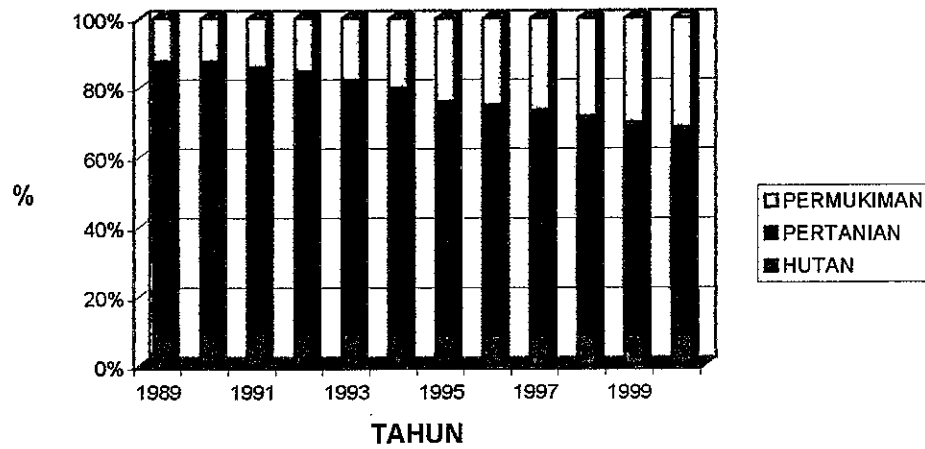
Penggunaan lahan yang paling banyak mengalami perubahan adalah tegalan atau kebun dari 29,35 % hanya tersisa menjadi 8,5 % dari total luas DAS. Hal ini merupakan implikasi dari peningkatan lahan terbangun dari 12,28 % menjadi 31,53 % dari total luas DAS. Sementara tegalan banyak dijumpai pada daerah yang memiliki ketinggian di atas datar. Lahan non terbangun utamanya untuk penggunaan pertanian (perkebunan, sawah, tegalan, semak, tambak) menyebar di sepanjang DAS Kaligarang , penggunaan lahan sawah karena perkembangan kota maka banyak mengalami perubahan lahan dari seluas 7.209,94 ha menjadi 5.771,59 ha dan tergusur lagi menjadi 5.505,48 ha atau dari sebesar 35,35 % menjadi hanya 26,94 % dari luas total.

Kecenderungan penggunaan lahan di DAS Kaligarang selama kurun waktu 1990 – 2000 menunjukkan adanya perubahan yang menyolok pada lahan terbangun untuk kawasan permukiman dikarenakan adanya perkembangan kota yang menuntut adanya peningkatan kebutuhan akan lahan untuk tempat tinggal dan aktivitas penduduk.

Sementara lahan untuk pertanian seperti penggunaan lahan untuk tegalan, sawah, semak dan tambak cenderung menurun seiring dengan meningkatnya kebutuhan lahan terbangun. Kecenderungan yang ditunjukkan oleh Hutan dan Perkebunan relatif stabil, hanya pada perkebunan terlihat sedikit meningkat sekitar tahun 2000. Hal ini dikarenakan adanya bias interpretasi citra terhadap karakteristik perkebunan dan kebun / tegalan, karena jenis tanaman yang ditanam pada perkebunan dan tegalan pada bulan basah atau musim penghujan hampir mirip tekstur, situs, dan polanya.

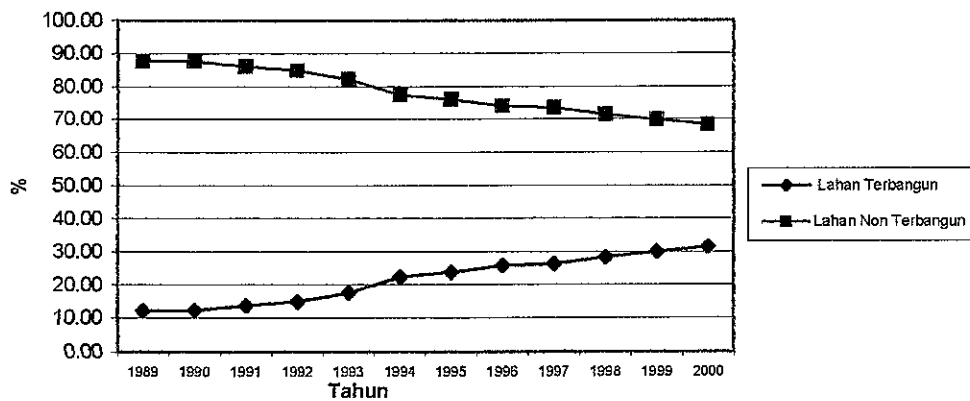
Hasil pengamatan data perkembangan penggunaan lahan tiap tahun dari Tahun 1990–2000 sebagaimana terdapat dalam lampiran menunjukkan bahwa terdapat kecenderungan bertambahnya lahan terbangun atau permukiman (yang meliputi : perumahan, perkantoran, perindustrian, perdagangan, jasa dan fasilitas lainnya) dengan peningkatan dari 12,24 % menjadi 31,54 %. Sedangkan lahan non terbangun atau lahan untuk pertanian (perkebunan, sawah, tegalan, semak dan tambak) mengalami penurunan dari 78,16 % menjadi 59,78 %. Luas hutan cenderung stabil yaitu sebesar 9,6 % menjadi 8,7 %.

Kecenderungan perubahan Penggunaan Lahan dikelompokkan dalam Hutan, Pertanian dan Permukiman diilustrasikan dalam Gambar 4.15. Sedangkan kecenderungan perubahan Penggunaan lahan di DAS Kaligarang ditinjau dari prosentase lahan terbangun dan lahan non terbangun dapat ditunjukkan pada Gambar 4.16 di bawah ini :



GAMBAR 4.16
GRAFIK PROSENTASE PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN
DAS KALIGARANG TAHUN 1990 – 2000 (%)

Sumber : Hasil Pengolahan Data, 2003



GAMBAR 4.17
GRAFIK PROSENTASE LAHAN TERBANGUN
DAN NON TERBANGUN DI DAS KALIGARANG
TAHUN 1990 – 2000 (%)

Sumber : Hasil Pengolahan Data, 2003

4.2 Analisa Banjir

4.2.1 Distribusi Curah hujan

Data curah hujan terdiri dari data curah hujan otomatis dan data curah hujan dari stasiun pencatatan manual. Data curah hujan yang dikumpulkan adalah data curah hujan harian dari 10 stasiun sebagaimana terlihat dalam Tabel IV.8. Dari 10 stasiun hujan, hanya terdapat 6 stasiun hujan yang memiliki data lengkap dari Tahun 1990 - 2000. Hal ini dikarenakan 4 stasiun mengalami kerusakan.

Salah satu faktor utama penyebab banjir adalah curah hujan, maka besarnya curah hujan biasanya berkorelasi positif dengan debit sungai. Untuk mengetahui curah hujan, baik secara temporal maupun spasial diperlukan analisa distribusi curah hujan. Sementara itu besarnya debit banjir biasanya berkorelasi pada curah hujan tinggi pada daerah yang luas.

TABEL IV.8
DATA STASIUN HUJAN DI DAERAH STUDI

No.	No. Sta	Nama Stasiun Hujan	Periode
1	41E	Kalibanteng	1990 – 2000
2	42A	Simongan	1990 – 2000
3	42	Kalisari	1990 – 2000
4	63B	Banyumanik	1990 – 1996
5	70A	Pagersari	1990 – 1996
6	74	Bawen	1990 – 2000
7	65	Ungaran	1990 – 2000
8	68B	Klepu	1990 – 2000
9	46	Gunungpati	1990 – 1996
10	44	Mijen	1990 – 1996

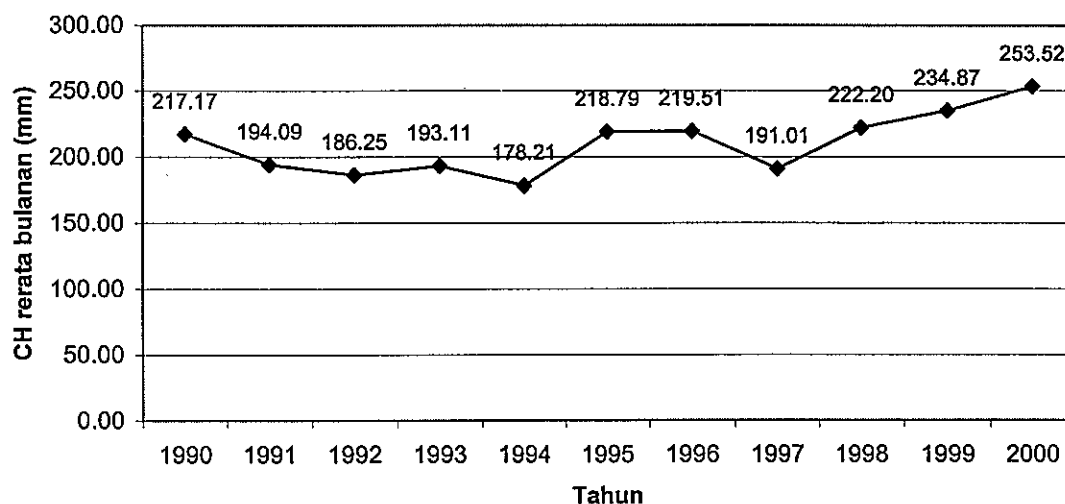
Sumber : Kantor Klimatologi, 1990-2000.

Berdasarkan data curah hujan sebagaimana tertulis pada Lampiran B, sebagian curah hujan jatuh pada Bulan Nopember sampai dengan Maret. Sekitar 45 % dari curah hujan setahun jatuh pada Bulan Desember hingga Pebruari, sisanya sebesar 55 % jatuh

antara bulan Nopember hingga Maret. Sementara itu frekuensi curah hujan harian yang lebih besar dari 100 mm terbanyak terdapat pada bulan Desember dan Januari.

Bagian tengah dari DAS Kaligarang mempunyai curah hujan yang paling tinggi dibandingkan bagian hulu dan hilir. Bagian tengah merupakan bagian terbesar dari wilayah DAS Kaligarang, sehingga curah hujan di daerah ini sangat berpengaruh terhadap besarnya aliran DAS Kaligarang.

Gambaran mengenai distribusi curah hujan rerata bulanan dalam rentang tahun 1990 - 2000 di daerah penelitian dapat dilihat pada grafik curah hujan di bawah ini :



GAMBAR 4.18
GRAFIK CURAH HUJAN RERATA BULANAN
DI DAS KALIGARANG TH. 1990 - 2000

Sumber : Hasil Pengolahan Data, 2003

Gambar di atas menunjukkan bahwa curah hujan rerata bulanan secara fluktuatif dapat dianggap stabil, namun secara kuantitatif terdapat peningkatan terus sejak Tahun 1998. Berdasarkan hasil pengamatan data curah hujan harian, terjadinya banjir besar Tahun 1990, 1993 dan 2000 karena curah hujan harian pada tanggal – tanggal menjelang

kejadian memang sangat besar. Sebagai contoh kejadian banjir pada tanggal 26 Januari 1990 apabila dicermati pada stasiun hujan di bagian hilir curah hujan tidak seberapa besar sedangkan stasiun hujan bagian hulu dan tengah 5 hari sebelumnya memiliki curah hujan yang sedang – tinggi dan pada tanggal 26 Januari merupakan curah hujan yang tertinggi dan terjadilah banjir. Peristiwa banjir terjadi karena lahan sudah jenuh air sehingga hujan pada tanggal 26 Januari yang sangat tinggi hampir sebagian besar menjadi aliran limpasan.

4.2.2 Debit

Data debit atau aliran sungai merupakan informasi yang paling penting bagi pengelolaan sumberdaya air. Debit aliran adalah laju aliran air (dalam bentuk volume air) yang melewati suatu penampang melintang sungai per satuan waktu, biasanya dinyatakan dalam satuan meter kubik per detik (Asdak, 2002).

Data debit atau aliran dalam penelitian ini diambil dari pos duga air Kaligarang-Panjang karena pos duga tersebut merupakan muara dari ketiga sistem sungai yang ada di DAS Kaligarang yaitu Sungai Kripik, Kreo dan Garang. Data aliran puncak yang tercatat menunjukkan fenomena sebagai tertera dalam Tabel IV.9.

Hasil pengumpulan data di lapangan menunjukkan bahwa debit aliran DAS Kaligarang bersifat fluktuatif artinya pada musim kemarau alirannya relatif kecil, sebaliknya pada musim hujan kuantitas menjadi berlebih. Dengan kondisi debit seperti tersebut di atas, akan memungkinkan terjadinya limpasan air ketika lahan atau kawasan untuk resapan mulai berubah menjadi lahan terbangun.

Debit aliran rata-rata bulanan yang terukur pada Kaligarang - Panjang sebagaimana terlihat pada Tabel IV.10 dan Gambar 4.14 berikut ini :

TABEL IV.9
DEBIT PUNCAK DI POS DUGA AIR
KALIGARANG - PANJANGAN
(m³ / detik)

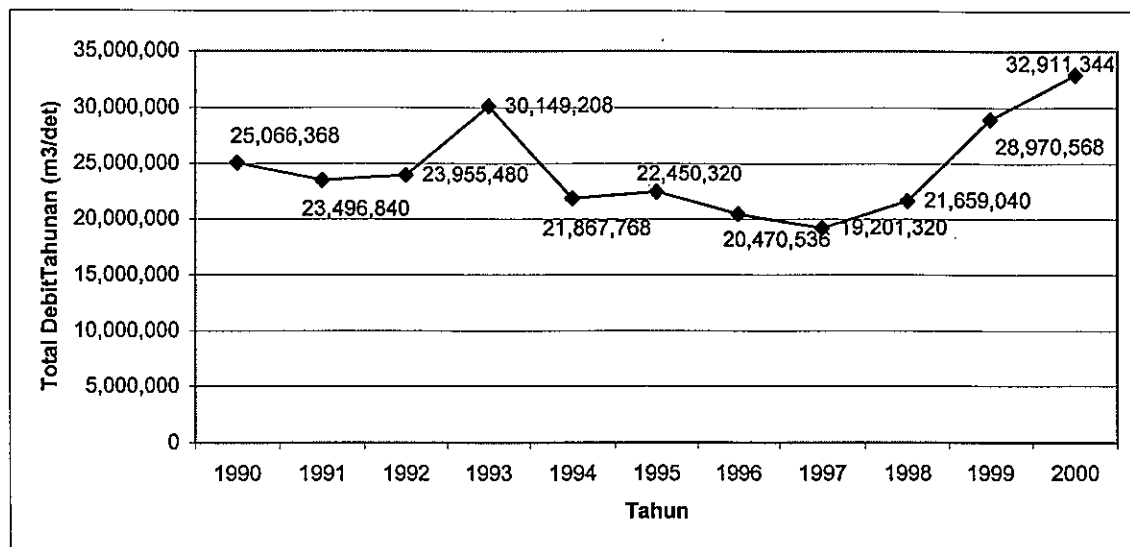
Pos Th	K.Garang-Panjang	
	Debit terbesar (m ³ /detik)	tgl
1990	1.022	26/1
1991	387	9/1
1992	105	12/12
1993	916	30/1
1994	275	22/1
1995	365	24/12
1996	421	14/3
1997	729	1/1
1998	560	19/12
1999	450	6/2
2000	441	30/11

Sumber : Balai PSDA dan PSDA Propinsi Jateng, 2000

TABEL 4.10
DEBIT RERATA BULANAN KALIGARANG - PANJANGAN TH. 1990 – 2000
(10⁶ m³/detik)

Thn Bln	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
	Jan	40,20	18,50	9,97	27,50	15,10	13,70	12,0	13,60	7,82	28,10
Peb	14,00	22,20	11,80	39,00	12,40	13,70	11,50	16,70	10,70	18,40	28,40
Mar	12,0	17,20	12,0	22,70	27,20	15,70	14,30	18,30	11,40	18,70	14,00
Apr	7,77	18,70	13,80	21,10	16,30	8,30	8,70	9,94	9,28	17,40	13,80
Mei	7,07	6,32	9,62	5,26	7,23	8,04	8,60	6,64	5,25	6,44	15,30
Jun	5,22	3,30	7,18	6,07	3,88	6,92	7,10	3,65	8,18	4,95	10,40
Jul	3,55	2,73	5,34	2,76	2,98	2,91	2,83	2,24	5,18	2,82	6,54
Agt	3,05	1,44	6,27	3,29	2,26	2,89	3,14	2,06	1,99	2,11	4,34
Sep	2,15	1,36	6,50	3,07	1,61	1,33	1,64	1,33	2,73	2,47	3,82
Okt	1,67	1,29	6,65	2,71	3,03	1,66	2,72	1,11	6,36	4,12	3,24
Nop	2,63	5,75	5,11	2,27	3,51	12,60	10,59	2,33	11,30	13,40	20,20
Des	13,50	9,57	14,80	4,17	4,41	15,10	9,44	10,30	18,90	13,90	12,80
Rerata	9,53	9,03	9,09	11,66	8,33	8,57	7,78	7,35	8,25	11,07	12,57

Sumber : Balai PSDA Jateng, 2000



GAMBAR IV. 19
GRAFIK DEBIT DI POS DUGA AIR KALIGARANG-PANJANGAN
TAHUN 1990 – 2000

Sumber : Hasil Pengolahan Data, 2003

Mengamati Data Debit Sungai Kaligarang – Panjang menunjukkan bahwa pada Tahun 1990 debit sungai tidak sebesar Tahun 1993 dimana pada tahun tahun tersebut terjadi peristiwa banjir. Sementara berdasarkan luas, tinggi genangan dan jumlah korban bencana banjir Tahun 1990 lebih besar dibandingkan Tahun 1993. Hal ini menunjukkan bahwa kejadian banjir pada Tahun 1990 dipicu oleh bobolnya tanggul sungai, dan pasokan air dari daerah hulu semakin mendorong kekuatan air membobol tanggul.

Secara sekilas diamati pula bahwa data debit air di Pos Duga Air Kaligarang – Panjang dengan Bendung Simongan terdapat beberapa perbedaan data debit. Hal ini dikarenakan terjadinya pengurangan debit dan suplesi atau penambahan debit ditengah perjalanan menuju ke outlet karena buangan air oleh aktivitas manusia.

4.2.3 Koefisien Aliran

Perhitungan Nilai Koefisien Aliran dalam penelitian ini dilakukan dengan 2 (dua) cara yaitu Nilai C berdasarkan Formula Rasional menurut Chow melalui pendekatan kuantitatif dan Nilai C berdasarkan Formula Rasional menurut Hassing melalui pendekatan Tumpang Susun Peta Topografi (Ct), Tanah (Cs) dan Vegetasi (Cv) atau pendekatan spasial.

4.2.3.1 Koefisien Aliran berdasarkan Formula Rasional menurut Chow

Secara teoritis Koefisien aliran (C) merupakan bilangan yang menyatakan perbandingan antara besarnya aliran permukaan terhadap jumlah curah hujan (Q/R)

$$C = \frac{Q}{0,00278 \times I \times A} \quad (4-3)$$

Keterangan :

- Q = Debit rerata (liter/detik)
 I = Intensitas Hujan Harian (mm)
 A = Luas DAS (Ha)

Dimana untuk mencari Intensitas hujan dibutuhkan waktu konsentrasi. Waktu konsentrasi suatu DAS adalah waktu yang diperlukan oleh air hujan yang jatuh untuk mengalir dari titik terjauh sampai ke tempat keluaran DAS (titik kontrol) setelah tanah menjadi jenuh dan depresi-depresi kecil terpenuhi (Suripin, 2003:72). Dalam hal ini diasumsikan bahwa jika durasi hujan sama dengan waktu konsentrasi, maka setiap bagian DAS secara serentak telah menyumbangkan aliran terhadap titik kontrol. Salah satu metode untuk memperkirakan waktu konsentrasi adalah rumus yang dikembangkan oleh Kirpich (dalam Suripin, 2003 :72) dengan formula sebagai berikut :

$$t = \left(\frac{0.87 \cdot L^2}{1000 \cdot S} \right)^{0.385} \quad (4-4)$$

dimana :

t = waktu konsentrasi (jam)

L = panjang saluran utama dari hulu sampai ke penguras (km)

S = kemiringan rata-rata saluran utama (m/m)

Dengan demikian formula intensitas hujan yang digunakan adalah :

$$I = \left(\frac{R_{24}}{24} \right) \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3} \quad (4-5)$$

dimana :

R₂₄ = Hujan DAS Harian 24 jam (mm)

t = Waktu konsentrasi (menit)

Dari hasil perhitungan menurut metode Rasional dapat diketahui bahwa telah terjadi peningkatan nilai Koefisien aliran dari Tahun 1990 hingga Tahun 2000 sebagaimana ditabulasikan dalam Tabel IV.11 berikut ini :

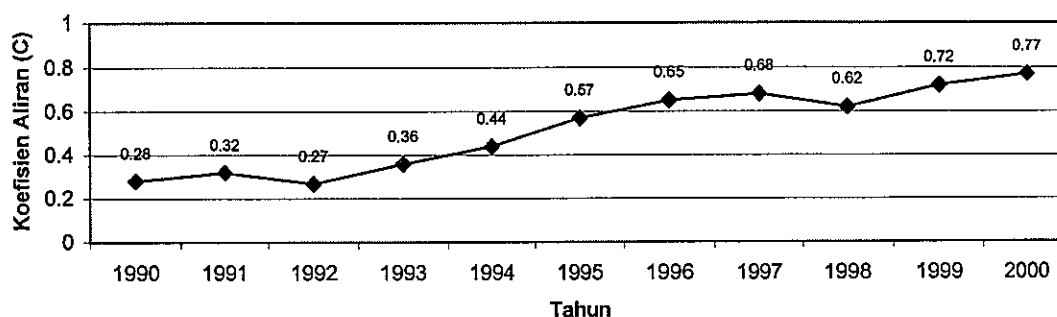
TABEL IV.11
NILAI KOEFISIEN ALIRAN FORMULA RASIONAL
MENURUT CHOW

Th \ Nilai C	Q (m ³ /det)	R ₂₄ (mm)	T (menit)	I (mm/jam)	C
1990	1022	140,50	21,06	6,38	0,28
1991	387	45,75	21,06	2,08	0,32
1992	105	15,00	21,06	0,68	0,27
1993	916	97,00	21,06	4,41	0,36
1994	275	24,00	21,06	1,09	0,44
1995	365	24,70	21,06	1,12	0,57
1996	421	25,00	21,06	1,13	0,65
1997	729	41,00	21,06	1,86	0,68
1998	560	35,00	21,06	1,59	0,62
1999	450	24,00	21,06	1,09	0,72
2000	441	22,00	21,06	1,00	0,77

Sumber : Hasil Pengolahan, 2003

Tabel IV.11 dan Gambar 4.20 menunjukkan bahwa koefisien aliran (C) DAS Kaligarang tahun 1990 sebesar 0,28 artinya bahwa 28 % dari curah hujan akan mengalir secara langsung sebagai aliran permukaan. Sementara pada Tahun 2000 terjadi peningkatan koefisien aliran menjadi 0,77 hal ini berarti 77 % dari curah hujan akan mengalir secara langsung sebagai aliran permukaan. Dengan demikian dalam kurun waktu 1990 – 2000 telah terjadi peningkatan koefisien aliran dari 28 % menjadi 77 %, berarti telah terjadi peningkatan sebesar 49 %.

Peningkatan nilai koefisien aliran tersebut mengisyaratkan bahwa DAS Kaligarang telah terjadi penambahan areal atau kawasan terbangun, sehingga menambah semakin luasnya tanah yang kedap air seperti semakin banyaknya lahan beraspal, lahan untuk perumahan. Nilai C yang semakin membesar menunjukkan bahwa banyaknya air hujan yang mengalir semakin besar volumenya sementara air yang menjadi air tanah berkurang, hal ini akan menjadi ancaman DAS Kaligarang akan terjadinya banjir.



GAMBAR 4.20
GRAFIK NILAI KOEFISIEN ALIRAN DAS KALIGARANG
BERDASARKAN FORMULA RASIONAL MENURUT CHOW

Sumber : Hasil Pengolahan Data, 2003

Hal ini sesuai dengan teori bahwa apabila terjadi peningkatan koefisien aliran mengindikasikan bahwa DAS telah mengalami gangguan fisik, sebagai dampak dari

adanya perubahan penggunaan lahan. Nilai C besar mengindikasikan bahwa telah terjadi aliran permukaan yang lebih besar pada air hujan dan dapat menjadi ancaman akan terjadinya banjir (Asdak, 2002).

4.2.3.2 Koefisien Aliran Berdasarkan Formula Rasional menurut Hassing

Analisa banjir dalam penelitian ini dapat diketahui dari pendugaan debit banjir berdasarkan koefisien aliran (C). Menurut Hassing (1995 dalam Suripin, 2003) koefisien aliran atau C untuk metode rasional, merupakan gabungan atau penjumlahan dari C topografi (Ct), C tanah (Cs), C vegetasi (Cv) .

Operasionalisasi penghitungan koefisien aliran (C) adalah: (1) menyiapkan data dan peta tanah, data dan peta topografi, data dan peta vegetasi. (2) Melakukan pemetaan terhadap ketiga peta tersebut (3) membagi DAS dalam tiga bagian yaitu hulu, tengah dan hilir berdasarkan kelas kemiringan yaitu 0 – 5 % hilir, 5 – 8% dan 8 – 15 % tengah dan > 15 % hulu serta kerapatan sungai yaitu orde 1 hulu, diantara orde 2 dan 3 tengah dan orde 2 – 3 hilir. (4) melakukan tumpang susun terhadap ketiga peta tersebut, sehingga diperoleh Peta Koefisien aliran dengan 4 (empat) kategori yaitu:

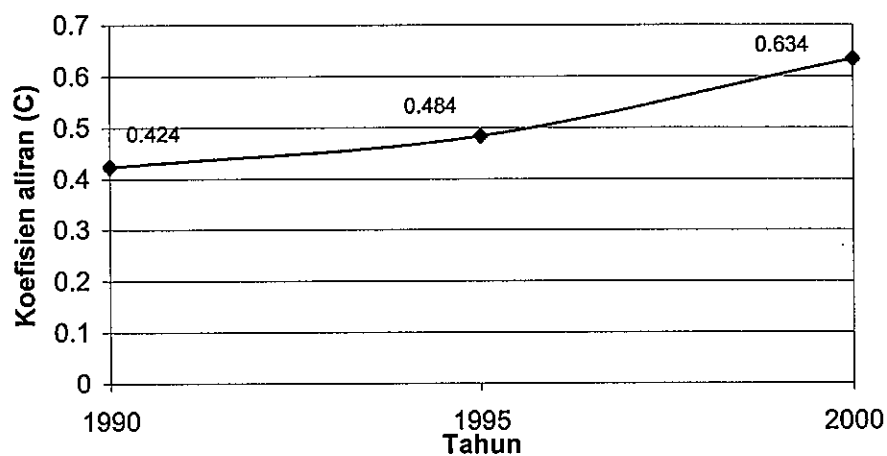
- Ringan apabila $C < 0,25$ mencerminkan debit banjir kecil.
- Sedang apabila $0,25 < C < 0,50$ mencerminkan debit banjir sedang.
- Berat apabila $0,50 < C < 0,75$ mencerminkan debit banjir besar.
- Sangat Berat apabila nilai $C > 0,75$ mencerminkan debit banjir sangat besar.

(5) Melakukan tumpang susun dengan pembagian DAS yaitu hulu, tengah dan hilir sebagai kontrol karakteristik pada masing-masing bagian DAS.

Berdasarkan hasil pengolahan data spasial seperti terlihat pada Gambar 4.22; 4.23; 4.24 serta Lampiran E, F, G dan H dapat dijelaskan bahwa :

1. Nilai Koefisien Aliran DAS Kaligarang tahun 1990 sebesar 0,424
2. Nilai Koefisien Aliran DAS Kaligarang Tahun 1995 sebesar 0,484
3. Nilai Koefisien Aliran DAS Kaligarang Tahun 2000 sebesar 0,634

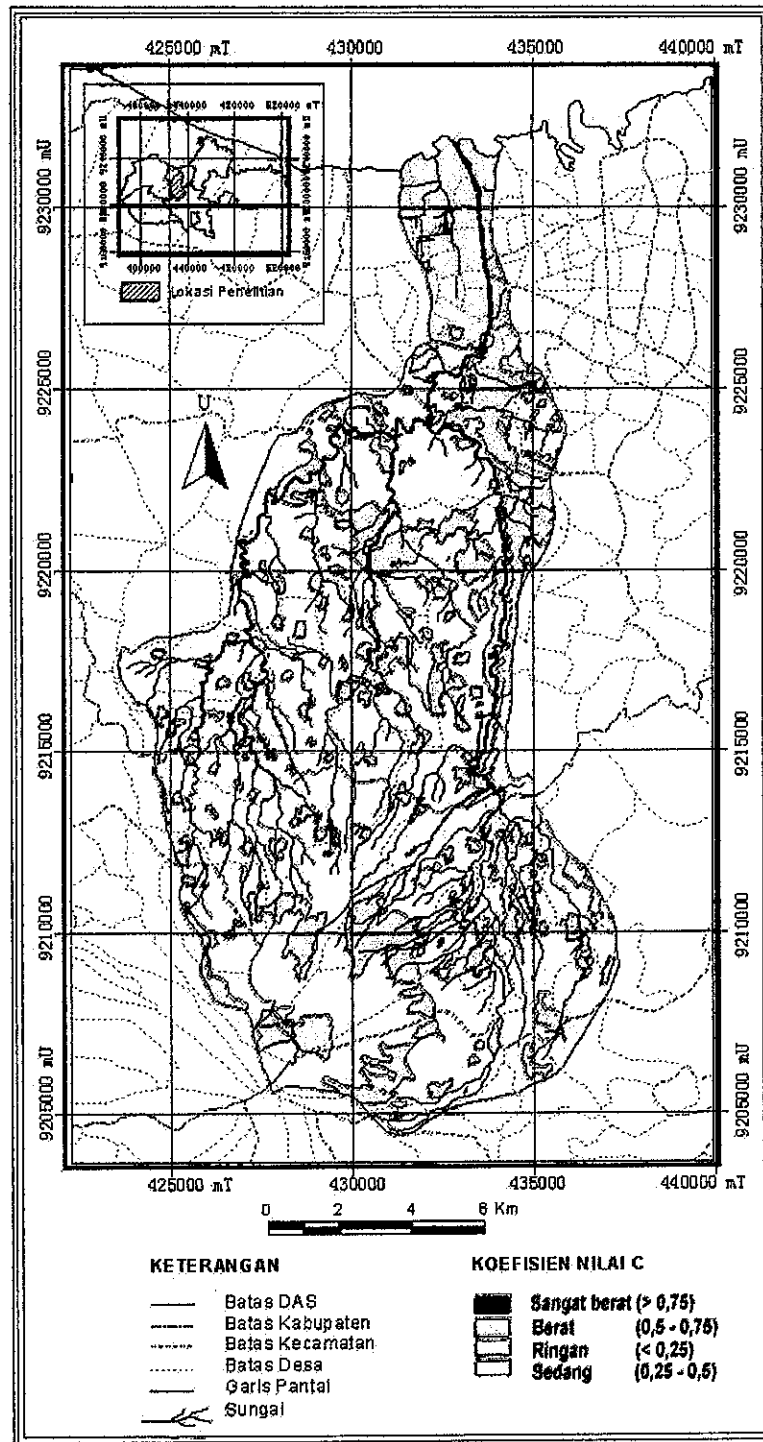
Memperhatikan nilai koefisien yang diperoleh dalam kurun waktu 10 tahun (1990 – 2000) menunjukkan bahwa semakin lama nilai koefisien aliran semakin besar dari angka 0,424 menjadi 0,634. Dengan demikian terjadi peningkatan koefisien aliran sebesar 21%. Adanya peningkatan nilai koefisien aliran menjadi salah satu indikasi bahwa DAS Kaligarang saat ini mengalami kendala fisik, artinya semakin lama semakin banyak air hujan yang menjadi air larian. Hasil perhitungan koefisien aliran tersebut membuktikan bahwa adanya perubahan penggunaan lahan mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap besarnya nilai koefisien aliran.



GAMBAR 4.21
GRAFIK NILAI KOEFISIEN ALIRAN (C) DAS KALIGARANG
BERDASARKAN FORMULA RASIONAL MENURUT HASSING

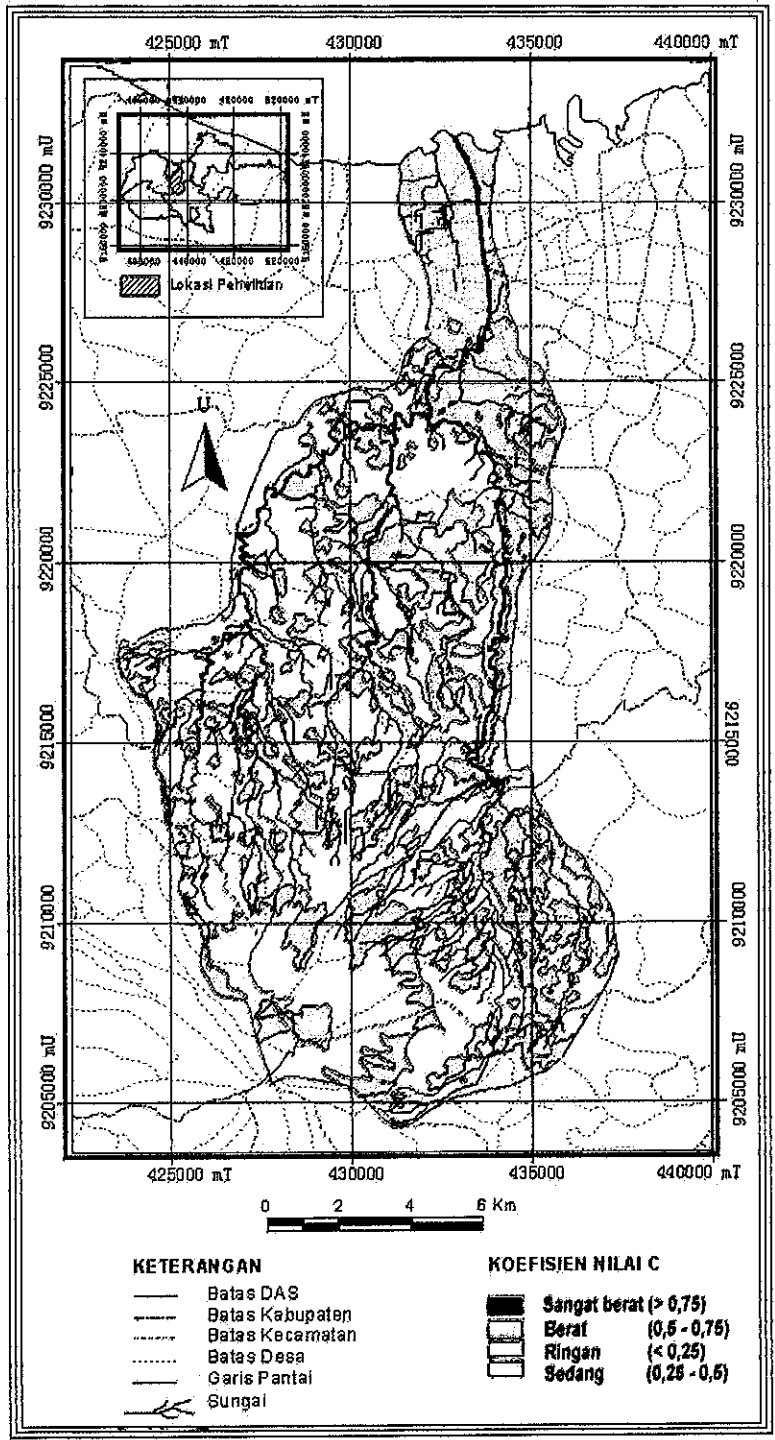
Sumber : Hasil Pengolahan Data, 2003

Gambar 4.21 menunjukkan bahwa secara umum DAS Kaligarang mempunyai nilai koefisien aliran sedang hingga berat karena berkisar antara 0,424 – 0,634 artinya nilai tersebut mencerminkan bahwa debit banjir di DAS Kaligarang tergolong sedang hingga besar. Meskipun sekarang DAS Kaligarang mempunyai debit banjir dalam taraf sedang sampai besar bukan berarti aman dari resiko banjir, akan tetapi perlu untuk menjadi perhatian adalah bahwa semakin banyaknya perubahan lahan khususnya perubahan dari lahan pertanian ke lahan terbangun terjadi dalam DAS maka menyebabkan tingginya nilai C. Nilai C semakin tinggi dapat menjadikan DAS Kaligarang masuk dalam kategori DAS yang mempunyai debit banjir besar menjadi sangat besar.



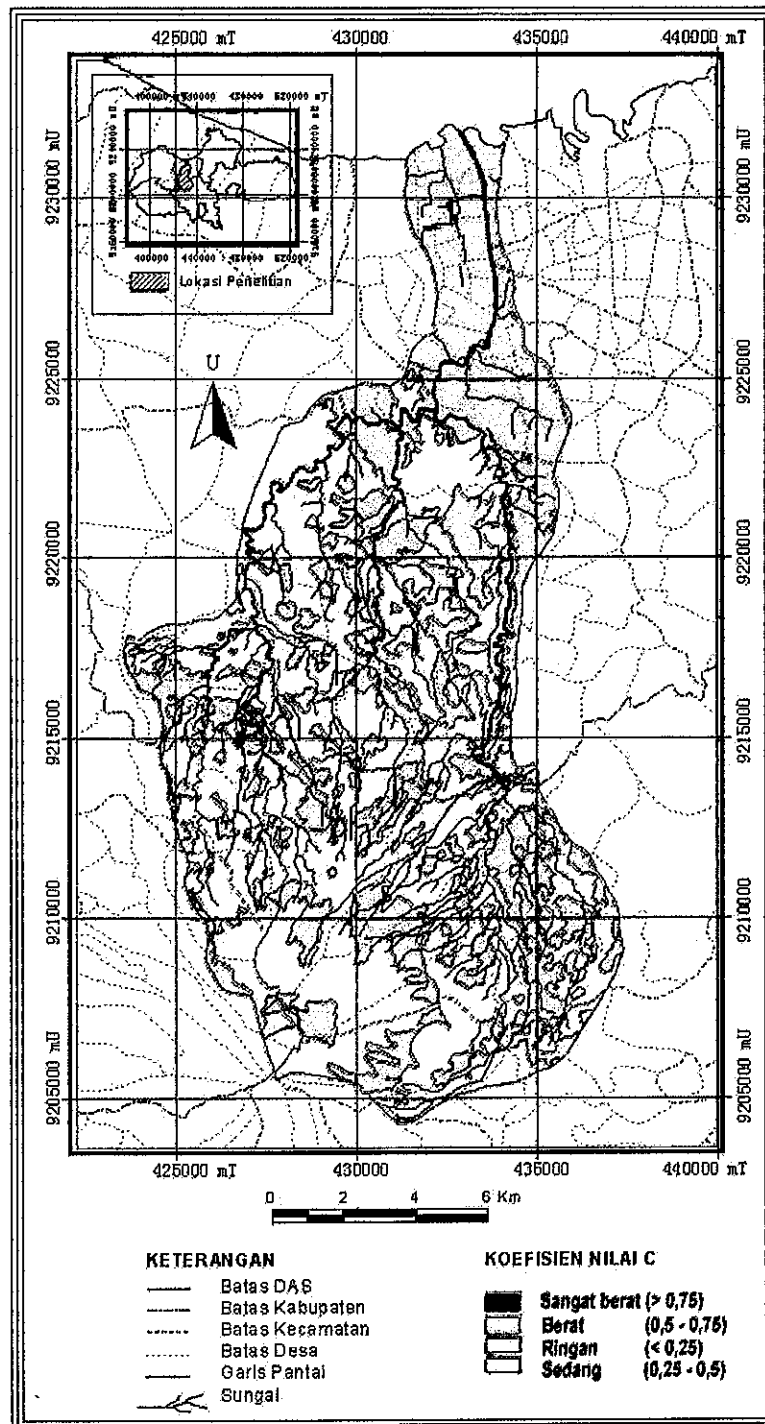
GAMBAR 4.22
PETA KOEFISIEN ALIRAN DAS KALIGARANG TAHUN 1990

Sumber : Hasil Pengolahan Data Spasial, 2003



GAMBAR 4.23
PETA KOEFISIEN ALIRAN DAS KALIGARANG TAHUN 1995

Sumber : Hasil Pengolahan Data Spasial, 2003



GAMBAR 4.24
PETA KOEFISIEN ALIRAN DAS KALIGARANG TAHUN 2000

Sumber : Hasil Pengolahan Data Spasial, 2003

4.3 Analisa Perbedaan nilai koefisien aliran (C) menurut Chow dan Hassing

Hasil analisa perhitungan nilai C berdasarkan Kedua Metode yang digunakan dalam penelitian ini menunjukkan angka yang cukup berbeda yaitu :

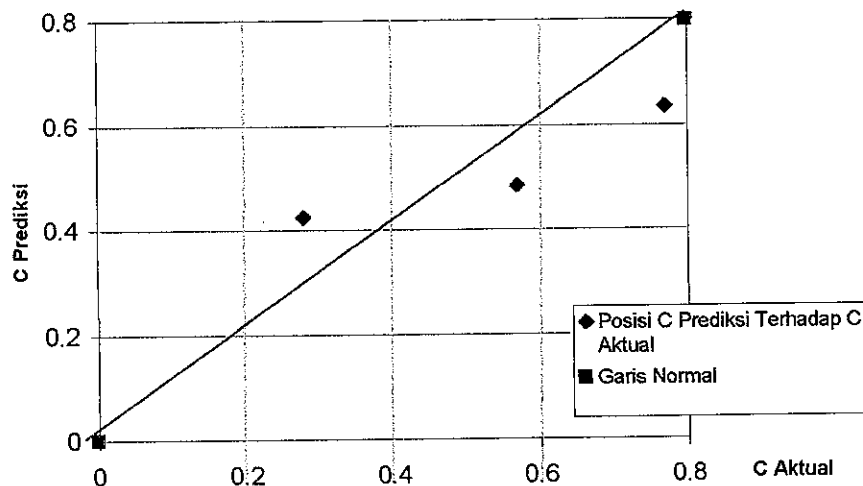
1. Nilai C berdasarkan Formula Rasional menurut Chow disebut sebagai C actual berada pada rentang 0,28 – 0,77. Dengan demikian dalam kurun waktu 10 tahun terdapat peningkatan koefisien aliran sebesar 49 %.
2. Nilai C berdasarkan Formula Rasional menurut Hassing disebut sebagai C prediksi berada pada kisaran 0,424 – 0,634 karenanya terdapat peningkatan koefisien aliran sebesar 21 %.

Perbedaan hasil perhitungan kedua metode dapat diperiksa pada Tabel IV.12 di bawah ini:

TABEL IV.12
PERBEDAAN NILAI C AKTUAL DAN PREDIKSI
TAHUN 1990, 1995, 2000

Nilai C Tahun	C _{aktual}	C _{prediksi}
1990	0,28	0,424
1991	0,32	-
1992	0,27	-
1993	0,36	-
1994	0,44	-
1995	0,57	0,484
1996	0,65	-
1997	0,68	-
1998	0,62	-
1999	0,72	-
2000	0,77	0,634

Sumber : Hasil Pengolahan Data, 2003



GAMBAR IV.25
GRAFIK POSISI C PREDIKSI TERHADAP C AKTUAL

Sumber : Hasil Pengolahan Data, 2003

Gambar IV.25 menunjukkan bahwa C prediksi pada Tahun 1990 berada di atas garis normal, sedangkan C prediksi Tahun 1995 dan 2000 berada di bawah garis normal. Terjadinya deviasi antara C aktual dan C prediksi disebabkan perhitungan C prediksi formula rasional menurut Hassing dalam penelitian ini mempunyai beberapa kekurangan yaitu:

1. Formula Rasional Hassing dengan pendekatan spasial dalam penelitian ini menggunakan data yang berseri 5 (lima) tahunan, sehingga tidak dapat diketahui fluktuasi besaran nilai C untuk setiap tahunnya.
2. Nilai tetapan Cvegetasi untuk pertanian, apapun jenis penutup lahannya mempunyai nilai yang sama yaitu sebesar 0,11. Sementara untuk masing-masing jenis penutup lahan mempunyai daya serap yang berbeda-beda terhadap air. Misalnya sawah dengan perkebunan kelapa, seharusnya memiliki C vegetasi yang

berbeda. Hal ini tentunya sangat mempengaruhi terhadap hasil akhir dari koefisien aliran.

3. Pembagian C vegetasi menurut Hassing cenderung *general* yaitu hutan, pertanian, padang rumput dan tanpa tanaman. Dengan demikian meskipun tersedianya data Vegetasi atau penutup lahan secara rinci, namun data tersebut dalam penelitian ini tidak dapat digunakan secara maksimal. Mengingat pembagian klas penutup lahan menurut Hassing sangat umum.
4. Karakteristik fisik DAS Kaligarang utamanya topografi sangat variatif sehingga pembagian nilai tetapan C topografi menurut Hassing kurang mewakili kondisi fisik di DAS Kaligarang.

Berkaitan dengan kondisi fisik DAS Kaligarang, maka berikut ini akan dideskripsikan kemiringan lereng, tanah, geologi, geomorfologi dan penggunaan lahan berdasarkan pembagian hulu, tengah dan hilir seperti pada Tabel IV.13 – IV. 17 di bawah ini.

TABEL IV.13
LUAS KEMIRINGAN LERENG PER BAGIAN DAS KALIGARANG
(Ha)

	Datar (0-5 %)	Bergelombang (5-15 %)	Berbukit (15-30 %)	Jumlah
Hulu	5.247,899 (25,7 %)	2.834,496 (13,9%)	1.013,076 (5,0 %)	9.095,45 (44,6 %)
Tengah	6.972,494 (34,2 %)	2.152,461 (10,5 %)	856,6432 (4,2 %)	9.981,60 (48,9 %)
Hilir	1.322,655 (6,5 %)	0,811784 (0,004 %)	-	1.323,47 (6,5 %)
Jumlah	13.543,048 (66,4 %)	4.987,769 (24,4 %)	1.869,7192 (9,2 %)	20.400,52 (100,0 %)

Sumber : Hasil Pengolahan Data Spasial, 2003

Berdasarkan kontur interval yang terdapat dalam peta DAS Kaligarang, maka dapat digambarkan bahwa di bagian hulu yang memiliki kemiringan lereng 5 – 30 % sebesar

18,9 % sedangkan bagian tengah hanya sebesar 14,7 %, bagian hilir seluruhnya datar dan hampir datar sebesar 6,5 %. Hal ini menunjukkan bahwa di bagian hulu mempunyai kemiringan lereng yang lebih besar dibanding bagian lainnya. Dengan demikian apabila terjadi hujan pada lokasi yang memiliki kemiringan besar ada potensi bahwa air hujan yang menjadi limpasan jauh lebih besar daripada lokasi yang relatif datar, namun hal ini akan dipengaruhi juga oleh jenis tanah, kondisi geologi, geomorfologi, dan penutup lahan.

TABEL IV.14
LUAS JENIS TANAH PER BAGIAN DAS KALIGARANG
(Ha)

	Hulu	Tengah	Hilir	Jumlah
Alluvial hidromorf	-	54,42833 (0,27 %)	1.323,47 (6,5 %)	1.377,898 (6,8 %)
Alluvial kelabu	-	740,5313 (3,6 %)	-	740,5313 (3,6 %)
Andosol coklat	610,1595 (3,0 %)	-	-	610,1595 (3,0 %)
Latosol coklat	5.414,568 (26,5 %)	260,0116 (1,27 %)	-	5.674,5796 (27,8 %)
Latosol coklat tua kemerahan	3.070,727 (15,05 %)	4.568,138 (22,4 %)	-	7.638,865 (37,45 %)
Mediteran coklat	-	4.155,798 (20,4 %)	-	4.155,798 (20,4 %)
Komplex mediteran	-	202,6819 (0,99 %)	-	202,6819 (0,99 %)
Jumlah	9.095,45 (44,6 %)	9.981,60 (48,9 %)	1.323,47 (6,5 %)	20.400,52 (100 %)

Sumber : Hasil Pengolahan Data Spasial, 2003

Secara umum jenis tanah di bagian hulu DAS Kaligarang bertekstur lanau hingga pasir gravel dengan tingkat infiltrasi dari lambat hingga tinggi. Bagian tengah lebih variatif yaitu dari lempung lanau, pasir bergeluh, pasir dan gravel serta lempung berpasir dengan rerata infiltrasi normal.

TABEL IV.15
LUAS JENIS GEOLOGI PER BAGIAN DAS KALIGARANG
(Ha)

	Hulu	Tengah	Hilir	Jumlah
Damar	1.773,614 (19,5 %)	4.828,149 (23,7 %)	-	6.601,759 (43,2 %)
Notopuran	2.046,4773 (22,5 %)	-	-	2.046,477 (22,5 %)
Endapan Aluvial	-	794,959 (3,87 %)	1.323,47 (6,5 %)	1.323,47 (6,5 %)
Kalibluk	610,159 (3,0 %)	4.358,48 (21,4 %)	-	4.968,639 (24,4 %)
Jumlah	9.095,45 (44,6 %)	9.981,60 (48,9 %)	1.323,47 (6,5 %)	20.400,52 (100 %)

Sumber : Hasil Pengolahan Data Spasial, 2003

Kondisi geologi di bagian hulu sebagian besar termasuk formasi notopuran dalam satuan breksi vulkanik sebesar 22,5 % dan formasi damar dengan satuan batu pasir tuban sebesar 19,5 %. Hal ini mengindikasikan bahwa pada bagian hulu melalui proses vulkanisme menghasilkan batuan vulkanik seperti breksi vulkanik yang berumur tua, artinya pada lahan tersebut relatif baik bagi syarat tumbuh tanaman dengan tingkat infiltrasi aatau peresapan tinggi. Bagian tengah dengan besarnya formasi kalibluk dengan satan batu lempung abu-abu berumur muda sebesar 21,4 % mengindikasikan bahwa pada masa yang akan datang lahan tersebut sangat baik bagi syarat tumbuh dengan tingkat infiltrasi normal hingga lambat.

TABEL IV.16
LUAS GEOMORFOLOGI PER BAGIAN DAS KALIGARANG
(Ha)

	Hulu	Tengah	Hilir	Jumlah
Mountain Reg. (300 – 2.050 m)	5.247,899 (25,7 %)	1.437,350 (14,4 %)	-	6.685,25 (40,1 %)
Hilly Region (50 – 300 m)	3.847,572 (18,9 %)	3.443,651 (34,5 %)	-	7.291,23 (53,4 %)
Alluvial Plain (0 – 50 m)	-	-	1.323,47 (6,5 %)	1.323,47 (6,5 %)
Jumlah	9.095,45 (44,6 %)	9.981,60 (48,9 %)	1.323,47 (6,5 %)	20.400,52 (100 %)

Sumber : Hasil Pengolahan, 2003

Tabel di atas menunjukkan bahwa daerah hulu dan tengah merupakan bagian DAS yang memiliki ketinggian di atas 50 – 300 meter sebesar 53,4 %, sedangkan yang berada dalam ketinggian 300 – 2.050 sebesar 40,1 %.

TABEL IV.17
LUAS PENGGUNAAN LAHAN
PER BAGIAN DAS KALIGARANG
(Ha)

	Hulu	Tengah	Hilir	Jumlah
Permukiman	1.864,617 (9,1 %)	3.543,452 (17,4 %)	941,011 (4,6 %)	6.435,119 (31,5 %)
Hutan	1.717,359 (8,4 %)	51,83727 (0,3 %)	-	1.769,4417 (8,7 %)
Perkebunan	977,1972 (4,8 %)	166,591 (0,8 %)	-	1.142,8863 (5,6 %)
Semak / sabana	119,8674 (0,6 %)	312,0416 (1,5 %)	-	431,9690 (2,1 %)
Tegalan	1.558,282 (7,6 %)	3.191,184 (15,6 %)	-	1.733,0460 (8,5 %)
Sawah	2.858,188 (14 %)	2.716,448 (13,3 %)	-	5.505,4836 (27 %)
Tambak	-	-	382,4586 (1,9 %)	382,4586 (1,9 %)
Jumlah	9.095,5106 (44,6 %)	9.981,5539 (48,9 %)	1.323,469 (6,5 %)	20.400,52 (100 %)

Sumber : Hasil Pengolahan Data Spasial, 2003

Tabel di atas menunjukkan bahwa di bagian hulu DAS prosentase lahan terbangun mencakup 20,5 % dan proporsi hutan 18,9 %. Bagian Tengah prosentase lahan terbangun sebesar 35,5 % dan hutan sebesar 0,52 %, sedangkan bagian hilir prosentase lahan terbangun sebesar 71,1 %. Fakta ini menunjukkan bahwa kondisi kritis berada di bagian tengah, mengingat bagian tengah merupakan daerah resapan penyangga.

Mempertimbangkan bahwa karakteristik fisik DAS Kaligarang sangat variatif, maka rekomendasi dalam penelitian ini akan membagi DAS berdasarkan hulu, tengah dan hilir dalam kaitannya prosentase lahan terbangun di hulu, tengah dan hilir sebagai berikut:

1. Bagian hulu : kemiringan lereng bergelombang hingga berbukit 18,9 %, jenis tanah andosol hingga latosol, kondisi geologi sebagian besar adalah formasi notopuran, 25,7 % tergolong dalam mountain region dengan prosentase lahan terbangun sebesar 20,5 %. Dengan karakteristik fisik tersebut, maka bagian hulu di DAS Kaligarang ini kemampuan limpasan besar.
2. Bagian Tengah : kemiringan lereng antara bergelombang dan berbukit sebesar 14,7 %, jenis tanah yang ada adalah latosol sebesar 42 % dengan formasi geologi damar 23,7 % dan kalibluk sebesar 21,4 %, tergolong dalam hilly region. Prosentase lahan terbangun sebesar 35,5 %. Dengan karakteristik fisik tersebut dipicu dengan banyaknya prosentase lahan terbangun, maka kemampuan limpasan sedang - besar.
3. Bagian hilir : kemiringan berkisar datar sampai hampir datar sebesar 6,5 %, jenis tanah yang ada adalah aluvial sebesar 6,5 % dengan formasi geologi alluvial hidromorfik 6,5 %, tergolong dalam plain region. Prosentase lahan terbangun sebesar 71,1 %. Dengan karakteristik fisik yang datar kemampuan infiltrasinya rendah serta banyaknya lahan terbangun, maka daerah hilir berpotensi sebagai daerah rawan genangan.

Dari hasil analisa kondisi fisik DAS berdasarkan pembagian hulu – hilir dapat diketahui bahwa perubahan lahan terbangun secara drastis berlangsung di bagian hulu dan hilir pada tahun 2000, sedangkan dari tahun 1990 ke 1995 penambahan lahan terbangun didominasi di bagian hilir dan sedikit di bagian tengah. Perubahan tersebut berpengaruh terhadap peningkatan nilai koefisien aliran pada Tahun 1995 hingga 2000 yaitu sebesar 15 % sedangkan Tahun 1990 hingga 1995 hanya sebesar 6 % saja.

4.4 Analisa Regresi Perubahan Lahan dengan Banjir

Analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis regresi linier sederhana. Analisis ini digunakan untuk mengetahui bagaimana pengaruh perubahan penggunaan lahan terhadap banjir, yaitu terhadap debit sungai dan koefisien aliran. Dalam menganalisa kecenderungan pengaruh perubahan penggunaan lahan terhadap debit sungai dan koefisien aliran digunakan persamaan regresi $Y' = a + bX_1$, variabel X adalah variabel bebas yaitu luas lahan terbangun, variabel Y adalah variabel tak bebas yaitu debit sungai dan nilai koefisien aliran.

4.4.1 Analisa Perubahan Lahan dengan Debit

Untuk mengetahui pengaruh perubahan penggunaan lahan terhadap banjir dilakukan pengujian statistik dengan uji regresi linier sederhana. Berdasarkan hasil uji statistik diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel IV.18
Hasil Estimasi Regresi
Debit f(X)

Estimasi	Jenis Lahan	Lahan Terbangun
Konstanta		12306473,640
X (Penggunaan Lahan)		545044,193
t-rasio		4,947
Signifikansi (P value) t-rasio		0,001
R		0,855
F hitung		24,468
Signifikansi (P value) F hitung		0,001
R ²		0,731
N		11

Sumber : hasil pengolahan Data, 2003

Berdasarkan Tabel di atas dapat diketahui bahwa pengujian statistik pada kedua penggunaan lahan yaitu lahan terbangun dan lahan non terbangun signifikan terhadap Total

Debit Sungai. Hal ini ditunjukkan dengan besarnya nilai signifikansi (P value) baik pada t-rasio maupun F hitung yang lebih kecil dari 0,05. Hal ini memperlihatkan bahwa penggunaan lahan baik untuk lahan terbangun maupun lahan non terbangun berpengaruh terhadap debit sungai di DAS Kaligarang.

Pada uji regresi juga menghasilkan nilai koefisien untuk masing-masing perubahan yang terjadi pada lahan di DAS Kaligarang, dimana berdasarkan nilai koefisien tersebut perubahan lahan yang digunakan pada lahan terbangun mengakibatkan pengaruh terhadap nilai total debit yaitu sebesar 545.044,193. Hal ini menunjukkan ketika luas lahan yang digunakan untuk lahan terbangun bertambah sebesar 1 % dari luas DAS, maka mengakibatkan bertambahnya total debit sebesar 545.044,193 m³/dt. Demikian pula saat lahan yang digunakan untuk lahan non terbangun bertambah 1 % dari luas DAS, maka akan menjadikan berkurangnya total debit sebesar 545.044,193 m³/dt.

Memperhatikan besarnya nilai koefisien masing-masing penggunaan lahan tersebut dapat dijelaskan bahwa penggunaan lahan lahan terbangun berbanding lurus terhadap total debit, artinya semakin banyak lahan yang digunakan untuk lahan terbangun maka mengakibatkan semakin tinggi total debit yang terjadi di DAS Kaligarang. Sedangkan perubahan penggunaan lahan yang digunakan untuk lahan non terbangun berbanding terbalik terhadap total debit, artinya jika lahan yang digunakan untuk lahan non terbangun meningkat, maka mengakibatkan menurunnya nilai total debit.

Hasil perhitungan regresi, perubahan penggunaan lahan utamanya lahan terbangun terhadap nilai total debit menunjukkan bahwa besarnya total debit dapat meningkatkan banjir di Kota Semarang karena bertambahnya penggunaan lahan untuk lahan terbangun atau Permukiman serta menyusutnya lahan non terbangun untuk pertanian dan hutan.

4.4.2 Analisa Perubahan Lahan dengan Nilai Koefisien Aliran

Untuk mengetahui pengaruh perubahan penggunaan lahan terhadap banjir dilakukan berdasarkan pendugaan nilai koefisien aliran (C) melalui pengujian statistik dengan uji regresi linier sederhana. Berdasarkan hasil uji statistik diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel IV.19
Hasil Estimasi Regresi
Koefisien Aliran f(X)

Estimasi	Jenis Lahan	Lahan Terbangun
Konstanta		0,285
X (Penggunaan Lahan)		0,014
t-rasio		9,083
Signifikansi (P value) t-rasio		0,000
R		0,950
F hitung		82,498
Signifikansi (P value) F hitung		0,000
R ²		0,902
N		11

Sumber : hasil pengolahan, 2003

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa terdapat hubungan / korelasi yang signifikan antara luas lahan terbangun dengan nilai koefisien aliran. Nilai koefisien korelasi prosentase lahan terbangun terhadap nilai koefisien aliran atau banjir adalah (r) = 0,950, sedangkan koefisien determinasinya (r²) = 0,902, yang berarti 90,2 % banjir dapat dijelaskan oleh variabel prosentase lahan terbangun dan sisanya sebesar 9,8 % dijelaskan oleh faktor lainnya. Nilai r mendekati 1 menunjukkan bahwa hubungan atau korelasi antara variabel koefisien aliran dengan prosentase lahan terbangun sangat kuat (sangat berpengaruh) dan berbanding lurus. Artinya jika luas lahan terbangun meningkat, maka koefisien aliran juga menunjukkan peningkatan

Pada uji regresi juga menghasilkan nilai koefisien untuk masing-masing perubahan yang terjadi pada lahan di DAS Kaligarang, dimana berdasarkan nilai koefisien tersebut

perubahan lahan terbangun mengakibatkan pengaruh terhadap nilai koefisien aliran yaitu sebesar 0,0014. Artinya jika luas lahan terbangun koefisien aliran juga menunjukkan peningkatan 0,14 %. Hal ini menunjukkan ketika luas lahan terbangun bertambah sebesar 1 % dari luas DAS, maka akan mengakibatkan bertambahnya nilai koefisien aliran sebesar 0,14 %. Sedangkan pengaruh yang lainnya diberikan oleh lahan non terbangun ketika bertambah 1 %, maka menyebabkan koefisien aliran berkurang sebesar 0,14 %.

Memperhatikan besarnya nilai koefisien masing-masing penggunaan lahan tersebut dapat dijelaskan bahwa penggunaan lahan terbangun atau permukiman mempunyai dampak terhadap semakin tingginya nilai koefisien aliran, artinya semakin banyak lahan yang digunakan untuk permukiman maka mengakibatkan semakin tinggi koefisien aliran yang terjadi di DAS Kaligarang. Sedangkan peningkatan penggunaan lahan non terbangun seperti pertanian dan hutan justru menurunkan nilai koefisien aliran, artinya jika lahan yang digunakan untuk hutan dan pertanian meningkat, maka mengakibatkan menurunnya nilai koefisien aliran.

Hasil perhitungan regresi, perubahan penggunaan lahan yang meliputi lahan terbangun dan non terbangun terhadap nilai koefisien aliran menunjukkan bahwa besarnya nilai koefisien aliran dapat meningkatkan banjir di Kota Semarang karena bertambahnya penggunaan lahan terbangun untuk Permukiman serta menyusutnya lahan untuk pertanian dan hutan.

4.5 Analisa Konsistensi Penggunaan Lahan dengan Rencana Tata Ruang DAS

Analisa konsistensi antara penggunaan lahan eksisting Tahun 2000 dengan Rencana Tata Ruang DAS Kaligarang, pada dasarnya digunakan untuk mengetahui sejauh mana konsistensi penggunaan lahan di DAS Kaligarang terhadap Rencana Tata Ruang

yang telah disusun oleh lembaga yang terkait. Dalam analisa konsistensi ini tolok ukur yang digunakan adalah Rencana Tata Ruang (RTR) DAS Kaligarang. Hasil dari analisa ini dikategorikan dalam 3 (tiga) kriteria atau kelas yaitu :

1. Konsisten, apabila Penggunaan Lahan eksisting Tahun 2000 sama dengan Rencana Tata Ruang DAS.
2. Konsisten untuk Budidaya, apabila Penggunaan Lahan eksisting Tahun 2000 adalah salah satu dari jenis penggunaan untuk pertanian (sawah, perkebunan, tegalan, semak, tambak dan hutan) akan tetapi Rencana Tata Ruang yang ada menyatakan penggunaannya untuk permukiman atau pertanian.
3. Tidak konsisten, apabila penggunaan lahan eksisting Tahun 2000 adalah permukiman , tetapi Rencana Tata Ruang menyarankan penggunaannya untuk non permukiman. Secara matrik dapat diilustrasikan seperti pada Tabel IV.13.

Sedangkan pembagian berdasarkan karakteristik fisik DAS hulu, tengah dan hilir adalah sebagai berikut :

1. Bagian Hulu DAS, apabila klas kemiringan lereng $> 15 \%$, kerapatan sungai melulai orde 1, ketinggian tempat > 300 meter dpal, material dasar sungai kerakal, kerikil dan pasir, bentuk sungai adalah braider dengan penampang melintang sungai berbentuk V.
2. Bagian Tengah DAS atau transisi, apabila klas kemiringan lereng $5 - 15 \%$, kerapatan sungai pada orde 2 , ketinggian tempat $50 - 300$ meter dpal, material dasar sungai relatif lebih halus daripada bagian hulu, penampang melintang sungai mulai berubah dari bentuk V menjadi U.

3. Bagian Hilir DAS, apabila kemiringan lereng 0 – 5 %, kerapatan sungai pada aorde 3, ketinggian tempat 0 – 50 meter dpl, material dasar sungai lebih halus dari bagian tengah.

TABEL IV.20
HUBUNGAN KONSISTENSI DENGAN PENGELOLAAN

PL Th. 2000	RTR	Kategori konsistensi	Pengelolaan
Permukiman Sawah Tegalan Perkebunan Hutan Tambak / kolam Semak / sabana	Permukiman Sawah Tegalan Perkebunan Hutan Tambak / kolam Semak / sabana	Konsisten	Pengelolaan tetap
Salah satu jenis penggunaan lahan untuk pertanian, seperti hutan, perkebunan, tegalan, sawah, semak dan tambak.	Permukiman atau pertanian	Konsisten untuk Budidaya	Pengelolaan tetap, tetapi perlu pengendalian dalam pelaksanaannya
Permukiman	Non Permukiman	Tidak konsisten	Pengelolaan dilakukan peninjauan ulang dengan pertimbangan : 1. lahan terbangun tidak diubah 2. lahan non terbangun dikaji ulang disesuaikan dengan penyimpangannya.

Sumber : hasil pengolahan, 2003

Berdasarkan hasil pengolahan tumpang susun antara Peta Penggunaan Lahan dengan Rencana Tata Ruang DAS kaligarang diperoleh hasil sebagai berikut :

TABEL IV. 21
HASIL TUMPANG SUSUN
PETA PENGGUNAAN LAHAN 2000 DENGAN RTR DAS (HA)

PL \ RTR	Hutan	Permukiman	Pertanian	Jumlah
Hutan	1.467,694	16,650	284,902	1.769,246
Pertanian	1.690,049	3.179,574	6.598,138	11.467,761
Semak	150,794	45,568	235,523	431,885
Permukiman	516,134	4.097,807	2.117,707	6.731,648
Jumlah	3.824,671	7.339,599	9.236,27	20.400,54

Sumber Hasil Pengolahan Data Spasial, 2003

Hasil tumpang susun antara penggunaan lahan eksisting dengan Rencana Tata Ruang DAS diperoleh 3 (tiga) kriteria konsistensi berdasarkan pembagian DAS meliputi hulu, tengah dan hilir adalah sebagai berikut :

TABEL IV.22
HASIL ANALISA KONSISTENSI BERDASARKAN PEMBAGIAN DAS

Kriteria	Konsisten	Konsisten Untuk Budidaya	Tidak Konsisten	Jumlah
Bag. DAS				
Bagian Hilir	1.137,29 (5,6%)	-	186,16 (0,9%)	1323,45 (6,5%)
Bagian Tgh	5.800,26 (28,4%)	2.916,67 (14,3%)	1.264,68 (6,2%)	9.981,59 (48,9%)
Bagian Hulu	5.226,05 (25,6%)	2.686,37 (13,2%)	1.182,97 (5,8%)	9.095,47 (44,6%)
Jumlah	12.163,64 (59,6%)	5.603,04 (27,5%)	2.633,81 (12,9%)	20.400,5 (100,0%)

Sumber : Hasil Pengolahan Data Spasial, 2003

Hasil analisa menyatakan bahwa 59,6 % penggunaan lahan di DAS Kaligarang konsisten dengan Rencana Tata Ruang DAS artinya saat ini penggunaan lahan di bagian hulu, hilir dan tengah digunakan sama sesuai dengan Rencana Tata Ruang yang ada. Beberapa hal yang perlu mendapat perhatian adalah perlunya mengendalikan alih fungsi hutan dan perkebunan, terutama di DAS bagian tengah dan hulu sebagai daerah penyangga resapan.

Ketidak konsistenan antara penggunaan lahan dengan Rencana Tata Ruang DAS sebesar 12,9 %, paling banyak terjadi di bagian tengah yaitu sebesar 6,2 %, sedangkan sisanya sebesar 5,8 % terjadi di bagian hulu dan 0,9 % dibagian hilir. Hal yang patut mendapat perhatian adalah ketidak konsistenan penggunaan lahan di bagian tengah dan hulu terhadap Rencana Tata Ruang, mengingat penggunaan lahan DAS bagian hulu dan tengah seharusnya menjaga keseimbangan lingkungan karena merupakan daerah resapan dan daerah penyangga resapan.

Di dasari oleh pemikiran Ratcliff (dalam Jaya, 2003) mengenai proses perkembangan kota dan berbagai macam perubahannya, maka faktor-faktor pendorong terjadinya ketidak konsistenan antara penggunaan lahan dengan Rencana Tata Ruang adalah :

1. Potensi fisik kota dan regulasinya : lahan yang diperuntukan di luar sektor pertanian seperti lahan industri, perumahan, perdagangan, perkantoran dan jasa seharusnya mengikuti regulasi yang telah ditetapkan oleh pemerintah sendiri seperti RTRW, RDTRK. Pelanggaran baik itu dilakukan oleh warga maupun pemerintah akan mengakibatkan dampak dalam jangka panjang. Pelanggaran ini dapat dieliminir dengan kerja baik dinas tata kota dan BPN, khususnya pada pelayanan IMB.
2. Koordinasi penyusunan RTR DAS : Rencana Tata Ruang DAS Kaligarang yang meliputi Rencana Tata Ruang 3 (tiga) Kabupaten / Kota yaitu meliputi Kota Semarang , Kabupaten Semarang dan Kabupaten Kendal, dalam penyusunannya tidak secara bersamaan di dalam mempertimbangkan sisi ekologi DAS, sehingga masing-masing Kabupaten/Kota memiliki rencana tersendiri di dalam menata kotanya tanpa mempertimbangkan kesatuannya dalam satu DAS. Selain koordinasi antar kota dan Kabupaten arahan Rencana Tata Ruang DAS Kaligarang mestinya disusun secara terkoordinir antar departemen seperti Kehutanan, Balai Pengendalian DAS, Pemda terkait, PSDA, BPN, sehingga terdapat kesatuan kerangka pikir dalam mengelola DAS dalam arti merencanakan, memanfaatkan, mengendalikan lingkungan.
3. Potensi penduduk : penambahan jumlah penduduk merupakan penyebab dan modal utama untuk mengembangkan kota. Hal ini ditunjukkan dengan bertambahnya luas

lahan terbangun dari 12,28 % menjadi 35,54 %. Karena lokasi yang dialokasikan untuk permukiman sudah menipis, maka terjadilah perubahan pemanfaatan lahan untuk memenuhi kebutuhan lahan akibat penambahan penduduk tersebut.

4. Potensi ekonomi : menipisnya lahan pertanian akibat pemenuhan kebutuhan lahan untuk permukiman mengakibatkan penduduk yang dulu bermata pencaharian di sektor pertanian mengalihkan mata pencahariannya di luar sektor pertanian. Di sisi lain bertambahnya perusahaan industri dan perdagangan seperti di Ungaran dan Bregas berdampak pada berkurangnya lahan pertanian.
5. Potensi sarana dan prasarana : peningkatan fasilitas di bidang kesehatan, pendidikan dan ekonomi, akomodasi, perhubungan, komunikasi air bersih dan listrik seperti rumah sakit, puskesmas, sekolah baik dari tingkat SD hingga PT, bank, pasar, koperasi, jalan, wartel bertujuan pada pemenuhan kebutuhan fasilitas bagi warga. Secara tidak langsung akan membawa daya tarik tersendiri untuk menetap di lokasi tersebut, khususnya bagi pendatang dari kota sekitar Semarang yang secara tidak sengaja mengadu nasib di Kota Semarang.
6. Potensi keuangan : Kota Semarang sebagai pusat pemerintahan beserta daerah sekitarnya seperti Kab. Semarang tentunya menyediakan dana pembangunan untuk mengubah wajah kotanya, mengingat kota merupakan tempat untuk konsentrasinya penduduk beserta segala bentuk aktivitasnya. Hal tersebut akan secara langsung berdampak pada usaha pemerintah untuk meningkatkan kegiatan ekonomi, sehingga menjadi sumber pendapatan daerah yang potensial.

Hasil analisa menunjukkan bahwa konsistensi antara penggunaan lahan dengan Rencana Tata Ruang DAS sebesar 59,6 %, terjadi di DAS bagian hilir, tengah dan hulu

masing-masing sebesar 5,6%, 28,4% dan 25,6 %. Tingkat konsistensi penggunaan lahan dengan Rencana Tata Ruang di DAS Kaligarang secara umum dapat dikatakan relatif baik karena lebih dari 50 % konsisten dengan didukung 27,5 % konsisten untuk budidaya dengan prasyarat bahwa pengendalian tersebut benar-benar dapat dilaksanakan di lapangan.

TABEL IV.23
HASIL REKOMENDASI PENGELOLAAN DAS KALIGARANG
BERDASARKAN ANALISA KONSISTENSI

Pengelolaan		Pengelolaan Tetap	Pengelolaan dalam kendali	Pengelolaan Ditinjau ulang	Jumlah
Bag. DAS					
Hulu	Konsisten	5.226,05 (25,6%)	-	-	5.226,14 (25,6%)
	Konsisten Budidaya	-	2.686,37 (13,2%)	-	2.686,36 (13,2%)
	Tdk konsisten	-	-	1.182,97 (5,8%)	3.869,33 (18,9%)
Tengah	Konsisten	5.800,26 (28,4%)	-	-	5.800,22 (28,4%)
	Konsisten Budidaya	-	2.916,67 (14,3%)	-	2.916,69 (14,3%)
	Tdk konsisten	-	-	1.264,67 (6,2%)	1.264,67 (6,2%)
Hilir	Konsisten	1.137,32 (5,6%)	-	-	1.137,29 (5,6%)
	Konsisten Budidaya	-	-	-	-
	Tdk konsisten	-	-	186,16 (0,9%)	186,16 (0,9%)
JUMLAH		12.163,65 (59,6%)	5.603,04 (27,5%)	2.633,70 (12,9%)	20.400,5 (100%)

Sumber : Hasil Pengolahan Data Spasial, 2003

Berdasarkan hasil analisis konsistensi tersebut, maka diperoleh beberapa rekomendasi terhadap pengelolaan DAS secara makro. Pengambilan ketiga kriteria pengelolaan dengan dasar pada tingkat pencapaian konsistensi pada masing-masing bagian DAS meliputi bagian Hulu, Tengah dan Hilir. Bagian DAS yang masih konsisten dengan RTR DAS, maka pengelolanya tetap. Bagian DAS yang konsisten untuk budidaya, maka

pengelolaannya dalam pengendalian, artinya pada beberapa penggunaan lahan seperti hutan, perkebunan seharusnya tidak mengalami alih fungsi.

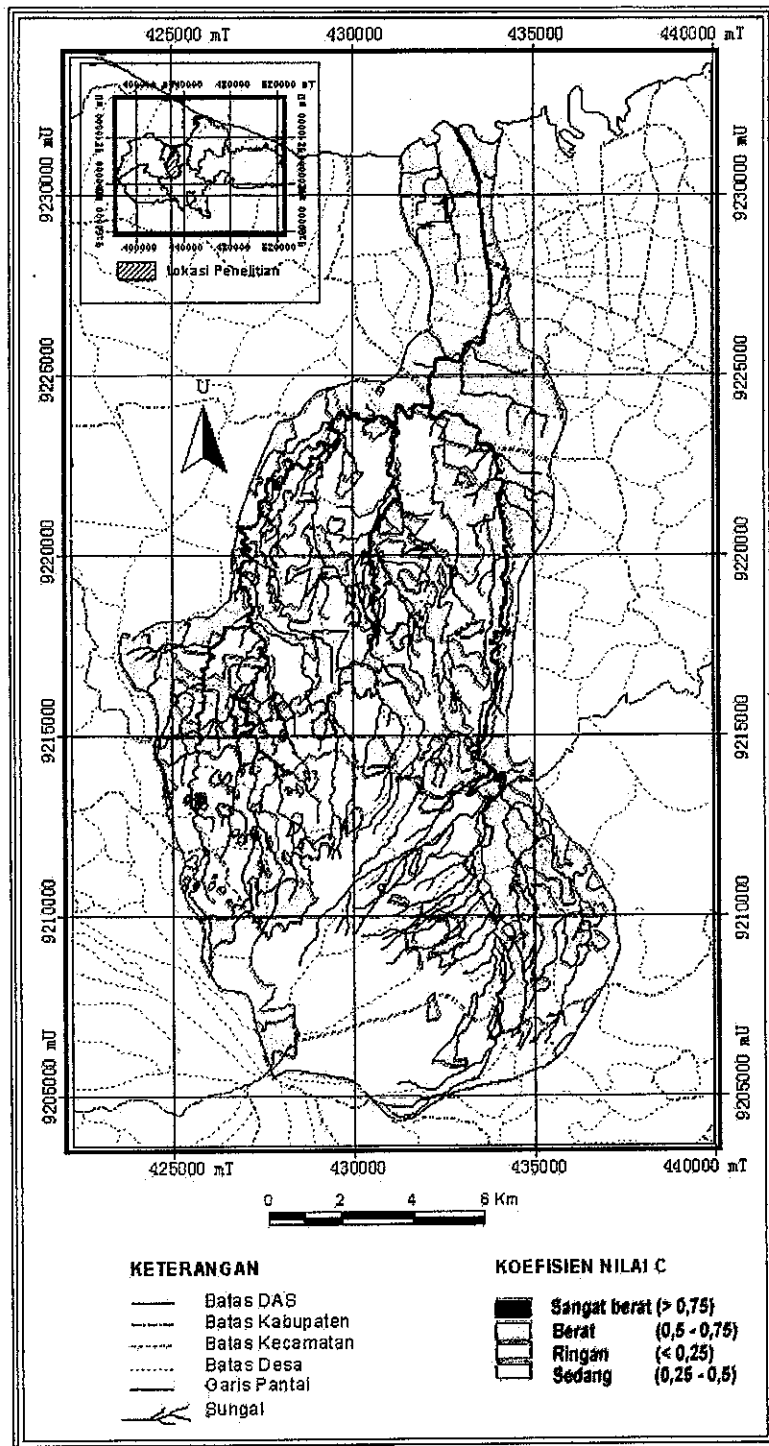
Bagian DAS yang tidak konsisten, maka pengelolaannya perlu ditinjau ulang. Sebagai contoh penggunaan lahan eksisting permukiman, seharusnya di RTR adalah taman kota atau lahan terbuka, maka dalam pengelolaannya secara spasial harus ditinjau kembali di lahan bagian mana yang dapat menjadi substitusi terhadap ketidak konsistenan tersebut.

Hasil pengolahan data melalui tumpang susun peta menggambarkan bahwa terjadinya perubahan penggunaan lahan terbangun dari 12,28 % menjadi 31,54 % mengakibatkan perlunya memperhatikan pengelolaan DAS Kaligarang baik di bagian hulu, Tengah maupun Hilir seperti pada Gambar 4.25 hingga Gambar 4.29 sebagai berikut :

1. Bagian Hulu DAS seluas 3.869,33 ha memerlukan pengelolaan yang lebih intens, baik pengelolaan yang bersifat pengendalian sebesar 13,2 % atau seluas 2.686,36 ha maupun peninjauan ulang pengelolaan karena faktor ketidak konsistenan di bagian hulu sebesar 5,8 % atau 1.182,97 ha. Peninjauan ulang artinya memonitor dan mengevaluasi kesesuaian lahan dengan peruntukannya, serta teknik pengolahan lahan dan atau perilaku masyarakat terhadap lahan tersebut.
2. Bagian Tengah DAS seluas 4.181,36 ha atau 20,5 % memerlukan pengelolaan yang bersifat pengendalian sebesar 2.916,69 ha (14,3%) dan meninjau ulang pengelolaan sebelumnya seluas 1.264,67 ha (6,2%). Pada bagian tengah DAS perlu mendapat perhatian mengingat bagian Tengah DAS berfungsi sebagai daerah resapan penyangga.
3. Bagian Hilir DAS seluas 186,16 ha memerlukan peninjauan ulang terhadap pengelolaannya. Hal yang banyak terjadi adalah bahwa alokasi permukiman tidak sesuai dengan Rencana Tata Ruangnya, untuk itu penggunaan lahan tersebut sudah

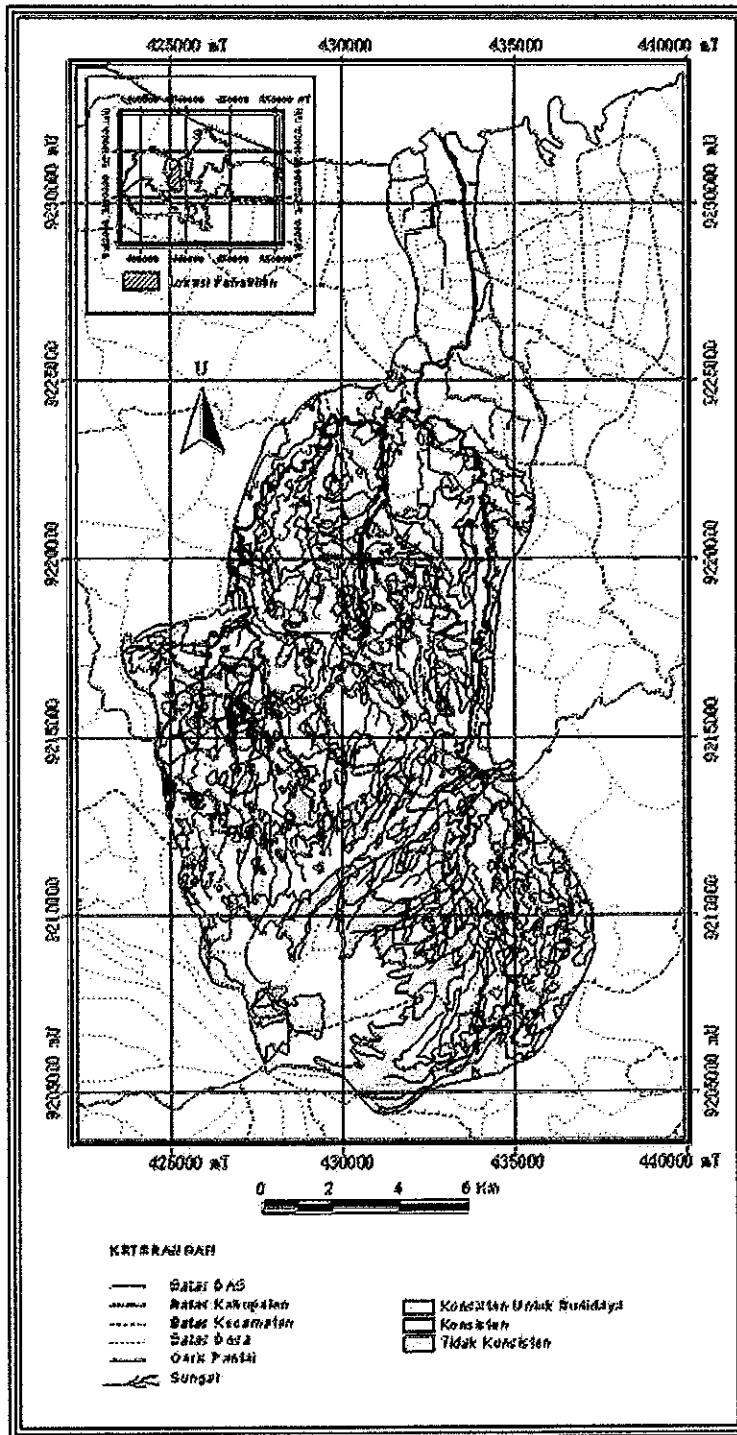
tidak dapat diubah lagi. Peninjauan ulang yang dimaksud adalah adanya pengelolaan lahan di kawasan permukiman tersebut dengan membuat aturan mengenai resapan di lahan masing-masing rumah. Peraturan yang dapat diterapkan adalah permohomam Ijin Mendirikan Bangunan (IMB) adalah bahwa tiap pemohon IMB diwajibkan membuat sumur resapan sesuai dengan luas lahan yang dimiliki. Dengan demikian akan sangat membantu di dalam menjaga ketersediaan cadangan air tanah dan memberi kesempatan air hujan meresap ke dalam tanah, sehingga membantu mengurangi terjadinya aliran permukaan. Bagian hilir pengelolaannya perlu ditinjau ulang dengan mengevaluasi rencana penggunaan untuk pertanian termasuk ruang terbuka / taman harus dapat dipertahankan dari incaran untuk digunakan sebagai kawasan komersial atau bisnis.

4. Bagian Hulu, Tengah dan Hilir DAS yang dinyatakan pengelolaannya tetap masing-masing sebesar 5.226,14 ha atau 25,6 % ; 5.800,22 ha atau 28,4 % dan 1.137,29 ha atau 5,6 % meskipun sudah konsisten dengan rencana tata ruang diupayakan tidak mengalami banyak penyimpangan.



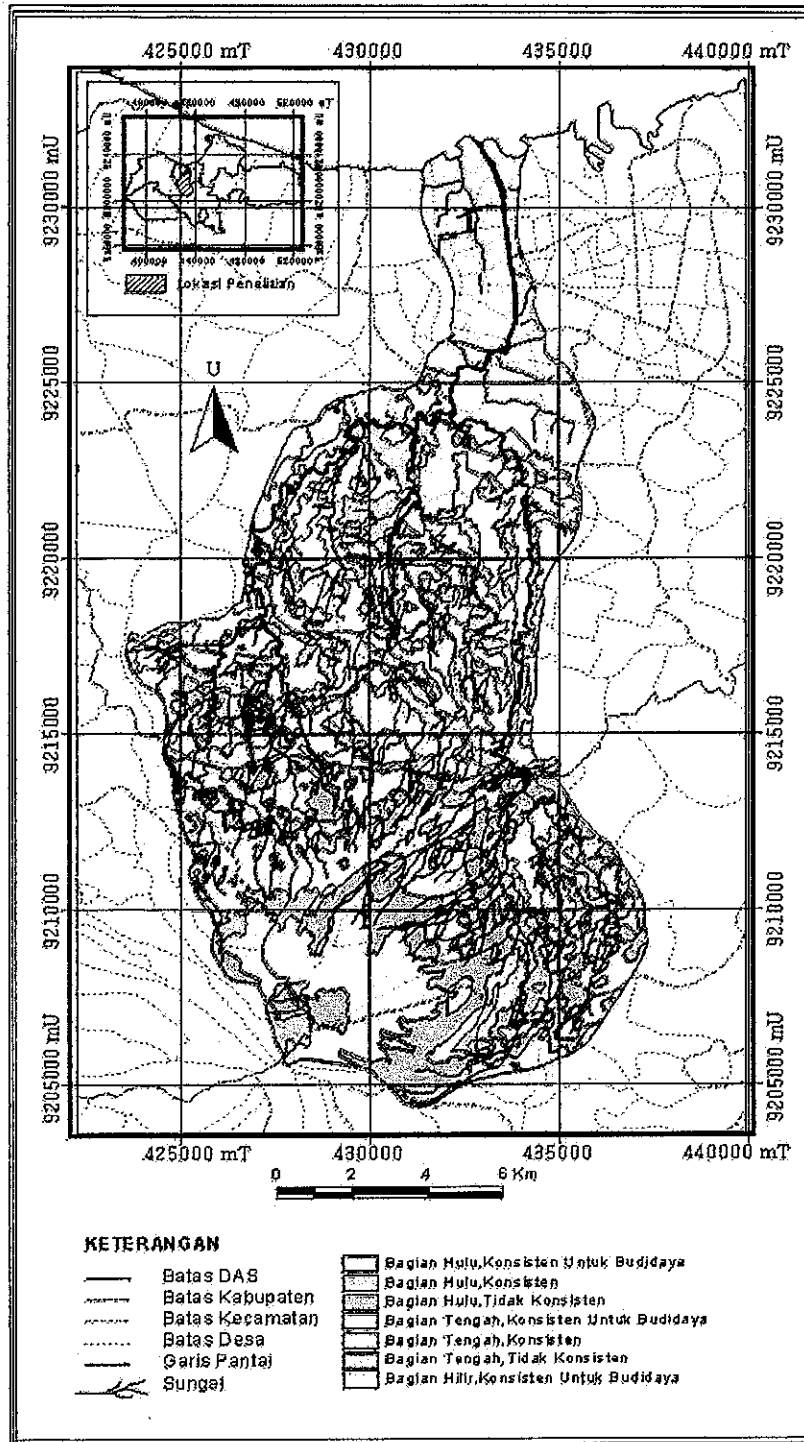
GAMBAR 4.26
PETA KOEFISIEN ALIRAN RTR DAS KALIGARANG

Sumber : Hasil Pengolahan Data Spasial , 2003



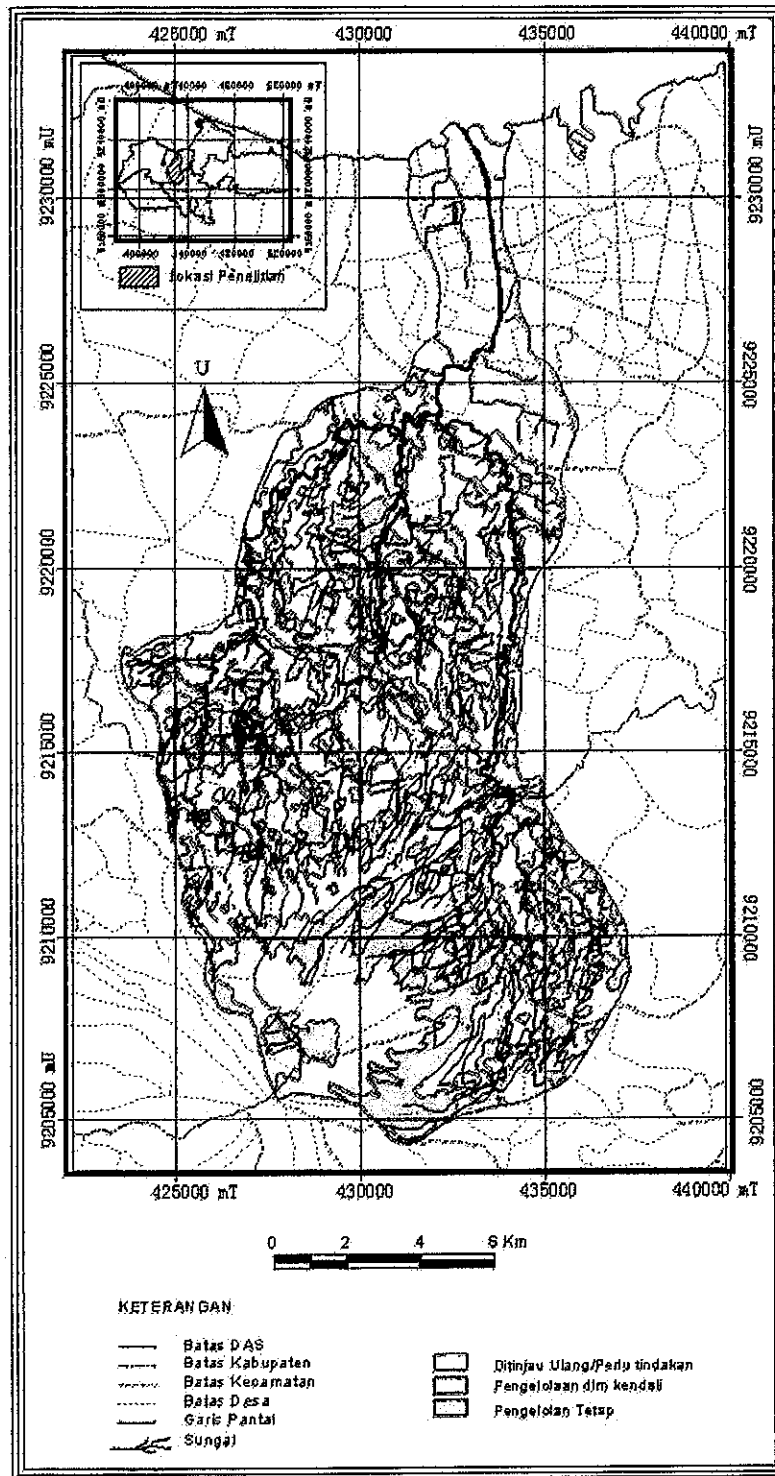
GAMBAR 4.27
PETA ANALISA KONSISTENSI PENGGUNAAN LAHAN
DENGAN RTR DAS KALIGARANG

Sumber : Hasil Pengolahan Data Spasial, 2003



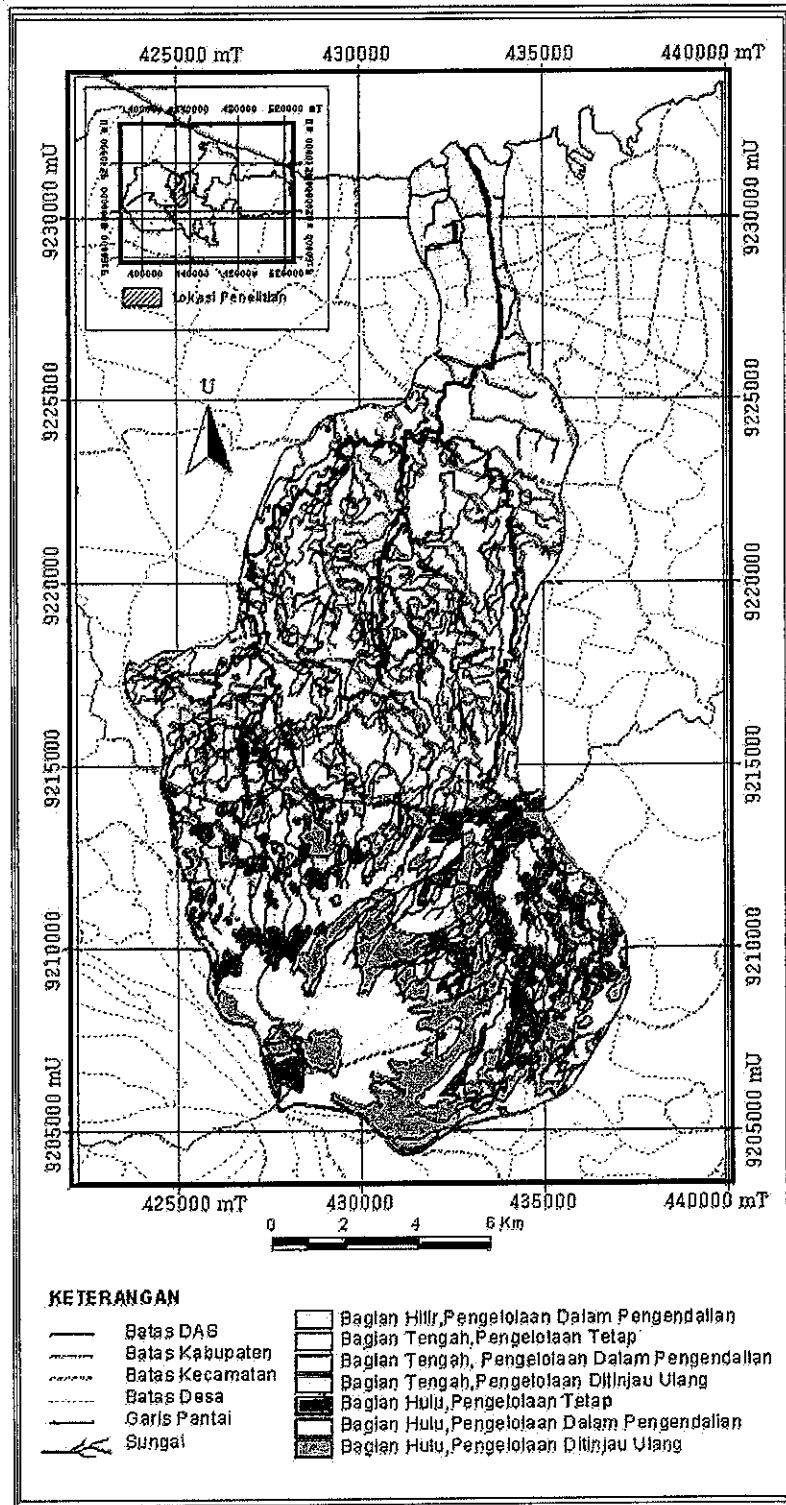
GAMBAR 4.28
PETA ANALISA KONSISTENSI PENGGUNAAN LAHAN DENGAN RTR
BERDASARKAN PEMBAGIAN DAS KALIGARANG

Sumber : Hasil Pengolahan Data Spasial, 2003



GAMBAR 4.29
PETA REKOMENDASI PENGELOLAAN DAS KALIGARANG

Sumber : Hasil Pengolahan Data Spasial, 2003



GAMBAR 4.30
PETA REKOMENDASI PENGELOLAAN BERDASARKAN PEMBAGIAN DAS

Sumber : Hasil Pengolahan Data Spasial, 2015

BAB V KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

5.1 Temuan dan Kesimpulan Penelitian

5.1.1 Temuan Penelitian

Berdasarkan pembahasan dan analisis hasil penelitian, maka dapat dikemukakan beberapa Temuan penelitian, yaitu sebagai berikut :

1. Kecenderungan perubahan penggunaan lahan di DAS Kaligarang disebabkan adanya peningkatan lahan terbangun dan penyusutan lahan non terbangun. Dalam kurun waktu 1990 – 2000 telah terjadi peningkatan lahan terbangun seluas 3.931,86 ha. Di sisi lain terjadi penyusutan lahan non terbangun dari 87,7 % menjadi 53,8 %. Perubahan penggunaan lahan tersebut terjadi sebagai konsekuensi logis dari pengembangan kota, yang memberikan dampak terhadap peningkatan luas lahan untuk permukiman. Lokasi penyebaran perubahan penggunaan lahan permukiman hampir terjadi di semua Kecamatan terutama di sepanjang jaringan jalan dan jalur utama aliran sungai dan beberapa pengembangan di lokasi pemukiman baru.
2. Pengaruh perubahan penggunaan lahan khususnya perkembangan lahan terbangun secara umum mengakibatkan peningkatan tekanan terhadap lahan dan berpengaruh terhadap banjir. Hal ini ditunjukkan dengan adanya pengaruh yang signifikan antara peningkatan prosentase penggunaan lahan terbangun dengan semakin tingginya nilai koefisien aliran melalui uji regresi dengan (r) sebesar 95 % dan (r^2) sebesar 90,2 %. Dalam kurun waktu 1990 hingga 2000 ditunjukkan dengan nilai C aktual sebesar 28 % menjadi 77 % berdasarkan perhitungan metode Chow. Sedangkan menurut perhitungan metode Hassing secara spasial ditunjukkan dengan

nilai C prediksi tahun 1990 sebesar 42,4 %, Tahun 1995 sebesar 48,4 % dan C tahun 2000 sebesar 63,4 %.

3. Analisa konsistensi penggunaan lahan terhadap Rencana Tata Ruang DAS menunjukkan bahwa 59,6 % konsisten, 27,5 % konsisten untuk budidaya dan 12,9 % tidak konsisten baik di bagian hulu, tengah dan hilir.
4. Penghitungan nilai koefisien aliran dengan formula rasional menurut Hasing secara spasial akan memberikan hasil yang lebih akurat apabila kategori C vegetasi dan C topografi dapat mewakili kondisi fisik lahan yang beragam.

5.1.2 Kesimpulan Penelitian

Berdasarkan analisis hasil penelitian, maka dapat dikemukakan beberapa kesimpulan penelitian yaitu :

1. Pergeseran penggunaan lahan diakibatkan adanya penyesuaian penggunaan terhadap kebutuhan pelayanan yang baru. Perubahan penggunaan lahan di perkotaan cenderung didominasi oleh penggunaan lahan terbangun.
2. Tata guna lahan di Daerah Aliran Sungai mempunyai pengaruh terhadap besarnya air larian, yang dapat diketahui dari besarnya nilai koefisien aliran permukaan di samping pengaruh lain seperti bentuk dan ukuran DAS, topografi, dan geologi. Peningkatan koefisien aliran mengindikasikan bahwa DAS telah mengalami gangguan fisik sebagai dampak dari adanya perubahan penggunaan lahan dari lahan non terbangun menjadi lahan terbangun.

3. Konsistensi penggunaan lahan dengan Rencana Tata Ruang Daerah Aliran Sungai perlu diikuti adanya koordinasi antar Kota / Kabupaten dan antar departemen, baik dalam perencanaan , pelaksanaan maupun pengendalian sehingga dapat disusun arahan pemanfaatan lahan sesuai dengan potensi dan kesesuaian lahan.

5.2 Rekomendasi

Beberapa rekomendasi yang dapat diajukan dari hasil penelitian ini adalah usulan bagi pemerintah dalam pengelolaan DAS Kaligarang maupun usulan penelitian yang dapat dilakukan untuk menindaklanjuti penelitian ini.

5.2.1 Rekomendasi bagi Pemerintah

1. Berdasarkan hasil analisis konsistensi Penggunaan Lahan dengan Rencana Tata Ruang DAS Kaligarang, maka perlu untuk melakukan pengelolaan di DAS Kaligarang sebagai berikut :
 - a) Bagian Hulu DAS seluas 3.869,33 ha memerlukan pengelolaan yang lebih intens, yaitu pengelolaan yang bersifat pengendalian sebesar 13,2 % atau seluas 2.686,36 ha maupun peninjauan ulang pengelolaan karena faktor ketidak konsistenan. Peninjauan ulang artinya memonitor dan mengevaluasi kesesuaian lahan dengan peruntukannya, serta teknik pengolahan lahan dan atau perilaku masyarakat terhadap lahan tersebut.
 - b) Bagian Tengah DAS seluas 4.181,36 ha atau 20,5 % memerlukan pengelolaan yang bersifat pengendalian sebesar 2.916,69 ha (14,3%) dan meninjau ulang pengelolaan seluas 1.264,67 ha (6,2%). Pada bagian tengah

DAS perlu mendapat perhatian mengingat bagian Tengah DAS berfungsi sebagai daerah resapan penyangga.

- c) Bagian Hilir DAS seluas 186,16 ha memerlukan peninjauan ulang terhadap pengelolaannya. Hal yang banyak terjadi adalah bahwa alokasi permukiman tidak sesuai dengan Rencana Tata Ruangnya. Peninjauan ulang yang dimaksud adalah adanya pengelolaan lahan di kawasan permukiman tersebut dengan membuat aturan mengenai resapan.
 - d) Bagian Hulu, Tengah dan Hilir DAS yang dinyatakan pengelolaannya tetap meskipun sudah konsisten dengan rencana tata ruang diupayakan tidak mengalami banyak penyimpangan.
2. Dalam rangka pengelolaan DAS Kaligarang , perlu kiranya rumusan kebijakan perencanaan Tata Ruang Daerah Aliran Sungai dapat diimplementasikan. Oleh karena itu pengelolaan perlu difokuskan pada pemanfaatan lahan yang sesuai dengan kemampuan lahan, sehingga dapat mencapai hasil yang optimal.
 3. Proses Penyusunan Rencana Tata Ruang DAS Kaligarang dari aspek institusi perlu koordinasi yang matang, artinya bahwa pada saat dilakukan perencanaan, institusi yang terkait dalam pengelolaan DAS dari ketiga Kabupaten / Kota se harusnya dilibatkan secara aktif dalam menyusun rencana.

5.2.2 Rekomendasi bagi Peneliti

1. Banjir dalam penelitian ini dilakukan berdasarkan pendugaan banjir melalui nilai koefisien aliran. Perlu dilakukan penelitian banjir dari faktor-faktor penyebab lainnya, sehingga dapat lebih memperkaya pembahasan mengenai banjir, penyebab serta pemecahannya.

2. Terjadinya banjir juga dapat dipengaruhi oleh kemampuan kapasitas saluran air, untuk itu perlu adanya penelitian untuk mengetahui sejauh mana kapasitas saluran air mampu menampung air dan apabila saluran masih kurang dari kapasitas, berapa m³ saluran tersebut mesti ditambahkan.

DAFTAR PUSTAKA

Buku dan Jurnal :

- Agung, I Gusti Ngurah. 2001. **Statistika Analisa Hubungan Kausal berdasarkan data Kategori**. Jakarta : PT. Rajagrafindo Persada.
- Asdak,Chay. 1995. **Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai**. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Budihardjo, Eko dan Sujarko, Djoko. 1999. **Kota Berkelanjutan**. Bandung : Penerbit Alumni.
- Catanese, Anthony J. and James C Snyder. 1992. **Perencanaan Kota**. Jakarta : Erlangga.
- Chapin,F.Stuart,JR and Edward J. Kaise. 1995. **Urban and Land Use Planning**. Fourth Edition. University of Illionis Press Urbana and Chicago.
- Daldjoeni,N. 1997. **Geografi Kota dan Desa**. Bandung : Alumni.
- Danim, Sudarwan. 1997. **Pengantar Studi Penelitian Kebijakan**. Jakarta : Bumi Aksara.
- Dumairy. 1992. **Ekonomika Sumberdaya Air**. Yogyakarta : BPFPE.
- Firman, Tommy. 1997. **Land Conversion and Urban Development in the Northern Region in West Java Indonesia**. Urban Studies, University of Glasgow. Vol. 34 No. 7.
- Fowler,J and L. Cohen. 1993. **Practical Statistics for Field Biology**. New York : John Wiley and Sons. 3 rd Edition.
- Gallion Arthur B dan Simon Eisner. 1994. **Perancangan Kota**. Terjemahan Purnomo Wahyu Indarto dan Dedi Hidayat. Jakarta: Erlangga.
- Hadi, Sudharto P. 2001. **Dimensi Lingkungan Perencanaan Pembangunan**. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Hamilton, Lawrence S and Peter N King. 1983. **Daerah Aliran Sungai Hutan Tropika**. Diterjemahkan oleh Krisnawati Suryanata. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Hadisumarno S dan Bintarto R. 1982. **Metode Analisa Geografi**. Cetakan Kedua. Jakarta : LP3ES.

- Harun, Uton Rustan. 1992. **Dinamika Penggunaan Sumberdaya Lahan di Jawa Barat 1970 – 1990**. Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota ITB, No. 3 / Pebruari 1992.
- Jayadinata, Johara T. 1992. **Tata Guna Tanah Dalam Perencanaan Pedesaan, Perkotaan dan Wilayah**. Bandung : Penerbit ITB.
- Koentjaraningrat. 1999. **Kebudayaan dan Mentalitas Pembangunan**. Jakarta : Gramedia
- Kodoatie, Robert J. 2002. **Banjir Beberapa Penyebab dan Metode Pengendaliannya dalam Perspektif Lingkungan**. Yogyakarta : Pustaka Pelajar.
- Malingreau, JP. 1978. **Penggunaan Lahan Pedesaan Penafsiran Citra untuk Inventarisasi dan Analisanya**. Yogyakarta : Puspics – Bakosurtanal.
- Nasution. 1995. **Metode Research**. Jakarta : Bumi aksara.
- Sabari Yunus, Hadi. 2000. **Struktur Tata Ruang Kota**. Yogyakarta : Pustaka Pelajar.
- Sandy, I Made. 1975. **Penggunaan Tanah (Land Use) di Indonesia**. Publikasi no. 75. Dirjen Tata Guna Tanah. Jakarta : Dirjen Agraria Depdagri.
- Salim, Emill. 1986. **Pembangunan Berwawasan Lingkungan**. Jakarta : Penerbit LP3ES.
- Singarimbun, Masri dan Sofian Effendi. 1995. **Metode Penelitian Survai**. Jakarta :LP3ES.
- Soemarwoto, Otto. 1991. **Ekologi Lingkungan Hidup dan Pembangunan**. Jakarta : Penerbit Djambatan.
- Soemarto,CD.1987. **Hidrologi Teknik**. Surabaya : Penerbit Usaha Nasional.
- Sugiyono. 1999. **Metodologi untuk Bisnis**. Bandung : Ganesha.
- Suripin. 2003. **Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan**. Yogyakarta : Penerbit ANDI.
- Suripin. 2002. **Pelestarian Sumberdaya Tanah dan Air**. Yogyakarta : Penerbit ANDI.
- Suwardjoko, Warpani. 1984. **Analisa Kota dan Daerah**. Bandung : Penerbit ITB.
- Wilson,EM. 1993. **Hidrologi Teknik**. Bandung : Penerbit ITB.
- Van Der Leeden,Fritz, Troise,Tred and Tood,David,K. 1990. **The Water Encyclopedia, 2nd Edition, USA:Lewish Publishers**.

HASIL PENELITIAN :

- Fadjarajani, Siti. 2001. **Pengaruh Alih Fungsi Lahan Pertanian Terhadap Kondisi Sosial Ekonomi Petani Di Kecamatan Lembang Kabupaten Bandung : Implikasi Pada Perencanaan Pengembangan Wilayah.** Tesis. Bandung: Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota ITB Bandung.
- Hastuti, Yuni. 2002. **Kajian Tata Guna Lahan Daerah Aliran Sungai (DAS) Babon Kota Semarang dan Implikasinya Terhadap Ketersediaan Air.** Tesis. Semarang: MTPK Universitas Diponegoro.
- JICA, 2000. **The Detailed Design of Flood Control, Urban Drainage and Water Resources Development in Semarang in The Republic of Indonesia.** Final Report. Vol. I, August.2000.
- JICA. 1992. **The Master Plan on Water Resources Development and Faesibility Study for Urgent Flood Control and Urban Drainage in Semarang City and Suburbs.** Interim Report I. October.1992
- Mardiansjah, Fadjar Hari. 1999. **Pengembangan Sistem Pendukung Keputusan Untuk Perubahan Pemanfaatan Lahan Kota.** Tesis Magister. Bandung : Program MPWK Institut Teknologi Bandung.
- Pigawati, Bitta. 2000. **Pengaruh Aksesibilitas Suatu Kawasan Terhadap Penggunaan Lahan di Kota Semarang.** Tesis. Semarang : MTPK Universitas Diponegoro
- Putra, I Ketut Jaya. 2003. **Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Perubahan Penggunaan Lahan di Kota Mataram.** Tesis. Semarang : MTPK Universitas Diponegoro
- Ridwan, M. Hamim. 2001. **Analisis Pengaruh Tata Guna Lahan Terhadap Erosi dan Puncak Banjir pada Sub DAS Garang dengan Pendekatan Model Answers.** Tesis. Semarang : Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Diponegoro Semarang.
- Suardika, IGNM.. 2002. **Dampak Perluasan Area Terbangun Terhadap Banjir di Kawasan Kuta Kabupaten Badung.** Tesis. Semarang : MTPK Universitas Diponegoro.
- Yuliani, Eppy. 2000. **Daya Dukung Lingkungan Sebagai Dasar Pengembangan Kota (Studi Kasus Kecamatan Tembalang – Kota Semarang).** Tesis. Semarang : MTPK Universitas Diponegoro Semarang.

MAKALAH DAN SEMINAR :

Dharoko, T. Atyanto. 1993. **Tata Ruang dan Konservasi Lingkungan.** Makalah disampaikan pada pelatihan Konservasi Hutan, Tanah dan Air, Yogyakarta, 1 – 13 Nopember 1993.

Salim, Emil. 1992. **Pembangunan Berkelanjutan Pengelolaan Lingkungan Hidup dan Penataan Ruang.** Makalah disampaikan dalam rangka Seminar Sehari Dies Natalis ke-43 Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

Winandri, Wigna. 2001. **Sistem Informasi Geografi.** Makalah disampaikan dalam rangka Seminar Aplikasi Penginderaan Jauh dan SIG unruk Pengembangan Wilayah di Pusdiklat BPPT Jakarta tanggal 18 – 22 Juli 2001.

TERBITAN TERBATAS :

Bappeda Prop. Jawa Tengah dengan BPS. 1991. *Jawa Tengah Dalam Angka Tahun 1991.*

Bappeda Prop. Jawa Tengah dengan BPS. 1996. *Jawa Tengah Dalam Angka Tahun 1996.*

Bappeda Prop. Jawa Tengah dengan BPS. 2001. *Jawa Tengah Dalam Angka Tahun 2001.*

Bappeda Kota Semarang dan Kantor Statistik. 1991. *Semarang Dalam Angka Tahun 1991.*

Bappeda Kota Semarang dan Kantor Statistik. 1996. *Semarang Dalam Angka Tahun 1996.*

Bappeda Kota Semarang dan Kantor Statistik. 2001. *Semarang Dalam Angka Tahun 2001.*

Bappeda Kabupaten Semarang dan Kantor Statistik. 1991. *Kabupaten Semarang Dalam Angka Tahun 1991.*

Bappeda Kabupaten Semarang dan Kantor Statistik. 1996. *Kabupaten Semarang Dalam Angka Tahun 1996.*

Bappeda Kabupaten Semarang dan Kantor Statistik. 2001. *Kabupaten Semarang Dalam Angka Tahun 2001*

Bappeda Kabupaten Kendal dan Kantor Statistik. 1991. *Kabupaten Semarang Dalam Angka Tahun 1991.*

Bappeda Kabupaten Kendal dan Kantor Statistik. 1996. *Kabupaten Semarang Dalam Angka Tahun 1996.*

Bappeda Kabupaten Kendal dan Kantor Statistik. 2001. *Kabupaten Semarang Dalam Angka Tahun 2001*

Ditjen Cipta Karya. 1990. *Pedoman Teknik Penataan Ruang*. Jakarta : Ditjen Cipta Karya.

Pemerintah Kodya Dati II Semarang. 1995. *Rencana Tata Ruang Wilayah Kodya Dati II Semarang*. Ringkasan. Semarang : Pemda Kota Semarang.

Pemerintah Kabupaten Semarang. 1999. *Evaluasi Rencana Tata Ruang Kabupaten Semarang*. Semarang : Pemda Kab. Semarang.

Program Pasca Sarjana Undip. 2000. *Pedoman Penulisan Tesis* . Semarang : MTPK Universitas Diponegoro.

Pemerintah Kabupaten Kendal. 2002. *Revisi RTRW Kabupaten Kendal* . Kendal : Pemerintah Daerah Kabupaten Kendal.

Pemerintah Kabupaten Semarang. 2000. *Revisi RTRW Kabupaten Semarang*. Ungaran : Pemerintah Daerah Kabupaten Semarang.

Pemerintah Kota Semarang. 2000. *Revisi RTRW/RDTRK Kota Semarang Tahun 2000 – 2010*. Bahan Seminar. Semarang : Pemkot Semarang.

Pemda Prop. Jawa Tengah. 2002. Indikator. Nomor. 1 / 3 / 2002

Ritohardoyo, Su. 2002. *Penggunaan dan Tata Guna Lahan*. Yogyakarta : Fakultas Geografi UGM Yogyakarta.

Peraturan Perundangan :

Departemen Kimpraswil. 2002. *Pedoman Penyusunan Rencana Tata Ruang Kawasan Perkotaan*. Jakarta : Depaartemen Kimpraswil.

Departemen Kimpraswil. 2002. *Pedoman Peninjauan Kembali Rencana Tata Ruang Kawasan Perkotaan*. Jakarta : Depaartemen Kimpraswil.

Pemerintah RI. 1992. *UU Nomor. 24 Tahun 1992 tentang Penataan Ruang*.