

**Pengaruh Tata Guna Lahan terhadap
Kualitas dan Kuantitas Air Sungai Cikapundung**



TESIS

Iendra Sofyan
L4K-002050

**PROGRAM MAGISTER ILMU LINGKUNGAN
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
TAHUN 2004**

TESIS

**Pengaruh Tata Guna Lahan terhadap
Kualitas dan Kuantitas Air Sungai Cikapundung**

Disusun oleh :

Iendra Sofyan

L4K-002050

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji
pada tanggal 15 Juni 2004
dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

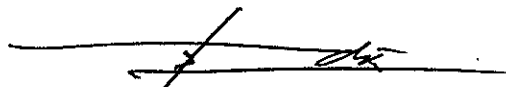
Menyetujui,

Pembimbing I



Ir. Nany Yuliasuti, MSP

Pembimbing II



Ir. Syafrudin, CES, MT

Ketua Program

Magister Ilmu Lingkungan



Prof. Dr. Sudharto P. Hadi, MES

UPT-PUSTAK-UNDIP	
Ns. Daft.	3203 / T / MTL / e. l.
Tgl.	30/12 04

Judul Tesis : Pengaruh Tata Guna Lahan terhadap Kualitas dan Kuantitas Air Sungai Cikapundung
Nama Mahasiswa : Iendra Sofyan
NIM : L4K-002050
Program Studi : Magister Ilmu Lingkungan
Konsentrasi : Rekayasa Lingkungan

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji
pada tanggal 15 Juni 2004
dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

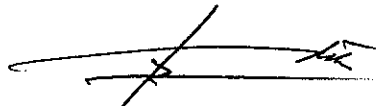
Menyetujui,

Pembimbing I



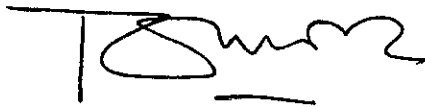
Ir. Nany Yuliasuti, MSP

Pembimbing II



Ir. Syafrudin, CES, MT

Penguji I



Dr. Tony Bachtiar, MSc

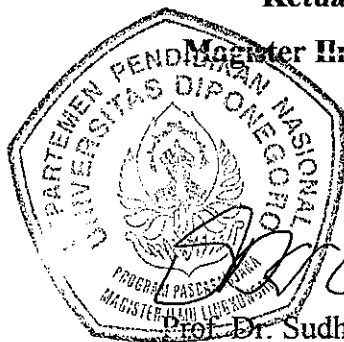
Penguji II



Ir. Wahyu Krisna Hidajat, MT

Ketua Program

Magister Ilmu Lingkungan



Prof. Dr. Sudharto P.Hadi, MES

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri dan di dalamnya tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi dan Lembaga Pendidikan lainnya.

Semua informasi dan pengetahuan yang diperoleh dari hasil penerbitan maupun yang belum atau tidak diterbitkan, dengan ataupun dari penulis lain baik yang dipublikasikan atau tidak, telah diberikan penghargaan dimana sumbernya dijelaskan di dalam tulisan dan pustaka dan isi tesis ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Semarang, Juni 2004

Penulis

Iendra Sofyan

NIM. L4K- 002050

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan syukur alhamdulillah kehadiran Allah SWT, berkat rahmat dan hidayat-Nya penulis telah mampu menyelesaikan tesis ini. Penulisan tesis ini merupakan syarat untuk kelulusan Magister Ilmu Lingkungan, Program Pasca Sarjana, Universitas Diponegoro Semarang. Tesis yang berjudul **“Pengaruh Tata Guna Lahan terhadap Kualitas dan Kuantitas Air Sungai Cikapundung”** telah disidangkan dan diperbaiki sebagai tanggapan dan koreksi dari tim penguji dan pembimbing untuk penyempurnaan.

Selama penulisan tesis ini telah banyak bimbingan dan masukan yang diberikan baik dari pembimbing, penguji, pengelola MIL dan lainnya. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada :

1. Prof. Dr. Sudharto P.Hadi, MES sebagai Ketua Program Magister Ilmu Lingkungan
2. Ir. Nany Yuliasuty, MSP sebagai Pembimbing I
3. Ir. Syafrudin, CES, MT sebagai Pembimbing II
4. Dr. Tony Bachtiar, MSc sebagai Penguji I
5. Ir. Wahyu Krisna Hidajat, MSP sebagai Penguji II
6. Ir. Muktar Napitupulu, MSc, MIHT sebagai Pemimpin Proyek Pembinaan Manajemen Prasarana Wilayah, Ditjen. Prasarana Wilayah, Dept. Kimpraswil
7. Ir. Buce Syahbudi, Dipl. SE sebagai Pemimpin Proyek Pengembangan Perumahan dan Permukiman Jawa Barat, selaku atasan

8. Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup Kota Bandung yang telah memberikan informasi data Sungai Cikapundung
9. Pak Rahman, yang telah membantu memberikan data sungai di Dinas Pengelolaan Sumber Daya Air Propinsi Jawa Barat
10. Para dosen, pengelola dan karyawan Program Magister Ilmu Lingkungan UNDIP yang telah memberikan ilmu dan membantu selama kuliah sampai selesai.
11. Novisanti dan Azka Zaidani, istri dan anak tercinta yang telah sabar menunggu di Bandung selama kuliah di Semarang.
12. Kedua orang tua dan mertua beserta keluarga yang telah memberikan dukungan doa dan materi demi lancarnya pelaksanaan kuliah
13. Teman-teman Magister Ilmu Lingkungan, khususnya kelas Kimpraswil yang telah berbagi suka dan duka selama kuliah
14. Serta lainnya yang tidak dapat saya sebutkan satu-satu yang telah memberikan dukungan, masukan dan dorongan.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih bisa dikembangkan lebih jauh. Namun demikian, harapan penulis tesis ini mampu memberikan masukan kepada pihak yang berkepentingan sesuai dengan tujuan. Segala pertanyaan dan tanggapan akan selalu terbuka demi lebih sempurnanya tesis ini. Semoga ketulusan dan kebaikan hati Bapak/Ibu/Saudara mendapatkan imbalan dari Allah SWT, amin.

ABSTRACT

Bandung city functions as district city of West Java Province and also as education, traveling, services and government city. Impact of these functions is Bandung city has been expanding in order to handle population increasing whom settle at this city. Another impact is uncontrolled landuse, especially for settlement including in the watershed zone of Cikapundung river. This condition make water quality of river decrease.

Aim of this research is to find out function correlation between landuse and water quality of Cikapundung river. Cikapundung watershed which has catchment area in square about 142,11 Km² or 14,211 Ha, flows through Kabupaten Bandung and Kota Bandung.

This research uses the Correlation and Regression Analysis. Analysis is address to every segment/section divided to be 5 specific characteristics of landuse from upstream to downstream. But generally, Cikapundung watershed has two region conditions. First region consisting of section I and II at upstream (point Dago Pakar and Lebak Siliwangi) is developing region and second region consisting of section III (point Tamansari), IV (point Viaduct) and V (point Sukarno Hatta) and dominated by settlement area is as urban area.

At section I, regulated as a conservation region, forest part correlates with or affects to fluctuation of river flow. Forecasting to the future, statistically this part will diminish every single year. Thus, it would make river flow get larger. Simulation result for next 10 year (year 201), shows that forest area in square would decrease about 0,18 Km² and river flow would rise about 5.000 L/dt.

At Section II, still as conservation region, settlement part has been seriously extending. For BOD parameter, landuse for settlement has an effect on it positively. Nevertheless, crop growing (tegalan) area has negative correlation with fluctuation of BOD concentration. With assumption that settlement area rises every year at this section, simulation warns this area to be limited by 3,499 Km², so water quality with BOD parameter would be under 6 mg/L (as regulated on SK Gubernur no.39/2000, water quality standard). However, fluctuation of DO concentration is positively affected by gardening area (perkebunan). Result of prediction shows that to gain concentration of DO minimum 3 mg/L, this area in square should not be under 1,06 Km².

Though, at segmen III, IV and V as urban area established long time periode or dominated by impermeous area, did not change for along past 10 year. Absolutely, increasing of BOD concentration, declining of DO concentration and augmentation of river flow from upstream to downstream illustrate that those were as an impact of accumulation of pollutant from these area. There is no waste water treatment plant to treat domestic waste, so pollutant is charged to river as non point source way.

According to above description, there are many proposed program and could be done immediately, section I and II need strictly expansion/development monitoring and controlling. And section III, IV and V require an action toward to urban renewal and community development.

ABSTRAK

Kota Bandung selain sebagai ibu kota Propinsi Jawa Barat juga mempunyai fungsi sebagai kota pendidikan, pariwisata, jasa dan pemerintahan. Dampak dari fungsi tersebut adalah berkembangnya kota Bandung dalam rangka mengatasi pertumbuhan jumlah penduduk yang beraktivitas di Kota Bandung ini. Dampak lanjutannya adalah tidak terkendalinya penggunaan lahan, terutama jenis permukiman termasuk di lokasi bantaran Sungai Cikapundung. Hal ini mengakibatkan menurunnya kualitas air sungai tersebut.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan/korelasi fungsional antara tata guna lahan dengan kualitas dan kuantitas air Sungai Cikapundung. Daerah Aliran Sungai Cikapundung yang mempunyai area tangkapan seluas 142,11 Km² atau 14.211 Ha mengalir melalui Kabupaten Bandung dan Kota Bandung.

Teknik analisis yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah analisis korelasi dan regresi. Analisis dilakukan terhadap setiap segmen/bagian yang terdiri dari 5 (lima) dari hulu ke hilir berdasarkan karakteristik tata guna lahan.

Pada Segmen I, yang merupakan daerah konservasi menunjukkan lahan hutan mempunyai hubungan atau pengaruh terhadap fluktuasi debit sungai. Prediksi ke depan, lahan hutan mempunyai kecenderungan berkurang dengan demikian debit sungai akan terus meningkat, hasil simulasi menunjukkan untuk tahun 2012 luas lahan hutan akan berkurang sebesar 0,18 Km² dan debit sungai sebesar 5.000 L/dt.

Pada segmen II, yang masih termasuk daerah konservasi mengalami perkembangan terus terutama lahan permukiman. Untuk parameter konsentrasi BOD, lahan permukiman mempunyai hubungan positif sedangkan tegalan mempunyai hubungan negatif. Hasil simulasi terhadap fluktuasi luas lahan perkim yang diperkirakan akan terus berkembang menunjukkan batas maksimum luas lahan permukiman yang diperbolehkan adalah 3,499 Km² untuk menghasilkan kualitas air sungai sesuai baku mutu untuk parameter BOD yang ditetapkan yaitu sebesar 6 mg/L. Sedangkan jenis lahan kebun membentuk hubungan fungsional terhadap fluktuasi konsentrasi DO dan bersifat positif. Hasil simulasi luas lahan perkebunan untuk menghasilkan kualitas air sungai sesuai dengan baku mutu konsentrasi DO minimal 3 mg/L adalah minimal sebesar 1,06 Km²

Pada segmen III, IV dan V yang merupakan daerah permukiman yang relatif tetap tidak terjadi perubahan, dengan demikian tidak memberikan variasi terhadap fluktuasi parameter-parameter di atas. Tetapi dengan meningkatnya konsentrasi BOD, berkurangnya konsentrasi DO dan meningkatnya debit sungai di bagian hilir menunjukkan bahwa semuanya itu adalah hasil akumulasi sepanjang sungai. Dimana buangan tersebut masuk ke sungai secara memanjang atau *Non Point Source (NPS)*.

Dengan kondisi ini, usulan program yang diajukan dan dapat dilakukan segera adalah pengendalian pembangunan di segmen I dan II sesuai dengan aturan yang berlaku. Sedangkan di segmen III, IV dan V perlu dilakukan penataan kawasan melalui pendekatan atau pelibatan masyarakat setempat.

Daftar Isi

Abstrack

Abstrak

Daftar Isi

Daftar Gambar

Daftar Tabel

i

iv

v

Bab I PENDAHULUAN

1.1	Latar Belakang Masalah	1
1.2	Identifikasi dan Perumusan Masalah	3
1.3	Tujuan Penelitian	3
1.4	Kegunaan Penelitian	4
1.5	Sistematika Pelaporan	5

Bab II TATA GUNA LAHAN DAN DAMPAKNYA TERHADAP SUNGAI

2.1	Tata Guna Lahan	7
2.2	Dampak Tata Guna Lahan terhadap Aliran Permukaan (<i>Runoff</i>) dan Debit Sungai	13
2.3	Dampak Tata Guna Lahan terhadap Kualitas Air Sungai	17
2.3.1	Sumber dan Jenis Polutan	19
2.3.2	Parameter Kualitas Air	21
2.3.3	Polutan Bahan Organik	23
2.3.3.1	<i>Biochemical Oxygen Demand</i> (BOD)	24
2.3.3.2	<i>Dissolved Oxygen</i> (DO)	25

Bab III METODE PENELITIAN

3.1	Metode Pengumpulan Data	28
3.2	Lokasi dan Ruang Lingkup Penelitian	29
3.3	Variabel Penelitian	31
3.3.1	Tata Guna Lahan	31

	3.3.2 Kualitas dan Kuantitas Air Sungai	33
3.4	Metode Analisis Data	35
	3.4.1 Analisis Korelasi	35
	3.4.2 Analisis Regresi	36
Bab IV	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
4.1	Gambaran Lokasi Penelitian	41
	4.1.1 Letak dan Luas DAS	41
	4.1.2 Penduduk	42
	4.1.3 Topografi	46
	4.1.4 Geologi	46
	4.1.5 Pemanfaatan DAS Cikapundung	47
	4.1.6 Iklim dan Curah Hujan	49
4.2	Tata Guna Lahan	50
4.3	Dampak Tata Guna Lahan terhadap Debit Air Sungai Cikapundung	58
	4.3.1 Segmen I (Dago Pakar)	61
	4.3.2 Segmen II (Lebak Siliwangi)	66
	4.3.3 Segmen III (Tamasari)	66
	4.3.4 Segmen IV (Viaduct)	67
	4.3.5 Segmen V (Sukarno Hatta)	67
4.4	Dampak Tata Guna Lahan terhadap Kualitas Air Sungai Cikapundung	69
	4.4.1 Dampak terhadap Parameter BOD	69
	4.4.1.1 Segmen I (Dago Pakar)	71
	4.4.1.2 Segmen II (Lebak Siliwangi)	71
	4.4.1.3 Segmen III (Tamansari)	76
	4.4.1.4 Segmen IV (Viaduct)	76
	4.4.1.5 Segmen V (Sukarno Hatta)	76
	4.4.2 Dampak terhadap Parameter DO	78

Bab V	KESIMPULAN DAN REKOMENDASI	
5.1	Kesimpulan	84
5.2	Rekomendasi	85

Daftar Pustaka

Lampiran

Daftar Gambar

No.	Judul Gambar	Hal.
1.1	Skema Pola Pikir Perumusan Permasalahan	4
2.1	Hubungan Tata Guna Lahan dengan Kualitas dan Kuantitas Air	12
2.2	Ilustrasi Perbandingan Dampak Perkotaan dan Lahan Alami terhadap Aliran Air Permukaan	14
2.3	Dampak dari masuknya polutan organik di perairan sungai serta perubahannya sepanjang perjalanan sungai	25
2.4	Dampak dari perbedaan beban polutan organik terhadap kandungan oksigen terlarut	27
3.1	Alur Langkah-langkah Penelitian	30
3.2	Grafik Distribusi t	37
3.3	Proses Perhitungan Regresi Multivariabel	39
4.1	Posisi Lokasi DAS Cikapundung di dalam cakupan wilayah Cekungan Bandung	42
4.2	Jumlah Penduduk Kecamatan yang termasuk dalam DAS Cikapundung (1997-2002)	44
4.3	Daerah Aliran Sungai (DAS) Cikapundung (tahun 2002)	45
4.4	Alur Pemanfaatan Sungai Cikapundung	48
4.5	Peta Tata Guna Lahan di DAS Cikapundung beserta Gambaran Kondisi Lingkungan (tahun 2002)	57
4.6	Debit Sungai di Setiap Titik Pemantauan (1997-2002)	58
4.7	Debit Sungai dari Hulu ke Hilir selama 6 (enam) tahun (1997-2002)	59
4.8	Grafik Penurunan Luas Lahan Hutan	64
4.9	Konsentrasi BOD di Sungai Cikapundung untuk setiap titik Pemantauan (tahun 1997-2002)	69
4.10	Konsentrasi BOD di Sungai Cikapundung untuk 6 tahun terakhir dari Hulu ke Hilir	70
4.11	Fluktuasi Luas Lahan Permukiman di Segmen II (1997-2002)	75
4.12	Grafik Fluktuasi Konsentrasi BOD Rata-rata selama 6 tahun sepanjang Sungai Cikapundung (dari hulu ke hilir)	77
4.13	Konsentrasi DO di Sungai Cikapundung untuk setiap titik Pemantauan (tahun 1997-2002)	79
4.14	Konsentrasi DO di Sungai Cikapundung untuk 6 tahun terakhir dari hulu ke hilir	79
4.15	Grafik Hubungan Konsentrasi BOD Rata-rata terhadap Konsentrasi DO Rata-rata di Sungai Cikapundung	81

Daftar Tabel

No.	Judul Tabel	Hal.
2.1	Koefisien Aliran Permukaan di Kawasan Pedesaan	16
2.2	Koefisien Aliran Permukaan di Kawasan Perkotaan	17
2.3	Kategori Polutan dan Sumbernya	20
4.1	Data Penduduk di Setiap Kecamatan Wilayah Kota Bandung yang termasuk DAS Cikapundung (jiwa)	43
4.2	Perkiraan Data Penduduk di DAS Cikapundung (tahun 2003)	44
4.3	Iklim di DAS Cikapundung	50
4.4	Tata Guna Lahan di Daerah Aliran Sungai Cikapundung (tahun 2002)	51
4.5	Perubahan Luas Tata Guna Lahan di Segmen I/Dago Pakar (tahun 1997-2002)	51
4.6	Perubahan Luas Tata Guna Lahan di Segmen II/Lebak Siliwangi (tahun 1997-2002)	52
4.7	Perubahan Luas Tata Guna Lahan di Segmen III/Tamansari (tahun 1997-2002)	52
4.8	Perubahan Luas Tata Guna Lahan di Segmen IV/Viaduct (tahun 1997-2002)	52
4.9	Perubahan Luas Tata Guna Lahan di Segmen V/Sukarno Hatta (tahun 1997-2002)	53
4.10	Perubahan Luas Tata Guna Lahan di bagian muara/Citarum (tahun 1997-2002)	53
4.11	Debit Sungai di 5 Titik Pemantauan Sungai Cikapundung (1997-2002)	58
4.12	Data Debit Ekstrim Minimum dan Maksimum di Sungai Cikapundung yang pernah terjadi	59
4.13	Nilai Korelasi antara Debit (Q) dengan Tata Guna Lahan di Segmen I	62
4.14	Koefisien Regresi Tata Guna lahan terhadap Debit	63
4.15	Prediksi Luas Lahan Hutan dan Debit Sungai di DAS Cikapundung	65
4.16	Perhitungan Debit Sungai di setiap Segmen DAS Cikapundung	68
4.17	Data BOD di 5 Titik Pemantauan Sungai Cikapundung (1997-2002)	69
4.18	Nilai Korelasi antara BOD dengan Tata Guna Lahan dan Debit (Q) di Segmen II	72
4.19	Koefisien Regresi Tata Guna lahan terhadap BOD	73
4.20	Simulasi Pengaruh Luas Lahan Permukiman terhadap Konsentrasi BOD di Segmen II, Sungai Cikapundung	75
4.21	Data Konsentrasi DO di 5 Titik Pemantauan Sungai Cikapundung (1997-2002)	78
4.22	Nilai Korelasi antara DO dengan BOD, Tata Guna Lahan dan Debit (Q) di Segmen II	82
4.23	Koefisien Regresi Tata Guna lahan terhadap DO	83
4.24	Simulasi Pengaruh Luas Lahan Perkebunan terhadap Konsentrasi DO di Segmen II, Sungai Cikapundung	83

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Kota Bandung sebagai ibukota Propinsi Jawa Barat, menyanggah beberapa fungsi kota yaitu pusat pemerintahan, pendidikan, industri, perdagangan dan wisata. Dengan berbagai fungsinya tersebut, kota Bandung mempunyai daya tarik bagi penduduk dari luar Kota Bandung yang berdampak tingkat urbanisasi di kota dengan julukan “Kota Kembang” ini besar. Berdasarkan data BPS tahun 2000 penduduk kota Bandung berjumlah 2.141.837 jiwa, sementara luas kota Bandung sendiri adalah 16.729,650 Ha, dengan demikian kepadatan penduduknya mencapai 128 jiwa/Ha.

Dengan kondisi ini, kota Bandung harus menghadapi berbagai permasalahan seperti lingkungan, transportasi, energi (listrik, air dll), perumahan, dan lainnya. Semua masalah tersebut berkaitan erat dengan perencanaan kota, yang setiap tahunnya selalu terjadi perkembangan yang sangat cepat. Hal ini tidak terlepas dampaknya pada daerah di bantaran sungai. Kota Bandung yang terletak di daerah Cekungan Bandung yang dilalui oleh beberapa sungai dan anak sungai diantaranya adalah Daerah Aliran Sungai Cikapundung yang melintas tepat di tengah kota. Seiring dengan perkembangan Kota Bandung, perubahan wajah Sungai Cikapundung merupakan cerminan dari perubahan Kota Bandung tersebut. Munculnya kantong-kantong kumuh dan konversi lahan di sepanjang bantaran Sungai Cikapundung, membuat wajah sungai tersebut menjadi kurang sedap untuk dipandang.

UPT-PUSTAK-UNDIP

Daerah Aliran Sungai Cikapundung yang meliputi area tangkapan seluas 142,11 Km² atau 14.211 Ha (Dinas Pengelolaan Sumber Daya Air Prop. Jawa Barat, 2003) berhulu di Gunung Bukit Tunggul, mengalir melalui Kabupaten Bandung dan Kota Bandung dan bermuara di Sungai Citarum. Penggunaan lahan di DAS Cikapundung ini bervariasi mulai dari hutan, perkebunan, pesawahan, permukiman (perumahan, industri, perkantoran, pertokoan dan jasa), rumput/tanah kosong, semak belukar dan ladang. Sedangkan pemanfaatan air Sungai Cikapundung sangat beragam mulai dari pemanfaatan langsung oleh masyarakat seperti mandi-cuci, sumber air baku PDAM, pembangkit listrik dan penggelontoran kota.

Di sisi lain, dengan adanya pemanfaatan lahan di bantaran Sungai Cikapundung ini, secara otomatis akan merubah penampilan sungai tersebut, baik dari segi fisik maupun dari kualitas airnya sendiri. Berdasarkan hasil pemantauan sungai tersebut oleh Badan Pengendalian Lingkungan Hidup Daerah Kota Bandung, dari 5 titik pemantauan (mulai hulu sampai hilir) dari tahun ke tahun terjadi penurunan kualitas air. Secara umum data menunjukkan bahwa semakin ke hilir kualitas airnya semakin jelek, antara lain parameter BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) sebagai indikator buangan/limbah organik meningkat terus konsentrasinya dari hulu ke hilir, sebaliknya parameter Oksigen Terlarut/DO (*Dissolved Oxygen*) semakin rendah. Sebagai contoh untuk parameter BOD hasil pemantauan tahun 2002 di titik 1 (bagian hulu) yaitu Dago Pakar konsentrasinya 3 mg/L, sedangkan di titik 5 (bagian hilir) yaitu di Sukarno Hatta konsentrasi BOD meningkat menjadi 10 mg/L, yang berarti di atas baku mutu (Keputusan Gubernur Jawa Barat No. 39 tahun 2000, yaitu 6 mg/l).

Berdasarkan uraian diatas menarik sekali kiranya untuk mengetahui sampai sejauh mana pengaruh tata guna lahan di sekitar bantaran Sungai Cikapundung ini terhadap kualitas air sungai dari hulu sampai ke hilir.

1.2 Identifikasi dan Perumusan Masalah

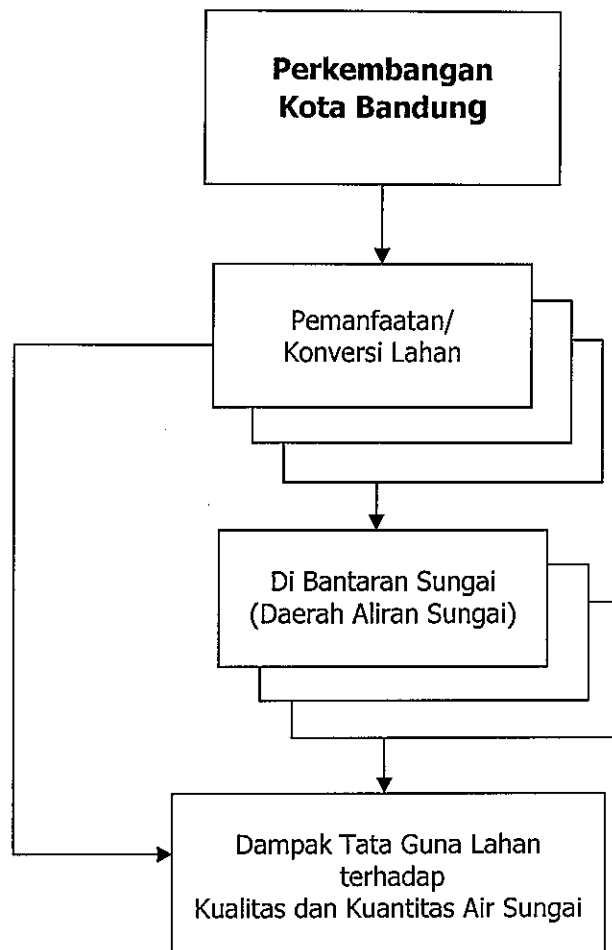
Selain berdasar pada gambaran atau penjelasan di atas, identifikasi permasalahan didasarkan pula pada kondisi nyata di lapangan, yaitu:

1. Berdasarkan pengamatan visual, di sekitar DAS Cikapundung tersebut terjadi pemanfaatan lahan yang tidak terkendali dan penempatan yang salah, ditandai dengan munculnya kantong-kantong kumuh dan pelanggaran terhadap aturan yang berlaku.
2. Terjadinya perubahan kondisi lingkungan/kualitas air Sungai Cikapundung, yang ditandai dengan buruk wajah bantaran sungai serta menurunnya tingkat kualitas air sungai tersebut.

Dari kedua kondisi di atas permasalahan dirumuskan dalam satu pertanyaan yang akan dijawab pada penelitian ini yaitu : **“Bagaimana pengaruh tata guna lahan terhadap kualitas dan kuantitas air Sungai Cikapundung ”**. Sedangkan secara sistematis pola pikir perumusan masalah dapat dilihat pada gambar 1.1.

1.3 Tujuan Penelitian

Mengacu pada isu di lapangan dan rumusan permasalahan di atas maka tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan/korelasi fungsional antara tata guna lahan dengan kualitas dan kuantitas air Sungai Cikapundung.



Gambar 1.1 Skema Pola Pikir Perumusan Permasalahan

1.4 Kegunaan Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi secara ilmiah kondisi yang ada untuk dijadikan dasar dalam memberikan usulan perbaikan lingkungan sekitar Sungai Cikapundung. Sedangkan lebih jauh lagi menjadi umpan balik/masukan kepada pemerintah daerah baik Kota Bandung maupun Kabupaten Bandung dan seluruh pemerhati dalam menangani penataan kota, khususnya sekitar Daerah Aliran Sungai Cikapundung, yang selanjutnya mampu :

- Menjadi dasar pembuatan manajemen perkotaan yang berwawasan lingkungan dalam ruang dan waktu, terutama pada saat perencanaan tata guna lahan
- Mempertahankan kelestarian sungai sebagai salah satu sumber air bagi masyarakat Kota Bandung
- Digunakan sebagai kerangka dasar pemikiran dalam hal pemilihan sistem infrastruktur kota yang berwawasan lingkungan (dari hulu sampai dengan hilir) dalam rangka upaya meningkatkan kesehatan lingkungan.

1.5 Sistematika Pelaporan

Sebagai langkah terakhir dalam penelitian ini, semua hasil yang didapat dituangkan dalam bentuk laporan tertulis dengan sistematika di bawah ini :

BAB I. Pendahuluan

Mencakup latar belakang, identifikasi dan perumusan masalah, tujuan dan kegunaan penelitian.

BAB II. Tata Guna Lahan dan Dampaknya terhadap Sungai

Membahas mengenai teori yang berhubungan dengan penelitian ini yaitu tata guna lahan serta dampaknya terhadap aliran permukaan dan debit sungai serta kualitas air sungai itu sendiri.

BAB III. Metode Penelitian

Menjelaskan tentang metode pengumpulan data, lokasi dan ruang lingkup penelitian, variabel penelitian yang diamati dan metode analisis data.

BAB IV. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Secara garis besar terdiri dari : gambaran lokasi penelitian, hasil pengolahan/analisis data serta pembahasan

BAB V. Kesimpulan dan Rekomendasi

Menyimpulkan hasil keseluruhan penelitian dan diikuti dengan beberapa rekomendasi untuk penelitian selanjutnya baik di lokasi yang sama maupun lokasi lain serta usulan penanganan.

BAB II

TATA GUNA LAHAN

DAN DAMPAKNYA TERHADAP SUNGAI

2.1 Tata Guna Lahan

Setiap kota selalu mengalami perkembangan dalam rangka merespon kebutuhan sosial manusia dan ekonomi (Lazaro, 1979). Pada proses perkembangannya kota-kota ini awalnya berada di wilayah yang kaya dengan usaha pertaniannya dan tumbuh menjadi suatu fungsi kota yang membuat daya tarik orang luar, mempunyai produktivitas, tersedianya media transportasi yang memadai, dan sebagainya sehingga merubah fungsi kota. Sebagai contoh perubahan perkembangan fungsi kota adalah berubahnya suatu pelabuhan yang sederhana/alami menjadi suatu kota pelabuhan laut yang besar (*seaport city*) yang menyediakan sarana tempat berlabuh kapal dan pengepakan barang-barang dalam jumlah yang sangat besar.

Perubahan bentuk kota pun mengikuti perkembangan teknologi dalam bentuk media transportasi, teknologi konstruksi dan syarat-syarat/pembatasan mutlak secara fisik terhadap lahan. Pada awal abad ke-20, penemuan kendaraan bermotor secara radikal merubah bentuk perkotaan dengan meningkatnya frekuensi lalu lintas per harinya. Kota pinggiran berkembang dengan sendirinya menjadi kota kecil, dan dengan cara bergabung memperbesar area perkotaan. Pada akhirnya terbentuklah suatu kota besar metropolitan yang kompleks. Berdasarkan para pengamat, perkembangan kota dan urbanisasi ke depan akan terus terjadi namun berjalan lambat.

Menurut Savini dan Kammerer (1961), membagi urbanisasi/perkotaan menjadi 4 tingkatan yaitu:

1. *Rural* (Pedesaan): merupakan tingkatan daerah yang alami, pertanian atau padang rumput.
2. *Early Urban* (Kota Muda): ditandai dengan jenis bangunan rumah yang khas serta masih adanya tanaman asli. Masyarakat di desa-desa kecil dan *sub-urban* termasuk dalam tingkatan ini.
3. *Middle Urban* (Kota Pertengahan): ditandai dengan pemakaian konstruksi dan pertumbuhan perumahan yang besar, pusat perbelanjaan, sekolah-sekolah, tempat ibadah dan industri. Kondisi ini sering dijumpai di kota pinggiran/*sub urban*.
4. *Late Urban*: ditandai dengan hampir penuh/punah sama sekali tanaman aslinya dan semua lahan ditutupi dengan struktur.

Berdasarkan kriteria tingkatan di atas pada saat ini di terutama kota-kota besar di Indonesia sudah termasuk mulai ke tingkatan *Middle Urban* sampai ke *Late Urban* yang ditandai dengan banyaknya bangunan konstruksi beton dan lapisan kedap/lantai kedap air seperti jalan aspal, beton, perumahan, lapangan parkir dan sebagainya. Dalam hal ini termasuk Kota Bandung, sebagai ibukota Propinsi Jawa Barat yang mengalami perkembangan yang sangat pesat sebagai dampak dari tingkat urbanisasi yang tinggi karena mempunyai daya tarik yang cukup besar dengan menyandang berbagai fungsi kota.

Perencanaan tata guna lahan merupakan inti dari pelaksanaan perencanaan perkotaan. Sesuai dengan kedudukannya dalam perencanaan fungsional, perencanaan tata guna lahan merupakan kunci untuk mengarahkan pembangunan kota.

Berbagai pendapat berbeda-beda mengenai pemahaman tata guna lahan yang selalu dikaitkan dengan berbagai kepentingan. Di satu pihak, lahan dianggap sebagai harta kekayaan, yaitu komoditas untuk dimiliki, dimanfaatkan dan diperjualbelikan demi kesenangan atau keuntungan pribadi. Di pihak lain, lahan dianggap sebagai sumber alam milik bersama, seperti halnya air dan udara, yang harus diperhatikan dan dipelihara dengan mempertimbangkan secara tepat dampaknya terhadap lingkungan dan mampu berkelanjutan, artinya kelak diwariskan pada generasi yang akan datang.

Kesadaran mengenai adanya perbedaan pendapat yang sering bertentangan mengenai tata guna lahan, yaitu keuntungan pribadi melawan pengelolaan kepentingan umum, kepentingan lokal (setempat) berhadapan dengan kepentingan wilayah yang lebih luas dan keuntungan ekonomi melawan kerusakan lingkungan. Oleh sebab itu perencanaan tata guna lahan yang efektif harus merupakan kegiatan penelitian, perancangan dan kegiatan politik (Thomas dalam Anthony, 1988).

Inti proses perencanaan tata guna lahan ialah penerapan kategori-kategori penggunaan lahan yang direncanakan pada daerah yang diperhitungkan akan dijadikan daerah pelestarian, pembangunan atau peremajaan. Banyak faktor-faktor yang harus dipertimbangkan dalam menetapkan tata guna lahan, meliputi : penggunaan dan kondisi lahan yang sudah ada; luas lahan yang tersedia; kondisi (lingkungan) alamiah; hubungan ruang dengan penggunaan lahan lain dan dengan sistem infrastruktur (air bersih dan limbah serta jaringan jalan yang sudah ada dan akan datang); rencana-rencana proyek; kecenderungan demografi; ekonomi dan lain sebagainya.

Seperti terjadi pada proses perencanaan lainnya, analisis perbandingan mengenai rencana-rencana alternatif sering digunakan sebagai cara untuk memilih versi akhir rencana tata guna lahan. Ada berbagai pilihan yang layak dipertimbangkan, diantaranya:

- Pola pembangunan fisik : misalnya pembuatan jalur penghubung lingkungan, kota satelit, perluasan kota yang terkendali
- Skenario pembangunan ekonomi : misalnya berbagai penegasan sektor perpabrikasi, jasa, transportasi atau pariwisata
- Struktur pemerintahan : misalnya penggabungan, kerja sama, atau mengadakan distrik-distrik pelayanan umum.

Hal lain yang penting adalah bahwa tidak pernah ada rencana tata guna lahan yang dilaksanakan dengan satu gebrakan. Tetapi hanya terlaksana melalui tindakan dari hari ke hari dan dari tahun ke tahun oleh para pembuat keputusan. Oleh sebab itu suatu rencana tata guna lahan hendaknya dapat dijabarkan menjadi “potongan-potongan kecil” yang secara realistis dan dapat dikerjakan sehari-hari oleh para pembuat keputusan, misalnya perpanjangan suatu saluran air limbah, pembukaan atau penutupan jalan, pemberian ijin untuk rencana pengkaplingan lahan atau peninjauan kembali suatu permohonan pembaharuan pendaerahan. Secara umum ada empat kategori alat-alat perencanaan tata guna lahan untuk melaksanakan rencana (Thomas dalam Anthony, 1988)) yaitu :

- **Penyediaan Fasilitas Umum.** Fasilitas umum diselenggarakan terutama melalui program perbaikan modal dan dengan cara melestarikan atau secara dini menguasai lahan umum dan daerah milik jalan (damija).
- **Peraturan-peraturan pembangunan.** Ordonansi yang mengatur pendaerahan (*zoning*) peraturan tentang pengkaplingan, dan ketentuan-ketentuan hukum lain mengenai pembangunan, merupakan jaminan agar kegiatan pembangunan oleh

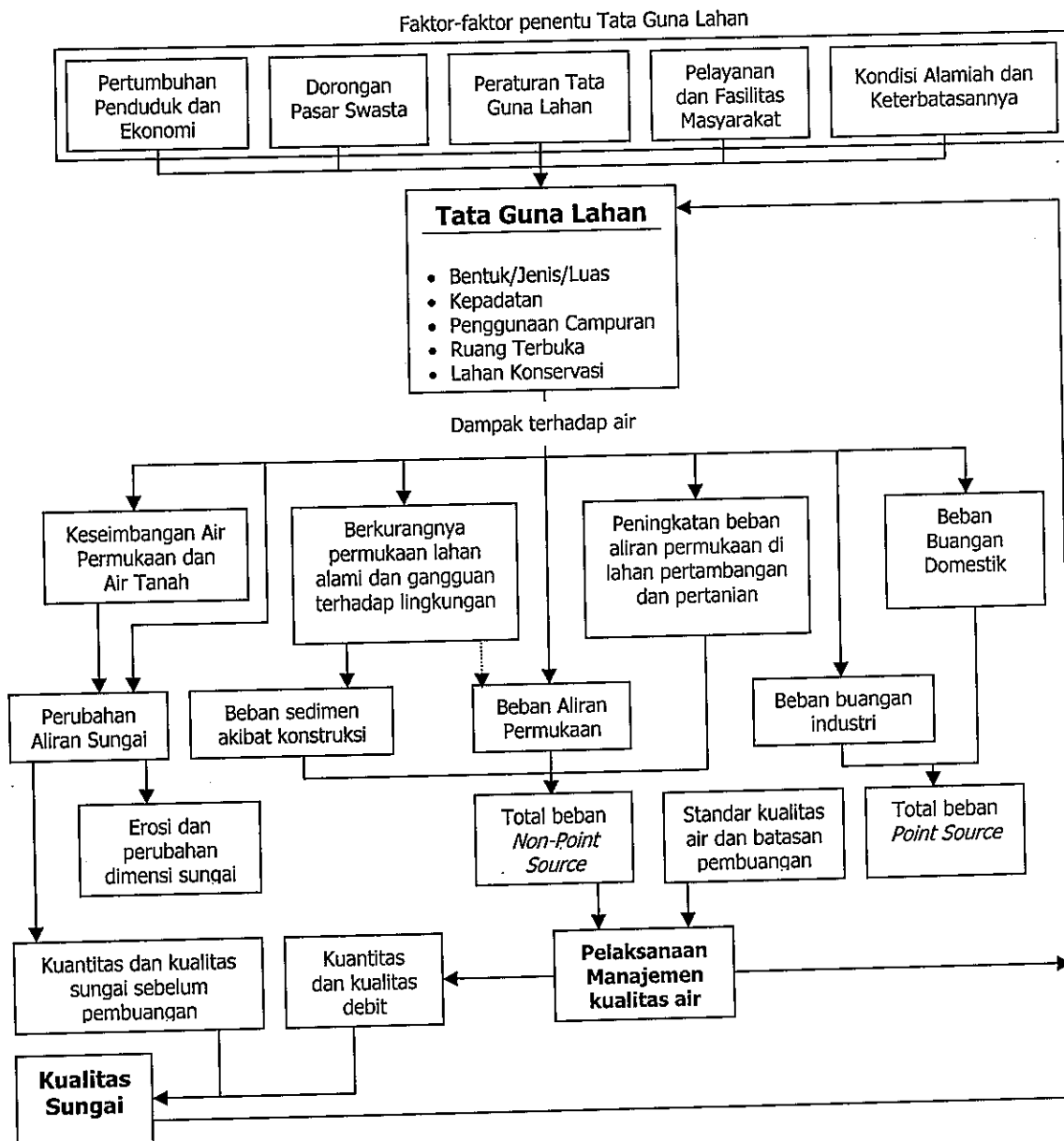
sektor swasta mematuhi standar tertentu dan dilakukan di tempat-tempat yang tidak menyimpang dari rencana tata guna lahan.

- **Himbauan, kepemimpinan dan koordinasi.** Sekalipun agak lebih informal dari pada program perbaikan modal atau peraturan pembangunan, hal ini dapat menjadi amat efektif untuk menjamin agar gagasan-gagasan, data, peta-peta, informasi dan riset mengenai pertumbuhan dan perkembangan masyarakat dapat masuk dalam proses pembuatan keputusan.
- **Rencana Tata Guna Lahan.** Rencana saja sebenarnya sudah merupakan alat untuk melaksanakan kebijakan-kebijakan serta saran-saran yang dikandungnya selama semua itu terbuka dan tidak basi sebagai arahan yang secara terus-menerus untuk acuan pengambilan keputusan. Cara untuk melaksanakan hal itu ialah dengan meninjau, menyusun dan mensahkan kembali rencana dari waktu ke waktu.

Namun keempat alat perencanaan di atas sering kali tidak berjalan secara beriringan atau semuanya tidak berjalan dengan semestinya. Kalau kita memperhatikan Undang-undang No. 24 tahun 1992, tentang Penataan Ruang, terdapat tiga tahapan kerja yang penting dilakukan yaitu Perencanaan, Pemanfaatan dan Pengendalian. Proses ini harus dilakukan dengan sungguh-sungguh dan ketiganya dibuat saling terkait dan nyata bisa dilakukan.

Pada saat perencanaan mungkin sudah disusun secara baik dengan memperhatikan semua kategori dan kebutuhan. Namun pada saat pemanfaatan banyak argumen lain yang masuk dan menjadi lebih penting. Akhirnya para pengambil keputusan harus mampu merubah perencanaan semula. Hal ini bisa terjadi kalau saja diperhitungkan lagi dengan seksama, artinya proses pengendalian harus berjalan sesuai

porsinya. Sehingga dampak-dampak yang tidak diinginkan tidak muncul, salah satunya adalah dampak terhadap sumber daya alam yang menjadi salah satu kebutuhan utama yaitu air. Terutama bagi kota-kota yang dilewati oleh sumber air seperti sungai atau mempunyai danau. Pada gambar 2.1 dapat dilihat skema diagram hubungan tata guna lahan dengan kualitas dan kuantitas air (Shubinski dan Tiemey, 1973 dalam Canter).



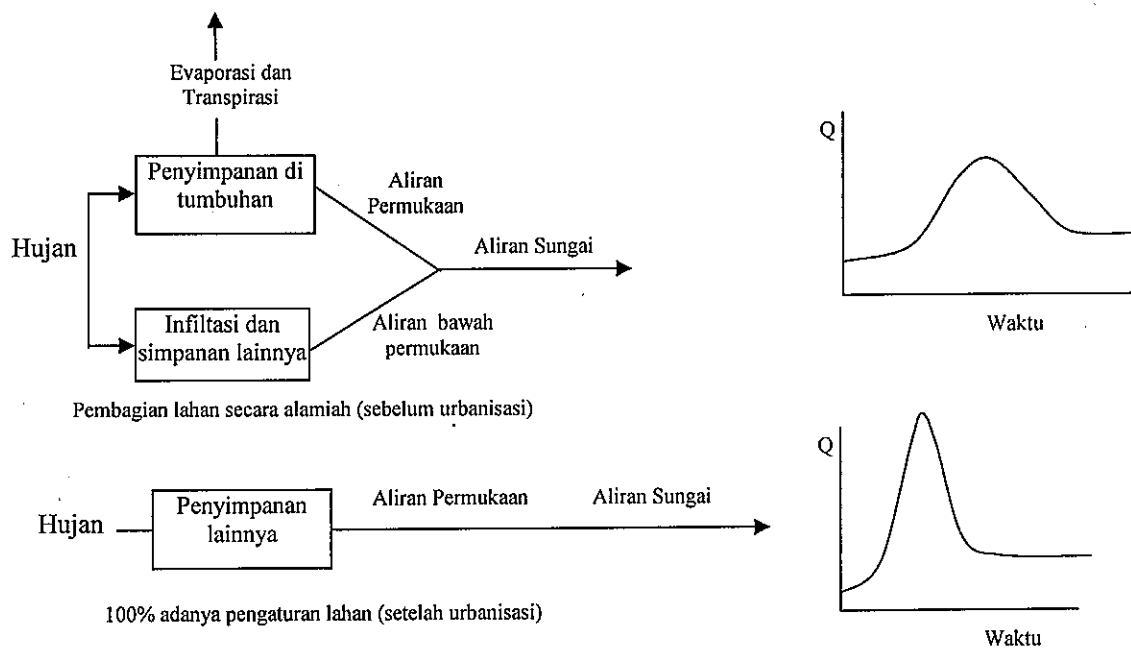
Gambar 2.1 Hubungan Tata Guna Lahan dengan Kualitas dan Kuantitas Air

2.2 Dampak Tata Guna Lahan terhadap Aliran Permukaan (*Runoff*) dan Debit Sungai

Air adalah sumber daya yang dapat diperbaharui, secara alamiah dapat didaur ulang melalui proses siklus hidrologi. Berbicara mengenai air di muka bumi, tidak terlepas dari Siklus Hidrologi. Siklus ini menggambarkan perputaran air di bumi ini secara terus menerus dari lautan ke udara/atmosfir, ke permukaan bumi/lahan dan akhirnya kembali lagi ke lautan. Siklus hidrologi ini berperan dalam pembaharuan sumber daya air dengan demikian berpotensi dalam penyediaan air secara kontinyu. Secara singkat proses siklus air terdiri dari (1) penguapan air (*evaporation*) baik dari danau, sungai, laut dan penampungan air lainnya yang ada di permukaan bumi; (2) hujan (*precipitation*) yaitu turunnya air dari udara ke bumi; (3) penampungan-penampungan (*surface storage*) baik berupa tampungan besar (danau dan laut) maupun kecil (pada tanaman); (4) penyerapan ke dalam tanah (*infiltration*), baik air tanah dangkal atau air tanah dalam (*ground water*); (5) aliran permukaan (*runoff*); (6) sungai atau saluran air lainnya (*streamflow*) yang biasanya bermuara di laut. Proses tersebut terus menerus berlangsung, baik secara berurutan maupun secara berbarengan.

Pemahaman dasar tentang dampak perkembangan kota terhadap aliran permukaan (*runoff*) adalah berubahnya lahan yang alami (mampu melakukan siklus hidrologi di atas) menjadi lahan yang penuh dengan konstruksi dan cenderung merupakan permukaan kedap air yang tidak mampu melakukan penyerapan air ke dalam tanah sehingga meningkatkan volume dan kecepatan aliran permukaan dan sebaliknya mengurangi volume penyimpanan air dalam tanah. Dengan demikian dampak dari tata guna lahan yang berubah dari bentuk lahan yang alami menjadi lahan dengan permukaan yang keras/*solid* adalah merubah siklus hidrologi.

Selain itu, proses yang terjadi atau tahapan kegiatan dalam pelaksanaan pembangunan kota juga menimbulkan dampak terhadap lingkungan sekitarnya. Seperti telah kita ketahui bahwa dalam rangka pengembangan suatu kota dilakukan beberapa rangkaian kegiatan atau tahapan-tahapan yaitu diawali dengan penebangan hutan dan perataan (*cut and fill*) kontur tanah menjadi bentuk lahan yang mempunyai kemiringan yang sama. Kemudian pengangkutan bahan-bahan bangunan ke lokasi dan selanjutnya adalah proses konstruksi pembuatan bangunan. Jika proses-proses ini berlangsung di dekat saluran air (sungai) maka seluruh proses tersebut termasuk konstruksi akan menimbulkan dampak terhadap kondisi saluran dan lingkungan sekitarnya. Gambar 2.1 di bawah mengilustrasikan perbedaan dampak yang ditimbulkan dengan adanya perkembangan kota (*urban watersheds*) dan tidak adanya perkembangan kota (*natural*) terhadap aliran permukaan yang digambarkan dengan bentuk grafik hydrograph.



Gambar 2.2 Ilustrasi Perbandingan Dampak Perkotaan dan Lahan Alami terhadap Aliran Air Permukaan (sumber : Lazaro, 1979)

Sebetulnya suatu lahan yang tidak mendapatkan gangguan/perubahan mempunyai kemampuan untuk mengasimilasi air hujan yang jatuh selama atau pada saat kondisi debit puncak. Namun dengan hilangnya tanaman menyebabkan kemampuan tanah untuk menyimpan air hujan (*infiltration*) berkurang dan sebaliknya persentase aliran permukaan (*runoff*) meningkat. Hasilnya air yang turun ke bumi langsung mengalir ke laut atau penampungan lainnya melalui saluran-saluran alami (sungai) maupun buatan (drainase perkotaan). Air yang sudah tertampung di tempat-tempat tadi akan cepat menguap ke udara lagi. Sedangkan cadangan air di dalam tanah yang cenderung banyak dimanfaatkan oleh manusia semakin berkurang bahkan mendekati kosong.

Beberapa dampak yang ditimbulkan dengan meningkatnya lahan yang keras/*solid* (*impervious area*) terhadap aliran permukaan beserta dampak selanjutnya yang ditimbulkan adalah sebagai berikut:

1. Volume aliran permukaan meningkat yang mengakibatkan :
 - Penyerapan air ke dalam tanah berkurang (cadangan air tanah berkurang)
2. Kecepatan aliran meningkat, dampaknya :
 - Terbawanya polutan yang ada di permukaan lahan yang dilewatinya yang selanjutnya akan menimbulkan dampak negatif terhadap kualitas lingkungan perairan
 - Terjadinya erosi yang menimbulkan sedimentasi di sungai
3. Perubahan waktu puncak debit (*hydrograph*)
 - Berkurangnya aliran dasar (*base flow*) yaitu debit air yang ada pada saat musim kering, sebagai dampak tidak adanya cadangan air dalam tanah

- Pada musim hujan, banjir akan cepat terjadi karena volume aliran permukaan meningkat.

Berdasarkan pendapat para peneliti menyimpulkan bahwa dampak langsung dari perubahan-perubahan tersebut untuk setiap sungai sangat sukar diprediksi karena setiap sungai mempunyai keunikan tersendiri mengenai kondisi lingkungan area tangkapannya, terutama dari segi kemiringan lahan, jenis tanah/permukaan dan tingkat jenuh tanah terhadap air. Menurut Kiely (1998) ada tiga hal penting yang mempengaruhi debit tersebut yaitu (1) intensitas hujan; (2) jenis lahan yang ditandai dengan koefisien aliran permukaannya; (3) luas area tangkapannya. Persamaan matematikanya adalah :

$$Q = 0,278CIA \quad (2-1)$$

Dimana,

- Q = Debit sungai, m³/dt
- C = Koefisien aliran permukaan
- I = Intensitas hujan, mm/jam
- A = Area tangkapan, Km²
- 0,278 = faktor konversi, m³.jam/mm. Km².dt

Tabel. 2.1 Koefisien Aliran Permukaan di Kawasan Pedesaan

Jenis Lahan	Pasir	Tanah Liat	Tanah Liat Padat
Hutan :			
1. Datar (0-5%)	0,10	0,30	0,40
2. Bergelombang (5-10%)	0,25	0,35	0,50
3. Berbukit (10-30%)	0,30	0,50	0,60
Padang Rumput :			
1. Datar (0-5%)	0,10	0,30	0,40
2. Bergelombang (5-10%)	0,16	0,36	0,55
3. Berbukit (10-30%)	0,22	0,42	0,60
Pertanian :			
1. Datar (0-5%)	0,30	0,50	0,60
2. Bergelombang (5-10%)	0,40	0,60	0,70
3. Berbukit (10-30%)	0,52	0,72	0,82

Sumber : William M . Marsh, 1991

Tabel. 2.2 Koefisien Aliran Permukaan di Kawasan Perkotaan

Jenis Lahan	Koefisien Aliran Permukaan
Komersial :	
1. Pusat Kota	0,70-0,95
2. Pusat Perbelanjaan	0,70-0,95
Permukiman :	
1. Rumah tinggal (5-7 rumah/acre)	0,35-0,50
2. Rumah kembar, rumah susun	0,60-0,75
3. Suburban (1-4 rumah/acre)	0,20-0,40
Industri :	
1. Ringan	0,50-0,80
2. Berat	0,60-0,90
Jalan Kereta Api	0,20-0,80
Taman, Kuburan	0,10-0,25
Taman bermain	0,20-0,40

Sumber : William M. Marsh, 1991

2.3 Dampak Tata Guna Lahan terhadap Kualitas Air Sungai

Pada dasarnya faktor-faktor hidrolis dan alamiah suatu daerah aliran sungai tidak hanya akan mempengaruhi sungai secara kuantitas, tetapi juga terhadap kualitas air sungai tersebut yang ditandai dengan beberapa indikator baik secara fisik, kimia maupun biologisnya. Sebagai contoh air hujan yang turun di daerah industri akan berakibat hujan asam. Pada proses erosi, selain terjadi perubahan dimensi sungai beberapa komponen/kandungan geokimia masuk ke aliran sungai yang mampu memberikan tambahan kandungan unsur kimia. Demikian pula halnya untuk aliran permukaan (*runoff*) mampu memberikan kontribusi materi-materi organik dan anorganik serta bahan-bahan sedimen yang dibawa dari lahan yang dilaluinya. Aliran dasar sungai (*base flow*) setelah melalui lapisan tanah mampu meningkatkan tingkat kesadahan. Setelah itu aktivitas manusia menambah konsentrasi yang ada di perairan melalui buangan limbah cair yang mengandung bahan organik dan kegiatan

pemanfaatan lahan jenis lainnya (seperti konstruksi, pertanian dan lainnya) yang dapat meningkatkan erosi dan sedimentasi.

Hem (1970), menyatakan bahwa komposisi kimia dalam air alami dihasilkan dari berbagai sumber, termasuk berbagai gas dan aerosol yang berasal dari atmosfer, cuaca dan erosi tanah dan batuan, larutan atau reaksi hujan yang terjadi di permukaan lahan, serta pertanian yang merupakan hasil dari aktivitas manusia. Pernyataan ini menjelaskan bahwa proses kontaminasi pada air alami selain berasal dari proses alamiah juga berasal dari kegiatan-kegiatan manusia. Pada kenyataannya, berbagai air permukaan telah dicemari oleh kegiatan manusia seperti pembuatan dam, saluran, pembuangan jenis senyawa organik dan inorganik dan berbagai aktivitas lainnya yang pada prinsipnya kegiatan-kegiatan tersebut merupakan dampak dari perkembangan kota melalui pemanfaatan lahan sebagai tempat berlangsungnya berbagai kegiatan tersebut. Bagaimanapun penataan lahan tersebut dilakukan, pada akhirnya akan mempengaruhi baik kualitas maupun kuantitas air sungai. Sedangkan Bartsch (1948) menulis bahwa masuknya polutan ke dalam aliran sungai akan menyebabkan/mengawali proses-proses baik secara fisik, kimia maupun biologis di daerah hilir, artinya sebagai konsekuensi dari sifat rangkaian sungai yang mengalir dari hulu ke hilir, kegiatan di hulu akan berdampak besar yang akan dialami di bagian hilir. Kondisi sungai yang alami tersebut akan tergantung dari karakter dan kuantitas kandungan polutannya.

Pengertian atau definisi dasar mengenai Pencemaran Air adalah berlebihnya konsentrasi unsur-unsur tertentu untuk beberapa waktu yang menyebabkan dampak yang tidak sehat terhadap perairan tersebut (Canter, 1996). Sedangkan menurut Undang-undang No. 23 tahun 1997, tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup menyebutkan definisi pencemaran yaitu *masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan*

atau komponen lain ke dalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia sehingga kualitasnya turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan hidup tidak dapat berfungsi sesuai peruntukannya. Biasanya pencemaran yang serius, waktu yang lama dan berskala besar merupakan hasil dari kegiatan manusia. Selanjutnya menurut Chapman (1992) pencemaran lingkungan air lebih mengarah sebagai hasil dari kegiatan manusia, baik langsung maupun tidak langsung, secara substansi/material maupun energi (panas) yang menyebabkan pengaruh buruk, termasuk merusak kehidupan biologi, membahayakan kesehatan manusia (*pathogens*), menghambat/mematikan aktivitas kehidupan perairan diantaranya memancing, pertanian, industri, rekreasi atau domestik.

Pada kenyataannya, begitu banyak kegiatan yang membutuhkan sumber daya air sebagai sumber daya utama, seperti : air minum, rekreasi, industri, pertanian dan lain sebagainya. Dalam pemanfaatannya diperlukan pengolahan terlebih dahulu yang tentunya setiap kebutuhan tersebut mempunyai kriteria kualitas air yang berbeda-beda. Hal inilah yang membuat para ahli air (lingkungan) berusaha untuk menciptakan sistem pengolahan dan yang lebih penting pengelolaan sumber air bakunya.

2.3.1 Sumber dan Jenis Polutan

Seperti telah kita ketahui begitu banyak jenis sumber polutan/pencemar yang masuk ke dalam badan air penerima (dalam hal ini sungai) yang mampu merubah kualitas air sampai mencapai tingkat tercemar. Dari sekian jenis polutan, berdasarkan cara/pola masuknya ke sungai dapat dibagi menjadi dua yaitu *point source* (beban titik) dan *non-point source* (beban memanjang):

Point source (PS) atau beban titik, artinya kontaminan/polutan masuk ke sungai/badan air penerima dialirkan melalui satu pipa. Sistem ini sangat mudah untuk diidentifikasi karena polutan keluar dari satu titik sumber. Yang termasuk ke dalam *point source* adalah limbah domestik di perkotaan (yang diolah terlebih dahulu di *Waste Water Treatment Plan*) dan industri.

Non point source (NPS) atau beban memanjang, artinya polutan/kontaminan masuk ke sungai/badan air penerima melalui seluruh area atau sepanjang aliran sungai. NPS ini biasanya disebut pula sebagai aliran permukaan yang terkontaminasi/tercemar, artinya polutan/kontaminan masuk ke sungai karena terbawa oleh aliran permukaan (air hujan). Yang termasuk ke dalam NPS adalah pertanian dan perkotaan (*urban*). Oleh sebab itu NPS ini sangat berhubungan erat dengan kondisi tata guna lahan di daerah aliran sungai. Dengan demikian salah satu penanganan pola pencemaran ini adalah dengan menata kembali *land use*/penggunaan lahan (Davis & Cornwell, 1991). Tabel 2.3 memberikan gambaran kepada kita kategori polutan dan sumbernya.

Tabel 2.3 Kategori Polutan dan Sumbernya

No.	Kategori Polutan	Beban titik (<i>Point Source</i>)		Beban Memanjang (<i>Non Point Source</i>)	
		Buangan Domestik	Buangan Industri	Pertanian	Perkotaan/Urban
1	Bahan membutuhkan oksigen	X	X	X	X
2	Nutrien	X	X	X	X
3	Patogen	X	X	X	X
4	Padatan tersuspensi	X	X	X	X
5	Garam		X	X	X
6	Logam berat		X		X
7	Kimia organik beracun		X	X	
8	Panas		X		

Sumber : Davis and Cornwell, 1991

Sedangkan berdasarkan jenis penggunaan lahan di perkotaan, Overton dan Meadows (1976) membagi tata guna lahan sebagai sumber pencemaran menjadi 5 macam yaitu :

1. **Konstruksi** : Merupakan hasil kegiatan konstruksi penyiapan lahan, pemboman batuan, pengangkutan, pengurugan lahan dan pemadatan material. Sedangkan buangan yang dihasilkan dan mampu mencemari sungai seperti : debu, oli yang tumpah dari mesin, kebocoran bahan inorganik dan korosi dari bahan-bahan bangunan serta bahan-bahan organik yang dihasilkan dari limbah atau sisa makanan.
2. **Industri** : Buangan yang dihasilkan bisa berupa limbah cair dan gas. Hal yang terpenting dari industri adalah bahan-bahan *toxic* atau racun, oli dan logam berat.
3. **Komersial** : Merupakan salah satu penyumbang polutan terbesar pada sungai. Area ini biasanya dilengkapi pula adanya lokasi tempat parkir, bangunan, dan jalan.
4. **Jalan** : Buangan yang dihasilkan debu, tumpahan oli dan bahan bakar, barang-barang bekas, gas emisi, dan roda.
5. **Perumahan** : Merupakan kontribusi terbesar terutama limbah organik.

2.3.2 Parameter Kualitas Air

Kualitas air dapat ditandai dengan beberapa parameter yaitu secara fisik, kimia, dan biologis. Parameter fisik yaitu seperti warna, bau, temperatur, padatan, dan kekeruhan. Secara kimia terbagi menjadi kimia organik, non-organik dan berupa gas.

Yang termasuk sebagai kimia organik adalah karbohidrat, lemak, pestisida, protein, volatile organik dan sebagainya. Berbagai cara mengetahui kandungan organik dalam air yaitu melalui parameter BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), TOC (*Total Organik Carbon*) dan TOD (*Total Oxygen Demand*). Sedangkan yang termasuk ke dalam kimia non-organik adalah salinitas (garam), kesadahan, pH, keasaman, alkalinitas, serta bahan-bahan seperti besi, mangan, pospor, nitrogen, sulfur dan logam berat. Secara biologis parameter air ditandai dengan bakteri coliform, fecal coliform, bakteri pathogen, dan virus.

Telah dijelaskan bahwa dari kedua jenis sistem masuknya polutan ke sungai di atas yang susah untuk diidentifikasi adalah *non point source (NPS)*. Namun demikian satu hal yang terpenting dalam menganalisis dampak tata guna lahan terhadap kualitas air sungai ini adalah kita harus mengetahui jenis polutan atau kontaminan yang masuk atau terbawa ke sungai tersebut dari setiap jenis tata guna lahan tersebut. Jika kita lihat lagi untuk pola PS (terpusat) jenis polutan/buangan yang dikeluarkan biasanya adalah limbah domestik (*sewerage*) dan industri. Tentunya dengan mudah dapat kita identifikasi jenis atau kandungan yang ada dalam buangan tersebut. Sedangkan untuk pola NPS, karena berhubungan erat dengan tata guna lahan di sekitar sungai tersebut (DAS) maka dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis yaitu sedimentasi, pathogens, nutrients, pestisida, bahan-bahan yang memerlukan oksigen, logam berat, suhu serta bahan-bahan minyak/detergen.

Dari sekian jenis polutan yang dihasilkan dari setiap jenis tata guna lahan, jenis polutan bahan-bahan yang membutuhkan oksigen (organik dan inorganik) dan nutrisi adalah polutan yang selalu ada atau umum dan mempunyai dampak yang sangat besar terhadap semua karakteristik sungai (Davis & Cornwell, 1991). Seperti terlihat pada

tabel di atas bahwa polutan bahan-bahan ini berasal dari berbagai tata guna lahan terutama dari domestik dan daerah perkotaan (*urban*), serta pola pembuangannya secara PS maupun NPS. Bahan-bahan tersebut lebih banyak bersifat organik, terutama buangan domestik. Bahan ini selalu dijadikan parameter untuk mengukur kondisi suatu perairan.

2.3.3 Polutan Bahan Organik

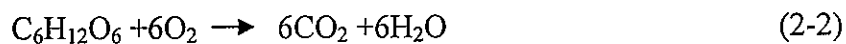
Berdasarkan penelitian menunjukkan bahwa volume limbah paling besar yang dibuang ke sistem perairan merupakan komposisi dari bahan organik, limbah perkotaan, industri dan pertanian. Limbah-limbah ini mengandung kaya akan bahan-bahan organik yang dapat didegradasi dengan kehadiran oksigen dan aktivitas mikroorganisme yang bersifat aerob (membutuhkan oksigen). Oleh sebab itu bahan-bahan ini disebut dengan bahan-bahan limbah yang membutuhkan oksigen (*oxygen demand*). Dampaknya adalah konsentrasi oksigen di perairan akan berkurang. Di sisi lain, keberadaan oksigen terlarut sangat dibutuhkan dalam kehidupan perairan terutama oleh makhluk hidup di air termasuk tanaman dan organisme lainnya untuk respirasi. oksigen di perairan diperoleh dari udara bebas yang terdifusi ke dalam air dan dari lingkungan air itu sendiri seperti hasil fotosintesa tanaman air. Kedua proses produksi oksigen di atas sangat lambat sekali, sehingga dengan berkurangnya oksigen yang telah digunakan tadi menyebabkan kondisi perairan menjadi anaerob.

Kondisi anaerob ini ditandai dengan ciri-ciri fisik seperti bau, warna air hitam dan munculnya gelembung-gelembung. Namun pada kondisi pula proses degradasi bahan-bahan organik bisa berlangsung dengan munculnya bakteri anaerob yang mampu pula mendegradasi bahan-bahan organik menggantikan bakteri aerob tadi. Namun produk akhir dari proses bersifat anaerob adalah H_2S , gas metan dan amonia yang

bersifat racun dan berbau terhadap sebagian besar organisme di perairan. Sehingga keberadaan oksigen terlarut di perairan sangat penting sekali, oleh sebab itu parameter ini dijadikan sebagai indikator sehat tidaknya suatu perairan (Kiely, 1998). Metode yang digunakan untuk pengukuran bahan organik di perairan pada kondisi aerob adalah BOD (*Biochemical Oxygen Demand*). Sedangkan menurunnya konsentrasi oksigen terlarut di perairan sebagai salah satu dampak dari adanya buangan organik diukur dengan parameter DO (*Dissolved Oxygen*). Kedua parameter tersebut akan dijelaskan pada sub bab di bawah ini.

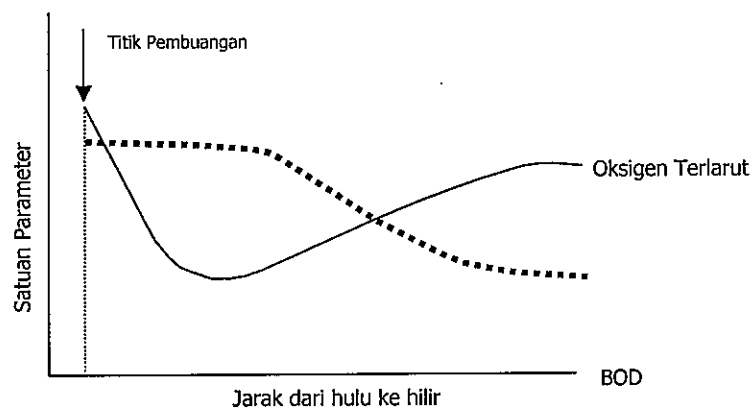
2.3.3.1 *Biochemical Oxygen Demand (BOD)*

Salah satu indikator yang digunakan dalam mengukur tingkat kualitas air yaitu **konsumsi oksigen terlarut** di perairan yang dipergunakan untuk mendegradasi/mengoksidasi buangan/limbah oleh mikroorganisme, terutama buangan bersifat organik. Metode yang paling umum untuk mengukur kebutuhan oksigen tersebut adalah *Biochemical Oxygen Demand (BOD)*. Tes ini didasari dengan pemahaman bahwa semua bahan organik yang ada di perairan dapat dioksidasi menjadi CO₂ dan H₂O oleh mikroorganisme dengan memanfaatkan oksigen. Sebagai contoh, reaksi yang terjadi untuk glukosa :



Dengan terjadinya reaksi seperti di atas, maka setiap material/polutan organik akan terdegradasi oleh mikroorganisme dengan memanfaatkan oksigen, selanjutnya oksigen terlarut di dalam perairan tersebut menjadi berkurang sampai menuju habis jika polutan yang masuk konsentrasinya cukup besar. Untuk itu salah satu penanganannya

adalah mengendalikan polutan/limbah tersebut sebelum dibuang ke badan air penerima. Konsentrasi BOD₅ yang dihasilkan dari limbah domestik adalah berkisar antara 100 – 300 mg/L (Davis & Cornwell, 1991). Sebetulnya jika polutan tersebut masuk ke perairan sungai berasal dari satu titik maka pada perjalanannya sepanjang sungai akan terjadi pemulihan secara alami (Kiely, 1998). Gambar 2.3 berikut memperlihatkan dampak dari masuknya polutan ke perairan sungai serta perubahannya sepanjang sungai tersebut ke arah hilir.



Gambar 2.3 Dampak dari masuknya polutan organik di perairan sungai serta perubahannya sepanjang perjalanan sungai (Kiely, 1998)

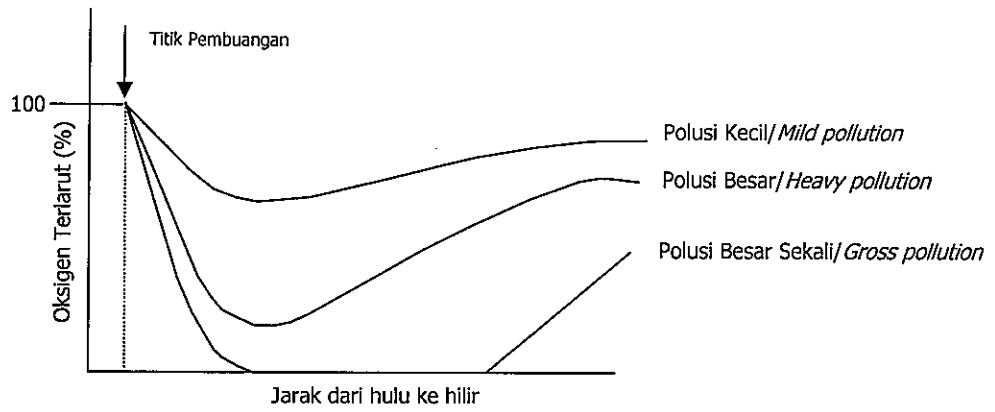
2.3.3.2 *Dissolved Oxygen (DO)*

Konsentrasi oksigen terlarut dalam suatu perairan merupakan indikator yang umum dan penting atas kondisi perairan tersebut. Sebetulnya semua sungai secara alamiah mempunyai kemampuan pemulihan secara sendirinya (*self purification*) terhadap adanya gangguan kontaminan dengan keberadaan oksigen terlarut. Semakin banyak limbah yang masuk ke perairan tersebut akan semakin banyak oksigen terlarut yang dibutuhkan untuk melakukan *self purification*. Jika kandungan DO turun sampai di

bawah 4 – 5 mg/L (maksimum kandungan secara alami \pm 8,3 mg/L), maka dinilai sungai tersebut telah tercemar sehingga kegiatan/aktivitas manusia di sungai tersebut akan hilang (Davis & Cornwell, 1991). Perairan menjadi berwarna hitam dan berbau seperti air buangan, kondisi tersebut disebut dalam kondisi *an-aerobic* (tanpa oksigen).

Untuk menggambarkan kondisi kandungan DO, perlu diidentifikasi faktor-faktor yang menyebabkan pengurangan DO. Penurunan kadar DO disebabkan oleh berbagai jenis faktor, diantaranya yang terpenting adalah : (1) BOD (proses degradasi bahan organik dengan bantuan oksigen) baik *carboneous* maupun *nitrogenous* yang berasal dari limbah yang dibuang; (2) Kandungan DO yang berada pada limbah jumlahnya lebih sedikit daripada yang ada di sungai, menyebabkan kadar DO di sungai akan lebih rendah lagi; (3) sumber polutan yang memanjang (*non-point source*); (4) respirasi biotic air dalam sedimentasi; (5) respirasi oleh tanaman air (Davis & Cornwell, 1991). Sedangkan sumber oksigen di perairan berasal dari atmosfer yang terdifusi ke dalam air secara perlahan serta hasil fotosintesa tanaman air.

Dengan masuknya polutan organik di perairan (khususnya di sungai) akan memberikan respon yang khusus dari setiap sungai terhadap pengurangan konsentrasi oksigen. Perubahan kadar oksigen di sungai diilustrasikan dalam bentuk kurva yang disebut dengan kurva penurunan oksigen (*oxygen sag curve*). Beberapa hal yang menyebabkan perubahan bentuk kurva penurunan kadar oksigen adalah banyaknya polutan yang masuk, panjang sungai yang dilalui, aliran sungai (debit), serta perubahan musim (Kiely, 1998). Gambar 2.4 di atas mengilustrasikan beberapa bentuk kurva penurunan oksigen berdasarkan jarak/panjang sungai dan tingkat polutan yang masuk.



Gambar 2.4 Dampak dari perbedaan beban polutan organik terhadap kandungan oksigen terlarut (Kiely, 1998)

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Metode Pengumpulan Data

Mengacu pada permasalahan, tujuan serta studi pustaka yang telah dikaji selanjutnya kita menyusun rancangan penelitian yang mencakup langkah-langkah kegiatan yang perlu diambil dalam penelitian ini, secara garis besar dan sistematis adalah sebagai berikut :

1. Survey Lapangan, untuk mendalami dan mengetahui kondisi yang nyata di lapangan mengenai tata guna lahan (*landuse*) dari hulu sampai ke hilir, kondisi fisik lingkungan sungai, kondisi fisik perumahan dan bangunan, dan pola pembuangan limbah.
2. Studi Literatur, mendalami dan mengkaji teori yang menyangkut permasalahan dalam penelitian yaitu : tata guna lahan, dampak tata guna lahan terhadap Debit dan Kualitas Air Sungai serta Langkah-langkah/metode penelitian yang perlu diambil.
3. Pengumpulan data, menginventarisasi data yang diperlukan sesuai tujuan yang ingin dicapai termasuk menentukan cakupan wilayah, periode data dan sumber perolehan data.
4. Pengolahan Data, mengolah data yang dikumpulkan dengan beberapa metode pendekatan sebagai bahan kajian/pembahasan.
5. Pembahasan hasil penelitian
6. Penyusunan Laporan

3.2 Lokasi dan Ruang Lingkup Penelitian

Lingkup lokasi penelitian dibatasi pada Daerah Aliran Sungai Cikapundung. Sungai Cikapundung dimulai dari bagian hulu di daerah Lembang dan berakhir di bagian hilir/muaranya di Sungai Citarum. Sungai dengan panjang ± 39 km melintasi dua wilayah administrasi yaitu Kabupaten Bandung (hulu dan hilir) dan Kota Bandung (bagian tengah, sepanjang $\pm 15,5$ km). Definisi DAS mengacu pada **Keputusan Menteri Kehutanan Tentang Pedoman Penyelenggaraan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) No. 52/Kpts-II/2001**, tanggal 23 Februari 2001, yaitu :

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah suatu daerah tertentu yang bentuk dan sifat alamnya sedemikian rupa, sehingga merupakan kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya yang melalui daerah tersebut dalam fungsinya untuk menampung air yang berasal dari curah hujan dan sumber air lainnya dan kemudian mengalirkannya melalui sungai utamanya (*single outlet*). Satu DAS dipisahkan dari wilayah lain di sekitarnya (DAS-DAS lain) oleh pemisah dan topografi, seperti punggung perbukitan dan pegunungan.

Sedangkan lingkup penelitian untuk menghasilkan penelitian yang baik dan terarah dibatasi pada :

- **Analisis Tata Guna Lahan**

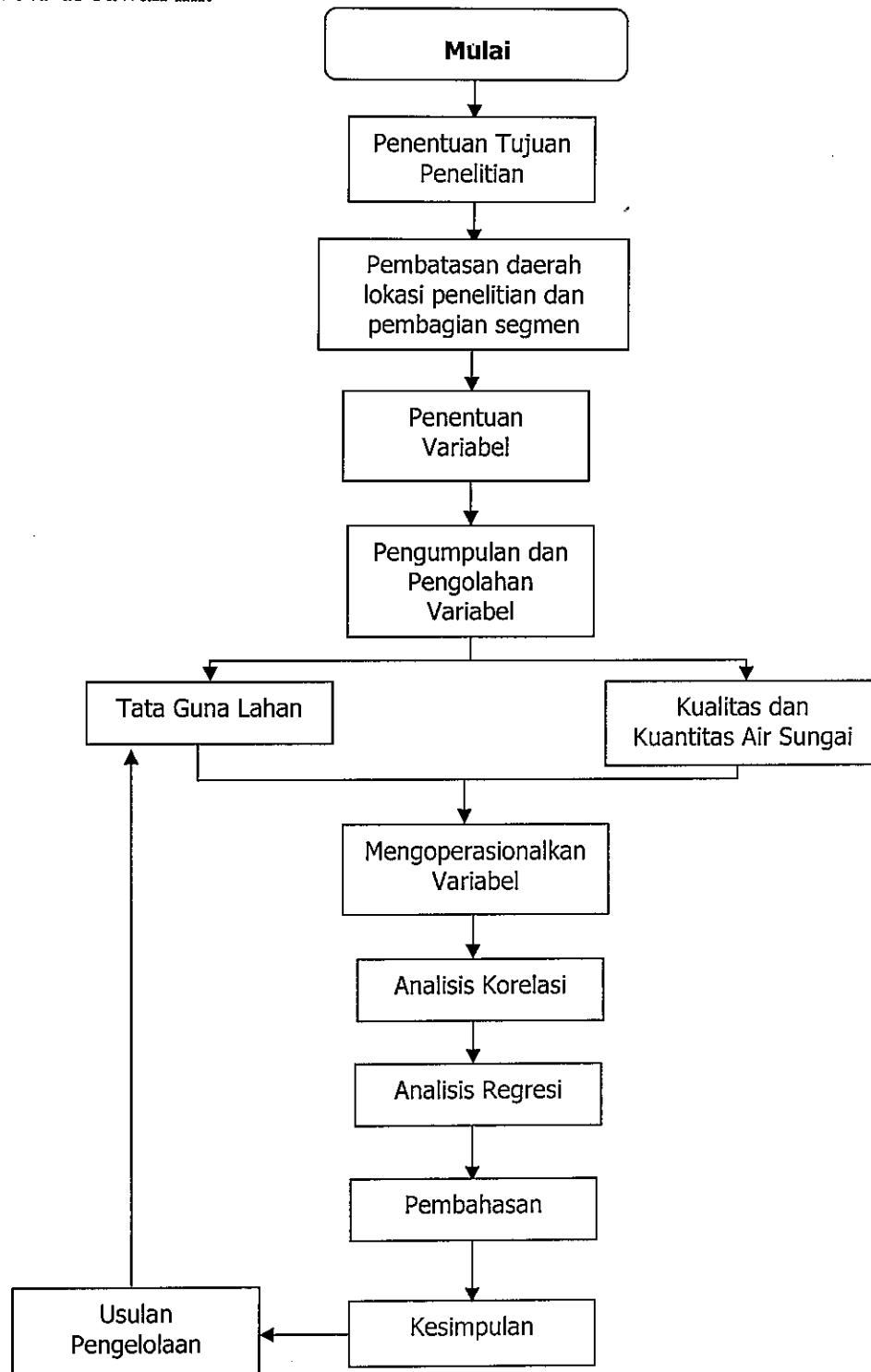
Jenis dan luas tata guna lahan di DAS Cikapundung dan per segmen dari Hulu sampai ke Hilir berdasarkan 5 titik pemantauan.

- **Analisis Kualitas dan Kuantitas Air Sungai**

Dengan Parameter buangan organik BOD dan DO (kualitas) serta debit sungai (kuantitas).

- **Hubungan/Korelasi dan pengaruhnya antara tata guna lahan terhadap kualitas air sungai**

Secara bagan alur langkah-langkah penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada gambar 3.1 di bawah ini.



Gambar 3.1 Alur Langkah-langkah Penelitian

3.3 Variabel Penelitian

Sesuai dengan sasaran penelitian, secara garis besar ada dua jenis variabel yang akan diamati yaitu **Tata Guna Lahan (jenis dan luas)** yang merupakan variabel tidak bebas/*independent* (X) dan **Kualitas dan Kuantitas Air Sungai** sebagai variabel bebas *dependent* (Y).

3.3.1 Tata Guna Lahan

Variabel pertama yang menjadi bahan kajian dalam penelitian ini adalah tata guna lahan di DAS Cikapundung. Kajian terhadap tata guna lahan perlu dilakukan untuk melihat perkembangan komposisi penggunaan lahan di DAS selama kurun waktu tertentu. Dari kondisi ini setiap jenis tata guna lahan dikaji bagaimana pengaruhnya terhadap perairan sungai, karena setiap jenis penggunaan lahan mempunyai karakteristik masing-masing selain dipengaruhi karakteristik alamiahnya (geologi, jenis tanah, kemiringan dan iklim).

Ada beberapa cara atau metode dalam mencari perkembangan tata guna lahan suatu wilayah yaitu berdasarkan sensus pertumbuhan rumah, pertumbuhan penduduk, data penggunaan lahan dan foto udara (Lazaro, 1979). Pada penelitian ini pengambilan data berdasarkan peta digitasi hasil foto udara terakhir dari Badan Koordinasi Survei dan Pemetaan Nasional (Bakosurtanal) yaitu tahun 2002. Sedangkan untuk melihat kondisi ke belakang didapat berdasarkan data dari Badan Pertanahan Nasional (BPN) Kota Bandung. Periode perkembangan tata guna lahan adalah 6 tahun (1997-2002). Hal ini disesuaikan dengan periode data kualitas air sungai.

Hal-hal yang menjadi kajian pada variabel ini adalah jenis dan luas untuk setiap tata guna lahan. Untuk jenis tata guna lahan mengikuti kriteria Bakosurtanal yang terdiri dari delapan jenis yaitu Permukiman, Rumput/Tanah Kosong, Sawah Irigasi,

Sawah Tadah Hujan, Semak Belukar, Hutan, Perkebunan dan Tegalan. Sedangkan untuk menghitung luas setiap tata guna lahan tersebut menggunakan program komputer yaitu Map-Info versi 7.0. Karena analisis akan diarahkan untuk setiap segmen, maka pengolahan variabel tata guna lahan ini selain terhadap seluruh DAS juga terhadap segmen yang dibagi menjadi lima segmen. Pembagian segmen dilakukan berdasarkan pada karakteristik tata guna lahan setiap segmen berbeda-beda, terutama pada jenis permukiman yang di dalamnya termasuk perumahan, pendidikan, kantor, jasa, komersil, dan industri.

Selanjutnya variabel tata guna lahan ini dioperasionalkan untuk keperluan analisis yaitu korelasi dan regresi. Variabel tata guna lahan ditetapkan sebagai variabel bebas yang diberi simbol X. Dengan demikian ada 8 (delapan) variabel bebas yang akan mempengaruhi kualitas dan kuantitas air sungai sebagai variabel tidak bebas. Secara ringkas kajian variabel tata guna lahan ini adalah sebagai berikut :

- **Jenis dan Luas Tata Guna Lahan** baik untuk seluruh DAS dan per segmen dari hulu sampai ke hilir yang terdiri dari 5 segmen berdasarkan titik pemantauan yaitu :
 - Segmen I : Dago Pakar
 - Segmen 2 : Lebak Siliwangi
 - Segmen 3 : Tamansari/Wastukencana
 - Segmen 4 : Viaduct
 - Segmen 5 : Sukarno Hatta
- Terdiri dari 8 (delapan) jenis tata guna lahan yaitu : Permukiman (X1), Rumput/Tanah Kosong (X2), Sawah Irigasi (X3), Sawah Tadah Hujan (X4), Semak Belukar (X5), Hutan (X6), Perkebunan (X7) dan Tegalan (X8).

- Sumber : Foto Udara hasil Bakosurtanal 2002 dan data Badan Pertanahan Nasional Kota Bandung
- Periode : 1997 – 2002

3.3.2 Kualitas dan Kuantitas Air Sungai

Sedangkan variabel kedua yang menjadi bahan kajian adalah kualitas dan kuantitas air sungai. Secara teori ada beberapa parameter yang dijadikan sebagai indikator kualitas air sungai. Namun seperti telah dijelaskan sebelumnya, bahwa sehubungan dengan lokasi penelitian lebih dominan berada di wilayah perkotaan yang merupakan lahan terbanyak buangan organik maka parameter yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) dan DO (*Dissolved Oxygen*). Namun demikian, kualitas air sungai selalu dipengaruhi juga oleh kuantitas yaitu debit sungai (Q).

Data ketiga parameter di atas diperoleh dari Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup Kota Bandung, yang setiap tahun melakukan pemantauan atau pengambilan sampel dalam rangka Program Kali Bersih. Pelaksanaan pengambilan sampel berdasarkan laporan kegiatan dilakukan bersama-sama dengan instansi lain yang mempunyai tugas khusus atau keahlian dalam pemeriksaan air yaitu Laboratorium Air milik Pusat Penelitian Pengembangan Air.

Pengambilan sampel ini telah dilakukan sejak tahun 1997 sampai dengan sekarang. Setiap tahunnya dilakukan 2 kali pengambilan sampel, kecuali 2 tahun terakhir (data lengkap dapat dilihat pada lampiran hal. L-1-L-8). Namun sebagai pembatasan kajian, pada penelitian ini periode data dibatasi selama 6 tahun yaitu 1997-2002 dan waktu pengambilan sampel setiap bulan Oktober.

Variabel ini dioperasikan sebagai variabel tidak bebas yang ditandai dengan lambang Y, artinya nilai kualitas dan kuantitas air sungai dipengaruhi oleh variabel bebas yaitu tata guna lahan. Dengan demikian terdapat tiga variabel tidak bebas yaitu BOD, DO dan Debit. Khusus variabel debit bertindak sebagai variabel tidak bebas jika dianalisis dengan tata guna lahan. Sedangkan bertindak sebagai variabel bebas jika dianalisis dengan BOD atau DO, bersama-sama dengan tata guna lahan. Secara ringkas kajian variabel kualitas dan kuantitas air sungai adalah sebagai berikut :

- Parameter Kualitas yang digunakan terdiri dari :
 - **BOD**, sebagai indikator pencemaran buangan kimia organik dan dihasilkan dari berbagai jenis tata guna lahan
 - **DO**, merupakan indikator sehat tidaknya lingkungan perairan sebagai bahan utama kehidupan makhluk hidup perairan.
- Parameter Kuantitas yang digunakan adalah :
 - **Debit Sungai**, dikaji untuk melihat dampak perkembangan kota terhadap kuantitas air sungai (debit sungai). Dioperasikan sebagai variabel bebas (X9) terhadap BOD dan DO, serta tidak bebas terhadap tata guna lahan.
- Pengambilan sampling di 5 titik pemantauan dari hulu sampai ke hilir yaitu:
 - Titik 1 : Curug Dago/Dago Pakar
 - Titik 2 : Lebak Siliwangi
 - Titik 3 : Tamansari/Wastukencana
 - Titik 4 : Viaduct
 - Titik 5 : Sukarno Hatta
- Sumber : Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup Kota Bandung
- Periode : 1997 – 2002, sampling dilakukan pada bulan Oktober setiap tahunnya.

3.4 Metode Analisis Data

Pada penelitian ini dalam proses analisis data digunakan program statistik yaitu SPSS versi 10.0, namun di bawah ini akan diuraikan beberapa prinsip teknis analisis data yang akan digunakan.

3.4.1 Analisis Korelasi

Sesuai dengan tujuan penelitian adalah untuk mengetahui hubungan/korelasi antara variabel tata guna lahan dengan variabel kualitas dan kuantitas air sungai, maka derajat atau kekuatan hubungan yang terjadi dinamakan korelasi. Prinsipnya adalah jika nilai-nilai suatu variabel **menaik** sedangkan nilai-nilai variabel yang lain **menurun**, maka kedua variabel tersebut mempunyai **korelasi negatif**. Sebaliknya, jika nilai-nilai satu variabel **menaik** dan diikuti pula dengan **menaiknya** nilai variabel lain, atau menurunnya nilai suatu variabel dan diikuti pula dengan menurunnya nilai variabel lain, kedua variabel tersebut mempunyai **korelasi positif**. Derajat atau tingkat hubungan antara dua variabel diukur dengan indeks korelasi yang disebut koefisien korelasi dengan lambang R. Nilai R ini berkisar antara 0 – 1, prinsipnya semakin > 0,5 mempunyai korelasi yang sangat kuat. Korelasi yang sering digunakan dalam penelitian dan akan digunakan dalam penelitian ini adalah Pearson.

Setelah angka korelasi didapat, selanjutnya adalah menguji apakah angka korelasi yang didapat benar-benar terpercaya (signifikan) atau dapat digunakan untuk menjelaskan hubungan dua variabel tersebut. Hipotesis yang digunakan adalah :

$H_0 = 0$ atau Tidak ada hubungan antara dua variabel

$H_1 \neq 0$ atau Ada hubungan antara dua variabel

Pada program SPSS, output yang keluar dari hasil proses adalah langsung memunculkan nilai Signifikansinya atau tingkat kepercayaan (Sig. 2-tailed/arah).

Dilakukan dua arah untuk menghasilkan pendugaan parameter yang lebih teliti serta mengandung pengertian “tidak sama dengan” (Damanhuri, 1993) sehingga yakin bahwa nilai korelasi yang muncul berada pada batas-batas atau interval nilai korelasi populasinya dengan tingkat kepercayaan 95 % atau tingkat signifikansi $\alpha = 5\%$ (0,05).

Dasar pengambilan keputusan berdasarkan probabilitas :

- Jika Probabilitas $> 0,05$ maka H_0 diterima
- Jika Probabilitas $< 0,05$ maka H_0 ditolak

3.4.2 Analisis Regresi Berganda

Selanjutnya dalam rangka mencari hubungan fungsional atau pengaruh antara lebih dari satu variabel bebas (dalam hal ini tata guna lahan) dengan satu variabel tidak bebas yaitu kualitas atau kuantitas air sungai, maka teknik analisa data yang akan digunakan adalah regresi berganda (*multiple regression*).

Jika data kedua jenis variabel terdistribusi normal dan mempunyai hubungan linier, maka hubungan tersebut dapat dijabarkan sebagai :

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \dots + \beta_k X_k + e \quad (3-1)$$

Dengan perkataan lain, variasi dari Y disebabkan oleh variasi dari variabel bebas (X) dan oleh variasi random lainnya yang tidak dapat diketahui secara pasti, dimana β_0 , β_1 , ..., β_k adalah parameter. Dalam analisis regresi (Nazir, 1999) ada beberapa hal yang akan dilaksanakan yaitu :

1. Mengadakan estimasi terhadap parameter berdasarkan data empiris (β_k) dan konstanta (*constant*), metode yang digunakan adalah teknik *Ordinary Least Square* (Kuadrat Terkecil). Pada program SPSS nilai-nilai ini dapat dilihat pada

tabel *Coeffisient* kolom Koefisien yang tidak distandarkan (*Unstandardized Coeffisients*) bagian B.

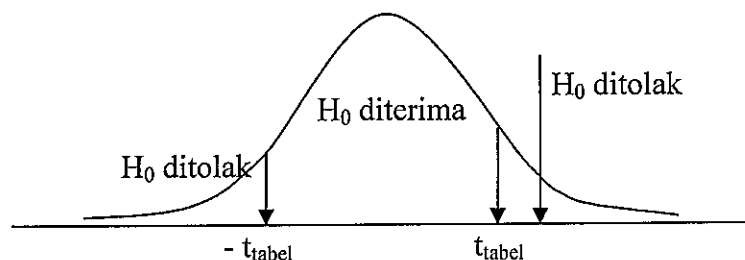
2. Menguji parameter untuk menunjukkan bahwa setiap nilai variabel bebas akan menghasilkan nilai variabel tidak bebas dalam populasi. Karena parameter penelitian mempunyai jumlah data/sampel kecil (<30) serta tidak diketahuinya nilai simpangan populasi (σ) serta diragukan untuk kenormalannya maka pengujian dilakukan dengan uji t (Damanhuri, 1993). Nilai t dan signifikansinya dapat dilihat pada tabel Koefisien (*Coeffisienst*) tetapi pada kolom t dan signifikan, Hipotesa yang digunakan adalah :

H_0 = Koefisien regresi (parameter) tidak signifikan

H_1 = Koefisien regresi (parameter) signifikan

Pengambilan keputusan dilakukan dengan cara :

- a. Dengan cara membandingkan statistik hitung dengan statistik tabel
 - Statistik t hitung dapat kita ambil dari tabel tersebut
 - Statistik tabel dengan
 - Tingkat kepercayaan 95 % atau signifikansi $\alpha = 5 \% (0,05)$
 - Derajat kebebasan (df) = n-2
 - Uji dilakukan dua sisi karena mempunyai pengertian “tidak sama dengan” (Damanhuri, 1993).



Gambar 3.2 Grafik distribusi t

- Pengambilan keputusan :
 Jika statistik t hitung < statistik t tabel, maka H_0 diterima
 Jika statistik t hitung > statistik t tabel, maka H_0 ditolak
- b. Berdasarkan probabilitas
 - Jika probabilitas > 0,05 maka H_0 diterima, H_1 ditolak
 - Jika probabilitas < 0,05 maka H_0 ditolak, H_1 diterima
- 3. Pengujian regresi linier berganda untuk menentukan apakah ada hubungan linier antara variabel tak bebas (Y) dengan variabel bebas (X_1, X_2, \dots, X_k). Pada hasil proses program SPSS tabel ANOVA dapat dilihat statistik pengujian yang digunakan adalah uji F atau ANOVA, hal ini dilakukan karena pengujian terhadap lebih dari dua variabel dan satu sama lain tidak berhubungan (Sunarsih, 2003).

Uji hipotesis yang digunakan adalah :

$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k = 0$ atau Koefisien regresi (parameter) tidak signifikan

$H_1 : \beta_1 \neq 0$ atau paling sedikit satu koefisien regresi (parameter) signifikan

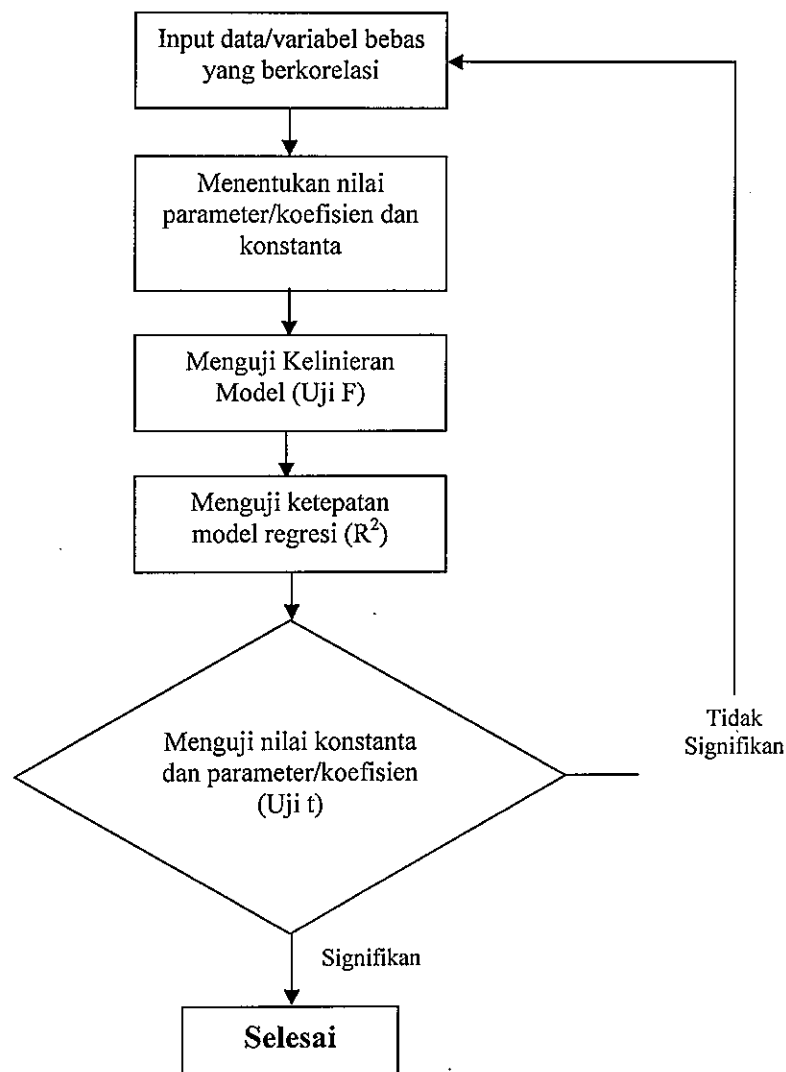
Pengambilan keputusan berdasarkan probabilitas, dengan melihat nilai Sig. (pada tabel ANOVA kolom terakhir) dengan dasar keputusan :

- Jika probabilitas > 0,05 maka H_0 diterima, H_1 ditolak
- Jika probabilitas < 0,05 maka H_0 ditolak, H_1 diterima

Penolakan H_0 , untuk semua $j=1,2,\dots,k$ menyatakan bahwa paling sedikit ada satu variabel bebas X_1, X_2, \dots, X_k memberikan sumbangan yang nyata pada model tersebut.

4. Menguji ketepatan model regresi, dinyatakan oleh koefisien determinasi (R^2) yang bernilai antara 0–1, yang prinsipnya semakin $> 0,5$ mempunyai korelasi yang sangat kuat. Pada hasil proses program dapat dilihat pada tabel Ringkasan Model (*Model Summary*) kolom R^2 (*R square*).
5. Melihat apakah tanda dan magnitud dari estimasi parameter cocok dengan teori (derajat korelasi)

Proses perhitungan yang terjadi adalah sebagai berikut :



Gambar 3.3 Proses Perhitungan Regresi Multivariabel

Rangkaian proses di atas berjalan secara otomatis di program SPSS dengan metode *Stepwise* (Santoso, 2001). Metode ini sering digunakan dalam analisis regresi. Cara kerjanya dimulai dengan memasukan variabel bebas yang mempunyai korelasi paling kuat dengan variabel tidak bebas. Kemudian setiap kali pemasukan variabel bebas dilakukan pengujian terhadap parameteranya (dengan uji t) untuk menentukan apakah tetap memasukan variabel bebas tersebut atau dikeluarkan.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Lokasi Penelitian

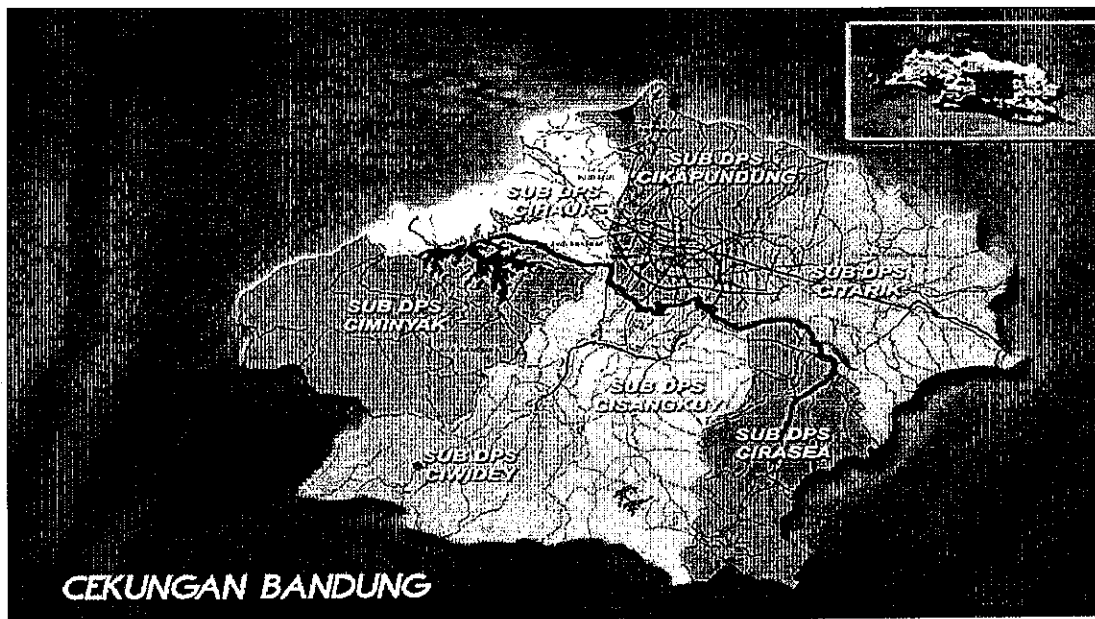
Langkah pertama yang perlu dilakukan dalam penelitian ini adalah mengetahui dan mengenali kondisi lingkungan lokasi penelitian.

4.1.1 Letak dan Luas DAS

Panjang Sungai Cikapundung mulai dari hulu di daerah Lembang sampai dengan muaranya di Sungai Citarum adalah sekitar 39 Km, melewati 2 wilayah administrasi yaitu Kabupaten Bandung dan Kota Bandung. Untuk Kota Bandung mulai dari Dam Bengkok sampai dengan Jalan Tol Padaleunyi sepanjang 15,5 Km merupakan bagian tengah sedangkan bagian hulu dan hilir merupakan wilayah Kabupaten Bandung. Dimensi sungai rata-rata di bagian hulu lebarnya sekitar 6 m sedangkan di bagian hilir sekitar 20 m.

Sub-DAS Cikapundung merupakan salah satu bagian dari DAS Citarum yaitu sungai terbesar dan terpanjang di Propinsi Jawa Barat. Untuk selanjutnya karena pembahasan difokuskan pada Sungai Cikapundung, maka istilah yang kita gunakan DAS Cikapundung. DAS Cikapundung terletak pada Cekungan Bandung, tepatnya pada posisi $6^{\circ}45' - 7^{\circ}00'$ Lintang Selatan (LS) dan $107^{\circ}36' - 107^{\circ}45''$ Bujur Timur (BT) dan memiliki luas daerah tangkapan $142,11 \text{ Km}^2$ atau 14.211 Ha. Sedangkan batas administrasi dan batas-batas DAS Cikapundung adalah :

- Sebelah Utara : Wilayah Kabupaten Subang
- Sebelah Barat : DAS Cibeureum (termasuk wilayah Kota Bandung)
- Sebelah Selatan : DAS Cisangkuy (termasuk wilayah Kota Bandung)
- Sebelah Timur : DAS Cipamokolan (termasuk wilayah Kota Bandung)



Gambar 4.1 Peta Lokasi DAS Cikapundung di dalam cakupan Wilayah Cekungan Bandung
(Sumber : BPLHD Propinsi Jawa Barat, 2001)

Gambar 4.1 di atas memperlihatkan posisi DAS Cikapundung dalam cakupan wilayah Cekungan Bandung dengan sungai intinya adalah Sungai Citarum.

4.1.2 Penduduk

Penduduk merupakan salah satu indikator tingkat perkembangan kota yang sekaligus sebagai salah satu faktor juga dalam memberikan pengaruh terhadap kondisi daerah aliran sungai baik secara kualitas maupun kuantitas.

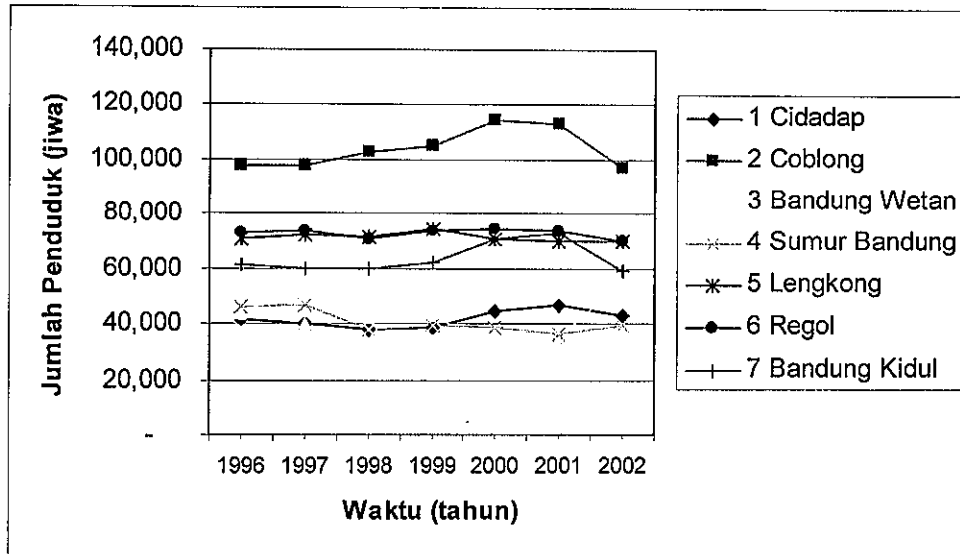
Secara umum penduduk di DAS Cikapundung bermukim di wilayah Kota Bandung, mulai dari Dago Pakar sampai dengan hilir sungai sebelum masuk ke Sungai

Citarum. Berdasarkan data yang diperoleh di beberapa kecamatan dan kelurahan yang termasuk ke DAS Cikapundung wilayah Kota Bandung untuk periode 1996 – 2000 ini tidak terjadi perubahan jumlah penduduk yang besar atau relatif konstan. Tabel 4.1 menggambarkan jumlah penduduk di setiap kecamatan di wilayah Kota Bandung yang merupakan bagian dari DAS Cikapundung. Sedangkan Tabel 4.2 adalah perkiraan data penduduk yang termasuk di dalam Daerah Aliran Sungai Cikapundung yang berluas 142,11 Km² pada tahun 2003.

Tabel 4.1 Data Penduduk di Setiap Kecamatan Wilayah Kota Bandung yang termasuk DAS Cikapundung (jiwa)

No.	Kecamatan	Tahun						
		1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
1	Cidadap	41.220	40.220	37.570	38.850	44.313	46.594	42.967
2	Coblong	97.655	97.600	102.529	105.185	114.334	112.699	97.096
3	Bandung Wetan	43.390	40.390	42.213	43.300	31.517	35.167	55.098
4	Sumur Bandung	45.642	46.742	37.776	39.446	38.306	36.654	39.286
5	Lengkong	70.501	72.501	71.124	74.056	70.399	70.136	69.751
6	Regol	72.683	73.545	70.574	73.436	74.245	73.973	69.697
7	Bandung Kidul	61.107	60.100	59.559	62.192	70.419	72.720	59.142
	Total	432.198	431.098	421.345	436.465	443.533	447.943	433.037

Sumber : BPS, Kota Bandung Dalam Angka (1996-2002)

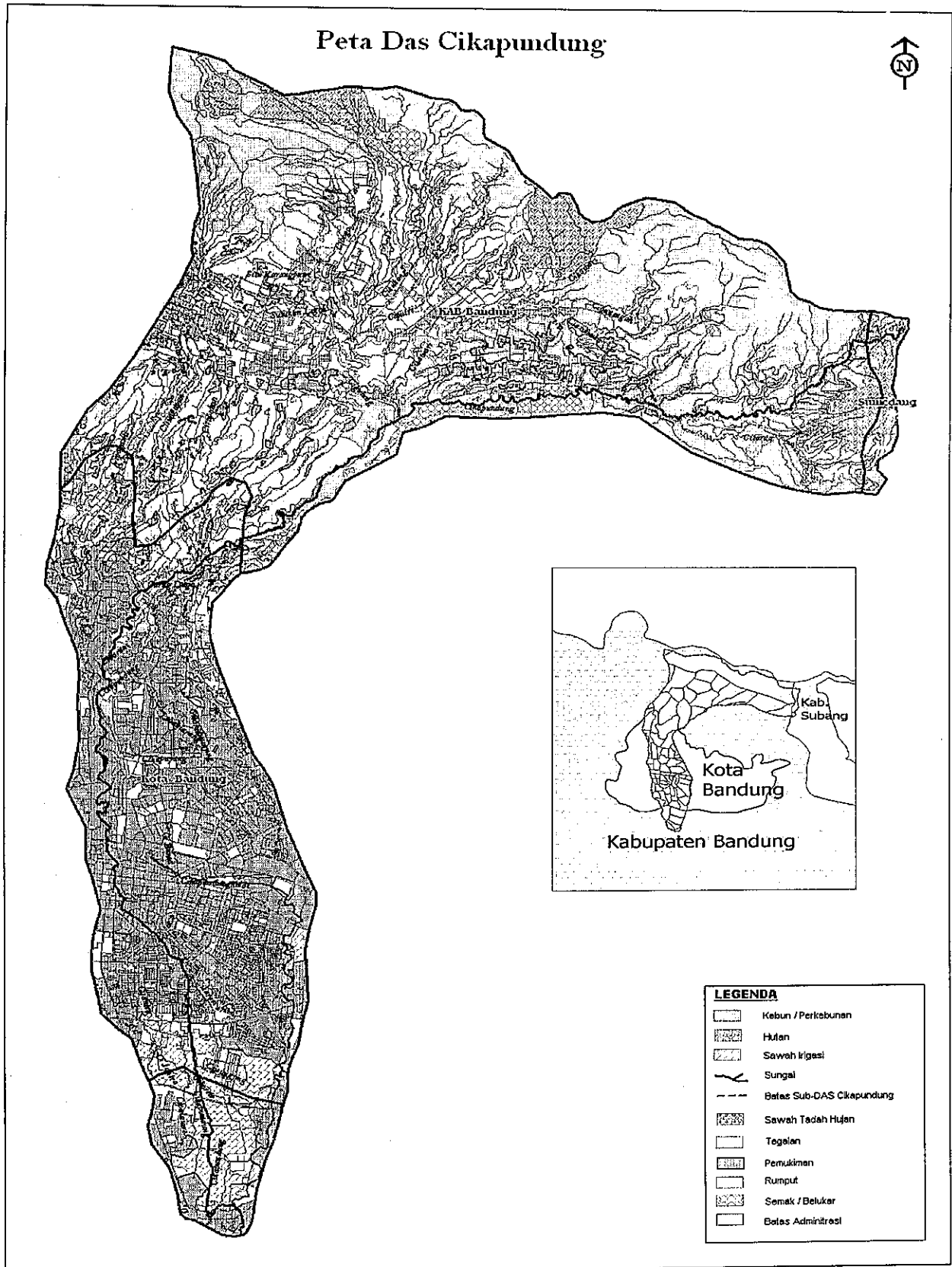


Gambar 4.2 Jumlah Penduduk Kecamatan yang termasuk dalam DAS Cikapundung (1996-2002)

Tabel 4.2 Perkiraan Data Penduduk di DAS Cikapundung (tahun 2003)

No.	Titik Sampling	Area Tangkapan			
		Kecamatan	Luas Area (Km ²)	Jumlah Penduduk (jiwa)	Kepadatan (jiwa/Km ²)
1	Dago Pakar	Lembang	98,58	64.954,00	658,90
2	Lebak Siliwangi	Sukasari	6,14	39.689,00	6.464,01
		Cidadap			
		Coblong			
3	Tamansari	Bandung Wetan	6,70	25.125,00	3.750,00
4	Viaduct	Sumur Bandung	3,69	9.986,00	2.706,23
		Cicendo			
5	Sukarno Hatta	Regol	16,82	12.565,00	747,03
		Lengkong			
6	Hilir/Citarum	Bandung Kidul	10,18	9.662,00	949,12
		Padalarang			
Total			142,11	61.981,00	

Sumber : Hasil Pengolahan dari Data Kelurahan, 2004



Gambar 4.3 Daerah Aliran Sungai (DAS) Cikapundung (tahun 2002)

4.1.3 Topografi

Karakteristik DAS Cikapundung dengan topografi perbukitan terletak pada ketinggian 650 – 2.067 m di atas permukaan laut, dengan karakteristik topografi yang berbukit di sebelah Utara dan landai di sebelah Selatan. Sedangkan kemiringan lereng di DAS ini bervariasi dari mulai datar (0%) sampai dengan sangat curam (50%) dan secara umum terbagi ke dalam 3 segmen (DGTL, 1990). Daerah hulu terdiri dari perbukitan dengan kemiringan lahan antara 30-50 %. Segmen selanjutnya berada pada kemiringan antara 3-10 % dan merupakan daerah berombak/bergelombang. Sedangkan segmen terakhir yang berada di bagian hilir dan bersatu dengan Sungai Citarum merupakan dataran dengan kemiringan antara 0-3 %.

4.1.4 Geologi

Secara garis besar formasi batuan yang membentuk DAS Cikapundung termasuk ke dalam jenis *Quaternary Volcanics* dan terbentuk pada masa plistosen. Adapun satuan batuan dari DAS Cikapundung adalah sebagai berikut (DGTL, 1990) :

- Kolovium, yang berasal dari reruntuhan pegunungan berapi tua yang dikenal dengan Formasi Cikidang.
- Endapan Danau, yang membentuk bidang pelapisan mendatar dan terdiri dari lempung tufaan, batu pasir tufaan dan kerikil tufaan dan dikenal dengan Formasi Kosambi.
- Hasil Gunung Api Tua, terdiri atas persilangan antara breksi gunung api, lahar dan lava yang dikenal dengan Formasi Cikapundung.

Daya dukung lingkungan merupakan kemampuan daya dukung lahan terhadap beban pembangunan yang didirikan di atas lahan tersebut. Daya dukung tergantung pada kondisi fisiografis kota dan sungai yang melaluinya sehingga setiap kota mempunyai daya dukung lingkungan yang berbeda. Daya dukung ini ditentukan oleh adanya faktor fisik dan kondisi tanah, kedalaman air tanah dan faktor non-fisik seperti pencapaian dan perbandingan jumlah lantai terhadap luasan lahan.

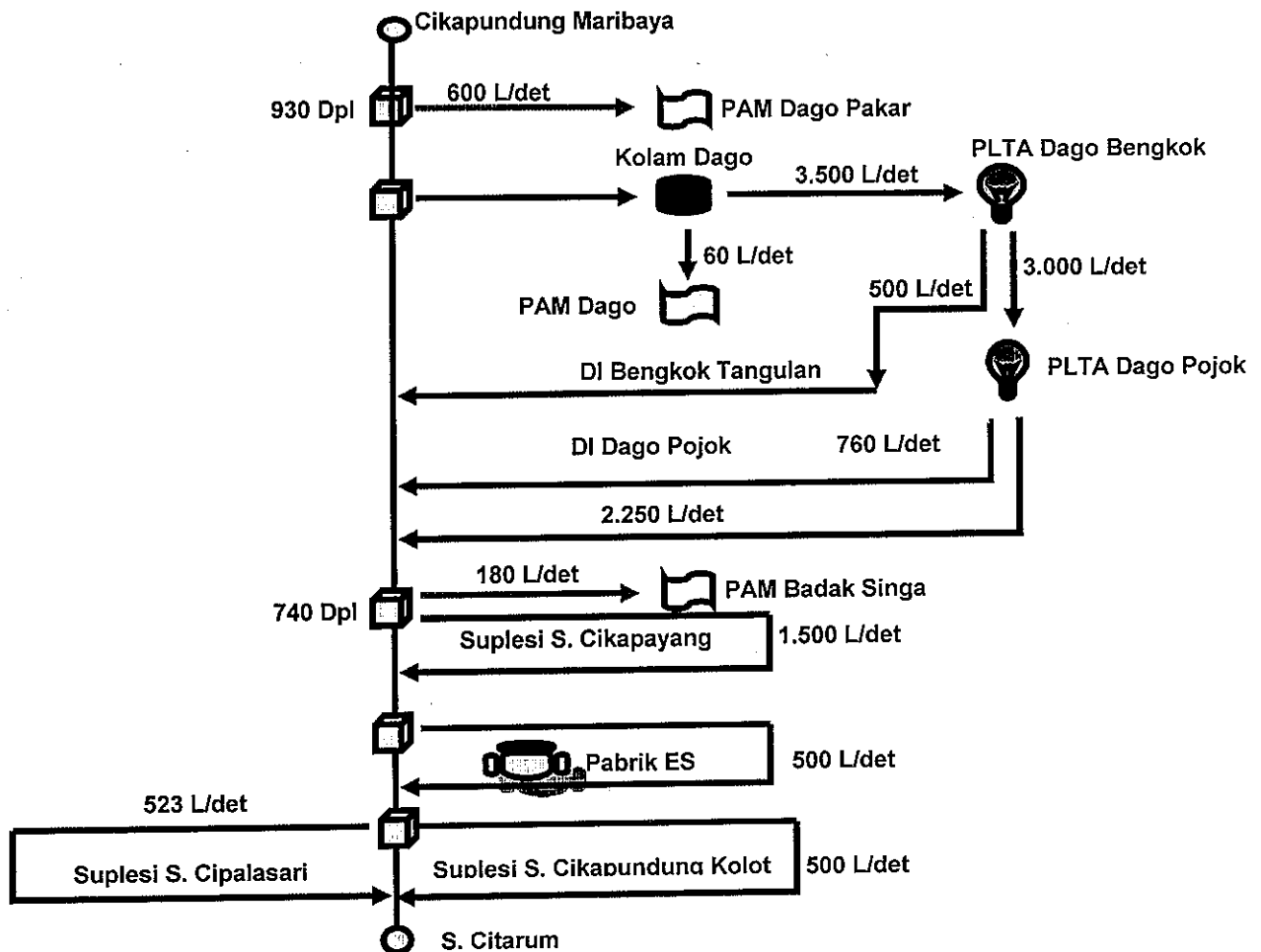
Jenis tanah di wilayah Cikapundung secara umum adalah alluvial sungai dengan karakteristik tanah yang umumnya terdiri dari jenis tanah litosol serta sedikit andosol dan latosol coklat. Sebagian besar tanah di Lembah Cikapundung tergolong pada tanah kelas II yang mempunyai lebih dari satu sifat-sifat yang tidak sesuai dengan pengembangan kota, misalnya karena tipe tanahnya sensitif terhadap erosi.

4.1.5 Pemanfaatan DAS Cikapundung

Sudah sejak dahulu Sungai Cikapundung mempunyai potensi dan fungsi yang cukup besar, diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Sebagai Sumber Air Baku Air Minum dan Pembangkit Listrik
 - Pada elevasi 930 m, melalui bendung Bantar Awi, dialirkan sebanyak 600 L/dt untuk PDAM Dago Pakar
 - Sekitar 30 m ke arah hilir, melalui bendung kedua buatan PLTA sejak 1923, dialirkan sebanyak 3000 L/dt yang dikumpulkan dalam suatu kolam dengan kapasitas 30.000 m³ pada ketinggian 923 m dpl. Dari kolam ini dimanfaatkan untuk :
 - ✓ PDAM, Pengolahan Mini Plant Pakar, sebanyak 60 L/dt

- ✓ PLTA Dago Bengkok, dengan beban operasi ekivalen 3500 L/dt. Keluarannya digunakan untuk irigasi sebanyak 500 L/dt dan PLTA Dago Pojok sebesar 3000 L/dt
- ✓ Keluaran dari PLTA sebanyak 2250 L/dt dikembalikan ke Sungai Cikapundung
- Selanjutnya ketinggian 740 m (daerah Lebak Siliwangi), dialirkan ke PDAM Badak Singa sebanyak 180 L/dt dan penggelontoran Sungai Cikapayang sebesar 1500 L/dt



Gambar 4.4 Alur Pemanfaatan Sungai Cikapundung

2. Sebagai Penggelontor Kota

Melalui bendung-bendung yang ada termasuk di atas, awalnya Sungai Cikapundung berfungsi sebagai sumber air untuk pertanian, namun dengan adanya pengembangan penggunaan lahan dari pertanian (sawah) menjadi perumahan, maka fungsi sungai berubah menjadi penggelontoran kota untuk menunjang kesehatan lingkungan kota.

3. Sebagai Obyek Wisata

Di sekitar Sungai Cikapundung terdapat lokasi wisata yang banyak dikunjungi salah satunya yaitu Curug Dago yang didalamnya terdapat Situs Thailand.

4.1.6 Iklim dan Curah Hujan

Berdasarkan data yang diperoleh kondisi iklim di DAS Cikapundung adalah iklim tropis yang dipengaruhi angin muson dan mempunyai 2 musim yaitu penghujan/bulan basah (berkisar bulan Nopember – Mei) dan kemarau/bulan kering (berkisar bulan Juni – September). Iklim DAS ini termasuk tipe C menurut klasifikasi *Schmidt and Ferguson* dengan persentase 50 -50 antara bulan basah dan kering. Dengan temperatur tinggi pada musim kering merupakan ciri utama dari tipe C. Tabel 4.1 di bawah ini menggambarkan kondisi iklim di DAS Cikapundung.

Berdasarkan pada data tersebut suhu rata-rata di wilayah ini adalah $23,5^{\circ}\text{C}$ dengan curah hujan rata-rata adalah 150 mm per bulannya. Pada dasarnya iklim dan curah hujan di DAS Cikapundung ini untuk setiap tahunnya tidak terlalu mengalami perubahan.

Tabel 4.3 Iklim di DAS Cikapundung

Bulan	Temperatur (^o C)	Curah Hujan (mm)	Jumlah Hari Hujan	Kelembaban	Penyinaran Matahari (%)
Januari	23	260	22	83,5	42,2
Februari	23,2	188	18	82,7	51,4
Maret	25,5	207	20	81,9	57,5
April	23,8	157	15	82,0	54,6
Mei	23,7	139	11	81,7	54,3
Juni	23,3	89	8	79,4	66,6
Juli	22,8	74	5	75,2	73,3
Agustus	23,1	27	3	73,1	77,9
September	23,6	41	6	73,5	65,9
Oktober	23,1	126	12	79,1	49,7
Nopember	23,5	225	18	81,2	46,7
Desember	23,3	273	22	82,7	47,2

Sumber : Badan Meteorologi dan Geofisika Balai Wilayah II Bandung, 2003

4.2 Tata Guna Lahan

Berdasarkan Peta Rupa Bumi produksi Bakosurtanal hasil pemotretan satelit tahun 1993/1994, survey lapangan tahun 1995 dan diproduksi pada tahun 2002, yang selanjutnya diolah dengan program Mapinfo versi 7.0 didapatkan kondisi tata guna lahan di DAS Cikapundung yang dapat dilihat pada tabel 4.4 dibawah ini. Berdasarkan data yang diperoleh dari Badan Pertanahan Nasional Kota Bandung bahwa kondisi diatas sejak 10 tahun ke belakang tidak terjadi perubahan yang sangat besar.

Secara keseluruhan luas Daerah Aliran Sungai Cikapundung ini adalah 142,11 Km², yang terbagi ke dalam 8 (delapan) jenis tata guna lahan sesuai kriteria Bakosurtanal. Jenis tata guna lahan di atas tersebar ke seluruh DAS sesuai karakteristiknya seperti terlihat pada tabel 4.5 – 4.10 yang terbagi menjadi 5 bagian/segmen pemantauan ditambah 1 bagian muara yaitu Citarum berikut perubahan

per tahunnya. Hal ini dilakukan berdasarkan titik sampling pemantauan kualitas air sungai yang dilakukan secara rutin setiap tahun oleh Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah Kota Bandung.

Tabel 4.4 Tata Guna Lahan di Daerah Aliran Sungai Cikapundung (2002)

No.	Jenis Tata Guna Lahan	Luas (Km ²)	%
1	Perkebunan	44,86	31,57
2	Permukiman	38,89	27,37
3	Tegalan	30,42	21,41
4	Sawah Irigasi	7,81	5,50
5	Hutan	6,60	4,64
6	Rumput Tanah Kosong	6,39	4,50
7	Semak Belukar	6,30	4,43
8	Sawah Tadah Hujan	0,84	0,59
		142,11	100,00

Sumber : Hasil Pengolahan dari foto udara produksi Bakosurtanal, 2002

Tabel 4.5 Perubahan Luas Tata Guna Lahan di Segmen I/Dago Pakar (tahun 1997-2002)

No.	Tahun	Jenis Tata Guna Lahan (Km ²)								Total Lahan
		Permukiman	Rumput	Sawah Irigasi	Sawah Tadah Hujan	Semak Belukar	Hutan	Kebun	Tegalan	
1	Tahun 1997	8,65	1,24	2,60	0,83	6,11	6,70	43,18	29,27	98,58
2	Tahun 1998	8,68	1,20	2,60	0,80	6,11	6,70	43,21	29,28	98,58
3	Tahun 1999	8,70	1,40	2,40	0,83	6,07	6,69	43,20	29,29	98,58
4	Tahun 2000	8,72	1,30	2,40	0,84	6,14	6,68	43,20	29,30	98,58
5	Tahun 2001	8,76	1,32	2,40	0,82	6,06	6,64	43,26	29,32	98,58
6	Tahun 2002	8,79	1,31	2,40	0,84	6,09	6,60	43,27	29,28	98,58

Sumber : Bakosurtanal dan BPN Kota Bandung, 2002

Tabel 4.6 Perubahan Luas Tata Guna Lahan di Segmen II/Lebak Silliwangi (tahun 1997-2002)

No.	Tahun	Jenis Tata Guna Lahan (Km ²)								Total Lahan
		Permukiman	Rumput	Sawah Irigasi	Sawah Tadah Hujan	Semak Belukar	Hutan	Kebun	Tegalan	
1	Tahun 1997	3,52	0,46	0,25	-	0,03	-	1,14	0,74	6,14
2	Tahun 1998	3,39	0,46	0,24	-	0,01	-	1,29	0,75	6,14
3	Tahun 1999	3,45	0,46	0,24	-	0,01	-	1,23	0,75	6,14
4	Tahun 2000	3,50	0,46	0,24	-	0,01	-	1,18	0,75	6,14
5	Tahun 2001	3,40	0,48	0,24	-	0,03	-	1,24	0,75	6,14
6	Tahun 2002	3,47	0,45	0,24	-	0,02	-	1,21	0,75	6,14

Sumber : Bakosurtanal dan BPN Kota Bandung, 2002

Tabel 4.7 Perubahan Luas Tata Guna Lahan di Segmen III/Tamansari (tahun 1997-2002)

No.	Tahun	Jenis Tata Guna Lahan (Km ²)								Total Lahan
		Permukiman	Rumput	Sawah Irigasi	Sawah Tadah Hujan	Semak Belukar	Hutan	Kebun	Tegalan	
1	Tahun 1997	5,43	0,93	-	-	-	-	0,15	0,19	6,70
2	Tahun 1998	5,43	0,93	-	-	-	-	0,15	0,19	6,70
3	Tahun 1999	5,43	0,93	-	-	-	-	0,15	0,19	6,70
4	Tahun 2000	5,43	0,93	-	-	-	-	0,15	0,19	6,70
5	Tahun 2001	5,43	0,93	-	-	-	-	0,15	0,19	6,70
6	Tahun 2002	5,43	0,93	-	-	-	-	0,15	0,19	6,70

Sumber : Bakosurtanal dan BPN Kota Bandung, 2002

Tabel 4.8 Perubahan Luas Tata Guna Lahan di Segmen IV/Viaduct (tahun 1997-2002)

No.	Tahun	Jenis Tata Guna Lahan (Km ²)								Total Lahan
		Permukiman	Rumput	Sawah Irigasi	Sawah Tadah Hujan	Semak Belukar	Hutan	Kebun	Tegalan	
1	Tahun 1997	3,11	0,47	-	-	-	-	0,11	-	3,69
2	Tahun 1998	3,11	0,47	-	-	-	-	0,11	-	3,69
3	Tahun 1999	3,11	0,47	-	-	-	-	0,11	-	3,69
4	Tahun 2000	3,11	0,47	-	-	-	-	0,11	-	3,69
5	Tahun 2001	3,11	0,47	-	-	-	-	0,11	-	3,69
6	Tahun 2002	3,11	0,47	-	-	-	-	0,11	-	3,69

Sumber : Bakosurtanal dan BPN Kota Bandung, 2002

Tabel 4.9 Perubahan Luas Tata Guna Lahan di Segmen V/Sukarno Hatta (tahun 1997-2002)

No.	Tahun	Jenis Tata Guna Lahan (Km ²)								Total Lahan
		Permukiman	Rumput	Sawah Irigasi	Sawah Tadah Hujan	Semak Belukar	Hutan	Kebun	Tegalan	
1	Tahun 1997	14,53	1,33	0,80	-	0,11	-	0,05	-	16,82
2	Tahun 1998	14,55	1,50	0,60	-	0,11	-	0,05	0,01	16,82
3	Tahun 1999	14,57	1,50	0,58	-	0,11	-	0,05	0,01	16,82
4	Tahun 2000	14,57	1,50	0,58	-	0,11	-	0,05	0,01	16,82
5	Tahun 2001	14,57	1,50	0,58	-	0,11	-	0,05	0,01	16,82
6	Tahun 2002	14,57	1,50	0,58	-	0,11	-	0,05	0,01	16,82

Sumber : Bakosurtanal dan BPN Kota Bandung, 2002

Tabel 4.10 Perubahan Luas Tata Guna Lahan di bagian muara/Citarum (tahun 1997-2002)

No.	Tahun	Jenis Tata Guna Lahan (Km ²)								Total Lahan
		Permukiman	Rumput	Sawah Irigasi	Sawah Tadah Hujan	Semak Belukar	Hutan	Kebun	Tegalan	
1	Tahun 1997	3,25	1,68	4,80	-	0,02	-	0,15	0,28	10,18
2	Tahun 1998	3,40	1,68	4,77	-	0,02	-	0,13	0,18	10,18
3	Tahun 1999	3,42	1,68	4,77	-	0,02	-	0,13	0,16	10,18
4	Tahun 2000	3,45	1,68	4,75	-	0,01	-	0,13	0,16	10,18
5	Tahun 2001	3,50	1,68	4,70	-	0,03	-	0,11	0,16	10,18
6	Tahun 2002	3,52	1,78	4,59	-	0,03	-	0,07	0,19	10,18

Sumber : Bakosurtanal dan BPN Kota Bandung, 2002

Gambaran kondisi tata guna lahan di setiap segmen tersebut adalah sebagai berikut :

1. **Segmen I (Dago Pakar)** dengan luas area tangkapan 98,58 Km² merupakan bagian hulu sungai dan lahan paling luas pada DAS ini seperti kita lihat pada peta yaitu 69,4 % dari luas total DAS. Daerahnya merupakan pegunungan dengan ketinggian di atas 700 m dan topografinya berkisar 30-50 %. Area tangkapan untuk segmen ini didominasi oleh perkebunan yaitu seluas 43,27 Km² dan merupakan luas terbesar di antara segmen yang lainnya. Jenis perkebunan di sini adalah berupa sayur mayur seperti kentang, selada, tomat dan lainnya, serta buah-buahan seperti strawberry dan alpukat yang dipasarkan di Kota Lembang. Jenis lahan terluas kedua yaitu tegalan seluas 29,28 Km², sedangkan jenis hutan

hanya 6,60 Km². Segmen ini sebetulnya dijadikan sebagai daerah konservasi yang disebut dengan Kawasan Konservasi Bandung Utara. Daerah ini jika dilihat berdasarkan klasifikasi Savini dan Kammerer masih termasuk ke dalam tingkatan *Rural* (pedesaan). Namun semakin turun ke tengah, jenis perkebunan dan permukiman mulai tampak, terutama memasuki wilayah Kota Bandung. Pemanfaatan air sungai adalah untuk PLTA dan air baku PDAM serta masyarakat langsung. Perubahan terjadi setiap tahunnya untuk hampir semua jenis tata guna lahan terutama untuk jenis permukiman dan perkebunan terjadi kenaikan/pelebaran setiap tahunnya. Lahan permukiman ini tersebar di segmen ini dan letaknya jauh dari sungai. Sedangkan jenis sawah irigasi dan hutan mengalami pengurangan. Sementara yang lainnya terjadi fluktuasi. Panjang sungai di segmen ini dihitung dari mata air adalah 20,60 Km.

2. **Segmen II (Lebak Siliwangi)**, dengan luas area tangkapan 6,14 Km² didominasi oleh jenis permukiman seluas 3,47 Km², atau sekitar 56%. Daerah ini mempunyai kemiringan lahan yang cukup curam yaitu 30 % dan masih termasuk kawasan konservasi Bandung Utara. Di area ini masih terdapat sedikit jenis tata guna lahan untuk perkebunan, seluas 1,21 Km². Prediksi ke depan, area ini akan terus berubah menjadi daerah permukiman ditandai dengan semakin banyaknya pembukaan lahan untuk kompleks perumahan. Namun hal ini tidak sesuai dengan rencana tata ruang kawasan Bandung Utara sebagai daerah konservasi. Sampai dengan saat ini segmen ini bisa diklasifikasikan sebagai *early urban* (Kota Muda). Pemanfaatan air sungai adalah untuk air baku PDAM, rumah tangga dan pengelontoran kota. Selama 6 tahun (1997-2002) setiap jenis

lahan terjadi fluktuasi luas, namun kecenderungan untuk permukiman adalah naik dan bahkan diperkirakan akan naik terus tahun ke depan. Panjang sungai adalah 3,06 Km.

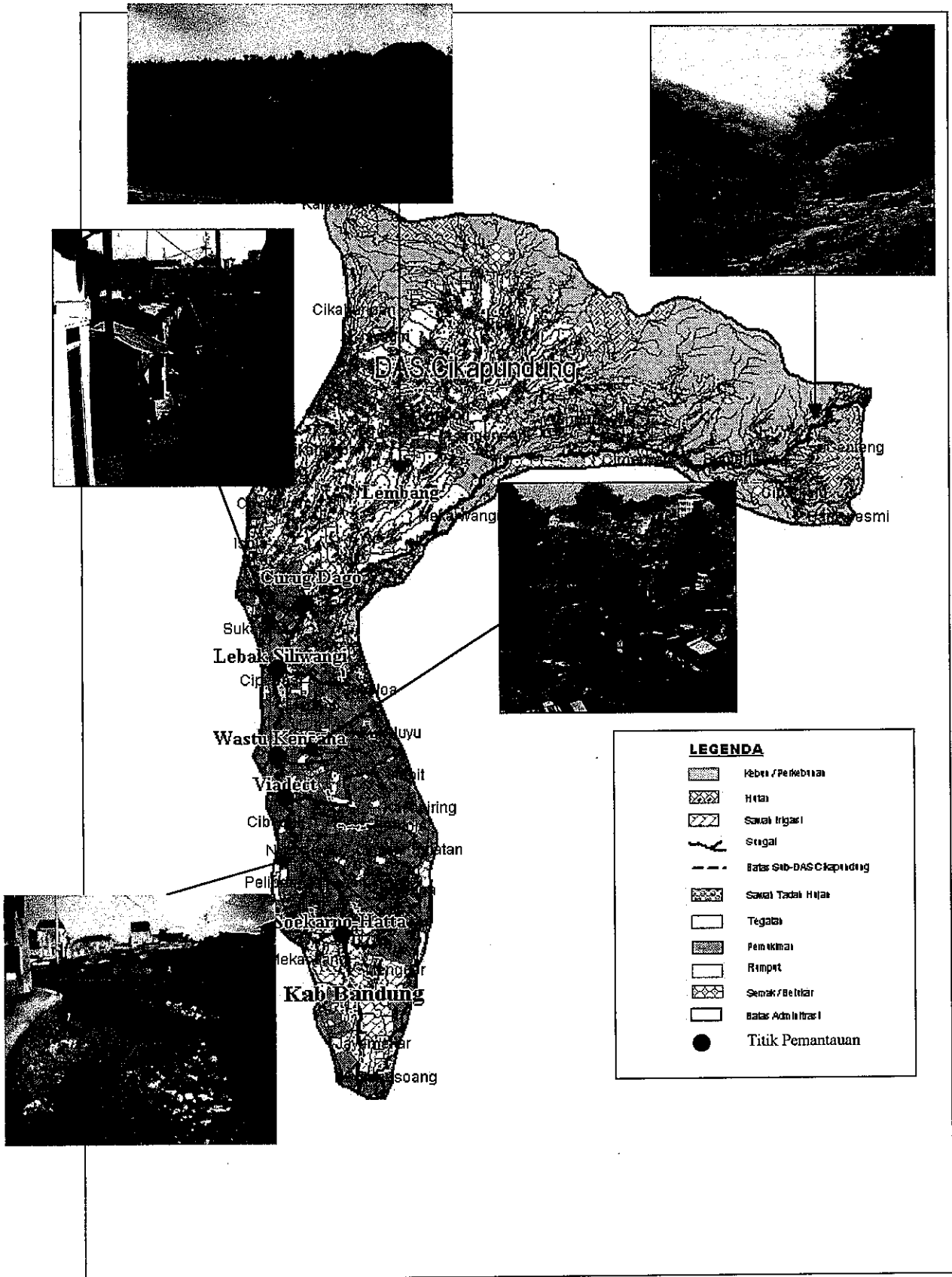
3. **Segmen III (Tamansari/Wastukencana)**, area tangkapan dengan luas 6,7 Km² tetapi sangat padat dengan permukiman. Kondisi topografi daerah ini sekitar 10-30 %. Tampak pada tabel di atas luas permukiman sangat mendominasi seluas 5,43 Km², berarti 81% lahan disini tertutup oleh lapisan kedap air. Namun masih ada sedikit lahan hijau, yaitu kebun binatang seluas 0,93 Km² (93 Ha). Kondisi permukiman disini tergolong sangat padat dan kumuh. Di area ini terdapat kawasan pendidikan yaitu Institut Teknologi Bandung, Unisba, Unpas dan lainnya. Berdasarkan pembagian tingkatan perkembangan kota termasuk ke dalam *Middle Urban* ditandai dengan adanya bangunan struktur. Seperti halnya segmen II, pemanfaatan air adalah untuk air baku PDAM, rumah tangga dan penggelontoran kota. Sedangkan perubahan lahan untuk setiap jenisnya tidak terlalu banyak perubahan, diakibatkan posisi segmen ini adalah di perkotaan (Kota Bandung) yang relatif sudah lama terbangun. Panjang sungai adalah 3.16 Km.

4. **Segmen IV (Viaduct)**. Seperti halnya segmen III yang didominasi oleh permukiman, area tangkapannya paling kecil di antara yang lain yaitu 3,69 Km² yang berarti hanya 2,6 % dari luas total DAS, tetapi mempunyai ciri khas dari yang lain yaitu tidak hanya perumahan tetapi perkantoran dan pertokoan juga mewarnai jenis tata guna lahan permukiman. Daerah ini merupakan daerah yang

landai sampai ke hilir dan termasuk tingkatan *LateUrban*. Di daerah ini banyak bangunan-bangunan tua jaman Belanda dulu dan masih dimanfaatkan sampai dengan saat ini. Sedangkan air sungai di segmen ini dimanfaatkan untuk rumah tangga dan penggelontoran kota. Seperti halnya segmen IV, tidak terjadi perubahan jenis tata guna lahan yang berarti. Panjang sungai pada segmen ini adalah 1,81 Km.

5. **Segmen V (Sukarno Hatta)** dengan luas area tangkapan 16,82 Km² didominasi oleh permukiman seluas 14,57 Km². Kondisi permukiman di area ini cukup padat, tetapi makin ke hilir penataan perumahan semakin teratur. Pemanfaatan air adalah untuk rumah tangga dan penggelontoran kota. Pada segmen ini jenis permukiman cenderung mengalami kenaikan, sebagai konsekuensinya lahan sawah irigasi terus berkurang. Panjang sungai di segmen ini adalah 4,73 Km

6. **Segmen Muara (Hilir)** yang sebagian besar merupakan wilayah Kabupaten Bandung dengan luas area tangkapan 10,18 Km² dan merupakan daerah landai didominasi oleh sawah irigasi seluas 4,59 Km² dan permukiman seluas 3,52 Km². Sehingga segmen ini kembali pada tingkatan *early urban*. Daerah ini sama dengan segmen V, merupakan daerah pengembangan perumahan dan merupakan daerah sisi Kota Bandung bagian selatan. Oleh sebab itu lahan permukiman terlihat bertambah terus. Panjang sungainya adalah 5,71 Km.



Gambar 4.5 Peta Tata Guna Lahan di DAS Cikapundung beserta Gambaran Kondisi Lingkungan (tahun 2002)

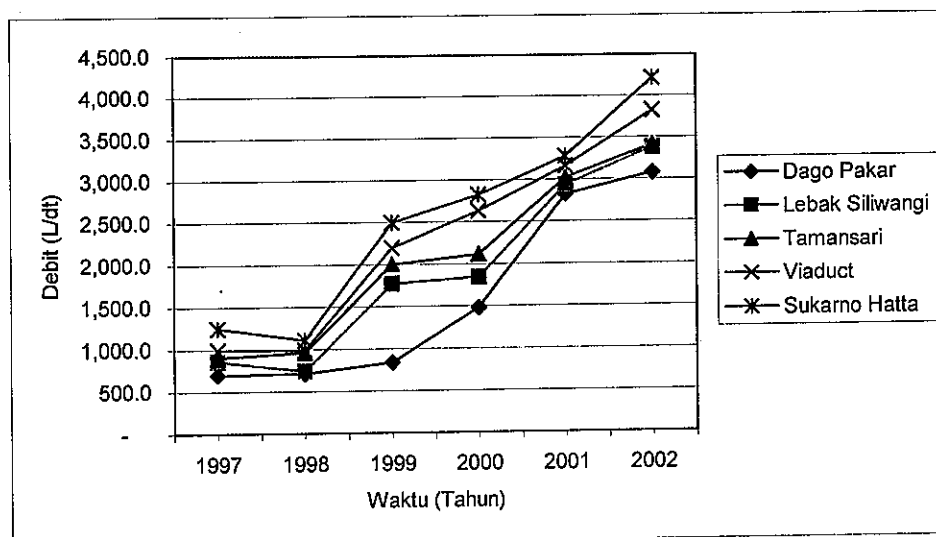
4.3 Dampak Tata Guna Lahan terhadap Debit Air Sungai Cikapundung

Sebagai kajian pertama, perubahan tata guna lahan di atas akan dikaitkan dengan perubahan debit sungai yang terjadi sesaat di setiap titik pemantauan. Pada Tabel berikut dapat dilihat data debit sungai yang terjadi tahun 1997 -2002 yang dipantau pada 5 titik pemantauan dan diambil setiap bulan Oktober.

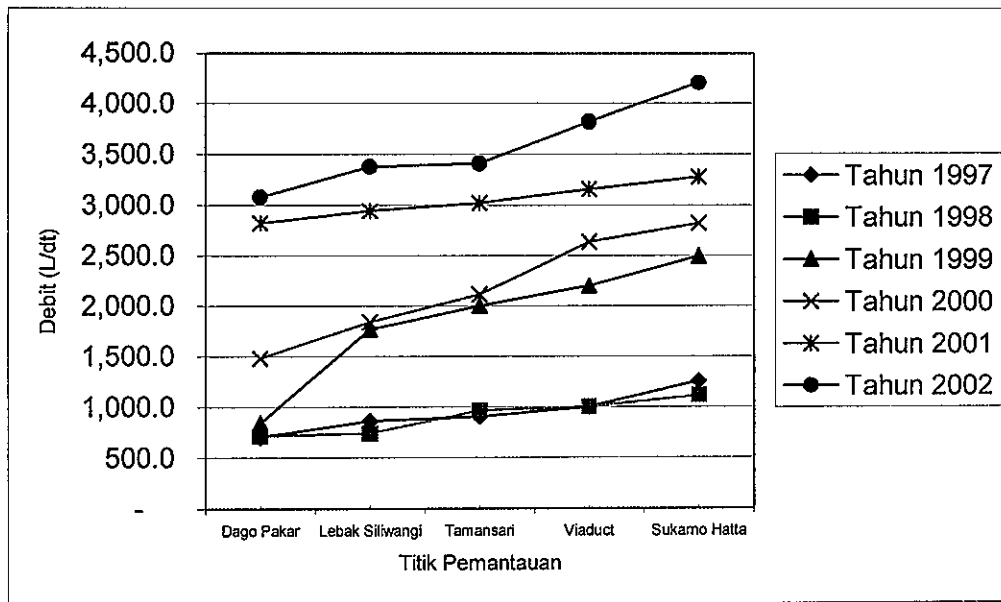
Tabel 4.11 Data Debit di 5 Titik Pemantauan Sungai Cikapundung (1997-2002)

No.	Tahun	Debit (L/dt) untuk setiap titik pantau				
		Curug Dago	Lebak Slw	Tamansari	Viaduct	S.Hatta
1	1997	700,0	860,0	900,0	995,0	1.250,0
2	1998	710,0	740,0	960,0	995,0	1.110,0
3	1999	837,0	1.766,0	1.998,0	2.196,0	2.495,0
4	2000	1.480,0	1.840,0	2.113,0	2.630,0	2.820,0
5	2001	2.820,0	2.940,0	3.020,0	3.160,0	3.280,0
6	2002	3.080,0	3.380,0	3.410,0	3.820,0	4.210,0
	Rata-rata	1604,5	1.921,0	2.066,8	2.299,3	2.527,5

Sumber : BPLH Kota Bandung



Gambar 4.6 Debit Sungai di Setiap Titik Pemantauan (1997-2002)



Gambar 4.7 Debit Sungai dari Hulu ke Hilir selama 6 (enam) tahun (1997-2002)

Tabel 4.12 di bawah ini merupakan data debit ekstrim maksimum dan minimum di Sungai Cikapundung yang pernah terjadi berdasarkan pemantauan oleh Dinas Pengairan Propinsi Jawa Barat sampai dengan tahun 2004.

Tabel 4.12 Data Debit Ekstrim Maksimum dan Minimum di Sungai Cikapundung yang pernah terjadi

Pos Pengamatan	Ekstrim Maksimum		Ekstrim Minimum	
	Q (m ³ /dt)	Tahun	Q (m ³ /dt)	Tahun
Cikapundung-Maribaya	200	4-8-1955	0,58	2-12-1963
Cikapundung-Gandok	200	9-3-1966	0,556	1-7-2001

Sumber : Dinas Pengairan Propinsi Jawa Barat, 2004

Gambar 4.6 di atas menunjukkan bahwa debit sungai di 5 titik pemantauan setiap tahun terjadi kenaikan. Demikian pula kalau kita lihat gambar 4.7 untuk setiap tahunnya

dari hulu ke hilir terjadi kenaikan debit. Debit terkecil adalah di titik Dago Pakar sebesar 700 L/dt pada tahun 1997, kondisi ini masih di atas debit ekstrim minimum di pos pengamatan Cikapundung Maribaya sebesar 580 L/dt. Sedangkan untuk debit terbesar/maksimum hasil pemantauan selama 6 tahun tersebut adalah di titik Sukarno Hatta sebesar 4.210 L/dt pada tahun 2002, kondisi ini masih di bawah debit ekstrim maksimum yang pernah terjadi di pos pengamatan Cikapundung-Maribaya ataupun Cikapundung-Gandok yaitu sebesar 200.000 L/dt. Namun demikian secara keseluruhan membuktikan bahwa telah terjadi perubahan kondisi debit sungai setiap tahunnya baik setiap titik pemantauan maupun sepanjang sungai. Berikut beberapa analisis sehubungan dengan hal tersebut :

- **Musim/Waktu Pemantauan.** Pemantauan dilakukan pada setiap bulan Oktober tiap tahunnya. Bulan ini merupakan awal/masuk ke bulan basah. Berdasarkan informasi dari laporan pemantauan Prokasih menyebutkan bahwa pada bulan Oktober tersebut telah terjadi hujan meskipun tidak sesering bulan basah (Nopember – Mei), tetapi kondisi cuaca saat pengambilan sampel adalah cerah.
- **Curah hujan.** Berdasarkan data BMG bahwa hujan rata-rata di bulan Oktober ini adalah 126 mm dan intensitas hujan 0,263 mm/jam. Selama kurun waktu 6 tahun (1997-2002) tersebut tidak terjadi hal kondisi yang ekstrim atau di luar rata-rata.
- **Siklus Hidrologi.** Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Puslitbang Air menyebutkan bahwa di Cekungan Bandung telah terjadi penurunan muka air tanah dari tahun ke tahun menunjukkan penurunan yang cukup pesat (1-3 m per tahun), selama 20 tahun ini telah terjadi penurunan muka air tanah dalam antara 20-40 m bahkan di beberapa tempat sampai 60 m. Kondisi ini akan berpengaruh pada musim kering (bulan kering) akibat tidak adanya air tanah menyebabkan berkurangnya

aliran dasar (*base flow*) sungai. Sehingga kondisi yang terjadi adalah pada saat bulan basah debit melebihi rata-rata sedangkan pada bulan kering debit sangat minim sekali. Data debit sesaat ini memberikan tanda-tanda kondisi di atas. Dengan terjadinya perubahan debit sungai setiap tahun menunjukkan telah terjadi gangguan terhadap siklus hidrologi seperti di atas. Artinya air yang mengalir di permukaan semakin bertambah dibandingkan yang masuk/meresap ke dalam tanah.

- **Tata Guna Lahan.** Berdasarkan teori bahwa faktor penentu debit sungai adalah luas lahan, intensitas hujan (tidak terjadi hal yang ekstrim) dan koefisien aliran permukaan. Dimana faktor luas lahan dan koefisien aliran permukaan sangat erat sekali hubungannya dengan jenis lahan.

4.3.1 Segmen I (Dago Pakar)

Segmen I merupakan daerah hulu sungai yang juga ditetapkan sebagai daerah tangkapan air untuk Cekungan Bandung yang merupakan daerah pegunungan. Oleh sebab itu kawasan ini dimasukkan sebagai Kawasan Konservasi Bandung Utara melalui SK. Gubernur Jawa Barat No. 181.1/SK.1624-Bapp/1982.

Hasil perhitungan statistik analisis korelasi perubahan luas tata guna lahan dengan fluktuasi debit sungai di segmen I ini pada tabel 4.13 di bawah menunjukkan bahwa jenis tata guna lahan yang mempunyai hubungan yang mempunyai nilai korelasi, sesuai dengan teori statistik yaitu $> 0,5$ dan nilai tingkat kepercayaan berdasarkan probabilitas $< 0,05$ yang berarti H_0 (Tidak ada hubungan antar variabel) ditolak dan H_1 (ada hubungan antara dua variabel) diterima, adalah :

1. permukiman (korelasi 0,951, tingkat kepercayaan 0,003),
2. hutan (korelasi -0,965, tingkat kepercayaan 0,002) dan
3. kebun (korelasi 0,941 tingkat kepercayaan 0,005)

Tabel 4.13 Nilai Korelasi antara Debit (Q) dengan Tata Guna Lahan di Segmen I

	Q	Perkim	Rumput	SI	STH	SB	Hutan	Kebun	Tegalan
Q Korelasi Pearson	1	0,951*	0,283	-0,643	0,345	-0,397	-0,965*	0,941*	0,490
TK (2-sisi)	.	0,003	0,587	0,169	0,502	0,436	0,002	0,005	0,324
N	6	6	6	6	6	6	6	6	6

Sumber : Hasil Perhitungan, 2004

Catatan : TK= Tingkat Kepercayaan, N = Jumlah data, SI= Sawah Irigasi, STH=Sawah Tadah Hujan, SB=Semak Belukar

Hal ini memberikan arti bahwa perubahan luas jenis lahan permukiman dan kebun sebanding dengan fluktuasi debit atau mempunyai pengaruh positif. Pertambahan luas kedua lahan ini meningkatkan debit sungai. Sedangkan untuk jenis hutan perubahan luasnya mempunyai hubungan yang terbalik atau berpengaruh negatif. Artinya jika luas lahan hutan ini bertambah maka debit sungai akan mengalami penurunan, sebaliknya jika luas lahan hutan berkurang menyebabkan debit sungai akan bertambah/meningkat.

Lahan permukiman di segmen ini termasuk ke dalam klasifikasi suburban yang posisinya jauh dari bantaran sungai (lihat gambar 4.5) yang mempunyai nilai koefisien aliran permukaan atau C (tabel 2.1 dan 2.2) sebesar 0,40. Sedangkan lahan perkebunan yang berada di lokasi berbukit (kemiringan 30%) dan mempunyai luas terbesar serta berada di bantaran sungai mempunyai nilai C sebesar 0,72. Sehingga lahan perkebunan inilah diperkirakan lebih berpengaruh, dilihat dari nilai C sendiri menerangkan bahwa lahan tersebut menyebabkan besarnya aliran permukaan sebesar 72% sedangkan sisanya sebesar 18 % air resapan. Sebaliknya untuk lahan jenis hutan di bukit mempunyai nilai C sebesar 0,5. Artinya air hujan terbagi sebagai aliran permukaan dan air resapan. Perkembangan lahan di segmen ini menjelaskan bahwa daerah ini telah mengalami konversi lahan dari alami berupa hutan yang mengalami penurunan dari 6,7 Km² (tahun 1997) dan 6,6 Km² (tahun 2002) menjadi

lahan yang kedap air atau kurang mampu menyerap air ke dalam tanah, terutama lahan perkebunan yang mengalami kenaikan dari 43,18 Km² (tahun 1997) menjadi 4,27 Km² (tahun 2002) dan ditanami dengan tanaman jenis sayuran dan buah-buahan yang berciri pendek, berakar kecil dan tidak kuat, serta bersifat bulanan. Kondisi ini akan menciptakan kerentanan tanah untuk terbawa oleh aliran permukaan ke sungai pada saat musim hujan. Sehingga tidak terjadi penyerapan air ke dalam tanah, tetapi menjadi aliran permukaan yang mengisi debit sungai. Sebaliknya lahan hutan dengan ciri tanaman yang besar dan berakar kuat mampu menahan dan menyerap air ke dalam tanah.

Hubungan fungsional antara ketiga jenis tata guna lahan dengan debit berdasarkan hasil analisis metode *regresi linier* (detil perhitungan di lampiran, hal. L-14) adalah sebagai berikut :

Tabel 4.14 Koefisien Regresi Tata Guna Lahan terhadap Debit

Persamaan		Koefisien		Koefisien standar	Uji t	Tingkat Kepercayaan
		B	Standar Kesalahan	Beta		
1	Konstanta	17.5103,534	23.609,453		7,417	0,002
	HUTAN	-26.018,351	3.540,479	-0,965	-7,349	0,002

Sumber : Hasil Perhitungan, 2004

Ternyata berdasarkan hasil analisis regresi di atas, jenis Hutan merupakan yang paling signifikan atau berpengaruh kuat, dimana hasil uji t untuk menguji signifikansi konstanta dan setiap variabel independennya mempunyai nilai tingkat kepercayaan probabilitas < 0,05, artinya H₀ (Koefisien Regresi tidak signifikan) ditolak atau H₁ (Koefisien regresi signifikan) diterima. Sehingga hubungan fungsional yang terjadi adalah sebagai berikut:

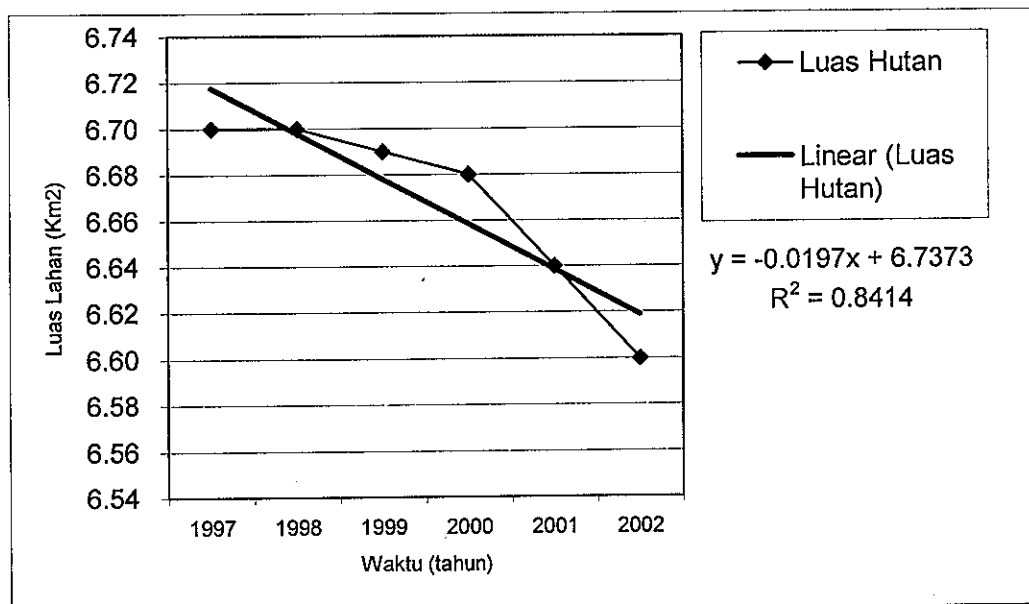
$$\text{Debit (L/dt)} = 175.103,534 - 26.018,351 \text{ Hutan}$$

(4-1)

Keterangan :

Satuan luas lahan Hutan dalam Km^2

Dari hasil di atas memperjelas bahwa fungsi hutan di DAS Cikapundung ini sangat berperan sekali terhadap neraca air, terutama di bagian hulu sungai. Luas lahan hutan di segmen ini setiap tahunnya terjadi penurunan (lihat tabel 4.5), untuk tahun 2002 adalah sebesar $6,6 \text{ Km}^2$ yaitu hanya $4,64 \%$ dari luas DAS atau hanya $6,7 \%$ dari luas segmen I ($98,8 \text{ Km}^2$). Tentunya penurunan ini diharapkan tidak berlangsung terus, bahkan sebaliknya perlunya usaha penanaman kembali atau reboisasi. Penurunan luas lahan hutan di segmen (Dago Pakar) ini membentuk persamaan seperti pada gambar 4.8 di bawah ini.



Gambar 4.8 Grafik Penurunan Luas Lahan Hutan

Dari gambar di atas dapat dilihat bahwa penurunan luas lahan hutan lebih cenderung membentuk persamaan matematis regresi linier dengan nilai determinasi (R^2) sebesar 0,8414. Dengan demikian persamaannya adalah :

$$Y = -0,0197X + 6,7373 \quad (4-2)$$

Keterangan :

Y=Luas Hutan (Km^2)

X=Tahun Ke-n

Dengan menggunakan persamaan (4-1) di atas dan persamaan (4-2) penurunan luas hutan dapat diprediksi ke depan debit sungai dengan adanya penurunan luas lahan hutan adalah sebagai berikut :

Tabel 4.15 Prediksi Luas Lahan Hutan dan Debit Sungai di DAS Cikapundung

Tahun	X (tahun)	Luas Lahan Hutan (Km^2)	Debit Sungai (L/dt)
1997	1	6,70	700,00
1998	2	6,70	710,00
1999	3	6,69	837,00
2000	4	6,68	1.480,00
2001	5	6,64	2.820,00
2002	6	6,60	3.080,00
2007	11	6,52	5.448,27
2012	16	6,42	8.011,08
2020	24	6,26	12.111,57

Sumber : Hasil Perhitungan, 2004

Dari hasil tersebut, untuk 10 tahun ke depan yaitu tahun 2012 kenaikan debit mencapai kurang lebih 5.000 L/dt, dari 3.080 L/dt menjadi 8.011 L/dt.

4.3.2 Segmen II (Lebak Siliwangi)

Berdasarkan hasil analisis korelasi, tidak satupun tata guna lahan yang berkorelasi dengan perubahan debit sungai (lihat lampiran hal. L-17) meskipun terjadi perubahan luas lahan permukiman selama 6 tahun terakhir. Segmen ini mempunyai luas sebesar 6,14 Km² didominasi oleh lahan permukiman. Pada tahun 2002 luas lahan permukiman sebesar 3,47 Km² atau sebesar 56,5 %. Jika dilihat nilai C untuk lahan permukiman di segmen ini termasuk rumah kembar atau susun yaitu sebesar 0,75. Artinya air limpasan/aliran permukaan akan lebih besar sebesar 75 % daripada meresap ke dalam tanah sebesar 25 %. Lahan kedua yang kira-kira mempengaruhi debit sungai di segmen ini adalah Perkebunan dengan luas rata-rata sebesar 1,215. Lahan ini mempunyai nilai C sebesar 0,72. Dengan pengertian bahwa air hujan yang jatuh di lahan ini akan teralirkan di permukaan sebesar 72 % sedangkan 18 % nya akan meresap ke dalam tanah. Dengan demikian segmen ini memberikan kontribusi juga terhadap fluktuasi debit, terutama pada waktu musim hujan dengan adanya aliran permukaan dari daerah permukiman.

4.3.3 Segmen III (Tamansari)

Berdasarkan hasil analisis korelasi untuk segmen III ini menunjukkan tidak satupun tata guna lahan yang berkorelasi dengan perubahan debit sungai (lihat lampiran hal. L-24). Hal ini disebabkan karena tidak terjadi perubahan luas lahan untuk seluruh jenis (konstan) selama 6 tahun terakhir sehingga tidak memberikan variasi terhadap perubahan debit sungai, dengan demikian nilai korelasi (R) yang terjadi adalah nol. Segmen dengan luas sebesar 6,7 Km² didominasi sebesar 5,43 Km² atau 81% oleh lahan permukiman, sedangkan sisanya berupa rumput, kebun dan tegalan. Lahan permukiman di segmen ini termasuk rumah kembar atau susun dengan nilai C sebesar 0,75. Artinya

air limpasan/aliran permukaan akan lebih besar sebesar 75 % daripada meresap ke dalam tanah sebesar 25 %. Karena hampir semua lahan tertutup oleh lapisan kedap air (permukiman), maka segmen ini cukup besar memberikan kontribusi terhadap fluktuasi debit sungai.

4.3.4 Segmen IV (Viaduct)

Segmen ini dengan luas sebesar 3,69 Km² didominasi oleh lahan permukiman seluas 3,11 Km² atau sebesar 84,3%. Seperti halnya pada segmen III hasil analisis korelasi menunjukkan tidak satupun tata guna lahan yang berkorelasi dengan perubahan debit sungai (lihat lampiran hal. L-25). Hal ini disebabkan karena tidak terjadi perubahan luas lahan (konstan) selama 6 tahun terakhir sehingga tidak memberikan variasi terhadap perubahan debit sungai, dengan demikian nilai korelasi yang terjadi adalah nol. Nilai C untuk lahan permukiman di segmen ini adalah sebesar 0,75. Kondisi ini sama seperti pada segmen II dan III di atas, sehingga segmen ini dinilai memberikan kontribusi juga terhadap fluktuasi debit sungai.

4.3.5 Segmen V (Sukarno Hatta)

Pada segmen ini luas lahan permukiman masih mendominasi dan terjadi peningkatan yaitu tahun 1997 sebesar 14,53 Km², tahun 1998 sebesar 14,55 Km² dan tahun 1999 sebesar 14,57 Km². Sedangkan tahun selanjutnya tidak terjadi perubahan. Jika dirata-ratakan prosentase luas lahan permukiman di segmen ini adalah 86,6 %. Hasil analisis korelasi menunjukkan tidak satupun tata guna lahan yang berkorelasi dengan perubahan debit sungai (lihat lampiran hal. L-26). Pengaruh terhadap debit sungai dari segmen ini kiranya cukup jelas seperti halnya pada segmen II, III dan IV yang dipengaruhi adanya

lapisan kedap air yaitu jenis permukiman. Sumber debit berasal buangan limbah cair juga pada saat hujan air akan lebih banyak teralirkan daripada diserap oleh tanah.

Dengan demikian kenaikan debit sungai dari tahun ke tahun diakibatkan oleh perubahan yang terjadi di bagian hulu. Sedangkan pertambahan dari hulu ke hilir dipengaruhi oleh lahan sepanjang perjalanan sungai dari hulu ke hilir yang didominasi oleh lahan permukiman yang bersifat kedap air. Sehingga debit sungai di bagian hilir merupakan akumulasi debit sepanjang sungai. Jika kita hitung dengan persamaan 2-1 (hal. 16), dimana debit dipengaruhi oleh koefisien aliran permukaan, luas area dan intensitas hujan didapat seperti pada tabel di bawah ini :

Tabel 4.16 Perhitungan Debit Sungai di setiap Segmen DAS Cikapundung

Segmen	Dominasi Lahan	Nilai C	Intensitas Hujan mm/jam	Luas rata-rata (A), Km ²	Debit L/dt	Akumulasi Debit (L/dt)
Dago Pakar	Perkebunan	0,720	0,263	43,22	2.275,19	2.275,19
Lebak Siliwangi	Permukiman	0,750	0,263	3,46	189,73	2.464,92
Tamansari	Permukiman	0,750	0,263	5,43	297,76	2.762,68
Viaduct	Permukiman	0,750	0,263	3,11	170,54	2.933,22
Sukarno Hatta	Permukiman	0,750	0,263	11,56	633,90	3.567,12

Sumber : Hasil Perhitungan, 2004

Hasil di atas akan terjadi pada saat hujan turun, sehingga debit yang terjadi lebih besar dari hasil pengukuran sesaat seperti pada tabel 4.11 di atas. Contoh, di titik Sukarno Hatta hasil pengukuran rata-rata 2.527 L/dt dan hasil perhitungan 3.567 L/dt.

4.4 Dampak Tata Guna Lahan terhadap Kualitas Air Sungai Cikapundung

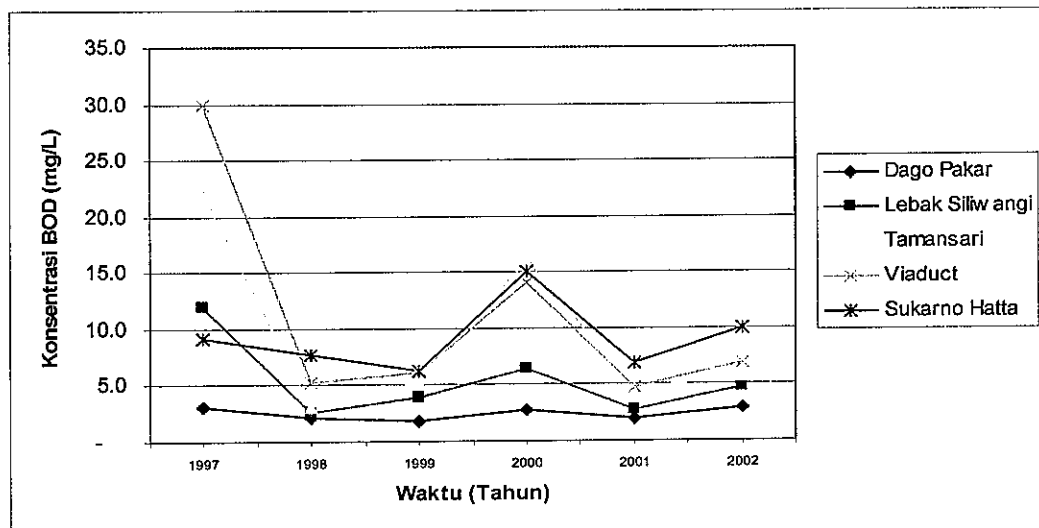
4.4.1 Dampak terhadap Parameter BOD

Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil pemantauan kualitas air sungai selama 6 tahun terakhir melalui Program Kali Bersih (Prokasih) yang dilakukan oleh Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup Kota Bandung pada 5 titik pemantauan gambaran kedua parameter di atas dapat dilihat pada tabel dan gambar di bawah ini.

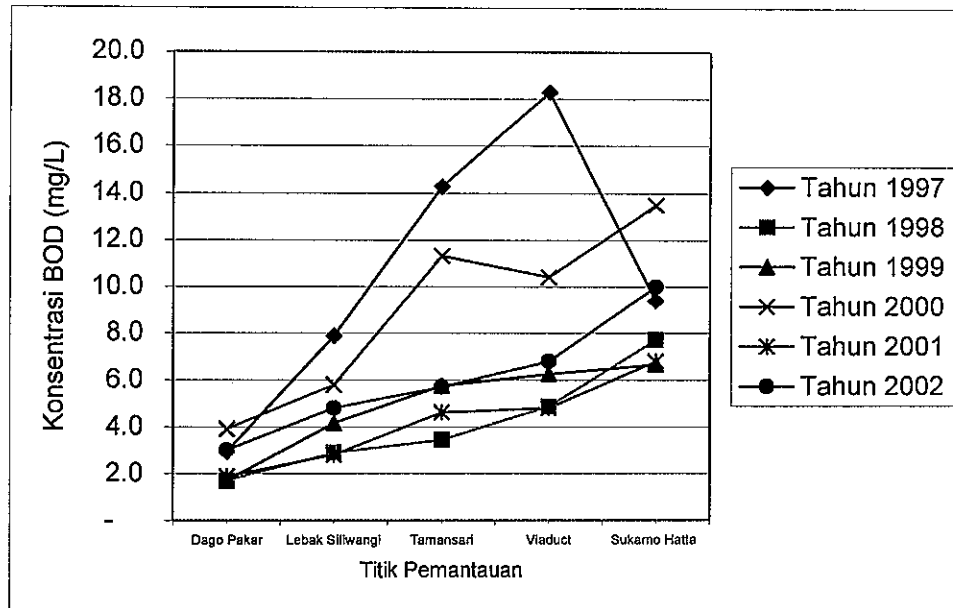
Tabel 4.17 Data BOD di 5 Titik Pemantauan Sungai Cikapundung (1997-2002)

No.	Tahun	Konsentrasi BOD (mg/L) untuk setiap titik pantau				
		Curug Dago	Lebak Slw	Tamansr	Viaduct	S.Hatta
1	1997	3,1	12,0	22,0	30,0	9,1
2	1998	2,2	2,6	3,1	5,2	7,7
3	1999	1,8	4,0	5,3	6,0	6,2
4	2000	2,8	6,4	16,0	14,0	15,0
5	2001	1,9	2,8	4,6	4,8	6,8
6	2002	3,0	4,8	5,7	6,8	10,0
	Rata-rata	2,5	5,4	9,5	11,1	9,1

Sumber : BPLHD Kota Bandung



Gambar 4.9 Konsentrasi BOD di Sungai Cikapundung untuk Setiap titik Pemantauan (tahun 1997-2002)



Gambar 4.10 Konsentrasi BOD di Sungai Cikapundung untuk 6 Tahun Terakhir dari Hulu-Hilir

Pada gambar 4.9 dapat dilihat kondisi konsentrasi BOD untuk setiap titik pemantauan terjadi fluktuasi. Sedangkan pada gambar 4.10 menunjukkan setiap tahunnya cenderung mengalami peningkatan konsentrasi BOD dari mulai hulu sampai dengan ke hilir. Kondisi terburuk rata-rata konsentrasi BOD selama 6 tahun melebihi baku mutu (SK. Gubernur Jabar No. 39 tahun 2000) yaitu > 6 mg/L dimulai dari titik Tamansari (9,5 mg/L), Viaduct (11,1 mg/L) dan Sukarno Hatta (9,1 mg/L). Beberapa analisis terhadap kondisi yang terjadi adalah sebagai berikut :

- Musim/Waktu Pemantauan.** Pemantauan dilakukan pada setiap bulan Oktober tiap tahunnya bersamaan dengan pengukuran debit di atas. Bulan ini merupakan bulan awal/masuk ke bulan basah. Berdasarkan informasi dari laporan pemantauan Prokasih menyebutkan bahwa pada bulan Oktober tersebut telah terjadi hujan meskipun tidak sesering bulan basah (Nopember – Mei), tetapi kondisi cuaca saat pengambilan sampel adalah cerah.

- **Debit Sungai.** Seperti telah dijelaskan di atas kondisi debit selama periode 6 tahun ini termasuk normal atau tidak terjadi kondisi yang ekstrim. Berdasarkan analisis terjadi kenaikan debit dari hulu ke hilir (untuk setiap titik pemantauan) hal ini sama dengan kondisi konsentrasi BOD yaitu terjadi kenaikan. Sehingga pengaruh pencairan/pengenceran dari debit sungai tidak terlihat. Hal ini juga terlihat pada tabel 4.17 di bawah menunjukkan tidak adanya hubungan dengan nilai korelasi – 0,378 (dibawah 0,5).
- **Tata Guna Lahan.** Seperti telah diketahui bahwa polutan organik yang ada di sungai berasal dari berbagai jenis tata guna lahan dengan karakteristiknya masing-masing.

4.4.1.1 Segmen I (Dago Pakar)

Perubahan luas lahan yang terjadi tidak mempunyai korelasi dengan fluktuasi konsentrasi BOD di sungai (lihat lampiran hal. L-13). Pada segmen ini kualitas air masih memenuhi syarat baku mutu yaitu di bawah 6 mg/L, rata-ratanya adalah 2,5 mg/L. Jenis lahan di segmen ini didominasi oleh perkebunan, sedangkan jenis permukiman yang merupakan penghasil buangan organik terbesar tidak besar pengaruhnya karena lokasi lahan permukiman tersebut jauh dari sungai. Fluktuasi konsentrasi BOD yang diperkirakan berasal dari lahan perkebunan dan proses alami.

4.4.1.2 Segmen II (Lebak Siliwangi)

Tetapi pada saat memasuki segmen II (Lebak Siliwangi) perubahan lahan (konversi) dengan adanya pembangunan perumahan mulai terasa adanya pengaruh terhadap konsentrasi BOD. Terlihat dari data di atas ada beberapa tahun konsentrasi

BOD melebihi baku mutu yaitu untuk tahun 1997 sebesar 12 mg/L, tahun 2000 sebesar 6,4 mg/L. Berdasarkan hasil analisis korelasi pada tabel 4.18 menunjukkan beberapa jenis tata guna lahan yang mempunyai hubungan yaitu :

1. permukiman (korelasi 0,867 tingkat kepercayaan 0,025)
2. sawah irigasi (korelasi 0,917 tingkat kepercayaan 0,01)
3. kebun (korelasi -0,908 tingkat kepercayaan 0,012) dan
4. tegalan (korelasi -0,917 tingkat kepercayaan 0,01)

Tabel 4.18 Nilai Korelasi antara BOD dengan Tata Guna Lahan dan Debit (Q) di Segmen II

	Q	Perkim	Rumput	SI	STH	SB	Hutan	Kebun	Tegalan
BOD Korelasi Pearson	-0,378	0,867*	-0,269	0,917*	.	0,420	.	-0,908*	-0,917*
TK (2-Sisi)	0,460	0,025	0,607	0,010	.	0,407	.	0,012	0,010
N	6	6	6	6	6	6	6	6	6

Sumber : Hasil Perhitungan, 2004

Catatan : TK= Tingkat Kepercayaan, N = Jumlah data, SI= Sawah Irigasi, STH=Sawah Tadah Hujan, SB=Semak Belukar

Keempat jenis lahan di atas mempunyai nilai korelasi $> 0,5$ dan nilai tingkat kepercayaan probabilitas $< 0,05$ yang berarti H_0 (tidak hubungan antar variabel *independent*) ditolak dan H_1 (ada hubungan) diterima.

Artinya fluktuasi BOD berhubungan dengan keempat lahan tersebut. Terutama jenis permukiman dan sawah irigasi, kenaikan luasnya mempunyai korelasi yang sebanding. Sebaliknya lahan kebun dan tegalan sebagai lahan yang dikonversi menjadi lahan permukiman berbanding terbalik dengan fluktuasi konsentrasi BOD.

Secara teori, hampir semua jenis penggunaan lahan menghasilkan buangan organik, tetapi mempunyai kadar dan karakteristik yang berbeda-beda. Jenis permukiman yang merupakan tempat bermukimnya penduduk, merupakan penghasil buangan organik terbesar (Davis dan Cornwell, 1991) terutama jika buangan tersebut langsung dibuang ke sungai tanpa diolah terlebih dahulu. Sumber

kedua dari lahan permukiman adalah berasal dari limbah/buangan perkotaan yang terbawa oleh aliran permukaan. Lahan pertanian (*agriculture*) juga menghasilkan buangan organik seperti dari sisa tanaman mati, pupuk dan binatang ternak. Sedangkan lahan perkebunan dan tegalan bukan berarti tidak memberikan kontribusi buangan organik, tetapi fluktuasi luas lahannya tidak sebanding dengan fluktuasi konsentrasi BOD.

Sedangkan hubungan fungsional antara keempat jenis tata guna lahan dengan konsentrasi BOD berdasarkan hasil analisis *regresi linier* (detil perhitungan di lampiran, hal.L-18) untuk segmen II adalah sebagai berikut :

Tabel 4.19 Koefisien Regresi Tata Guna Lahan terhadap BOD

Persamaan		Koefisien		Koefisien Standar	Uji t	Tingkat Kepercayaan
		B	Std. Kesalahan	Beta		
1	Konstanta	595,120	127,842	-0,917	4,655	0,010
	TEGAL	-788,000	170,833		-4,613	0,010
2	Konstanta	290,240	46,153	-0,619	6,289	0,008
	TEGAL	-532,074	49,289		-10,795	0,002
	PERKIM	32,811	3,837		0,491	8,551

Sumber : Hasil Perhitungan, 2004

Berdasarkan hasil analisis regresi di atas, pada persamaan kedua jenis Permukiman dan Tegalan merupakan yang paling signifikan atau berpengaruh kuat dengan nilai tingkat kepercayaan uji t probabilitasnya $< 0,05$, artinya H_0 (Koefisien Regresi tidak signifikan) ditolak dan H_1 (Koefisien Regresi signifikan) diterima. Dengan demikian hubungan fungsionalnya adalah :

$$\text{BOD (mg/L)} = 290,240 + 32,811 \text{ Permukiman} - 532,074 \text{ Tegalan} \quad (4-3)$$

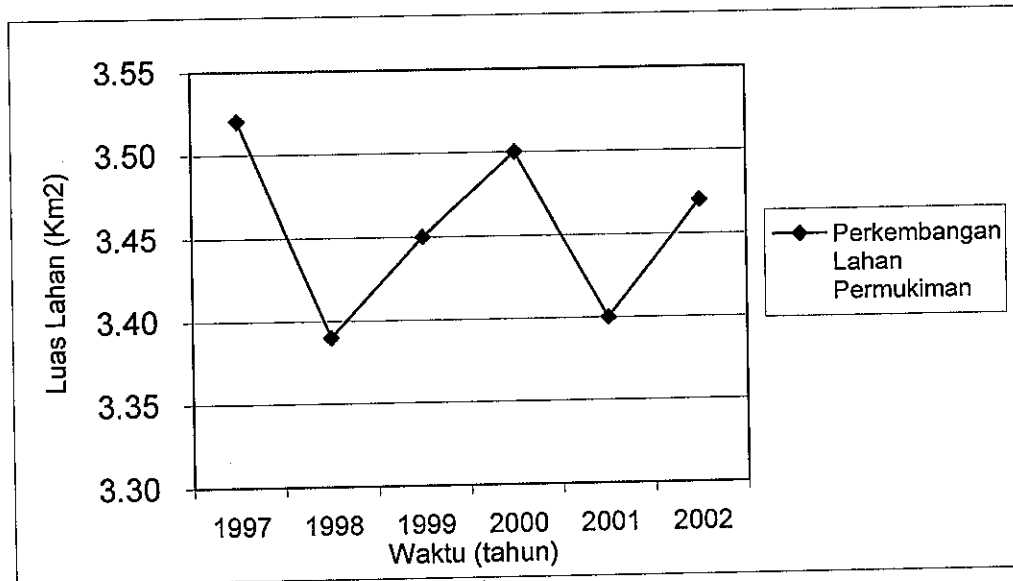
Keterangan :

Satuan luas lahan Permukiman dan Tegalan dalam Km²

Dari persamaan di atas dengan tegas menunjukkan bahwa lahan permukiman mempunyai hubungan yang sebanding dengan konsentrasi BOD, sedangkan lahan tegalan mempunyai hubungan terbalik yang bertindak sebagai salah satu lahan konversi menjadi permukiman, bukan berarti sebagai penyerap BOD atau tidak memberikan kontribusi limbah organik. Namun limbah organik yang dihasilkan dari lahan tegalan ini dinilai sangat kecil, biasanya berupa sisa tanaman atau daun yang mati. Dibandingkan dengan permukiman, kontribusi limbah organik jelas sangat besar sekali yang berupa limbah domestik (tinja dan sampah organik). Jika difokuskan terhadap perkembangan lahan permukiman di segmen ini diperkirakan akan berkembang terus. Perkembangan lahan permukiman selama 6 tahun (1997-2002) dapat dilihat pada gambar 4.11 di bawah. Pada gambar tersebut dapat dilihat terjadi fluktuasi luas lahan permukiman atau turun naik setiap tahunnya. Pada tahun 2002 luas lahan permukiman adalah 3,47 Km² berarti 56,51 % dari luas total segmen ini (6,14 Km²).

Sedangkan tabel 4.20 memperlihatkan hasil simulasi penambahan luas lahan perkim jika diasumsikan akan bertambah terus sebesar 75, 80 dan 100 % dari luas segmen dan lahan tegalan tetap. Paling ekstrim adalah jika seluruh lahan di segmen II ini ditutupi dengan jenis permukiman maka diperkirakan sungai akan mempunyai kualitas dengan konsentrasi BOD sebesar 491,7 mg/L. Dari hasil simulasi ini menunjukkan bahwa penambahan luas lahan permukiman sebesar 1,14 Km² (dari 3,47 menjadi 4,61 Km²) penambahan konsentrasi BOD cukup tajam yaitu sebesar

37,5 mg/L (dari 4,8 menjadi 42,3 mg/L). Batas maksimum lahan permukiman yang diperbolehkan adalah seluas 3,49 Km² atau 57 % dari luas segmen ini, yang akan menghasilkan konsentrasi BOD maksimum yaitu 6 mg/L.



Gambar 4.11 Fluktuasi Luas Lahan Permukiman di Segmen II (1997-2002)

Tabel 4.20 Simulasi Pengaruh Luas Lahan Permukiman terhadap Konsentrasi BOD di Segmen II, Sungai Cikapundung

Lahan Perkim		Lahan Tegalan		Konsentrasi BOD (mg/L)
Luas (Km ²)	%	Luas (Km ²)	%	
3,52	57,3	0,74	12,05	12,0
3,39	55,2	0,75	12,21	2,6
3,45	56,2	0,75	12,21	4,0
3,50	57,0	0,75	12,21	6,4
3,40	55,4	0,75	12,21	2,8
3,47	56,5	0,75	12,21	4,8
3,49	57,0	0,75	12,21	6,0
4,61	75,0	0,75	12,21	42,3
4,91	80,0	0,75	12,21	52,4
6,14	100,0	0,00	0,00	491,7

Sumber : Hasil Perhitungan, 2004
 Catatan : Luas Segmen II = 6,14 Km²

4.4.1.3 Segmen III (Tamansari)

Pada segmen ini penggunaan lahan didominasi oleh permukiman. Tetapi karena tidak terjadi perubahan luas lahan (konstan) selama 6 tahun terakhir maka tidak terjadi korelasi atau memberikan variasi terhadap perubahan konsentrasi BOD (lihat lampiran hal. L-24). Hal ini bukan berarti segmen ini tidak memberikan kontribusi terhadap konsentrasi BOD, bahkan sebaliknya jumlah polutan dari setiap segmen ini terus bertambah sepanjang sungai dan terakumulasi di bagian hilir. Sumber buangan organik dari segmen ini adalah manusia, dimana kepadatan penduduk untuk segmen ini (lihat tabel 4.2) untuk kondisi tahun 2003 adalah 3.750 jiwa/Km². Kemudian pola pembuangan limbah adalah menerus atau *Non-Point Source* (NPS). Sehingga sungai terus menerima buangan organik sepanjang perjalanannya.

4.4.1.4 Segmen IV (Viaduct)

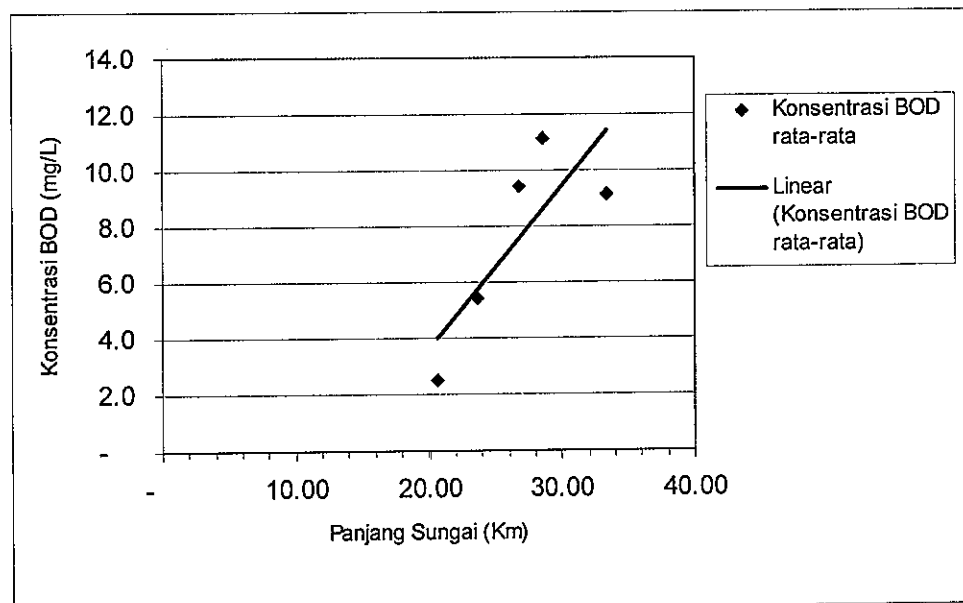
Segmen ini mirip dengan segmen III di atas, dimana lahan yang mendominasi adalah permukiman dengan kepadatan penduduk sebesar 2.706 jiwa/Km². Karena tidak terjadi perubahan luas lahan permukiman (konstan) maka hasil analisis korelasi terhadap perubahan konsentrasi BOD selama 6 tahun adalah nol (lihat lampiran hal. L-25). Pola pembuangan limbah adalah menerus atau *Non-Point Source* (NPS) langsung dari setiap rumah. Sehingga sungai terus menerima buangan organik sepanjang perjalanannya.

4.4.1.5 Segmen V (Sukarno Hatta)

Pada segmen ini penggunaan lahan tetap didominasi oleh permukiman. Meskipun terjadi kenaikan luas lahan permukiman tetapi tetap tidak terjadi korelasi

atau memberikan variasi terhadap perubahan konsentrasi BOD. Kembali lagi bahwa hal ini bukan berarti segmen ini tidak memberikan kontribusi terhadap konsentrasi BOD. Segmen ini mempunyai kepadatan penduduk sebesar 747 jiwa/Km². Kemudian pola pembuangan limbah adalah menerus atau *Non-Point Source* (NPS). Sehingga sungai terus menerima buangan organik sepanjang perjalanannya dari hulu dan terakumulasi di hilir. Kondisi ini terlihat jelas di segmen V ini konsentrasi BOD merupakan paling besar dari setiap segmen, sebagai contoh pada tahun 2002 tercatat konsentrasi BOD sebesar 10 mg/L. Hal ini sesuai dengan pendapat Bartsch (1948) yang menyatakan bahwa masuknya polutan ke dalam aliran sungai akan menyebabkan/mengawali proses-proses baik secara fisik, kimia maupun biologis di daerah hilir, artinya sebagai konsekuensi dari sifat rangkaian sungai yang mengalir dari hulu ke hilir.

Fluktuasi konsentrasi BOD rata-rata selama 6 tahun (1997-2002) sepanjang sungai dari hulu ke hilir akan tampak seperti gambar grafik di bawah ini :



Gambar 4.12 Grafik Fluktuasi Konsentrasi BOD Rata-rata selama 6 tahun sepanjang Sungai Cikapundung (dari hulu ke hilir)

Dari gambar di atas terlihat bahwa fluktuasi konsentrasi BOD sepanjang sungai dari hulu ke hilir mengalami kenaikan terus. Hal ini diakibatkan oleh adanya pembuangan limbah organik dari sepanjang sungai atau bersifat beban memanjang (*Non point source*) dari lahan permukiman. Terlihat bahwa kondisi mulai memburuk pada segmen II, selanjutnya segmen III, IV dan V konsentrasi berada di atas baku mutu (>6 mg/L) dimana pemanfaatan lahan didominasi oleh permukiman.

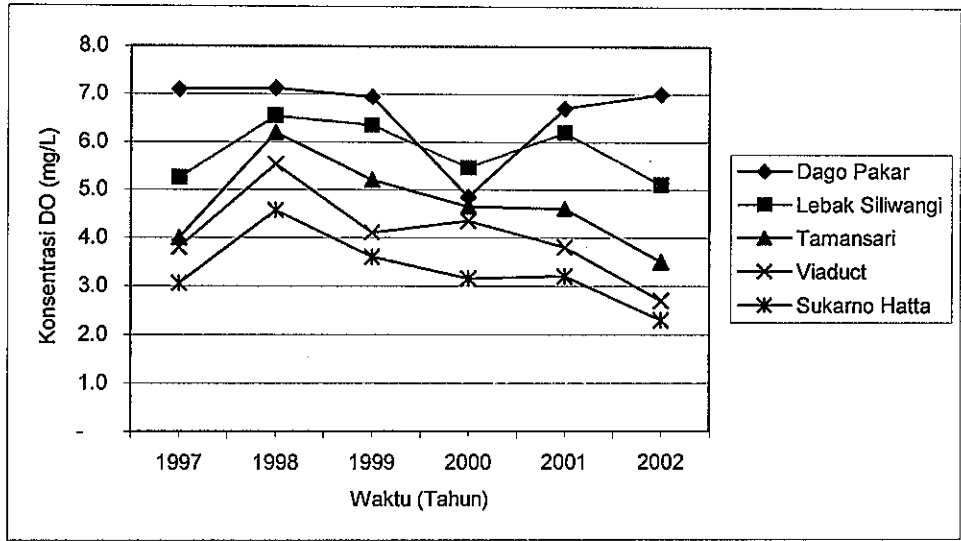
4.4.2 Dampak terhadap Parameter DO

Sebagai pembandingan terhadap parameter BOD di perairan sungai, pengukuran terhadap konsentrasi oksigen terlarut perlu dilakukan. Karena pada prinsipnya pengukuran BOD tersebut adalah pengukuran konsentrasi oksigen terlarut. Berikut di bawah ini data konsentrasi oksigen terlarut di Sungai Cikapundung yang pengambilannya bersamaan dengan sampling parameter BOD.

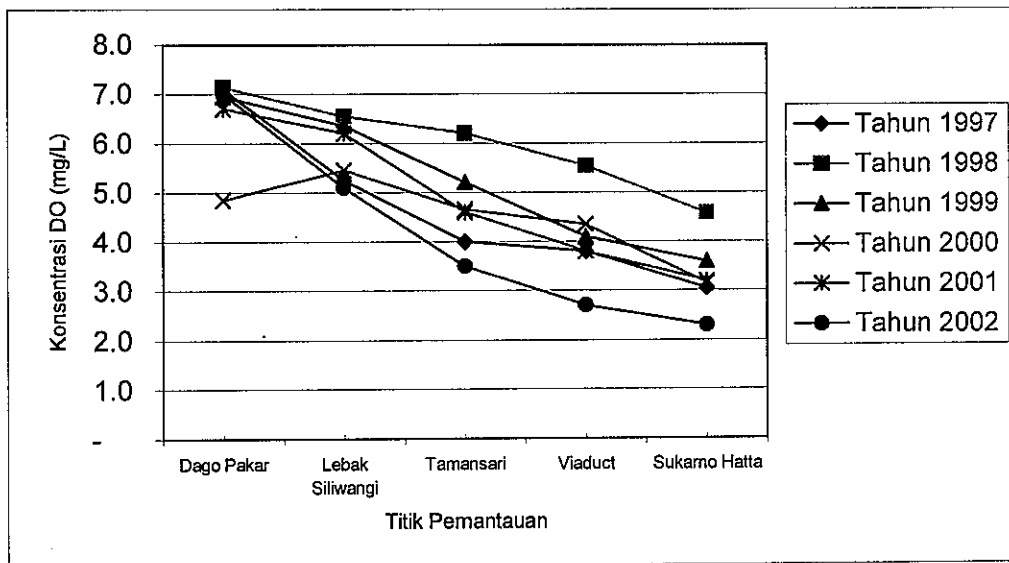
Tabel.4.21 Data Konsentrasi DO di 5 Titik Pemantau Sungai Cikapundung (1997-2002)

No.	Tahun	Konsentrasi DO (mg/L) untuk setiap titik pantau				
		Curug Dago	Lebak Siliwangi	Tamansari	Viaduct	Sukarno Hatta
1	1997	6,9	4,2	1,8	1,5	1,7
2	1998	7,3	6,3	5,6	5,6	4,5
3	1999	6,9	6,4	5,3	4,0	4,1
4	2000	5,2	4,8	4,8	4,2	4,0
5	2001	6,7	6,2	4,6	3,8	3,2
6	2002	7,0	5,1	3,5	2,7	2,3
	Rat-rata	6,7	5,5	4,3	3,6	3,3

Sumber : BPLHD Kota Bandung



Gambar 4.13 Konsentrasi DO di Sungai Cikapundung untuk Setiap Titik Pemantauan (tahun 1997-2002)

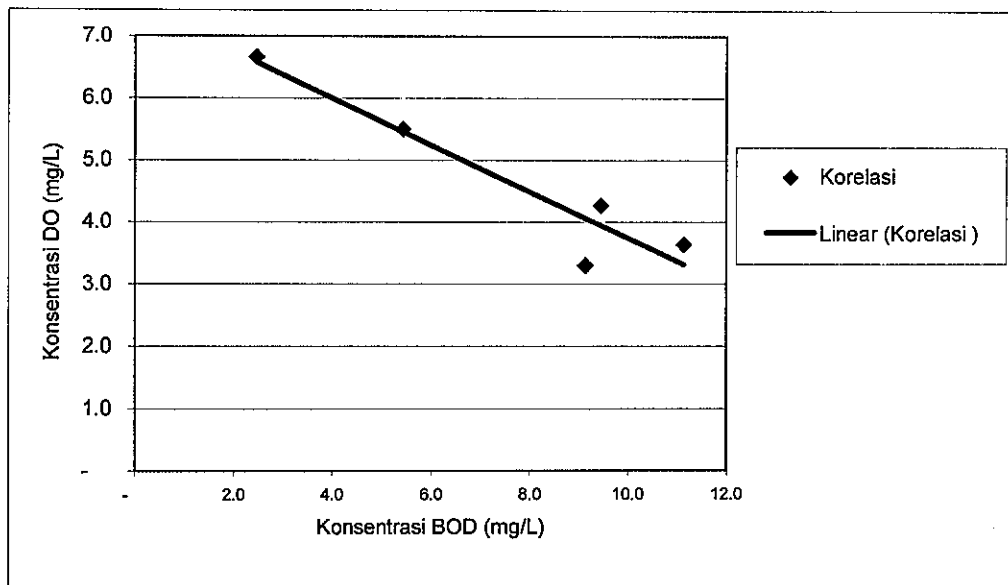


Gambar 4.14 Konsentrasi DO di Sungai Cikapundung untuk 6 Tahun Terakhir dari Hulu-Hilir

Sedangkan untuk konsentrasi DO (Oksigen Terlarut), terlihat terjadi penurunan konsentrasi dari hulu sampai ke hilir (gambar 4.14) bahkan mencapai pada kondisi yang tidak memenuhi syarat yaitu < 3 mg/L (SK. Gubernur Jabar No. 39 tahun 2000) terutama di titik pemantauan Sukarno Hatta dimana konsentrasi oksigen terlarut

terendah mencapai 1,7 mg/L pada tahun 1997. Sedangkan secara rata-rata konsentrasi terendah dicapai pada 3,3 mg/L di titik Sukarno Hatta. Demikian pula untuk tiap titik pemantauan (gambar 4.13), setiap tahunnya cenderung mengalami penurunan konsentrasi DO. Beberapa analisis adalah sebagai berikut :

- **Pengaruh BOD.** Dengan adanya peningkatan konsentrasi BOD di sepanjang sungai menyebabkan menurunnya konsentrasi oksigen terlarut akibat dikonsumsi oleh mikroorganisme untuk mendegradasi bahan organik tersebut. Secara alamiah setiap perairan yang sehat mampu melakukan pemulihan kondisi secara sendirinya (*self purification*) apabila mengandung kandungan oksigen terlarut yang cukup yaitu lebih dari 4-5 mg/L (Davis & Cornwell, 1991). Namun pada kasus ini dengan adanya lahan permukiman sepanjang sungai memberikan beban buangan organik yang cukup besar. Faktor kedua yang menyebabkan menurunnya kadar DO adalah pola masuknya polutan dari hulu ke hilir adalah NPS atau secara terus menerus sepanjang sungai, dengan demikian konsentrasi DO semakin ke hilir semakin berkurang. Hal ini terjadi di DAS Cikapundung, semua buangan dari penduduk langsung dibuang ke sungai dari setiap rumah di sepanjang sungai. Di bawah ini gambar 4.15 grafik yang memperlihatkan hubungan antara konsentrasi BOD rata-rata dengan konsentrasi DO rata-rata yang terjadi menunjukkan bahwa dengan adanya buangan organik secara terus menerus menyebabkan kadar DO terus menurun. Dengan demikian tidak terjadi pemulihan kondisi seperti halnya kasus-kasus sungai yang menerima buangan yang berpola satu titik (PS).



Gambar 4.15 Grafik Hubungan Konsentrasi BOD Rata-rata terhadap Konsentrasi DO Rata-rata di Sungai Cikapundung

- **Pengaruh Debit.** Untuk melihat pengaruh debit terhadap kondisi konsentrasi DO dapat dilihat pada hasil analisis korelasi tabel 4.21 di bawah menunjukkan korelasi yang sangat lemah 0,097 atau $< 0,5$. Jadi kondisi ini tidak berhubungan atau dipengaruhi oleh fluktuasi debit sungai.
- **Tata guna lahan.** Seperti diketahui bahwa terjadinya penurunan konsentrasi oksigen terlarut merupakan akibat dari masuknya buangan/polutan yang berasal dari berbagai jenis tata guna lahan. Jadi secara teori akan berbanding terbalik terhadap hubungan tata guna lahan dengan BOD. Namun demikian berdasarkan analisis korelasi pada tabel 4.25 hasilnya menunjukkan bahwa pada segmen II jenis tata guna lahan yang berkorelasi adalah :
 1. permukiman (korelasi $-0,895$ tingkat kepercayaan 0,016) dan
 2. perkebunan (korelasi 0,899 tingkat kepercayaan 0,015)

Tabel 4.22 Nilai Korelasi antara DO dengan BOD, Tata Guna Lahan dan Debit (Q) di Segmen II

		BOD	Q	Perkim	Rumput	SI	STH	SB	Hutan	Kebun	Tegalan
DO	Korelasi Pearson	-0,885	0,097	-0,895*	0,396	-0,688	.	0,352	.	0,899*	0,688
	TK (2-Sisi)	0,19	0,854	0,016	0,437	0,131	.	0,494	.	0,015	0,131
	N	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6

Sumber : Hasil Perhitungan, 2004

Catatan : TK= Tingkat Kepercayaan, N = Jumlah data, SI= Sawah Irigasi, STH=Sawah Tadah Hujan, SB=Semak Belukar

Hal ini terlihat dengan nilai korelasi kedua lahan tersebut $> 0,5$ dan mempunyai signifikansi probabilitas $< 0,05$ artinya H_0 (Tidak ada hubungan antar variabel) ditolak dan H_1 (Ada hubungan antar variabel) diterima.

Dari hasil tersebut tampak bahwa lahan permukiman berkorelasi dengan konsentrasi DO yang bersifat negatif atau terbalik. Artinya, semakin besar lahan permukiman, konsentrasi DO akan berkurang. Hal ini sebagai dampak dari adanya polutan yang berasal dari lahan permukiman seperti nampak pada hasil korelasi tata guna lahan dengan konsentrasi BOD. Namun perlu dipahami pula bahwa bukan berarti menurunnya konsentrasi DO hanya diakibatkan oleh lahan permukiman saja, masih banyak faktor lain yang mempengaruhi kondisi DO, diantaranya kondisi fisik sungai itu sendiri, kehidupan biota dan tanaman di sungai tersebut yang memanfaatkan oksigen terlarut untuk melakukan respirasi, pola pembuangan limbah tersebut, debit sungai dan musim.

Sedangkan lahan perkebunan bertindak sebagai lahan konversi bersifat sebanding dengan konsentrasi DO, hal ini sebagai konsekuensi konversi lahan menjadi permukiman.

Tabel 4. 23 Koefisien Regresi Tata Guna Lahan terhadap DO

Persamaan		Koefisien		Koefisien Standar	Uji t	Tingkat Kepercayaan
		B	Std. Kesalahan	Beta		
1	Konstanta	-14,067	4,757		-2,957	0,042
	KEBUN	16,105	3,913	0,899	4,116	0,015

Sumber : Hasil Perhitungan, 2004

Dari hasil perhitungan pada tabel 4.26 di atas (detil perhitungan di lampiran hal. L-21) menunjukkan bahwa jenis Kebun mempunyai pengaruh yang sangat kuat terhadap fluktuasi DO dengan nilai signifikansi/tingkat kepercayaan uji t sebesar 0,015 yang berarti $< 0,05$ jadi H_0 (Koefisien Regresi tidak signifikan) ditolak dan H_1 (Koefisien Regresi signifikan) diterima, dengan hubungan fungsionalnya :

$$DO \text{ (mg/L)} = -14,067 + 16,105 \text{ Kebun} \quad (4-4)$$

Keterangan :

Satuan luas lahan dalam Km^2

Persamaan di atas digunakan untuk memprediksi batas-batas luas lahan perkebunan yang diperkenankan, simulasi lengkap dapat dilihat pada tabel 4.27 di bawah ini :

Tabel 4.24 Simulasi Pengaruh Luas Lahan Perkebunan terhadap Konsentrasi DO di Segmen II, Sungai Cikapundung

Lahan Kebun		Konsentrasi DO (mg/L)
Luas (Km ²)	%	
1,14	18,6	4,2
1,29	21,0	6,3
1,23	20,0	6,4
1,18	19,2	4,8
1,24	20,2	6,2
1,21	19,7	5,1
1,21	19,7	5,4
1,25	20,4	6,1
1,37	22,3	8,0
1,06	17,3	3,0

Sumber : Hasil Perhitungan, 2004

Catatan : Luas Lahan Segmen II = 6,14 Km^2

Dari hasil simulasi di atas dapat dilihat batas minimum luas lahan perkebunan untuk mencapai konsentrasi DO sebesar 3 mg/L adalah 1,06 Km^2 .

BAB V

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan dapat disimpulkan beberapa hal penting yaitu :

1. Segmen I (Dago Pakar). Tata guna lahan mempunyai hubungan atau pengaruh terhadap fluktuasi debit sungai. Hubungan fungsional yang terbentuk debit sungai ditentukan oleh lahan jenis hutan yang mempunyai korelasi negatif. Prediksi ke depan, lahan hutan mempunyai kecenderungan berkurang dengan demikian debit sungai akan terus bertambah, diperkirakan untuk 10 tahun ke depan (tahun 2012) luas lahan hutan sebesar $6,42 \text{ Km}^2$ dan debit sungai sebesar $8,011.08 \text{ L/dt}$.
2. Segmen II (Lebak Siliwangi). Sesuai dengan kondisinya masih mengalami perkembangan, perubahan tata guna lahan di segmen ini mempunyai hubungan atau pengaruh terhadap fluktuasi BOD dan DO. Untuk parameter BOD, dipengaruhi oleh lahan permukiman dan tegalan. Hasil simulasi terhadap fluktuasi luas lahan permukiman yang diperkirakan akan terus berkembang di segmen ini menunjukkan batas maksimum luas lahan perkim adalah $3,499 \text{ Km}^2$ untuk menghasilkan kualitas air sungai dengan konsentrasi BOD sebesar 6 mg/L . Sedangkan parameter DO, hubungan fungsional yang terjadi adalah terhadap lahan kebun, sebagai lahan konversi menjadi lahan permukiman. Hasil simulasi luas lahan perkebunan untuk menghasilkan kualitas air sungai dengan konsentrasi DO minimal 3 mg/L adalah minimal sebesar $1,06 \text{ Km}^2$.

3. Segmen III (Tamansari), IV (Viaduct) dan V (Sukarno Hatta). Luas lahan di ketiga segmen ini tidak memberikan variasi terhadap fluktuasi semua parameter kualitas dan kuantitas air sungai. Karena di segmen ini luas seluruh tata guna lahan relatif konstan atau tidak mengalami perubahan selama 6 tahun (1997-2002). Sehingga nilai korelasi yang terjadi adalah nol. Tetapi bukan berarti tidak memberikan pengaruh terhadap konsentrasi BOD dan DO serta debit sungai. Dominasi lahan oleh permukiman mencirikan besarnya pengaruh terhadap debit sungai dengan nilai $C = 0,75$, serta kepadatan penduduk yang padat dan pola pembuangan limbah secara NPS menyebabkan konsentrasi BOD terus meningkat sampai ke hilir yang berdampak berkurangnya konsentrasi DO.

Hasil keseluruhan menunjukkan bahwa perubahan tata guna lahan selama 6 tahun di DAS Cikapundung ini memberikan dampak terhadap kualitas dan kuantitas air sungai. Lahan hutan memberikan dampak terhadap kuantitas. Lahan Permukiman, Tegalan dan Kebun memberikan dampak terhadap kualitas air sungai.

5.1 Rekomendasi

Selanjutnya peneliti mencoba untuk memberikan beberapa rekomendasi atau saran yang terbagi menjadi dua yaitu untuk memperdalam penelitian ini baik di lokasi yang sama maupun di lokasi lainnya serta usulan program yang dalam jangka pendek harus dilakukan. Rekomendasi atau saran penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut :

1. Diperlukan data variabel di atas yang lebih banyak untuk mempertajam analisis
2. Data penduduk yang lebih lengkap, terutama yang membuang limbah ke sungai
3. Pengkajian pola serta karakteristik buangan yang dihasilkan dari setiap jenis lahan

4. Pengkajian secara sosial atau pola hidup masyarakat setempat
5. Pengkajian terhadap pola aliran permukaan
6. Perancangan bangunan dan penataan kawasan

Sedangkan rekomendasi atau saran yang penulis usulkan untuk segera dilakukan dalam jangka pendek adalah sebagai berikut :

1. Beberapa sasaran pengelolaan yang secara umum ingin dicapai untuk setiap DAS adalah optimalisasi fungsi hidrologis, optimalisasi lahan termasuk vegetasi, dan peningkatan peran serta masyarakat melalui kelembagaan yang mantap.
2. Bagian Hulu (segmen I dan II), yang merupakan wilayah berkembang.
 - Mentertibkan bangunan-bangunan permanen yang tidak memenuhi syarat ekologis.
 - Mentertibkan bangunan-bangunan liar atau tanpa ijin.
 - Mengkaji ulang rencana pembangunan perumahan, terutama dokumen AMDAL.
 - Mengendalikan tata guna lahan sesuai aturan yang telah ditetapkan
3. Segmen III, IV dan V, yang merupakan daerah permukiman tetap.
 - Merencanakan penataan kawasan sesuai dengan aturan yang berlaku.
 - Melakukan pendekatan ke masyarakat untuk bersama-sama menata kembali kawasan DAS Cikapundung tersebut.
 - Mentertibkan bangunan-bangunan liar atau tanpa ijin dengan memberikan alternatif relokasi.
 - Pembangunan infrastruktur seperti pengolahan limbah dan pengelolaan sampah

Daftar Pustaka

1. Anthony J.C dan James C.S, 1988, *Perencanaan Kota, terjemahan dari : Urban Plannings*, Penerbit Erlangga, Indonesia.
2. Badan Pengendalian Lingkungan Hidup Prop. Jawa Barat, 2003, *Model Sebagai Alat Bantu Dalam Mengelola Lahan Dalam Kaitannya Dengan Pengelolaan Debit Air Sungai di Propinsi Jawa Barat*, Laporan Pendahuluan, BPLHD dan LIPI-Pusat Penelitian Geoteknologi.
3. Bartsch, A.F., 1948, "Biological Aspects of Stream Pollution, " in *Biology of Water Pollution. A collection of selected papers on stream pollution, waste water and water treatment* by L. E. Keup et al., Federal Water Pollution Control Administration, Cincinnati, Ohio, 1 October, 1967.
4. Canter, Larry W, 1996, *Environmental Impact Assessment*, McGraw Hill, Inc.
5. Chapman, D. (ed)., 1992, *Water Quality Assessments*, Chapman and Hall, London.
6. Damanhuri. Enri, 1993, *Diktat Kuliah Statika*, Jurusan Teknik Lingkungan, ITB.
7. Davis and Cornwell, 1991, *Introduction to Environmental Engineering*, 2nd Edition, McGraw-Hill Int.Ed, Singapore.
8. Endang, Lita., 2003, *Kondisi dan Kualitas Lingkungan Cikapundung saat ini*, Lokakarya Penyusunan Program Terpadu Penanganan Pencemaran Sungai Cikapundung, Pemda Propinsi Jawa Barat dan LPPM Unisba .
9. Hem, J.D., 1970, "Study and Interpretation of the Chemical Caharacteristics of Natural Water", U.S. Geological Survey Water Supply Paper No. 1473, 363 pp.
10. Kiely, Gerard., 1998, *Environmental Engineering*, McGraw-Hill Int.Ed, Singapore.
11. Lorup, J.K., Refsgaard, J.C. and Mazvimavi, D., 1998, *Assessing the effect of land use change on catchment runoff by combined use of statistical tests and hydrological modeling: Case studies from Zimbabwe*. Journal of Hydrology 205, 147-163.
12. Lazaro, Timothy R, 1979, *Urban Hydrology A Multidisciplinary Perspective*, Ann Arbor Science.Inc, Michigan, USA.
13. Marsh, W.M., 1978, *Environmental Analysis for Land Use and Site Planning*, McGraw-Hill Book Company, USA.

14. Marsh, W.M, 1991, *Landscape Planning Environmental Applications*, John Wiley & Sons, Inc., New York.
15. Nazir, M., 1999, *Metode Penelitian*, Cetakan keempat, Ghalia Indonesia.
16. Overton, D.E, and M.E. Meadows, 1976, *Stormwater Modeling* (New York: Academic Press Inc.) 358 pp.
17. *Pemantauan Sungai di Jawa Barat, Laporan Pelaksanaan*, 1990, Dinas Pengelolaan Sumber Daya Air Prop. Jawa Barat (dulu Dinas Pengairan).
18. *Program Kali Bersih, Laporan Pelaksanaan tahun 1997 – 2002*, Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup Pemerintah Kota Bandung.
19. Savini, J., dan J.C.Kammerer, 1961, "Urban Growth and the Water Regimen", U.S. Geological Survey Water Supply Paper No. 1591-A, pp. A-1 to A-9.
20. Santoso, Singih, 2001, *SPSS Mengolah Data Statistik secara Profesional*, PT. Gramedia, Jakarta.
21. Sumardjo, 2003, *Laporan Feasibility Study Pembangunan Septic Tank Komunal di Cikapundung*, BPLHD Kota Bandung.
22. Sunarsih, Sri, 2003, *Diktat Kuliah Statistik*, MIL-Undip.
23. Widiati, A., 1998, *Analisis Pengaruh Perubahan Fungsi Ruang Hidrologi Terhadap Keseimbangan Air Studi Kasus Cekungan Bandung*, Tesis Magister, Jurusan Teknik Lingkungan ITB, Bandung.