



UNIVERSITAS INDONESIA

**PENGARUH PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN
TERHADAP KARAKTERISTIK HIDROLOGI
DAERAH TANGKAPAN AIR WADUK DARMA,
KABUPATEN KUNINGAN, PROVINSI JAWA BARAT**

TESIS

Oleh :

ARIF ISMAIL

NPM : 0706172355

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
PROGRAM MAGISTER ILMU GEOGRAFI
UNIVERSITAS INDONESIA
DEPOK, DESEMBER 2009**



UNIVERSITAS INDONESIA

**PENGARUH PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN
TERHADAP KARAKTERISTIK HIDROLOGI
DAERAH TANGKAPAN AIR WADUK DARMA,
KABUPATEN KUNINGAN, PROVINSI JAWA BARAT**

TESIS

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister Sains Ilmu Geografi**

Oleh :

ARIF ISMAIL

NPM : 0706172355

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
PROGRAM MAGISTER ILMU GEOGRAFI
UNIVERSITAS INDONESIA
DEPOK, DESEMBER 2009**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Arif Ismail

NPM : 0706172355

Tanda Tangan :

Tanggal : 31 Desember 2009

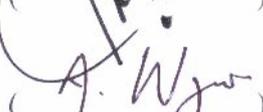
HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh :

Nama : Arif Ismail
NPM : 0706172355
Program Studi : Magister Ilmu Geografi
Judul Tesis : Pengaruh Perubahan Penggunaan Lahan terhadap Karakteristik Hidrologi Daerah Tangkapan Air Waduk Darma, Kabupaten Kuningan, Jawa Barat

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Sains (M.Si) di bidang Ilmu Geografi pada Program Studi Ilmu Geografi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Ketua Sidang : Drs. Hari Kartono, MS ()
Pembimbing I : Dr. rer.nat. Eko Kusratmoko, MS ()
Pembimbing II : Drs. Sobirin, M.Si ()
Penguji I : Dr. Djoko Harmantyo, MS ()
Penguji II : Dr. Tarsoen Waryono, MS ()

Ditetapkan di : Depok
Tanggal : 31 Desember 2009

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah *Subhanahu wa Ta'ala*, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tesis dengan judul Pengaruh Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Karakteristik Hidrologi Daerah Tangkapan Air Waduk Darma, Kabupaten Kuningan, Provinsi Jawa Barat. Shalawat serta salam semoga tetap tercurah pada Rasulullah *Shallallahu 'Alaihi wa Sallam*, kepada keluarganya, sahabatnya, dan para pengikutnya hingga akhir zaman.

Penulisan Tesis ini dilakukan dalam rangka menyelesaikan Program Magister Ilmu Geografi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia. Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Tesis ini, sangatlah sulit penulis untuk menyelesaikan Tesis ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

- (1) Dr. Tarsoen Waryono, MS, selaku ketua program studi dan Penguji II yang telah memberikan izin kepada penulis dalam melaksanakan penelitian dan saran yang konstruktif pada Tesis ini,
- (2) Dr. *rer.nat.* Eko Kusratmoko, MS sebagai pembimbing I yang telah meluangkan banyak waktunya untuk membimbing penulis,
- (3) Drs. Sobirin, M.Si sebagai pembimbing II yang turut memberikan arahan dan bimbingan selama pengerjaan Tesis ini,
- (4) Dr. Djoko Harmantyo, MS selaku penguji II yang telah memberikan masukan dan koreksi pada Tesis ini,
- (5) Drs. Hari Kartono, MS selaku penguji III yang telah memberikan koreksi pada Tesis ini,
- (6) Kepala Bapeda Kabupaten Kuningan, yang atas bantuan data penggunaan lahan dan Master Plan Kabupaten Kuningan 2030
- (7) Kepala Balai PSDA Cimanuk Cisanggarung, atas dukungan data hidrologi Waduk Darma

- (8) Kepala Dinas Pengairan dan Pertambangan Kabupaten Kuningan, atas dukungan data curah hujan di lokasi penelitian
- (9) Kepala Dinas Pertanahan Kabupaten Kuningan, atas dukungan data penggunaan tanah Kecamatan Darma
- (10) Ayahanda, Ibunda, Akbar Wahidin, Ima Himawati Fauziyah yang telah memberikan dukungan do'a dan semangat kepada penulis selama menyelesaikan Tesis ini,
- (11) Rekan-rekan mahasiswa Program Studi Magister Ilmu Geografi, yang selalu semangat selama belajar dan menyelesaikan Tesis.
- (12) Semua pihak yang tidak mungkin penulis sebutkan satu persatu.

Penulis berharap semoga Tesis ini dapat memberikan manfaat, baik bagi penulis sendiri maupun bagi para pembaca. Penulis menyadari bahwa tulisan ini masih jauh dari kesempurnaan dan memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, saran dan kritik penulis harapkan agar dapat menambah wawasan dan pengetahuan bagi penulis dimasa yang akan datang.

Depok, Desember 2009

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Arif Ismail
NPM : 0706172355
Program Studi : Magister Ilmu Geografi
Departemen : Geografi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Jenis karya : Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Pengaruh Perubahan Penggunaan Lahan terhadap Karakteristik Hidrologi Daerah Tangkapan Air Waduk Darma, Kabupaten Kuningan, Provinsi Jawa Barat

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok
Pada tanggal : 31 Desember 2009
Yang menyatakan

(Arif Ismail)

ABSTRAK

Nama : Arif Ismail
Program Studi : Magister Ilmu Geografi
Judul : Pengaruh Perubahan Penggunaan Lahan terhadap Karakteristik Hidrologi Daerah Tangkapan Air Waduk Darma, Kabupaten Kuningan, Provinsi Jawa Barat

Penelitian dilakukan di daerah tangkapan air (DTA) Waduk Darma (luas 2903 ha), Kabupaten Kuningan Provinsi Jawa Barat. Penelitian ini membahas pengaruh perubahan penggunaan lahan terhadap karakteristik hidrologi di lokasi penelitian dalam periode tahun 1991 – 2008. Citra Landsat 5 TM tahun 1991 dan landsat 7 ETM tahun 2008 digunakan untuk mengetahui persebaran jenis penggunaan lahan. Parameter penggunaan lahan, lereng, jenis tanah, dan kerapatan aliran digunakan untuk mengetahui persebaran koefisien aliran dengan menggunakan metode Cook's. Analisis kecenderungan variabel koefisien aliran tahunan, debit aliran langsung, debit aliran dasar, dan koefisien regim sungai, digunakan untuk mengetahui kondisi hidrologi selama periode penelitian.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis penggunaan lahan yang dominan berubah adalah hutan, tegalan, dan pemukiman. Perubahan penggunaan lahan banyak terjadi pada lereng $> 15\%$, mengakibatkan kenaikan nilai koefisien hasil perhitungan metode Cook's. Hasil analisis data hidrologi tahun 1991 - 2008 menunjukkan adanya kecenderungan kenaikan besarnya nilai koefisien aliran tahunan, debit aliran langsung dan koefisien regim sungai, sedangkan aliran dasar cenderung turun. Hasil simulasi skenario 1a, 1b, 2a, dan 2b menunjukkan bahwa terdapat pengaruh variasi perubahan penggunaan lahan terhadap karakteristik hidrologi yang meliputi koefisien aliran, aliran langsung, dan aliran dasar.

Kata Kunci : Perubahan penggunaan lahan, koefisien Aliran, koefisien regim sungai, debit aliran langsung, debit aliran dasar

ABSTRACT

Name : Arif Ismail
Study program : Geography
Tittle : Impact of land use change to hydrological characteristic in Darma's Lake catchment area, Kuningan Regency, West Java Province

The research was conducted in The Darma's Lake catchment area (2903 ha), Kuningan Regency, West Java Province. This study discusses the influence of land use change on hydrological characteristic in the period 1991 to 2008. Landsat 5 TM years 1991 and Landsat 7 ETM years 2008 were used to determine land use distribution and their changing. Land use, slope, soil type, and drainage density were used to determine distribution of runoff coefficient with Cook's method. Trend analysis on annual runoff coefficient, direct runoff, base flow and river regime coefficient, were done to know actual hydrological condition.

The research results show that the land use has been changed particularly, forest, cultivated, and settlement area. Its changes dominant occurs on the slope $> 15\%$. Based on the Cook's methods, land use change causes an increase in the runoff coefficient. Hydrological data analysis in time series 1991 – 2008, indicate a tendency of increase of annual runoff coefficient, direct runoff, and river regime coefficient, while the base flow tends to decrease. The results of scenarios 1a, 1b, 2a, and 2b show the influence, land use changes on hydrological characteristics particularly, run off coefficient, direct run off, and base flow.

Keywords: land use change, runoff coefficient, river regime coefficient, direct runoff, base flow

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR PETA	xiii
1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	6
1.5 Kerangka Berfikir dan Definisi Operasional	6
2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Penggunaan Lahan	9
2.2 Pola Penggunaan Lahan	9
2.3 Peranan Penginderaan Jauh untuk Deteksi Penggunaan Lahan	13
2.4 Sistem Hidrologi dan Ekosistem Daerah Aliran Sungai	14
2.5 Pengaruh Penggunaan Lahan terhadap Karakteristik Aliran	15
2.6 Penelitian Terdahulu	16
3. METODE PENELITIAN	
3.1 Metode Pendekatan	22
3.2 Bahan Penelitian	22
3.3 Alat Penelitian	23
3.4 Cara Penelitian	23
3.5 Pemilihan Daerah Penelitian	25
3.6 Cara Pengolahan Data	25
3.7 Cara Analisis Data.....	33
4. KONDISI UMUM DAERAH PENELITIAN	
4.1 Letak, Batas, dan Luas Daerah Penelitian	35
4.2 Curah Hujan	36

4.3	Kondisi Geomorfologi	38
4.4	Kondisi Geologi	39
4.5	Kondisi Tanah	40
4.6	Kondisi Hidrologi	41
5. HASIL DAN PEMBAHASAN		
5.1	Karakteristik Penggunaan Lahan	43
5.1.1	Jenis dan Persebaran Penggunaan Lahan	43
5.1.2	Akurasi Hasil Interpretasi	46
5.1.3	Pola Perubahan Jenis Penggunaan Lahan	48
5.2	Distribusi Koefisien Aliran	50
5.2.1	Kemiringan lahan	50
5.2.2	Penutup Lahan	50
5.2.3	Kerapatan Aliran	52
5.2.4	Infiltrasi Tanah	52
5.2.5	Sebaran Koefisien Aliran	53
5.2.6	Karakteristik Koefisien Aliran Tahunan	55
5.3	Koefisien Regim Sungai	58
5.4	Tinjauan Penataan Ruang Daerah Tangkapan Air Waduk Darma	59
5.5	Evaluasi Kesesuaian Lahan Daerah Tangkapan Air Waduk Darma dan Kondisi Penggunaan Lahan Tahun 2008	61
5.6	Simulasi Perubahan Penggunaan Lahan	62
6.	KESIMPULAN	69
	DAFTAR PUSTAKA	70

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 : DAFTAR PETA

LAMPIRAN 2 : FOTO LAPANGAN

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Klasifikasi Penutup Lahan	27
Tabel 3.2. Pengujian Ketelitian Interpretasi	28
Tabel 3.3. Klasifikasi Kemiringan Lereng	28
Tabel 3.4. Klasifikasi Nilai Infiltrasi Tanah Metode Cook's	29
Tabel 3.5. Klasifikasi Kerapatan Aliran.....	29
Tabel 3.6. Nilai Bobot Parameter Metode Cook's.....	31
Tabel 3.7. Klasifikasi Koefisien Aliran Metode Cook's	31
Tabel 4.1. Curah Hujan Rerata Bulanan Beberapa Stasiun di Lokasi Penelitian	36
Tabel 5.1. Penggunaan Lahan di DTA Waduk Darma.	45
Tabel 5.1. Matrik Uji Ketelitian Intepretasi Penutup Lahan	47
Tabel 5.3. Matrik Pola Perubahan Jenis Penggunaan Lahan (Ha) Tahun 1991 – 2008	48
Tabel 5.4. Penyesuaian Kelas Penutup Lahan	51
Tabel 5.5. Kelas Tekstur Tanah di DTA Darma	53
Tabel 5.6. Klasifikasi Koefisien Aliran DTA Waduk Darma.....	54
Tabel 5.7 Koefisien Aliran Tahunan DTA Waduk Darma	56
Tabel 5.8. Kesesuaian Lahan DTA Waduk Darma	60
Tabel 5.9. Kesesuaian Lahan dan Penggunaan lahan Tahun 2008	62
Tabel 5.10. Skenario Perubahan Penggunaan Lahan	63
Tabel 5.11. Simulasi Koefisien Aliran dan Volume Air	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Diagram Kerangka Berfikir Penelitian	6
Gambar 2.1. Skema Evolusi Penggunaan Lahan di Indonesia.....	12
Gambar 2.2. Penginderaan Jauh Elektromagnetik untuk Sumber Daya Bumi ..	13
Gambar 2.3. Susunan Hirarki Unsur Interpretasi Citra.	14
Gambar 2.4. Fungsi Ekosistem DAS	15
Gambar 2.5. Perbandingan Limpasan dengan Penggunaan Lahan	20
Gambar 2.6. Variasi Nilai Koefisien Limpasan (1990-2000)	20
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian	24
Gambar 3.2. Penentuan Batas DAS/DTA	25
Gambar 3.3. Proses Interpretasi Citra Landsat secara Visual	26
Gambar 3.4. Pemisahan Aliran Dasar	32
Gambar 4.1 Lokasi Penelitian	35
Gambar 4.2. Variasi Hujan Bulanan (a) Stasiun Darma (b) Gunung Sirah	37
Gambar 4.3. Skema Alokasi Air Waduk Darma	41
Gambar 4.4. Sketsa Situasi Waduk Darma	42
Gambar 5.1. Grafik Kecenderungan Nilai Koefisien Aliran Tahunan	57
Gambar 5.2. Grafik Kecenderungan Debit Aliran Langsung dan Aliran Dasar	58
Gambar 5.3 Kecenderungan Nilai Koefisien Regim Sungai	59
Gambar 5.4. Simulasi Perubahan Penggunaan Lahan	64
Gambar 5.5. Simulasi Perubahan Sebaran Koefisien Aliran	66
Gambar 5.6. Simulasi Volume Air.....	67

DAFTAR PETA

- Peta 1. Peta Curah Hujan Daerah Tangkapan Air (DTA) Waduk Darma
- Peta 2. Peta Bentuklahan Daerah Tangkapan Air (DTA) Waduk Darma
- Peta 3. Peta Kemiringan Lahan Daerah Tangkapan Air (DTA) Waduk Darma
- Peta 4. Peta Geologi Daerah Tangkapan Air (DTA) Waduk Darma
- Peta 5. Peta Jenis Tanah Daerah Tangkapan Air (DTA) Waduk Darma
- Peta 6. Peta Penggunaan Lahan Tahun 1991 Daerah Tangkapan Air (DTA) Waduk Darma
- Peta 7. Peta Penggunaan Lahan Tahun 2008 Daerah Tangkapan Air (DTA) Waduk Darma
- Peta 8. Peta Kerapatan Aliran Daerah Tangkapan Air (DTA) Waduk Darma
- Peta 9. Peta Koefisien Aliran Tahun 1991 Daerah Tangkapan Air (DTA) Waduk Darma
- Peta 10. Peta Koefisien Aliran Tahun 2008 Daerah Tangkapan Air (DTA) Waduk Darma
- Peta 11. Peta Kesesuaian Lahan Daerah Tangkapan Air (DTA) Waduk Darma

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan lahan sebagai ruang dalam proses pembangunan terus bertambah dalam rangka meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Penggunaan lahan memiliki dimensi ruang yang berkaitan dengan pola penggunaan lahan dan dimensi waktu yang berkaitan dengan perubahan pola penggunaan lahan. Dengan demikian penggunaan lahan di suatu wilayah bersifat dinamis dari waktu ke waktu.

Dinamika perubahan penggunaan lahan telah menjadi salah satu isu global dipermulaan abad 21. Menurut Brandt (2006) dalam kurun waktu 20 tahun terakhir, perubahan penggunaan lahan terjadi dengan cepat di negara-negara berkembang, dalam bentuk penggundulan hutan (deforestasi), desertifikasi serta meningkatnya kebutuhan lahan untuk pertanian. Pesatnya pertumbuhan penduduk dan pembangunan di Pulau Jawa telah mendorong perubahan penggunaan lahan dari pertanian produktif menjadi non pertanian, seperti industri, permukiman, prasarana umum, dan infrastruktur. Sampai tahun 2001 di Pulau Jawa konversi lahan pertanian produktif terjadi mencapai 40.000 ha/tahun, hutan lindung sebesar 19.000 ha/tahun, penjarahan hutan di Jawa telah mencapai 350.000 ha sehingga luas hutan tersisa 23% saja dari luas daratan Pulau Jawa. Selain itu, terjadi konversi lahan pertanian untuk penggunaan non-pertanian mencapai 50.100 ha/tahun (Dardak, 2008).

Dampak perubahan penggunaan lahan dari hutan ke non hutan dan pertanian ke non pertanian telah memberi keuntungan baik secara sosial maupun ekonomi (Tang, 2005). Perubahan penggunaan lahan dari hutan ke pertanian lahan kering atau tegalan, memberikan keuntungan sosial dan ekonomi bagi masyarakat setempat, konversi penggunaan lahan dari sawah ke industri memberikan nilai tambah ekonomi yang lebih besar dan harga tanah yang akan meningkat (Kodoatie, 2005). Disisi lain konversi penggunaan lahan untuk tujuan budidaya tersebut, ikut berperan pula terhadap terjadinya degradasi tanah dan air (USEPA,

2001). Menurut Arsyad (2000) degradasi tanah dapat terjadi dalam bentuk kehilangan tingkat kesuburan dan erosi tanah. Sedangkan degradasi air dapat berupa hilangnya sumber air dan menurunnya kualitas air. Dampak lainnya yaitu meningkatnya volume limpasan permukaan dan menurunnya pasokan air tanah dan aliran dasar (Tang, 2005).

Pengamatan degradasi lingkungan pada ekosistem daerah aliran sungai (DAS) di Indonesia, telah dimulai sejak tahun 1984. Hasil dari pengamatan tersebut menunjukkan bahwa pada tahun 1984, 22 DAS berstatus kritis, meningkat menjadi 39 pada tahun 1992, 59 di tahun 1992, dan 62 di tahun 2004, yang tersebar di Pulau Jawa dan Sumatera, intensitas kerusakan semakin intensif pada tahun 1997 sampai dengan saat ini (Anonim, 2001).

Pola penggunaan lahan, secara tidak langsung merubah fungsi hidrologi daerah aliran sungai (DAS) yaitu sebagai transmisi air (*transmit water*), fungsi penyangga (*buffering*) dan fungsi pelepasan air secara bertahap (*gradually release water*). Indikator perubahan fungsi hidrologi daerah aliran sungai (DAS) dapat diamati melalui pengamatan komponen hidrologi yang meliputi koefisien aliran permukaan, koefisien regim sungai, nisbah debit maksimum-minimum, kandungan sedimen layang sungai, laju frekuensi dan periode banjir, serta keadaan air tanah (Suripin, 2001), pola distribusi aliran tahunan maupun pola aliran puncak (Yulistiyanto, 2008). Gunawan (2002) mengemukakan kriteria penilaian kualitas daerah aliran sungai (DAS) ditentukan dengan kriteria limpasan dan debit, erosi dan sedimentasi, penutup lahan, dan sosial ekonomi.

Keberadaan waduk di suatu daerah aliran sungai (DAS) berperan penting dalam menjaga ketersediaan air terutama pada musim kemarau. Di musim penghujan, waduk berfungsi sebagai tampungan air limpasan, menyimpan air dan dikeluarkan pada musim kemarau untuk keperluan irigasi lahan pertanian. Selain itu waduk dimanfaatkan pula sebagai pembangkit tenaga listrik (PLTA), keperluan domestik, industri, dan wisata alam. Pembangunan waduk buatan di Indonesia telah dimulai sejak tahun 1920-an dan 1930-an yang ditujukan untuk mengamankan persediaan pangan pokok akibat kecenderungan peningkatan jumlah penduduk di Indonesia, terutama di Pulau Jawa (Soehoed, 2006).

Menurut Balai Pengelolaan Sumberdaya Air (BPSDA) Ci Manuk Ci Sanggarung Ci Tanduy, sampai saat ini waduk-waduk di Indonesia baru mampu melayani 800 ribu ha dari 6 juta ha lahan pertanian (13 %). Sementara itu 5,2 juta ha persawahan lainnya masih mengandalkan air hujan dan air sungai (Anonim, 2001). Oleh karena itu, begitu pentingnya peranan waduk dalam membantu meningkatkan ketahanan pangan di Indonesia, maka kesinambungan fungsi waduk perlu mendapatkan perhatian yang lebih.

Teknologi penginderaan jauh dan sistem informasi geografi (SIG) yang terus berkembang sampai saat ini, telah banyak membantu dalam memberikan masukan rekomendasi alternatif pemecahan berbagai permasalahan degradasi lahan. Pemanfaatan citra satelit dengan resolusi spasial yang tinggi telah banyak dimanfaatkan untuk mengamati perubahan penggunaan lahan. Dengan menggunakan citra satelit resolusi menengah – tinggi, klasifikasi penggunaan lahan dapat dilakukan dengan lebih rinci dan memiliki liputan yang luas.

Berdasarkan uraian di atas, penelitian mengenai penggunaan lahan yang ditekankan pada monitoring perubahan penggunaan lahan secara spasial dan temporal pada lingkup daerah aliran sungai (DAS) sangat penting dilakukan, sebagai langkah preventif timbulnya permasalahan lingkungan yang akan ditimbulkan akibat aktivitas manusia memanfaatkan lahan. Peranan data hidrologi temporal sangat penting sebagai indikator pendukung informasi baik buruknya kualitas daerah aliran sungai (DAS). Pemanfaatan data penginderaan jauh dan analisis spasial dengan bantuan sistem informasi geografi (SIG) dapat digunakan untuk memperoleh informasi penggunaan lahan aktual dan temporal serta mengkaji akibat yang ditimbulkan.

1.2 Perumusan Masalah

Penelitian ini dilakukan di daerah aliran Ci Sanggarung Hulu, dengan outlet Waduk Darma, sehingga istilah dalam daerah aliran sungai (DAS) pada penelitian ini akan menggunakan istilah daerah tangkapan air (DTA). Waduk Darma merupakan salah satu waduk buatan yang terletak di bagian hulu daerah aliran Ci Sanggarung dibawah pengelolaan Balai Pengelolaan Sumberdaya Air

(PSDA) Ci Manuk, Ci Sanggarung, Ci Tanduy. Lokasi waduk terletak di wilayah administrasi Kabupaten Kuningan, Provinsi Jawa Barat. Waduk Darma dibangun tahun 1962, dengan daya tampung maksimal \pm 40 juta meter kubik. Debit air sebanyak itu, dapat menyuplai ke areal pesawahan seluas 22.060 ha di sembilan daerah pengairan di Kabupaten Kuningan dan Kabupaten Cirebon. Rata-rata debit air yang dikeluarkan adalah 100 – 300 lt/dt (Dinas PSDA WS Ci Manuk – Ci Sanggarung, 2008).

Perkembangan pemanfaatan lahan pertanian di daerah tangkapan air Waduk Darma secara tidak langsung terkait dengan kebijakan pemerintah Kabupaten Kuningan dalam membuat rencana penataan ruang di wilayahnya. Dalam periode 5 tahun terakhir, tiga sektor utama yang berperan dalam pembangunan perekonomian di Kuningan adalah sektor pertanian, sektor perdagangan, dan sektor Jasa. Sektor pertanian memiliki kontribusi terbesar sebanyak 44,83 %, perdagangan 19,69 %, dan jasa 14,72 %. Sehingga sasaran ke depan dalam master plan 2030 adalah tercapainya kestabilan sektor pertanian dan peningkatan produktivitas (Pekab Kuningan, 2006). Kebijakan ini secara tidak langsung mempengaruhi peningkatan intensitas pemanfaatan lahan untuk pertanian di daerah tangkapan air Waduk Darma.

Menurut Balai Pengelolaan Sumber Daya Air (2008) Wilayah Sungai (WS) Ci Manuk - Ci Sanggarung, persediaan air di Waduk Darma yang semula sekitar 40 juta meter kubik, telah menyusut sampai dengan 30 juta meter kubik. Penyusutan itu diduga terjadi akibat proses sedimentasi (pelumpuran) yang cukup tinggi (Anonim, 2002). Tahun 2006 Waduk Darma dapat menampung air sekitar 38,8 juta meter meter kubik dari jumlah maksimal sekitar 46 juta meter kubik, tahun 2007 debit air yang dapat tertampung sekitar 34,2 juta meter kubik, dan tahun 2008 debit air waduk mengalami penyusutan sekitar 7 juta meter kubik atau hanya menampung air 27,8 juta meter kubik (Anonim, 2007). Berdasarkan informasi yang diperoleh dari mass media tersebut, terdapat indikasi bahwa pola penggunaan lahan telah mengganggu fungsi hidrologi pada daerah tangkapan air (DTA) Waduk Darma, yang ditunjukkan dengan menurunnya volume air yang ditampung oleh Waduk.

Menurunnya volume air yang ditampung waduk, tentunya dapat mengganggu fungsi waduk sebagai penyedia air khususnya pada musim kemarau, hal ini akan mengancam produktivitas lahan pertanian di Kabupaten Kuningan dan Kabupaten Cirebon. Pola pemanfaatan tanah di daerah tangkapan air waduk, baik untuk pertanian, perkebunan, dan pemukiman telah memberikan dampak negatif bagi kondisi lingkungan waduk Darma. Roeslan, et.al (2007) mengemukakan dua indikator penting dalam mengindikasikan kerusakan lahan adalah dengan membandingkan bentuk penggunaan lahan dan kondisi hidrologi aliran permukaan pada waktu yang berbeda.

Berdasarkan uraian permasalahan di atas, maka muncul pertanyaan penelitian yang perlu dijawab dalam penelitian ini, yaitu :

- 1) Bagaimana perubahan penggunaan lahan selama periode tahun 1991 sampai tahun 2008 di daerah tangkapan air (DTA) Waduk Darma meliputi jenis, persebaran, dan pola perubahan?
- 2) Bagaimana pengaruh perubahan penggunaan lahan terhadap distribusi koefisien aliran selama periode tahun 1991 sampai tahun 2008 di daerah tangkapan (DTA) air waduk darma
- 3) Bagaimana korelasi koefisien aliran terhadap karakteristik hidrologi daerah tangkapan (DTA) air Waduk Darma ?

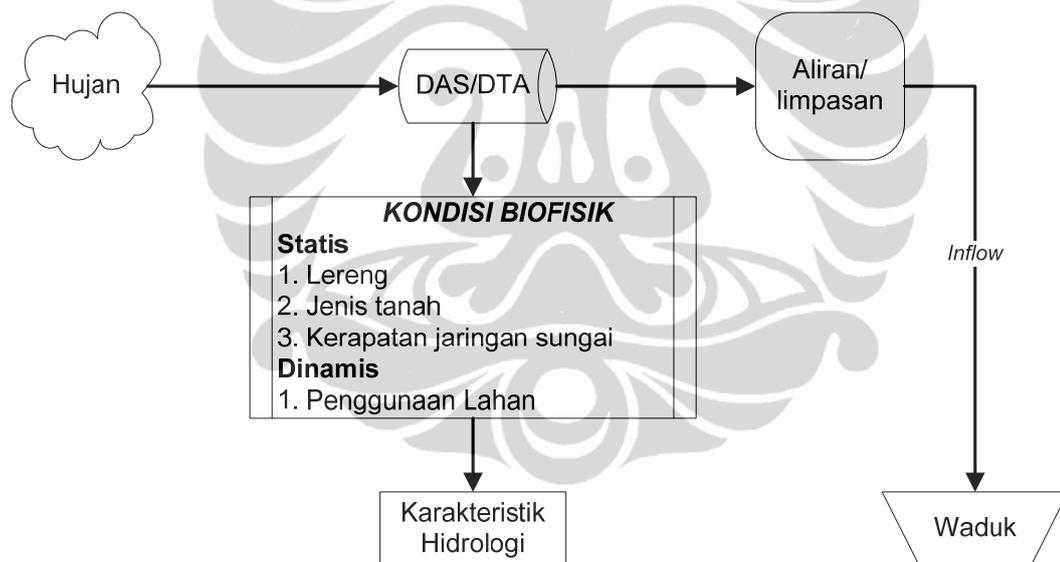
1.3 Tujuan Penelitian

Secara garis besar tujuan dari penelitian ini adalah memberikan informasi spasial dan temporal kondisi bio-fisik dan hidrologi daerah tangkapan air (DTA) Waduk Darma, yang mencakup karakteristik penggunaan lahan, perubahan penggunaan lahan, dan pengaruh perubahan penggunaan lahan terhadap karakteristik hidrologi daerah tangkapan air (DTA) Waduk Darma. Hasil analisis tersebut akan digunakan sebagai dasar dalam pembuatan model simulasi perubahan penggunaan lahan dan pengaruhnya terhadap debit aliran yang dihasilkan.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian dari penelitian ini terdiri atas manfaat teoritis dan manfaat praktis. Manfaat teoritis penelitian ini merupakan bagian dari pengembangan ilmu geografi dalam kajian geografi fisik yang mengkaji permasalahan perubahan penggunaan lahan dan dampaknya terhadap perubahan karakteristik hidrologi daerah aliran sungai (DAS). Manfaat praktis dari hasil penelitian adalah informasi tentang penggunaan lahan, dinamika perubahannya, dan dampak yang ditimbulkan diharapkan dapat menjadi pedoman dan rujukan bagi para pengambil kebijakan baik di tingkat Pemerintah Kabupaten maupun Instansi yang berwenang dalam pengelolaan Waduk Darma.

1.5 Kerangka Berfikir dan Definisi Operasional



Gambar 1.1. Diagram Kerangka Berfikir Penelitian

Pentingnya dilakukan penelitian perubahan penggunaan lahan dan dampaknya terhadap karakteristik hidrologi daerah tangkapan air (DTA) Waduk Darma akan dijelaskan melalui kerangka berfikir penelitian yang sederhanakan pada Gambar 1.1. Penggunaan lahan sebagai bagian dari komponen bio-fisik DAS merupakan komponen yang dinamis, mengalami perubahan dalam hal jenis

penggunaan lahan dan luas setiap jenis penggunaan lahan. Perubahan penggunaan lahan terjadi akibat adanya aktifitas manusia memanfaatkan lahan dalam proses pembangunan untuk mencapai kesejahteraan hidup. Kelerengan, jenis tanah, kerapatan jaringan sungai, merupakan komponen fisik lahan yang tidak mengalami perubahan yang cepat atau bisa dikatakan tidak berubah (statis). Karakteristik fisik daerah tangkapan air baik yang bersifat statis maupun dinamis, akan memberikan respon terhadap curah hujan yang jatuh pada permukaan lahan. Sedangkan aliran permukaan yang timbul sebagai respon DAS terhadap hujan akan mencerminkan kondisi hidrologi DAS. Semakin besar nilai koefisien aliran das maka semakin besar pula aliran permukaan yang dihasilkan. Semakin besar aliran permukaan yang dihasilkan maka semakin jumlah air yang diresapkan semakin berkurang.

Dari uraian di atas, dapat dijelaskan bahwa variasi debit air yang masuk kedalam waduk akan ditentukan oleh faktor biofisik DAS dan input curah hujan. Demikian pula dengan variasi volume air yang ditampung oleh waduk akan ditentukan oleh faktor biofisik DAS. Perbandingan antara kondisi debit saat ini dan pada waktu terdahulu/sebelumnya akan memberikan informasi bagaimana kualitas fungsi hidrologi DAS tersebut. Selanjutnya komparasi antara perubahan penggunaan lahan dan kondisi hidrologi yang diperoleh dari analisis data debit terukur akan menguatkan adanya pengaruh dari penggunaan lahan terhadap kondisi hidrologi DAS.

Setelah penelitian ini dilakukan, diharapkan informasi yang dihasilkan dapat dijadikan sebagai salah satu landasan dalam membuat kebijakan penataan penggunaan lahan pada daerah tangkapan air waduk, guna menjaga keberlangsungan fungsi hidrologi DAS dan fungsi waduk.

Beberapa batasan definisi operasional yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1) Perubahan penggunaan lahan yang dikaji dalam penelitian ini adalah berubahnya jumlah dan luasan jenis penggunaan lahan dalam periode waktu tertentu, dalam penelitian ini periode tahun data yang digunakan adalah tahun 1991 sampai tahun 2008. Aspek yang dikaji antara lain jenis penggunaan

lahan dan persebarannya, laju perubahan penggunaan lahan dan pola keruangan penggunaan lahan di lokasi penelitian.

- 2) Karakteristik Hidrologi merupakan komponen hidrologi DAS yang dapat diukur dan dikuantifikasikan dalam bentuk nilai koefisien aliran, koefisien regim sungai (rasio debit maksimum dan debit minimum). Koefisien aliran yang dihitung adalah koefisien aliran tahunan dan koefisien aliran sesaat. Variasi temporal karakteristik hidrologi diamati dan dilakukan analisis komparasi terhadap perubahan penggunaan lahan yang terjadi dalam DAS.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penggunaan Lahan

Menurut Sandy (1995) penggunaan lahan merupakan wujud dari kegiatan manusia pada suatu ruang atau tanah. Menurut Purwadhi (2008) penggunaan lahan berkaitan dengan kegiatan manusia pada bidang lahan tertentu, penggunaan lahan biasanya digunakan untuk mengacu pemanfaatan masa kini. Dengan demikian penggunaan tanah dapat dikatakan sebagai bentuk aktifitas manusia di permukaan bumi sebagai suatu ruang untuk memenuhi kebutuhan hidupnya.

Penggunaan tanah dapat dipandang dari dua segi yakni pada satu persil dan dilakukan oleh satu pengusaha, serta pada banyak persil dan dilakukan oleh banyak pengusaha atau masyarakat. Gabungan dari berbagai jenis penggunaan tanah pada suatu wilayah disebut pola penggunaan lahan. Ada pola penggunaan lahan perdesaan, dan ada pola penggunaan lahan perkotaan. Pola penggunaan lahan dapat menjadi dasar penjelasan struktur dan fungsi ruang (Sandy, 1995)

Perubahan penggunaan lahan merupakan bertambahnya suatu penggunaan lahan dari satu sisi penggunaan ke penggunaan yang lainnya diikuti dengan berkurangnya tipe penggunaan lahan yang lain dari suatu waktu ke waktu berikutnya, atau berubahnya fungsi suatu lahan pada kurun waktu yang berbeda (Wahyunto et. al., 2001). Faktor-faktor yang mempengaruhi penggunaan lahan antara lain faktor bio-fisik yang mencakup faktor bio-fisik mencakup kondisi geologi, tanah, air, iklim, tumbuh-tumbuhan, hewan dan kependudukan. Faktor pertimbangan ekonomi dan faktor institusi (kelembagaan) dicirikan oleh keuntungan, keadaan pasar dan transportasi. Faktor institusi dicirikan oleh hukum pertanahan, keadaan politik, keadaan sosial dan secara administrasi dapat dilaksanakan.

2.2. Pola Penggunaan Lahan

Sandy (1995) menjelaskan keterkaitan pola penggunaan lahan dengan ruang dan waktu secara sistematis, sesuai dengan tahapan atau tingkatan dari pada

jenis usaha, teknologi serta jumlah manusia yang bersangkutan di daerahnya. Asumsi yang digunakan dalam pembuatan model perubahan pola penggunaan lahan antara lain :

- 1) ada daerah dengan sifat – sifat topografi tertentu,
- 2) sejumlah manusia dengan tingkatan pengetahuan teknologi tertentu,
- 3) mereka mempunyai suatu tingkatan kehidupan tertentu,
- 4) sejumlah manusia itu kemudian menduduki suatu daerah tertentu dengan jumlah yang berkembang.

Berdasarkan asumsi di atas, maka disusunlah skema perubahan pola penggunaan lahan di suatu daerah yang ditunjukkan pada Gambar 2.1. Penjelasan pada tiap-tiap skema adalah sebagai berikut :

Skema A

Manusia belum ada di daerah yang bersangkutan. Seluruh daerah masih tertutup hutan. Daerah-daerah yang letaknya di bawah ketinggian 10 meter masih tertutup oleh rawa dan hutan rawa

Skema B

Manusia pertama datang, yang sudah mengenal cara-cara bertani, dengan peralatan yang sederhana. Selanjutnya dilakukan pembukaan lahan yang kemudian digunakan untuk usaha berladang. Kegiatan berladang dilakukan dengan cara berpindah-pindah. Seiring dengan berkembangnya populasi penduduk, maka kegiatan berladang dilakukan dengan cara menetap.

Skema C

Sebagian ladang telah dirubah menjadi area persawahan. Tempat tinggal penduduk sudah menetap dan membentuk suatu perkampungan. Sebagian lahan digunakan untu berladang yang masih berpindah-pindah namun dalam jumlah yang terbatas. Selanjutnya manusia sudah mengenal cara pengelolaan air sungai, sehingga pertanian tidak sepenuhnya bergantung pada hujan. Lahan persawahan yang kemudian dikelola untuk ditamani lebih dari satu kali dalam setahun.

Skema D

Persawahan yang tadinya berupa sawah tadah hujan, sebagian telah dapat diairi, sebagian ladang telah berubah menjadi kebun campur, yang ditanami dengan buah-buahan, umbi-umbian, yang merupakan usaha untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Lahan untuk ladang kemudian berkembang ke bagian lahan yang memiliki ketinggian yang lebih tinggi atau ke arah pegunungan.

Skema E

Hutan yang berada pada ketinggian yang rendah telah digunakan untuk lahan sawah tadah hujan. Demikian pula lahan ladang yang berada pada lereng-lereng pegunungan sebagian berubah menjadi sawah tadah hujan. Akibat peningkatan jumlah penduduk maka kebutuhan pangan terus meningkat, sehingga lahan kebun campur sebagian berubah kembali menjadi ladang.

Skema F

Luas lahan ladang yang letaknya jauh dari pemukiman semakin berkurang dan berubah menjadi kebun campur. Kebutuhan pangan telah tercukupi dari lahan sawah dan ladang yang terletak dekat dengan perkampungan/pemukiman.

Skema G

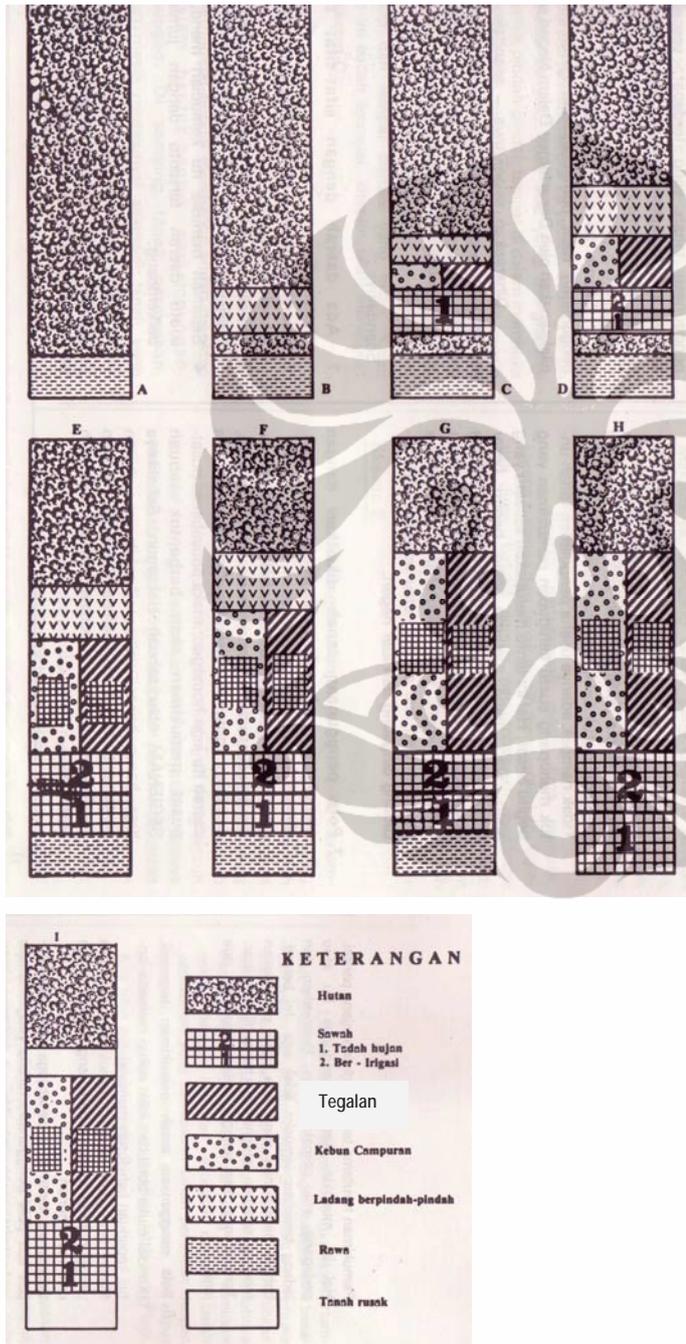
Pertambahan jumlah penduduk menyebabkan bertambah sempitnya ruang. Pola pertanian ladang berpindah sudah tidak dikenal lagi, dan berubah menjadi usaha lahan untuk perkebunan. Disamping itu, telah ada usaha ke arah pengeringan rawa-rawa yang ada di tepi pantai.

Skema H

Tekanan jumlah penduduk semakin meningkat, kebun campuran yang banyak ditanami pohon-pohon berkayu besar banyak yang ditebang untuk memenuhi kebutuhan bahan bangunan maupun kayu bakar. Lahan yang kosong kemudian ditumbuhi oleh semak dan belukar. Lahan-lahan di sekitar pantai yang sering tergenang banjir kemudian digunakan untuk lahan sawah.

Skema I

Hutan lebat luasnya sudah sangat terbatas. Hutan belukar dan semak melingkari daerah hutan yang masih baik. Akibatnya terjadi erosi pada lereng-lereng pegunungan. Rawa-rawa yang telah dikeringkan dan digunakan untuk lahan pertanian pada musim penghujan akan tergenang/banjir.

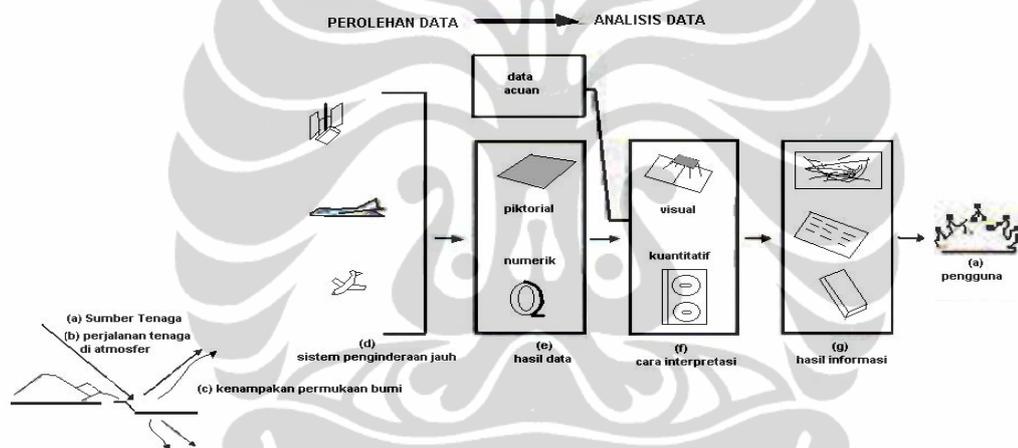


Sumber : Sandy (1995)

Gambar 2.1. Skema Evolusi Penggunaan Lahan di Indonesia

2.3. Peranan Penginderaan Jauh Untuk Deteksi Penggunaan Lahan

Penginderaan jauh merupakan ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang suatu obyek, daerah atau fenomena melalui analisis data yang diperoleh dengan suatu alat tanpa kontak langsung dengan obyek, daerah atau fenomena yang dikaji (Lillesand dan Kiefer, 1979). Informasi data penginderaan jauh disajikan dalam bentuk peta, tabel, dan laporan tertulis, sehingga dari hasil tersebut dapat dimanfaatkan oleh pengguna dalam berbagai bidang kepentingan. Gambar 2. 2. yang menunjukkan skematis secara umum proses dan elemen yang terkait di dalam sistem penginderaan jauh dengan energi elektromagnetik

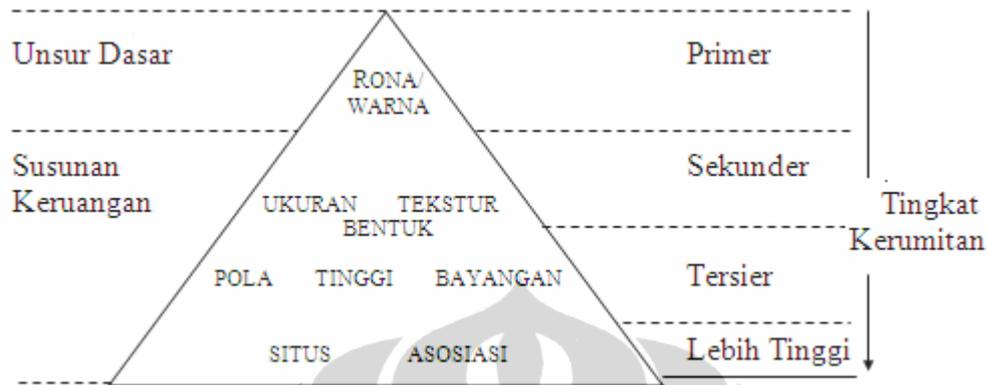


Sumber : Lillesand dan Kiefer (1979)

Gambar 2. 2. Penginderaan Jauh Elektromagnetik untuk Sumber Daya Bumi

Menurut Purwadhi (2008) informasi penggunaan lahan dapat diperoleh melalui dari interpretasi citra penginderaan jauh dengan cara menafsirkan informasi asosiasi penutup lahannya. Teknik interpretasi citra dimaksudkan sebagai alat atau cara khusus untuk melaksanakan metode penginderaan jauh (Sutanto, 1986). Cara-cara dalam teknik interpretasi citra antara lain dilakukan dengan mempertimbangkan data acuan, kunci interpretasi citra, penanganan data, pengamatan stereoskopik, metode pengkajian, dan penerapan konsep multi (Sutanto, 1986). Kunci interpretasi citra penginderaan jauh meliputi rona atau warna, bentuk, tekstur, ukuran, pola, bayangan, situs, dan asosiasi.

Unsur-unsur interpretasi tersebut disusun secara berjenjang menurut tingkatan kerumitan, seperti yang disusun pada Gambar 2. 3.



Sumber : Sutanto (1986)

Gambar 2. 3. Susunan Hirarki Unsur Interpretasi Citra.

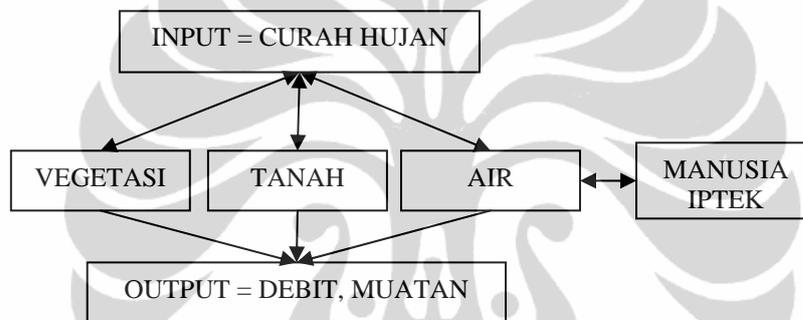
Aspek pola jaringan sungai, danau atau garis pantai didelineasi yang diikuti dengan pola jaringan jalan perlu diperhatikan dalam proses interpretasi citra manual/visual dengan teknik *on screen digitation*, hal ini akan membantu dalam penafsiran obyek-obyek atau vegetasi yang terliput pada citra. Deteksi pada obyek dilakukan dengan delineasi batas luar pada kelompok yang mempunyai warna yang sama dan memisahkannya dari yang lain. Identifikasi dan analisis obyek atau tipe vegetasi dengan menggunakan informasi spasial seperti ukuran, bentuk, tekstur, pola, bayangan asosiasi dan situs (Lillesand dan Kiefer, 1979).

2.4. Sistem Hidrologi dalam Ekosistem Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan suatu unit kesatuan wilayah tempat air hujan menjadi aliran permukaan dan mengumpul ke sungai menjadi aliran sungai yang dibatasi punggung permukaan bumi sehingga memisahkan hujan menjadi aliran permukaan ke masing-masing DAS (Soewarno, 1991). DAS biasanya digunakan sebagai unit analisis dalam semua perencanaan hidrologi, peranannya sebagai suatu ekosistem yang mana setiap ada masukan (*input*) ke dalamnya, proses yang terjadi dan berlangsung di dalamnya dapat dievaluasi berdasarkan keluaran (*output*) dari ekosistem tersebut (Suripin, 2001)

Menurut Asdak (1995), DAS memiliki karakteristik yang spesifik sebagai suatu sistem hidrologi, berkaitan dengan unsur utamanya seperti jenis tanah,

tataguna lahan, topografi, kemiringan dan panjang lereng. Karakteristik DAS dalam merespon curah hujan yang jatuh di tempat tersebut dapat memberikan pengaruh terhadap besar kecilnya evapotranspirasi, infiltrasi, perkolasi, air larian, aliran permukaan, kandungan airtanah, dan aliran sungai. Menurut Suripin (2001) fungsi DAS merupakan fungsi gabungan dari faktor vegetasi, bentuk wilayah (topografi), tanah, dan manusia. Komponen hidrologi yang terkena dampak kegiatan pembangunan di dalam DAS meliputi koefisien aliran permukaan, koefisien regim sungai, nisbah debit maksimum dan minimum, kadar lumpur atau kandungan sedimen layang sungai, frekuensi dan periode banjir, serta keadaan air tanah. Gambar 2.4 menunjukkan proses yang berlangsung dalam suatu ekosistem DAS



Sumber : Asdak (1995)

Gambar 2.4. Fungsi Ekosistem DAS

2.5. Pengaruh Penggunaan Lahan terhadap Karakteristik Aliran

Perubahan penggunaan lahan di suatu wilayah akan mencerminkan karakteristik kegiatan manusia dalam memanfaatkan dan mengelola sumberdaya lahan. Kegiatan tata guna lahan yang bersifat merubah tipe atau jenis penutup lahan dalam suatu DAS seringkali dapat memperbesar atau memperkecil hasil air (Asdak, 1995). Pengaruh penggunaan lahan dan aktivitas lain terhadap perilaku aliran adalah sebagai berikut :

1. Penggantian atau konversi vegetasi transpirasi/intersepsi tahunan tinggi menjadi vegetasi dengan transpirasi/intersepsi rendah dapat meningkatkan volume aliran air dan mempercepat waktu yang diperlukan untuk mencapai debit puncak.

2. Kegiatan yang bersifat memadatkan tanah seperti pengembalaan yang intensif, pembuatan bangunan dan pembalakan hutan dapat meningkatkan volume dan waktu berlangsungnya air larian, dengan demikian memperbesar debit puncak.
3. Pengaruh aktivitas tataguna lahan memberikan akibat yang nyata pada volume aliran air dan waktu tercapainya debit puncak sebagai respon DAS terhadap curah hujan.

Kajian kondisi limpasan dengan meninjau nilai koefisien limpasan permukaan salah satunya menggunakan pendekatan metode *Cook*. Metode *Cook* merupakan metode yang dikembangkan para ahli di *The U.S. Soil Conservation Service* (Hudson, 1993). Metode ini menggunakan penilaian dari beberapa faktor yang mempengaruhi limpasan, yaitu penggunaan lahan, jenis tanah, simpanan air permukaan dan kemiringan lereng. Dengan metode aritmatika, jumlah pembobotan dari masing-masing parameter akan menghasilkan suatu nilai yang menunjukkan karakteristik daerah tangkapan atau daerah aliran sungai (DAS)

2.6. Penelitian Terdahulu

Penelitian mengenai pengaruh penggunaan lahan terhadap karakteristik hidrologi daerah aliran sungai telah banyak dilakukan. Bosch et.al. (2008) melakukan penelitian dengan judul kajian karakteristik hidrologi pada Daerah Aliran Sungai Little (334 km²). Karakteristik tutupan lahan yakni berupa vegetasi hutan lebat. Berdasarkan hasil analisa neraca air (*water budget*) periode panjang, rata-rata 30 % curah hujan berubah menjadi aliran sungai (aliran permukaan dan aliran bawah permukaan). Aliran permukaan bervariasi antara 7 sd. 20 % curah hujan yang terjadi, sedangkan aliran bawah permukaan berkisar antara 3 – 22 %. karakteristik debit puncak dan debit minimum tidak memiliki variasi yang besar. Namun total aliran tahunan dan hujan tahunan memiliki perbedaan yang nyata.

Penelitian ini menunjukkan bahwa DAS dengan karakteristik tutupan lahan vegetasi lebat terkait dengan kondisi aliran dimana variasi debit maksimum dan minimum tidak bervariasi signifikan namun total aliran tahunan dan hujan tahunan, memiliki perbedaan yang nyata. Rata-rata hujan yang berubah menjadi aliran dalam periode waktu 30 tahun adalah 30 %.

Penelitian lain dilakukan Kusratmoko (2002) dalam mengkaji karakteristik aliran Ci Liwung (luas DAS 233 km²) berkaitan dengan distribusi curah hujan dan pengaruh struktur penggunaan lahan aktual terhadap proses hidrologi yang terjadi. Karakteristik curah hujan dijelaskan berdasarkan pola musim angin barat dan musim angin timur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa distribusi hujan selama musim angin timur (juni – september) sampai dengan pancaroba akhir (Oktober – November) didominasi oleh tipe hujan konvektif, tipe hujan konvektif mempengaruhi karakteristik aliran tahunan. Sedangkan distribusi hujan selama musim angin barat (Desember – Maret) tidak memainkan peranan yang signifikan terhadap karakteristik aliran tahunan.

Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan lahan terbangun di wilayah hilir berperan menghasilkan aliran permukaan lebih besar, dan berperan dominan terhadap variasi curah hujan tahunan. Karakteristik distribusi hujan selama periode musim angin timur sampai pancaroba berperan menghasilkan hujan konvektif dan sangat mempengaruhi variasi hujan tahunan.

Suryatmojo (2007) melakukan penelitian dengan judul Respon Daerah Aliran Sungai Terhadap Hujan (Studi Kasus Pada Sub DAS Hutan Pinus dan Sub DAS Hutan Campuran, Di Kecamatan Karang Tengah, Kabupaten Wonogiri, Jawa Tengah). Penelitian mengkaji tentang Perbedaan struktur dan pola penutupan lahan pada kedua sub DAS menjadi dasar penelitian untuk mengetahui respon DAS terhadap hujan. Studi kasus dilakukan pada Sub DAS Hutan Pinus (*Pinus merkusii*) terletak di hulu DAS Pacitan dan Sub DAS Hutan Campuran terletak di hulu DAS Gajah Mungkur. Tujuan penelitian ini adalah mempelajari pengaruh variasi hujan terhadap respon hidrologi pada kedua sub DAS. Karakteristik hujan meliputi tebal hujan (P), lama hujan (D), intensitas hujan (Ir), intensitas hujan 30 maksimal menit (I30) dan indeks hujan sebelumnya (API). Karakteristik hidrologi meliputi koefisien aliran volumetrik (Cv), koefisien aliran puncak (Cp), debit puncak (Qp), debit puncak spesifik (Qps) dan tebal aliran langsung (DRO).

Hasil penelitian menunjukkan respon Sub DAS Hutan Pinus lebih besar daripada Sub DAS Hutan Campuran dalam Cp, Qp, Qps dan DRO. Sub DAS Hutan Campuran memiliki respon yang lebih besar dalam Cv daripada Sub DAS

Hutan Pinus. Hasil uji t antar karakteristik hidrologi menunjukkan respon nilai Cv, Cp dan Qps yang tidak berbeda nyata antara kedua sub DAS. Respon nilai Qp dan DRO menunjukkan perbedaan yang nyata. Tebal hujan menjadi variabel yang paling berpengaruh pada Cv Campuran, Cp Pinus dan Campuran, Qp Pinus dan Campuran, Qps Pinus dan Campuran dan DRO Pinus dan Campuran. Lama hujan menjadi variabel yang mempengaruhi Cv Pinus, Cp Pinus dan Campuran, DRO Pinus. Variabel intensitas hujan hanya berpengaruh terhadap nilai Cv Campuran. Dari penelitian ini dapat dijelaskan bahwa model penanaman campur berpengaruh terhadap respon hidrologi DAS dan karakteristik hidrologi aliran sungai, yakni memperbesar infiltrasi dan menurunkan tebal aliran permukaan. Karakteristik hujan yang dominan mempengaruhi respon DAS adalah tebal hujan dan lama hujan.

Qin (1993) melakukan penelitian tentang Karakteristik Hidrologi dan Hasil Air daerah tangkapan air Danau Qinghai. Penelitian terkait dengan penyusutan luas permukaan waduk dan neraca air pada danau Qianghai. Danau Qinghai merupakan danau terbesar di China dan terletak di kawasan plato semi arid. Data yang digunakan adalah data hidrologi dan meteorologi hasil pengamatan selama kurun waktu 1958 – 1990. Faktor tingginya tingkat evaporasi dan penurunan inflow ke dalam danau dalam bentuk aliran sungai dan curah hujan menjadi penyebab menyusutnya volume air dalam danau. Skenario dilakukan untuk mengetahui berapa besar curah hujan yang diperlukan untuk menjaga keseimbangan neraca air waduk, Hasilnya adalah 6,7 % curah hujan diperlukan untuk menjaga keseimbangan neraca air waduk. Penelitian ini menunjukkan bahwa faktor klimatologi curah hujan dan evapotranspirasi sangat berperan dalam keseimbangan air waduk.

Prastito (2008) melakukan penelitian dengan judul Dampak Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Respons Debit dan Bahaya Banjir. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh perubahan penutup lahan terhadap debit puncak di DAS Gesing, Purworejo, dan dampaknya terhadap bencana banjir di daerah hilir dari DAS tersebut. Dalam penelitian ini, citra landsat TM tahun perekaman 1992 dan citra Aster VNIR tahun perekaman 2003 digunakan sebagai dasar ekstraksi informasi penutup lahan. Sementara itu, data penutup lahan yang

diperoleh dari citra juga digunakan sebagai salah satu masukan pemodelan koefisien aliran permukaan (C) untuk masing-masing tahun, di samping data masukan lain berupa kemiringan lereng, infiltrasi tanah dan simpanan permukaan.

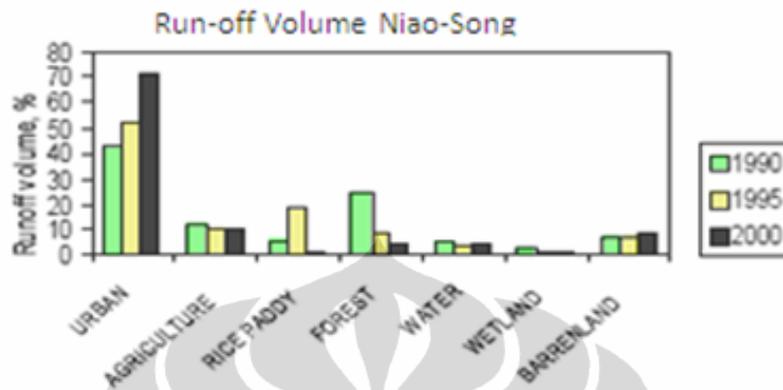
Hasil pemodelan koefisien aliran permukaan pada masing-masing tahun kemudian dijadikan masukan untuk pemodelan debit (Q) dengan menggunakan metode rasional, di samping data luas area (A) dan intensitas hujan (I) yang juga disajikan secara spasial. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perubahan penutup lahan di DAS Gesing bagian hulu telah terjadi secara signifikan, dan hal ini berpengaruh besar terhadap peningkatan koefisien aliran permukaan serta debit puncak.

Penelitian mengenai limpasan dilakukan oleh Tan (2000) yang mempunyai judul Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis dalam Estimasi Koefisien Limpasan di China Taipei. Tujuan penelitian ini adalah untuk membuktikan dan mengevaluasi penggunaan citra satelit dalam perolehan data secara periodik dari parameter yang berpengaruh pada nilai koefisien limpasan. Penggunaan SIG digunakan dalam penggabungan informasi dari sumber yang berbeda, seperti pengukuran lapangan, peta dan citra satelit pada daerah yang berkembang.

Metode yang digunakan adalah metode NRCS-CN (*Natural Resources Conservation Service-Curve Number*) yang dikombinasikan dengan data penginderaan jauh untuk perolehan data penggunaan lahan dan tanah. Selain itu digunakan juga metode rasional untuk perhitungan koefisien limpasan yang dikombinasikan juga dengan data penginderaan jauh. Daerah penelitian yaitu DAS Niao-Song yang memiliki iklim *humid sub-tropical*, sedangkan Citra satelit yang digunakan untuk pemerolehan data adalah Citra Landsat *TM Band 4, Band 5* dan *Band 7*.

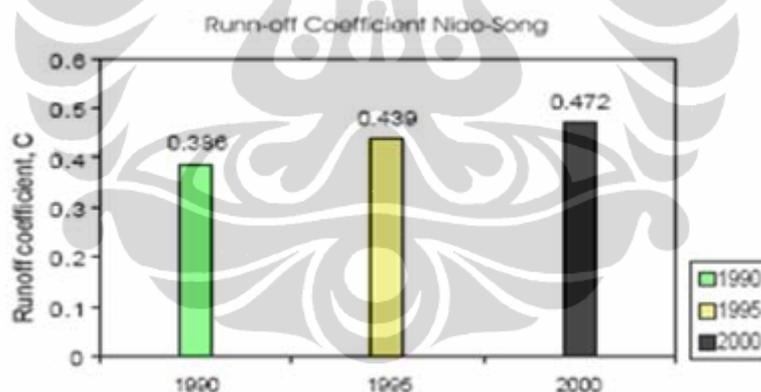
Hasil dari penelitian yang dilakukan berdasarkan data 10 tahun (1990-2000) ini adalah pada jangka waktu antara tahun 1990–1995 terjadi kenaikan koefisien limpasan pada area permukiman kota sebesar 5,5%, Sawah 40%, sedangkan penurunan pada area hutan sebesar 36%. Jangka waktu 1995–2000, permukiman kota mengalami kenaikan sebesar 15% dan hutan mengalami penurunan koefisien sebesar 20,4%. Hasil dari penelitian ini diperoleh grafik

hubungan antara volume limpasan dengan penggunaan lahan serta grafik koefisien limpasan dalam jangka waktu 10 tahun (1990–2000).



Sumber : Tan (2000)

Gambar 2.5. Perbandingan Limpasan dengan Penggunaan Lahan



Sumber : Tan (2000)

Gambar 2.6. Variasi Nilai Koefisien Limpasan (1990-2000)

Kesimpulan secara umum adalah kenaikan limpasan signifikan terjadi pada permukiman perkotaan sedangkan kecenderungan penurunan limpasan terjadi pada daerah hutan. Adanya kecenderungan perubahan secara spasial dan temporal dari penggunaan lahan dalam periode waktu sepuluh tahun ini sangat direkomendasikan untuk menggunakan data-data penginderaan jauh seperti data citra dan dan foto udara terutama untuk pemantauan penutup lahan dan

penggunaan lahan. Penggunaan metode NRCS-CN dan metode rasional pada penelitian ini cocok untuk digunakan di wilayah China Taipei, penggunaan metode ini di daerah lain disarankan untuk dilakukan kalibrasi terlebih dahulu.

Kurniawati (2002) melakukan penelitian mengenai pemanfaatan data penginderaan jauh dan SIG untuk kajian kerusakan DAS ditinjau dari tingkat bahaya erosi dan koefisien limpasan permukaan di DAS Rejoso, Jawa Timur. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kemampuan citra Landsat TM dalam menyadap data karakteristik fisik lahan beserta penggunaan SIG dalam mengkaji kerusakan DAS.

Metode penelitian untuk mengetahui kerusakan DAS ditinjau dari tingkat bahaya erosi menggunakan metode *Universal Soil Loss Equation* (USLE) sedangkan tinjauan mengenai koefisien limpasan permukaan diperoleh dengan metode *Cook* yang didasarkan pada harkat kemiringan lereng, tutupan lahan, kerapatan aliran dan infiltrasi tanah.

Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa citra Landsat TM komposit 452 dapat digunakan dalam mengkaji kerusakan DAS dengan ketelitian interpretasi penggunaan lahan sebesar 87,57 %, bentuk lahan sebesar 89,33 %, infiltrasi sebesar 83,5, simpanan air permukaan sebesar 100 %, dan ketelitian limpasan permukaan sebesar 91,06 %. Kesimpulannya penggunaan citra Landsat TM dapat dipergunakan untuk menganalisa kerusakan DAS yang ditinjau dari koefisien limpasan dan tingkat bahaya erosi, karena dapat membantu dalam proses interpretasi serta dapat membantu dalam mengontrol parameter yang berpengaruh pada DAS terutama yang kondisinya cenderung cepat mengalami perubahan.

Berbagai penelitian di atas memberikan suatu kesimpulan bahwa perhitungan estimasi koefisien limpasan dengan menggunakan pendekatan variabel variabel biofisik DAS DAS menghasilkan nilai yang relevan pada kenyataan di lapangan. Struktur dan pola penggunaan lahan memiliki peranan yang cukup signifikan terhadap karakteristik aliran harian, bulanan, maupun tahunan. Penggunaan citra satelit Landsat TM sangat berperan dalam menghasilkan informasi struktur dan pola penggunaan lahan serta perubahannya dalam periode waktu tertentu.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Metode Pendekatan

Metode penelitian menggambarkan tahapan dari penelitian yang akan dilakukan, meliputi cara penentuan variabel penelitian, perhitungan dan analisis variabel untuk menjawab permasalahan yang ditanyakan dalam pertanyaan penelitian. Dalam penelitian ini metode yang dilakukan adalah metode interpretasi citra penginderaan jauh, metode survey, metode analisis kuantitatif, analisis deskriptif komparatif berbasis keruangan. Metode interpretasi citra penginderaan jauh dilakukan untuk mengetahui informasi jenis penggunaan lahan aktual dan tahun terdahulu berdasarkan nilai digital yang terekam pada sensor satelit penginderaan jauh. Metode survey lapangan dilakukan untuk mengetahui hasil interpretasi yang meliputi jenis penggunaan lahan, identifikasi kondisi geologi, tanah, hidrologi, dan morfologi lereng. Metode analisis kuantitatif dilakukan untuk mengetahui pengaruh perubahan penggunaan lahan terhadap nilai koefisien aliran. Metode analisis deskriptif komparatif dilakukan untuk mengetahui adanya pengaruh perubahan penggunaan lahan terhadap karakteristik DAS yang dikuantifikasikan dengan nilai koefisien aliran DAS dan karakteristik hidrologi yang meliputi koefisien regim sungai dan koefisien aliran tahunan.

3.2 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

- 1) Citra digital, Landsat 5 TM akuisisi 5 Juli 1991 dan Landsat 7 ETM+ akuisisi 6 April 2008, path/row 121/065 yang diperoleh dari hasil download website www.landsat.usgs.gov. Digunakan untuk memperoleh informasi penggunaan lahan tahun 1991 dan tahun 2008
- 2) Peta Rupa Bumi Indonesia Lembar Kabupaten Kuningan dan sekitarnya, skala 1 : 25.000 terbitan Badan Koordinasi Survey dan Pemetaan Nasional (BAKOSURTANAL) tahun 2003. Digunakan sebagai peta dasar dan acuan interpretasi citra Landsat untuk penggunaan lahan tahun 2008.

- 3) Peta Penggunaan lahan skala 1 : 50.000 tahun 1990 yang diterbitkan oleh Kantor Dinas Pertanahan Nasional Kabupaten Kuningan. Digunakan sebagai acuan interpretasi citra Landsat untuk penggunaan lahan tahun 1991.
- 4) Curah hujan harian stasiun Waduk Darma dan Stasiun Gunung Sirah 1991 – 2008, Dinas Pertambangan dan Sumberdaya Air Kabupaten Kuningan. Digunakan untuk mengetahui curah hujan tahunan periode tahun 1991 sampai 2008.
- 5) Data hidrologi Waduk Darma tahun 1991 – 2008, UPTD Waduk Darma, Kabupaten Kuningan. Digunakan untuk mengetahui tebal aliran *inflow* Waduk Darma.
- 6) Peta geologi Skala 1 : 100.000 Lembar Majenang Puslit Geologi yang diterbitkan tahun 1996. Digunakan untuk mengetahui sebaran litologi di daerah penelitian.
- 7) Peta jenis tanah skala 1 : 100.000 Dinas Pertanahan Kabupaten Kuningan. Digunakan untuk mengetahui sebaran jenis tanah di daerah penelitian.

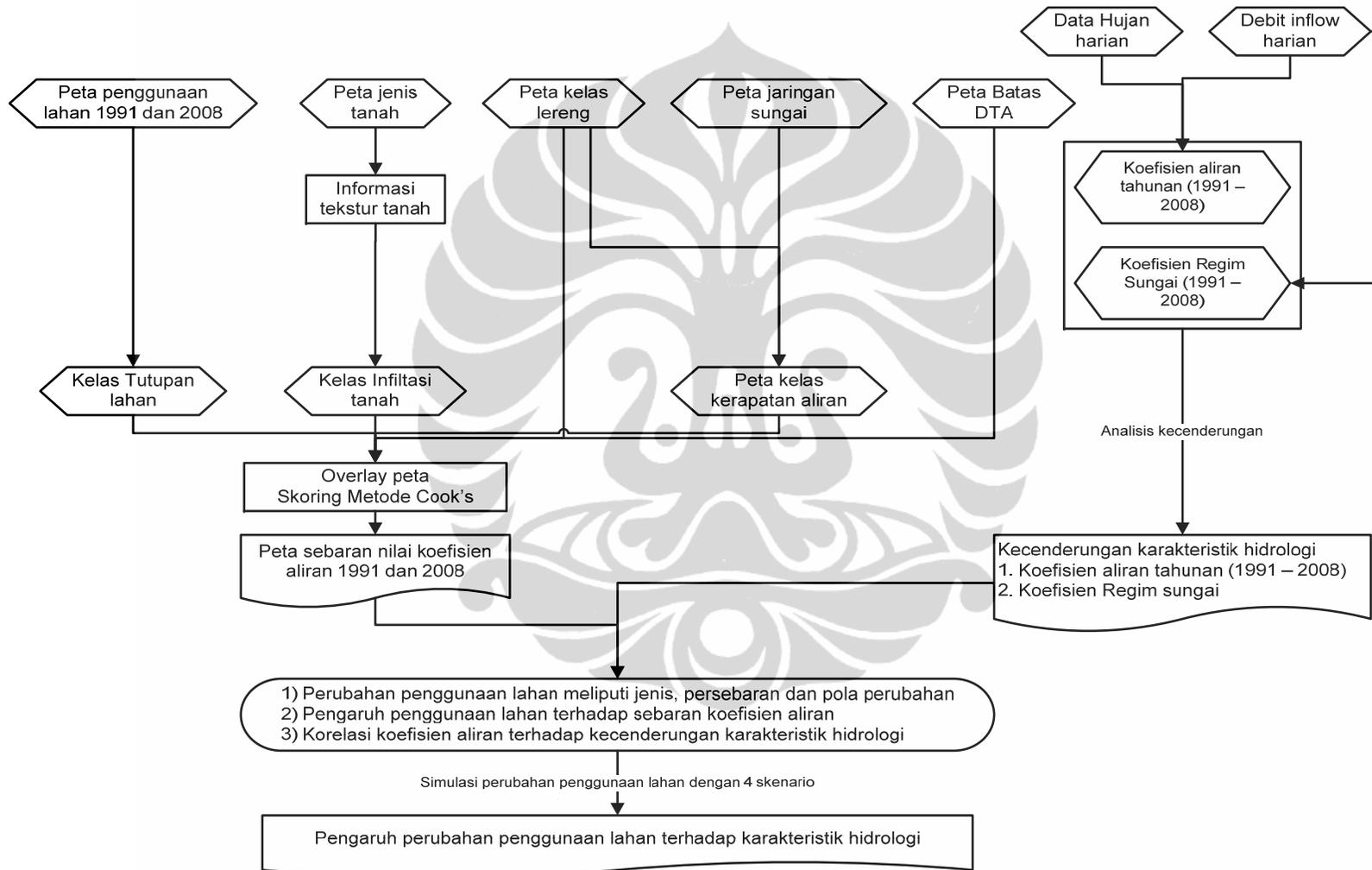
3.3 Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi :

- 1) Satu unit alat *global positioning system* (GPS) Garmin 56 CSX untuk menentukan koordinat titik pengukuran dan pengambilan sampel di lokasi penelitian.
- 2) Abney level untuk pengukuran kemiringan lereng di lokasi penelitian
- 3) Alat tulis, kamera foto untuk dokumentasi gambar obyek lapangan yang berhubungan dengan penelitian.
- 4) Seperangkat computer beserta perangkat lunak yang terdiri atas Microsoft Word 2007, Microsoft Excel 2007, Arc-GIS versi 9.2, Er Mapper versi 7.

3.4 Cara Penelitian

Cara penelitian merupakan rangkaian proses penelitian mulai dari pemilihan daerah penelitian, data yang dikumpulkan, cara pengumpulan data, cara



Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian

pengolahan data, cara analisis hasil pengolahan data. Dengan demikian dapat menjawab pertanyaan dari penelitian yang dilakukan. Cara penelitian disajikan dalam bentuk diagram alir penelitian pada Gambar 3.1.

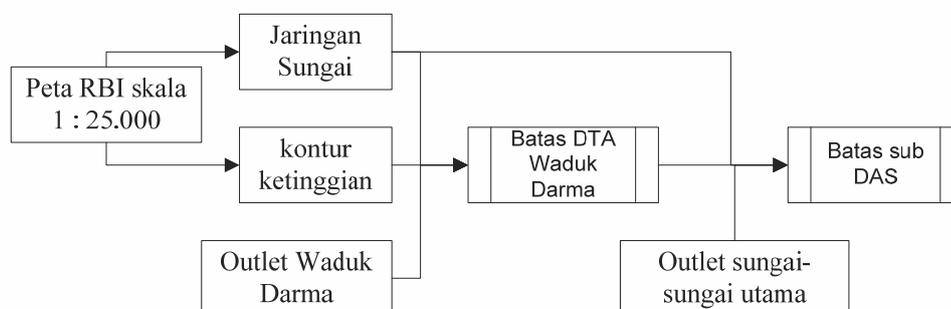
3.5 Pemilihan Daerah Penelitian

Daerah penelitian merupakan daerah tangkapan air (DTA) waduk Darma yang terletak di hulu sungai Ci Sanggarung. Dasar pemilihan lokasi penelitian adalah isu kekurangan air pada musim kemarau pada lahan sawah di Kabupaten Kuningan dan Kabupaten Cirebon, yang mendapat pasokan air dari Waduk Darma. Hal ini memberi indikasi adanya penurunan kemampuan Daerah tangkapan air Waduk Darma dalam menyimpan air. Dari permasalahan tersebut, maka penelitian mengenai perubahan penggunaan lahan dan karakteristik hidrologi daerah tangkapan air Waduk Darma menjadi sangat penting sebagai bagian dari tindakan preventif untuk menjaga kesinambungan Waduk Darma.

3.6 Cara Pengolahan Data

1) Batas Daerah Aliran Sungai

Batas Daerah Tangkapan Air (DTA) dilakukan secara visual dengan memperhatikan struktur jaringan sungai dan igir dari perbukitan. Data jaringan sungai dan kontur ketinggian dari peta Rupa Bumi Indonesia Skala 1 : 25.000 digunakan dalam membuat batas DAS. Outlet yang digunakan adalah Outlet utama dari Waduk Darma. Sedangkan untuk menentukan sub-DAS dibuat Outlet pada masing-masing sungai utama yang masuk pada Waduk Darma. Proses pemberian batas DAS ditunjukkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Penentuan Batas DAS/DTA

2) Penggunaan Lahan

Informasi penggunaan lahan diperlukan untuk memperoleh informasi perkembangan struktur dan pola penggunaan lahan di daerah penelitian. Perubahan penggunaan lahan dapat diketahui dengan membandingkan informasi penggunaan lahan aktual dengan penggunaan tahun sebelumnya. Untuk memperoleh informasi penggunaan lahan aktual dilakukan interpretasi citra satelit Landsat 7 ETM+ akuisisi 6 April 2008 path/row 121/065 dan data terdahulu dari citra satelit Landsat 5 TM akuisisi 5 Juli 1991 path/row 121/065. Untuk mempermudah menentukan obyek pada citra, maka dibuat komposit citra dengan menggunakan komposisi band 542. Skala pemetaan dalam melakukan interpretasi adalah 1 : 50.000. Proses interpretasi citra disajikan pada Gambar 3.3. Hasil interpretasi penggunaan lahan kemudian diklasifikasikan untuk menentukan tingkat kerapatan vegetasi berdasarkan tutupan lahannya menurut Tabel 3.1.



Gambar 3.3. Proses interpretasi citra Landsat secara visual

Data acuan atau referensi diperlukan sebagai alat untuk membantu melakukan interpretasi penggunaan lahan dari data citra satelit Landsat. Dalam penelitian ini acuan interpretasi yang digunakan adalah peta penggunaan lahan

dari peta rupa Bumi Indonesia skala 1 : 25.000, data ini merupakan hasil dari pengolahan foto udara 1 : 50.000 tahun 1993/1994 secara fotogrametri dan survey lapangan tahun 1999. Informasi lain yaitu peta penggunaan lahan skala 1 : 50.000 Kecamatan Darma yang diperoleh dari Dinas Pertanahan Kabupaten Kuningan.

Tabel 3.1. Klasifikasi Penutup Lahan

Tingkat Kerapatan	Kondisi Tutupan Lahan
Kurang Baik	Lahan terbuka, vegetasi jarang
Jelek - Sedang	10% luas daerah vegetasi penutup baik (hutan)
Sedang - Baik	50% luas daerah bervegetasi penutup baik (hutan atau rumput), 50% bukan daerah pertanian.
Baik - Sedang	90% luas daerah bervegetasi penutup baik (hutan, rumput, atau sejenisnya)

Sumber : Hudson (1993)

Ketelitian geometik citra sebagai sumber data analisis perubahan penggunaan, sangat diperlukan agar informasi penggunaan lahan pada data tahun pertama dan tahun kedua bersesuaian secara keruangan. Untuk itu data citra satelit harus dicek terlebih dahulu posisinya dengan data acuan yang digunakan yaitu peta RBI skala 1 : 25.000.

Langkah selanjutnya adalah penentuan kelas penggunaan lahan yang akan digunakan dalam proses klasifikasi. Kelas penggunaan lahan yang digunakan dalam penelitian ini didasarkan pada klasifikasi penggunaan lahan oleh Sandy (1977), yang membedakan antara penggunaan lahan pedesaan dan daerah perkotaan. Pada skala pemetaan 1 : 50.000 penggunaan lahan dibedakan kedalam 10 kelas dengan beberapa sub kategori (Purwadhi, 2008). Selanjutnya, metode klasifikasi citra dilakukan dengan metode klasifikasi citra visual, dengan teknik digitasi *on screen* menggunakan perangkat lunak ArcGIS 9.3.

Hasil interpretasi perlu dicek kebenarannya di lapangan dengan menggunakan metode survey lapangan. Pengambilan sampel dilakukan dengan metode *purposive* sampling. Hasil interpretasi dapat dikatakan baik apabila prosentase kebenaran interpretasi lebih dari 80 %. Sutanto (1986) menyajikan salah satu cara untuk uji ketelitian hasil interpretasi. Cara ini digunakan di dalam

analisis digital data penginderaan jauh menggunakan komputer, walaupun demikian cara ini dapat pula digunakan pada analisis manual atau visual data penginderaan jauh yaitu dengan mengubah piksel menjadi petak-petak bujur sangkar atau luas bagi masing-masing kelas hasil interpretasi. Di bawah ini akan disajikan Tabel 3.2. pengujian ketelitian interpretasi dari Sutanto (1986)

Tabel. 3. 2. Pengujian Ketelitian Interpretasi

Interpretasi Kategori Lapangan	A	B	C	Lain-lain	Jumlah	Omisi	Komisi	Ketelitian Pemetaan
A	2 5	5	1 0	3	43	18/43 = 42%	7/43 = 16%	25 / (25+18+7) = 50 %
B		5		5	63	13/63 = 42%	11/63 = 17%	50 / (50+13+11) = 68 %
C		0	6	5	72	12/72 = 42%	18/72 = 25%	60 / (60+12+18) = 67 %
Lain-lain	3 2	4 2	6 2	0 100	106	6/106 = 42%	13/106 = 12%	100 / (100+6+13) = 84 %
Jumlah	3 6	6 1	7 8	113	284			

Sumber: Short (1952, dalam sutanto 1986) dengan perubahan

$$\text{Ketelitian seluruh hasil interpretasi} = \frac{25 + 50 + 60 + 100}{284}$$

3) Kemiringan lahan

Kemiringan lahan diperoleh dari analisis peta kontur RBI skala 1 : 25.000. metode analisa dilakukan dengan cara klasifikasi tingkat kerapatan antar garis kontur. Teknik digitasi *on screen* dilakukan untuk melakukan pengelompokan garis tingkat kerapatan garis kontur. Besarnya kemiringan lahan diperoleh dengan cara menghitung beda tinggi dan jarak antar kontur yang dihitung. Klasifikasi kemiringan lahan dibuat berdasarkan kelas lereng pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3. Klasifikasi Kemiringan Lereng

Kelas Lereng	Kemiringan (%)	Relief
I	0 – 5	Datar
II	5 – 10	Bergelombang
III	10 – 30	Berbukit
IV	> 30	Curam

Sumber : Hudson (1993)

4) Infiltrasi Tanah

Kondisi tanah yang diwakili oleh nilai tekstur Badan Pertanahan Kabupaten Kuningan. Nilai tersebut kemudian dilakukan pengecekan agar nilai yang ada sesuai dengan klasifikasi berdasarkan USDA. Hasil penilaian tekstur tanah kemudian diolah sebagai pendekatan yang menyatakan nilai infiltrasi tanah yang disajikan pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4. Klasifikasi Nilai Infiltrasi Tanah Metode Cook's

Infiltrasi (mm/jam)	Tekstur Tanah	Klasifikasi
< 1	Batuan yang tertutup lapisan tanah tipis	Dapat diabaikan
1 – 3,99	Halus didominasi Lempung	Rendah
4 – 8,99	Sedang didominasi Geluh/debu	Sedang
9 – 12	Kasar didominasi Pasir	Tinggi

Sumber : Hudson (1993)

5) Simpanan Air Permukaan

Simpanan air permukaan diolah berdasarkan data dari luas DAS dengan jumlah panjang sungai dalam DAS. Simpanan air permukaan ini menggambarkan kondisi DAS dalam mengataskan air setelah terjadinya hujan. Pengukuran kerapatan aliran didapat dari Persamaan (3.1). Nilai kerapatan aliran selanjutnya di sesuaikan dengan klasifikasi kerapatan aliran pada Tabel 3.5.

$$Dd = L.A^{-1} \quad (3.1)$$

Keterangan,

Dd : Kerapatan aliran (mile/mile²)

L : Jumlah total panjang sungai (mile)

A : Luas daerah aliran sungai (mile²)

Tabel 3.5. Klasifikasi Kerapatan Aliran

Kerapatan Aliran (mile/mile ²)	Kondisi	Klasifikasi
> 5	Pengataskan kuat, saluran curam, tidak ada penggenangan	Dapat diabaikan
2 - 5	Pengataskan baik hingga sedang, tidak ada danau	Sedikit
1 – 2	Pengataskan baik, hingga sedang, 2 % luas merupakan genangan	Sedang
< 1	Pengataskan kurang, banyak genangan	Banyak

6) Hujan Rerata Wilayah

Hujan rerata wilayah yang dihitung berdasarkan dua stasiun yang terdapat di dalam lokasi penelitian. Metode yang digunakan untuk menghitung hujan wilayah adalah metode *polygon thiessen*. Menurut Sri Harto (1993) Metode *polygon thiessen* dipandang baik dan banyak digunakan untuk analisis dibandingkan cara isohyet atau rerata aljabar. Cara *Polygon Thiessen* yang digunakan memberikan nilai tertentu untuk setiap stasiun hujan. Pengertiannya setiap stasiun hujan dianggap mewakili hujan dalam suatu daerah dengan luas tertentu, luas ini dijadikan faktor koreksi. Dengan metode ini, hujan wilayah dihitung dengan Persamaan (3.2) (Sri Harto, 1993).

$$P = \frac{(P_a \times L_a) + (P_b \times L_b) + \dots + (P_n \times L_n)}{L_a + L_b + \dots + L_n} \quad (3.2)$$

Keterangan,

P : hujan rerata wilayah (mm)

P_a : hujan di stasiun A (mm).

L_a : luas Poligon Thiessen stasiun A (ha)

7) Debit Aliran

Data debit yang digunakan dalam analisis adalah data tebal aliran dalam satuan (mm). data ini diperoleh dengan menggunakan Persamaan (3.3) dan Persamaan (3.4) (Asdak, 1993)

$$V_d = \sum_{n=1}^N Q_n \Delta t \quad (3.3)$$

$$R_d = \frac{V_d}{L} 1000 \quad (3.4)$$

Keterangan,

V_d : volume aliran (m³)

Q_n : debit aliran (m³/det)

Δt : interval waktu (dt)

R_d : tebal aliran (mm)

L : luas DAS (ha)

8) Koefisien Aliran Metode Cook's

Informasi penggunaan lahan, kemiringan lahan, jenis tanah, dan kerapatan aliran, selanjutnya digunakan untuk perhitungan nilai koefisien aliran dengan

menggunakan metode Cook's. Bobot masing-masing parameter disajikan pada Tabel 3.6. Metode tumpang susun peta digunakan dengan tujuan agar informasi yang dimiliki suatu peta dapat dikombinasikan dengan informasi pada peta lainnya. Hasilnya digunakan untuk mengetahui nilai koefisien aliran. Perhitungan koefisien aliran dengan metode rerata timbang dari nilai unit area hasil tumpang susun dilakukan dengan menggunakan Persamaan (3.5).

$$C = \frac{(C_a \times L_a) + (C_b \times L_b) + \dots + (C_n \times L_n)}{L_a + L_b + \dots + L_n} \quad (3.5)$$

Keterangan,

C_n : Koefisien aliran pada unit area ke-n (%)

L_n : Luas area ke-n (ha)

C : Koefisien aliran total (%)

Tabel 3.6. Nilai bobot parameter Metode Cook's

Faktor	Klasifikasi Koefisien Aliran			
	Curam	Berbukit	Bergelombang	Datar
Relief <i>Bobot</i>	25	20	10	5
Infiltrasi Tanah <i>Bobot</i>	Dapat diabaikan 20	Rendah 15	Sedang 10	Tinggi 5
Penutup Lahan <i>Bobot</i>	Kurang baik 20	Jelek – sedang, 15	Sedang – baik, 10	Baik – sangat baik 5
Simpanan Permukaan <i>Bobot</i>	Dapat diabaikan 20	Sedikit 15	Sedang 10	Banyak 5

Sumber : Hudson (1993)

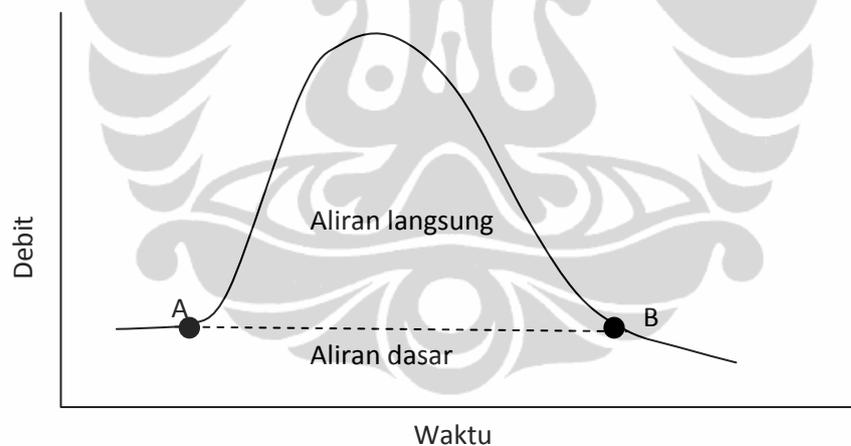
Nilai akhir dari hasil perhitungan jumlah pembobotan dari masing-masing parameter selanjutnya diklasifikasikan berdasarkan kriteria nilai koefisien aliran dengan Metode Cook's, sebagaimana disajikan pada Tabel 3.7.

Tabel 3.7. Klasifikasi koefisien aliran Metode Cook's

Nilai Koefisien Aliran (%)	Klasifikasi
0 – 25	Rendah
25 – 50	Sedang
50 – 75	Tinggi
75 - 100	Ekstrim

9) Koefisien Aliran Tahunan

Koefisien aliran tahunan merupakan bilangan yang menunjukkan perbandingan antara jumlah aliran permukaan langsung dengan jumlah curah hujan dalam periode waktu satu tahun (Asdak, 1993). Debit aliran langsung diperoleh dari data debit inflow rerata harian dikurangi dengan debit aliran dasar. Triatmojo (2008) menjelaskan perhitungan debit aliran dasar menggunakan metode penarikan garis lurus dimana aliran langsung mulai terjadi (A) sampai akhir dari aliran langsung (B). apabila titik B tidak diketahui, maka tarik garis horizontal dari titik A. untuk lebih jelasnya pemisahan aliran langsung dan aliran dasar disajikan pada Gambar 3.4. dalam penelitian ini debit aliran minimum pada setiap bulan ditetapkan sebagai debit aliran dasar pada bulan yang bersangkutan. Curah hujan diperoleh dari jumlah hujan rerata wilayah periode waktu tahun 1991 sampai tahun 2008.



Sumber : Triatmodjo (2008)

Gambar 3.4. Pemisahan Aliran Dasar

10) Koefisien Regim Sungai

Koefisien regim sungai (KRS) yaitu koefisien yang merupakan perbandingan antara debit harian rata-rata maksimum dan debit harian rata-rata minimum (Asdak, 1993). Parameter debit harian rata-rata maksimum dan minimum di peroleh dari data inflow harian Waduk Darma Periode tahun 1991 sampai tahun 2008.

3.7 Cara Analisis Data

Metode pendekatan analisis hasil pengolahan data dilakukan secara deskriptif-komparatif, analisis deskriptif-spasial dan analisis statistik. Analisa deskriptif merupakan penjelasan secara ilmiah terhadap hasil dari pengolahan data baik berupa peta maupun tabel. Analisis deskriptif-komparatif dilakukan untuk mengetahui jenis, persebaran dan perubahan penggunaan lahan dari tahun 1991 sampai tahun 2008. Aspek yang ingin diketahui yaitu jenis penggunaan lahan di daerah penelitian. Perubahan penggunaan lahan dikaji menyangkut jenis penggunaan lahan yang berubah serta laju perubahannya.

Analisis deskriptif-spasial dilakukan untuk menganalisa persebaran penggunaan lahan di daerah penelitian dan mengkaji pengaruh persebaran jenis penggunaan lahan dan variabel lereng, tanah, dan kerapatan aliran terhadap nilai koefisien aliran yang dihasilkan.

Analisis statistik deskriptif dilakukan untuk melihat kecenderungan/trend terhadap hasil pengolahan data hidrologi hasil pengukuran yang terdiri atas data curah hujan wilayah, dan data debit aliran/inflow yang masuk kedalam Waduk Darma. Periode pengukuran data adalah dari tahun 1991 – 2008. Selanjutnya dapat dilihat persebaran koefisien aliran di daerah tangkapan air (DTA) Waduk Darma serta data faktual hasil pengukuran yang dikuantifikasikan dengan nilai koefisien aliran tahunan dan koefisien regim sungai.

Hasil analisis deskriptif – komparatif dan deskriptif spasial, kemudian digunakan dalam pembuatan simulasi perubahan penggunaan lahan dan pengaruhnya terhadap volume air yang dihasilkan oleh daerah tangkapan air (DTA) Waduk Darma. Pembuatan simulasi perubahan penggunaan lahan dilakukan dengan empat skenario perubahan penggunaan lahan. Asumsi-asumsi yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Skenario berlangsung dalam periode waktu 10 tahun. Periode waktu 10 tahun ditentukan berdasarkan pertimbangan jumlah data penggunaan lahan yang terbatas, yaitu dua periode data tahun 1991 dan tahun 2008.
2. Kriteria penyusunan skenario didasarkan pada dua kondisi yaitu kondisi kondisi aktual dan kondisi konservasi. Kondisi aktual yaitu kondisi yang

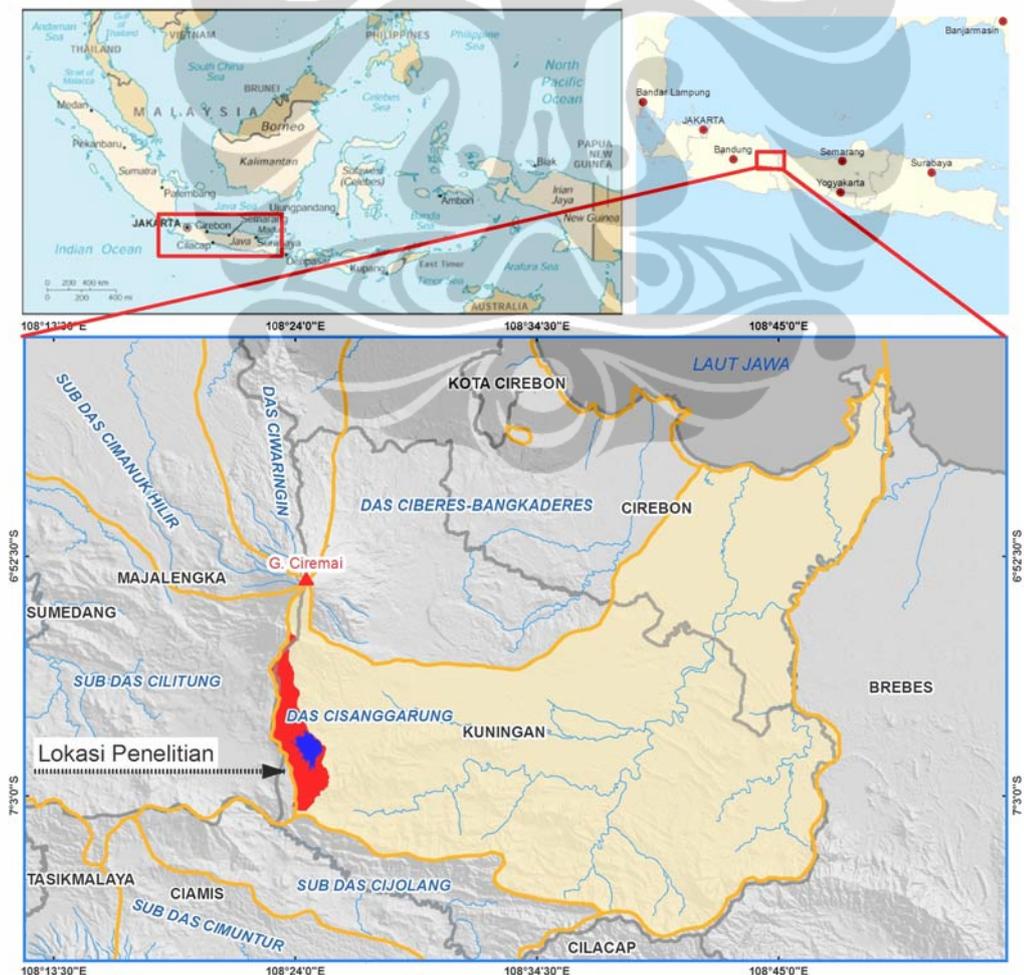
mana perubahan penggunaan lahan yang telah dan sedang terjadi dibiarkan terus berlangsung dengan pola mengikuti pola perubahan yang telah terjadi selama periode tahun 1991 sampai tahun 2008. Kondisi konservasi yaitu kondisi ada kebijakan pemerintah pemerintah dalam meredam perubahan penggunaan lahan yang telah terjadi, dengan tujuan untuk menjaga kualitas daerah tangkapan air (DTA) Waduk Darma.



BAB IV KONDISI UMUM DAERAH PENELITIAN

4.1 Letak, Batas dan Luas Daerah Penelitian

Daerah penelitian merupakan daerah tangkapan air (DTA) Waduk Darma yang terletak di bagian hulu daerah aliran Ci Sanggarung. Secara geografis terletak antara $6^{\circ}55'47''$ LS sampai $7^{\circ}3'40''$ LS dan $108^{\circ}22'54''$ BT sampai $108^{\circ}25'28''$ BT. Berdasarkan analisis batas DAS dan peta kontur topografi skala 1 : 25.000, daerah tangkapan air waduk (DTA) Darma memiliki luas 2903 ha dengan luas genangan 400 ha. Secara administratif merupakan bagian dari wilayah Kabupaten Kuningan. Gambaran lokasi penelitian disajikan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1. Lokasi Penelitian

4.2 Curah Hujan

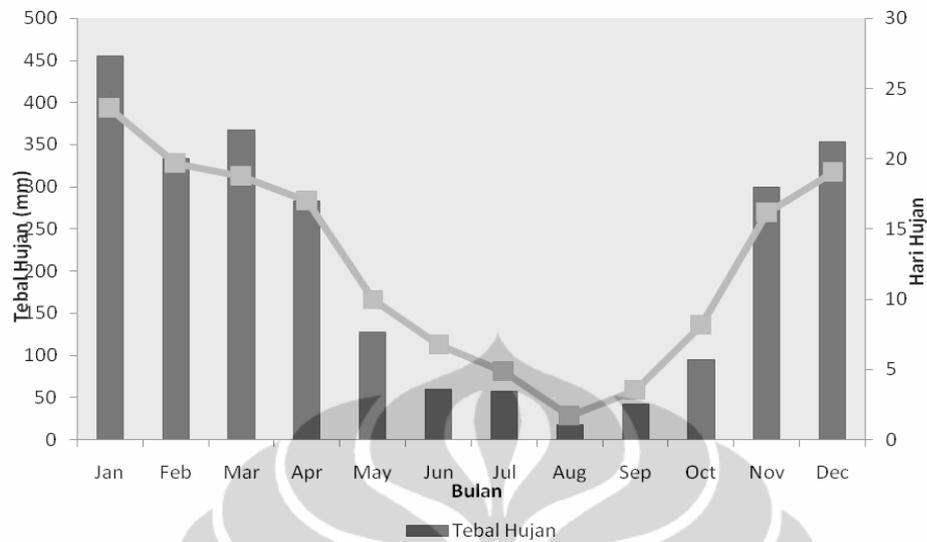
Besarnya curah hujan sangat berpengaruh terhadap hasil air di lokasi penelitian. Data curah hujan diperoleh dari Dinas Pertambangan dan Pengairan Kabupaten Kuningan. Di lokasi penelitian terdapat dua stasiun penakar hujan yang letaknya cukup mewakili kondisi topografi di daerah penelitian, yaitu stasiun Darma (712 mdpal) dan stasiun Gunung Sirah (1079 mdpal). Besarnya curah hujan rerata bulanan dan jumlah hari hujan disajikan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Curah Hujan Rerata Bulanan beberapa stasiun di lokasi penelitian

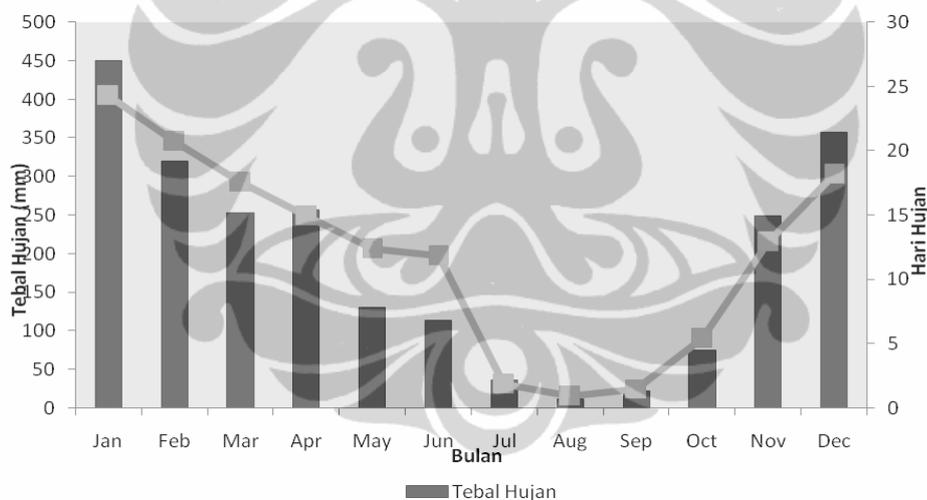
No	Bulan	Stasiun Hujan			
		Darma (712 m dpal)		Gunung Sirah (1079 m dpal)	
		CH (mm)	Hari hujan	CH (mm)	Hari hujan
1	Januari	455.28	24	450.65	24
2	Februari	333.72	20	319.35	21
3	Maret	367.94	19	252.25	18
4	April	283.28	17	257.00	15
5	Mei	127.11	10	130.20	12
6	Juni	59.06	7	113.90	12
7	Juli	57.00	5	36.35	2
8	Agustus	17.67	2	11.20	1
9	September	41.92	4	21.65	2
10	Oktober	94.53	8	74.80	5
11	November	299.33	16	248.70	13
12	Desember	353.56	19	357.90	18
CH tahunan		2490.39	149	2273.95	142

Sumber : Hasil perhitungan curah hujan tahun 1999 - 2008

Berdasarkan Tabel 4.1, dapat dijelaskan bahwa curah hujan tahunan di daerah tangkapan air Waduk Darma adalah sebesar 2490 mm/tahun pada stasiun hujan Darma dan 2273 mm/tahun pada stasiun hujan Gunung Sirah. Gambar 4.2 menunjukkan variasi hujan rerata bulanan.



(a)



(b)

Sumber : Hasil perhitungan 2009

Gambar 4.2. Variasi Hujan Bulanan (a) Stasiun Darma (b) Gunung Sirah

Variasi keruangan curah hujan di daerah penelitian ditunjukkan dengan lampiran Peta 1 (peta curah hujan). Sebaran curah hujan mengikuti kondisi morfologi daerah penelitian di lokasi penelitian, semakin kearah lereng atas Gunung Ciremai curah hujan semakin tinggi, hal ini menunjukkan Sifat hujan di lokasi penelitian bersifat orografis

4.3 Kondisi Geomorfologi

Pannekoek (1949) membagi Pulau Jawa menjadi tiga zona fisiografi a) zona selatan, yaitu mintakat yang didominasi oleh plato yang terpotong-potong oleh sesar dan sistem fluvial yang besar, banyak formasi geologi tua tersingkap pada zona ini, b) zona tengah, yaitu jalur vulkanik, di Jawa Barat dan Jawa Timur mintakat ini merupakan suatu jalur vulkan yang kontinu, sedangkan di Jawa Tengah jalur ini dipotong oleh Pegunungan Serayu, C) zona utara, yaitu zona yang berbukit-bukit rendah, dataran pantai yang luas berdampingan dengan daerah perbukitan yang terpisah oleh sesar-sesar dengan gawir sesar, pendataran ini melebar dengan cepat oleh pertumbuhan delta dari sungai besar yang membawa banyak sedimen ke Laut Jawa yang sangat dangkal. Berdasarkan uraian di atas, daerah penelitian terletak pada zona tengah yang berlokasi pada lereng Gunung api Ciremai dan lereng perbukitan struktural

Kondisi geomorfologi daerah penelitian dibedakan menjadi dua macam bentukan asal, yaitu bentuklahan asal vulkanik dan bentuklahan asal struktural. Klasifikasi atas morfogenesis ini dapat memberikan gambaran tentang kenampakan permukaannya (morfologi), struktur dan batuan penyusunnya serta proses yang mengakibatkan terbentuknya bentuklahan (Verstappen, 1983).

Berdasarkan hasil analisis data kontur dan litologi batuan penyusun, daerah penelitian terdiri atas empat satuan bentuklahan, lereng tengah vulkan, lereng kaki vulkan, lereng kaki perbukitan struktural, dan lereng perbukitan struktural. Masing-masing satuan bentuklahan memiliki karakteristik morfologi dan proses geomorfologi yang berbeda. Peta bentuklahan disajikan pada Peta 2.

Satuan bentuklahan lereng vulkan memiliki area yang sangat luas pada daerah penelitian, letaknya di bagian tengah dan sebelah utara genangan Waduk. Lereng tengah vulkan berada di bagian utara dari lereng kaki vulkan, dengan kemiringan lahan dominan berkisar antara 10 – 30 %. Proses erosi pada lereng tengah cukup intensif yang ditunjukkan dengan banyaknya torehan alur sungai dan aktivitas penggunaan lahan pertanian. Selanjutnya lereng kaki vulkan terletak di bagian tengah dengan kemiringan lahan dominan 5 – 10% dan terdapat

kemiringan 10 % sampai lebih dari 30 % pada daerah tengah dan sebelah timur waduk dengan luasan yang relatif kecil.

Satuan bentuklahan struktural menempati pada bagian selatan dari daerah tangkapan air (DTA) Waduk Darma. Lereng perbukitan struktural di sebelah tenggara Waduk memiliki kemiringan lahan diatas 30 % dan lereng kaki perbukitan struktural terletak di bagian selatan dengan morfologi bergelombang dan kemiringan lereng 5 – 30 %.

4.4 Kondisi Geologi

Kondisi geologi di lokasi penelitian peta batuan utama pada Peta 3 didominasi oleh formasi-formasi batuan yang berupa hasil letusan gunungapi muda dan endapan aluvial. Material gunungapi tersebut menutupi formasi-formasi batuan yang lebih tua berada dengan ketebalan yang berbeda-beda. Berdasarkan ciri-ciri litologi yang membedakan batuan penyusunnya, maka geologi daerah tangkapan air Waduk Darma adalah sebagai berikut :

- a. Endapan Gunung Api Muda (Qvr) : satuan ini terdiri dari endapan lahar, breksi dan batu pasir tufaan. Singkapan breksi umumnya masih perdu, sedangkan batu pasir tufaan dan lahar sebagian telah lapuk, sebagian menjadi pecahan-pecahan lepas batuan beku. Pelapukan yang telah lanjut menghasilkan tanah penutup yang berwarna kuning kemerahan dan kecoklatan. Satuan ini umumnya menempati bagian lereng tengah gunung api Ciremai dengan luasan yang cukup sempit.
- b. Endapan gunung api Lava : Aliran lava yang dijumpai umumnya berupa andesit dengan struktur aliran. Batuan ini oleh masyarakat dimanfaatkan untuk batu temple, karena mempunyai struktur rekahan berupa sheeting joint, sehingga bentuknya berlembar. Sebaran dari satuan litologi ini terletak di bagian lereng kaki vulkan dengan luasan yang cukup besar.
- c. Endapan Gunung api Tua : Satuan ini terdiri dari Breksi gunung api piroklastik dan endapan laharik, yang tersusun oleh batuan beku dan basal dengan masa dasar berupa pasir tufaan. Fragmennya berukuran 5 cm sampai

dengan 100 cm, umumnya kompak dengan porositas baik. Satuan ini tersebar pada bagian barat pada satuan bentuklahan lereng kaki vulkan.

- d. Aluvial : Batuan aluvium terdapat pada bagian genangan waduk. Satuan litologi ini, menerima material aluvium dari lereng-lereng di bagian atasnya.
- e. Formasi Halang : beranggotakan batupasir berlapis batulempung, napal dan tuf dengan sisipan breksi. Breksi dari Formasi Halang ini mempunyai fragmen andesit, basal dan batugamping dengan semen batupasir tufan kasar dengan sisipan batupasir dan lava basal. Formasi ini terutama berada pada bagian paling selatan daerah penelitian.

4.5 Kondisi Tanah

Perbedaan faktor pembentuk tanah seperti iklim, bahan induk, topografi, makhluk hidup, dan waktu yang mengakibatkan adanya berbagai jenis tanah di bumi. Jenis tanah berpengaruh terhadap besarnya aliran air permukaan, infiltrasi air ke dalam tanah, kepekaan tanah terhadap erosi dan sebagainya.

Berdasarkan peta tanah tinjau skala 1: 250.000 tahun 1966 di daerah penelitian meliputi tiga tipe tanah yaitu asosiasi andosol coklat dan regosol coklat, latosol coklat kemerahan, dan kompleks podsolik merah kekuningan. Sebaran Jenis tanah disajikan pada Peta 4.

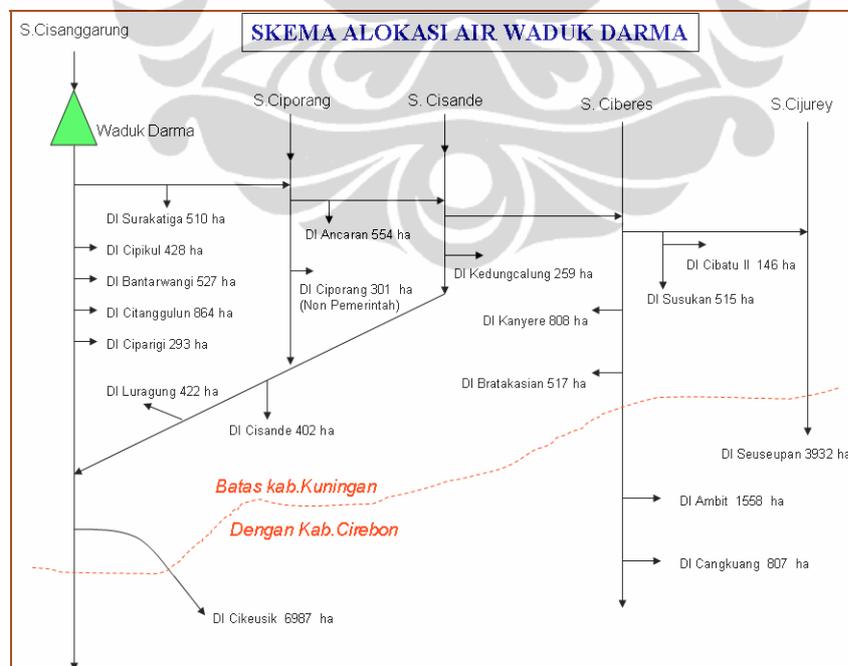
Jenis tanah asosiasi andosol coklat dan regosol coklat Regosol merupakan tanah yang belum berkembang atau termasuk kelompok tanah muda. Tanah ini berasal dari bahan induk yang baru diendapkan, kurang lebih 60 % berasal dari abu vulkanik. Warna tanah umumnya coklat kehitaman. Jenis tanah ini berada pada lereng tengah vulkan sehingga mempunyai potensi menjadi tanah yang produktif karena adanya ketersediaan air serta mineral dapat lapuk yang masih melimpah.

Latosol coklat kemerahan merupakan tanah yang telah berkembang dan termasuk kelompok tanah dewasa. Latosol terbentuk pada bahan induk vulkanik yang terletak pada kondisi relief yang memungkinkan terbentuknya drainase baik. Latosol mempunyai persebaran Jenis tanah ini terletak pada lereng kaki perbukitan struktural dan lereng kaki vulkan.

Podsolik Merah Kuning adalah tanah dengan perkembangan sangat lanjut atau tergolong tanah kelompok tua. Tanah ini berkembang pada bahan induk yang berasal dari pelapukan batupasir Formasi Halang dan merupakan tanah yang mudah tererosi karena rendahnya kandungan organik dan tingginya kandungan lempung. Tanah ini banyak terdapat pada bentuk lahan Pegunungan Monoklinal dan daerah–daerah perbukitan.

4.6 Kondisi Hidrologi

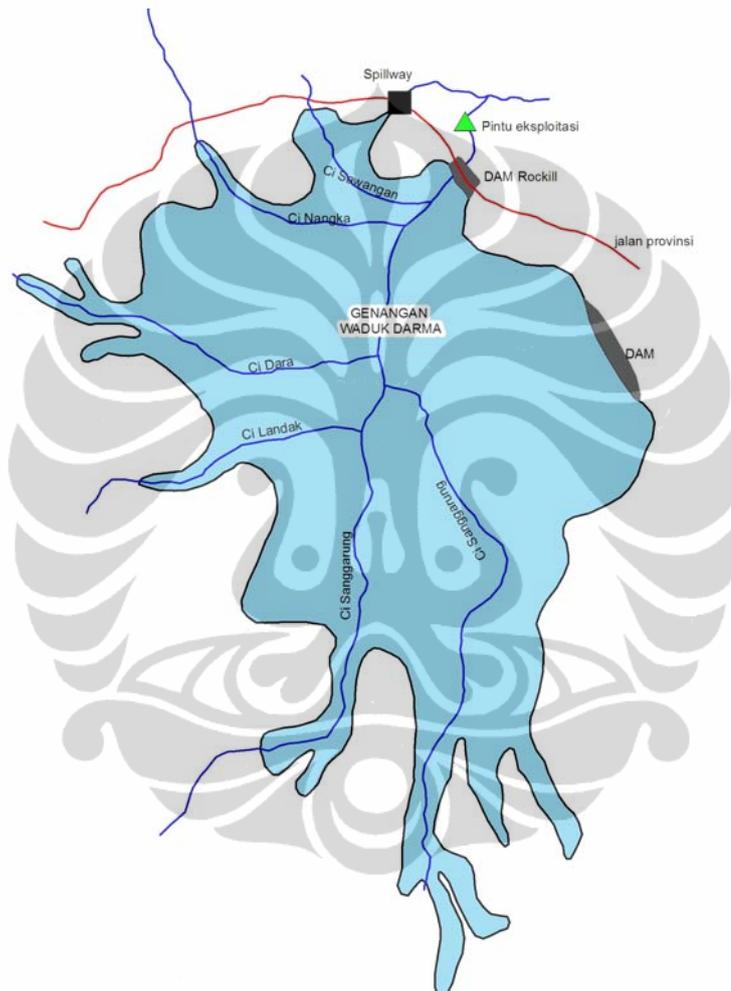
Sejak dibangun 1938 dan dioperasikan tahun 1962 Waduk Darma melayani kebutuhan air untuk operasionalisasi Pabrik Gula Tersana dan areal irigasi dengan luas 22.060 ha, mencakup wilayah Kabupaten Kuningan 6.697 ha dan Kabupaten Cirebon 15.363 ha. Namun dengan adanya alih fungsi areal pertanian menjadi berbagai kepentingan, maka daerah layanan irigasi menjadi berkurang. Berdasarkan data tahun 2006/2007 areal yang dilayani menjadi 19.684 Ha, dengan rincian Kabupaten Kuningan 6.400 ha dan kabupaten Cirebon 13.284 ha.



Sumber : Anonim (2008)

Gambar 4.3. Skema Alokasi Air Waduk Darma

Selain itu Waduk Darma juga melayani kebutuhan air baku untuk PDAM Kabupaten Kuningan sebanyak 80 Liter/dt (Anonim, 2008). Gambar 4.3 menyajikan skema alokasi air Waduk Darma untuk keperluan irigasi di Kabupaten Kuningan dan Kabupaten Cirebon.



Sumber : Anonim (2008)

Gambar 4.4. Sketsa Situasi Waduk Darma

Waduk Darma mendapat pasokan air dari Ci Sanggarung, Ci Nangka dan beberapa sungai kecil (Ci Landak, Ci Kalapa, Ci Reunyt) serta beberapa mata air. Gambar 4.4 menyajikan sketsa jaringan sungai yang menjadi pasokan air Waduk Darma. Debit di Dam utama selalu dipantau dengan alat ukur debit Cippoleti, rata-rata debit terbesar adalah 71 liter/dt (Anonim, 2008).

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Karakteristik Penggunaan Lahan

5.1.1 Jenis dan Persebaran Penggunaan Lahan

Kenampakan obyek sawah pada citra dapat dikenali dengan melihat warna, rona, bentuk, dan asosiasinya. Rona pada penggunaan lahan sawah juga bervariasi, ada rona gelap dan juga terdapat rona yang terang. Rona gelap tersebut menandakan bahwa tanaman padi masih berumur muda dan merepresentasikan genangan air dan atau keadaan tanah yang basah, sedangkan sawah dengan rona terang menandakan bahwa tanaman padi tersebut sudah berumur dewasa.

Di daerah penelitian persebaran sawah berasosiasi dengan sumber sumber air seperti sungai dan tepi waduk/tubuh air, tersebar pada satuan bentuklahan lereng kaki vulkan dan lereng kaki perbukitan struktural. Berdasarkan hasil survey lapangan dan informasi peta tematik penggunaan lahan skala 1 : 25.000, jenis sawah di daerah penelitian terdiri atas sawah dengan masa tanam padi dua kali dalam satu tahun dan satu kali dalam satu tahun. Sawah dengan masa tanam satu kali dalam satu tahun, memanfaatkan sumber air hujan dan mata air yang muncul pada perbedaan tekuk lereng pada satuan bentuklahan yang berbeda untuk memenuhi kebutuhan air dalam satu kali tanam. Setelah masa tanam berakhir, maka tanah dibiarkan kosong, dan ditumbuhi semak dan belukar. Jenis sawah seperti ini diberi nama dengan nama sawah tadah hujan. Sawah dengan masa tanam padi dua kali dalam satu tahun memanfaatkan sumber air irigasi untuk memenuhi kebutuhan air dalam masa tanam. Pola tanam pada sawah irigasi adalah padi-padi-palawija.

Kebun campur merupakan lahan yang ditanami berbagai jenis tanaman pertanian yang umumnya berkayu. Kenampakan obyek kebun campur pada citra dapat dibedakan dengan melihat warna, tekstur, dan rona. Pada kombinasi citra 542 kenampakan kebun campur memiliki warna hijau dengan tekstur kasar, hal ini dikarenakan kebun campur dengan tanaman jarang memiliki tekstur yang lebih kasar apabila dibandingkan dengan kebun campur tanaman rapat. Persebaran

kebun campur di lokasi penelitian dominan terdapat di lereng kaki dan lereng tengah vulkan dengan morfologi bergelombang sampai berbukit. Tanaman yang ditanam pada penggunaan lahan kebun campur antara lain cengkeh, bambu, pisang, ketela, kopi, melinjo. Pada umumnya kebun campur berasosiasi dengan pemukiman penduduk.

Tegalan merupakan lahan pertanian lahan kering yang ditanami berbagai jenis tanaman palawija atau tanaman musiman seperti jagung, kacang dan lain sebagainya. Kenampakan objek tegalan pada citra yaitu berwarna hijau muda dengan bercak bercak merah. Pada tegalan dengan tingkat kerapatan tanaman yang tinggi akan memberikan tekstur yang lebih halus pada citra. Persebaran jenis penggunaan lahan tegalan terdapat pada lereng kaki vulkan dan lereng tengah vulkan. Komoditas yang ditanam antara lain jagung, padi huma, ketela, pisang, sayuran.

Semak belukar merupakan wilayah dengan sedikit tanaman pertanian dan juga terdapat berbagai jenis rumput dan terdapat berbagai macam campuran tanaman. Semak belukar dicirikan dengan warna hijau terang pada citra dengan tekstur halus sampai dengan kasar. Belukar lebih memiliki tekstur kasar dan rona yang agak gelap. Persebaran jenis penggunaan lahan ini adalah pada lereng atas vulkan. Semak dan belukar tumbuh secara alami pada lokasi-lokasi hutan yang telah dibuka yang nantinya dimanfaatkan sebagai lahan pertanian lahan kering.

Daerah penelitian merupakan wilayah dengan pemukiman yang masih relatif jarang dan lebih mengidentifikasi bahwa pemukiman yang ada di daerah penelitian merupakan pemukiman desa. Pola persebaran pemukiman di daerah penelitian yaitu menyebar dan berkelompok. obyek pemukiman pada citra lebih mudah dikenali dengan melihat warna dan asosiasinya. Pemukiman memiliki warna merah agak terang dan berasosiasi dengan jalan dan tubuh air. Persebaran pemukiman terdapat pada satuan bentuklahan lereng kaki vulkan dengan morfologi relatif datar.

Hutan merupakan lahan bervegetasi dengan kerapatan tinggi, atau daerah tersebut lebih dari 90% tertutup oleh tanaman keras. Pada citra satelit dapat

dikenali dengan melihat warna dan teksturnya. Hutan dicirikan dengan warna hijau tua dengan tekstur kasar hingga halus. Variasi tekstur dipengaruhi jenis hutan, yakni hutan campuran atau hutan sejenis. Pada hutan dengan jenis tanaman campuran kenampakan tekstur pada citra lebih kasar dari hutan dengan jenis tanaman yang sama. Pada daerah penelitian lahan hutan tersebar pada lereng tengah vulkan dan lereng perbukitan struktural, dan terletak pada ketinggian lahan lebih dari 1000 m.

Tabel 5.1. Penggunaan Lahan di DTA Waduk Darma.

No	Jenis Penggunaan Lahan	Luas (Ha)				Perubahan (Ha)
		1991	%	2008	%	
1	Hutan	395	13.59	139	4.80	-255
2	Kebun campur	851	29.31	854	29.41	3
3	Pemukiman	146	5.02	213	7.35	68
4	Sawah irigasi	168	5.79	164	5.65	-4
5	Sawah tadah hujan	279	9.60	253	8.71	-26
6	Semak belukar	93	3.19	65	2.26	-27
7	Tegalan	599	20.64	842	29.01	243
8	Tubuh air	372	12.81	372	12.82	0.00
Jumlah		2903	100	2903	100.00	

Sumber : Hasil analisis data 2009

Informasi penggunaan lahan hasil interpretasi citra, selanjutnya dihitung luasan serta persentase dari setiap penggunaan lahannya. Tabel 5.1 menyajikan luasan jenis penggunaan lahan di lokasi penelitian. Berdasarkan Tabel 5.1, tahun 1991 luasan terbesar adalah jenis penggunaan lahan kebun campur yaitu seluas 851 Ha dengan persentase 29,31 %. Pada tahun 2008 jenis penggunaan lahan kebun campur menunjukkan kenaikan menjadi 854 Ha atau 29,41% Penggunaan lahan kebun campur memiliki tingkat kerapatan vegetasi yang cukup tinggi, sehingga cukup baik dalam mengontrol aliran permukaan. Sedangkan luasan penggunaan lahan yang paling kecil di lokasi penelitian adalah berupa semak belukar yang memiliki luasan sebesar 93 Ha atau 3,19 % pada tahun 1991 dan 65 Ha atau 2,26 % pada tahun 2008.

Jenis penggunaan lahan sawah irigasi mempunyai luasan 168 Ha atau 5,70% di tahun 1991 dan 164 ha atau 5,65% pada tahun 2008. Adapun sawah tadah hujan pada tahun 1991 memiliki luas 279 ha atau 9,60 % dan 253 Ha pada tahun 2008 atau sekitar 8,71 %. Penggunaan lahan sawah merupakan salah satu penggunaan lahan yang dapat meningkatkan nilai koefisien aliran, hal ini ditunjukkan oleh Tan (2000) bahwa penggunaan lahan sawah selama periode 10 tahun meningkatkan volume aliran permukaan sebesar 40 %. Penggunaan lahan berupa tegalan merupakan penggunaan lahan yang memiliki jenis tanaman musiman dan tingkat kerepatan vegetasi yang jarang. Luasan jenis penggunaan lahan tegalan pada tahun 1991 adalah 599 Ha atau 20,64 % dan pada tahun 2008 sebesar 842 Ha atau 29,01 %. Dengan karakteristik kerapatan vegetasi yang jarang maka penggunaan lahan tegalan dapat cenderung meningkatkan volume aliran permukaan.

Jenis penggunaan lahan pemukiman di lokasi penelitian merupakan tipe pemukiman pedesaan. Karakteristik pemukiman desa biasanya memiliki tutupan vegetasi dan masih menyediakan ruang resapan air. Pada tahun 1991 luas lahan pemukiman adalah 146 Ha atau 5,02 % dan di tahun 2008 meningkat menjadi 213 ha atau 7,35 %. Penggunaan lahan tubuh air yaitu berupa genangan Waduk Darma. Hasil perhitungan, luas genangan relatif tetap 372 atau 12,81 %.

Perubahan jenis penggunaan lahan dikategorikan menjadi dua yaitu perubahan yang bersifat bertambah dan perubahan yang bersifat berkurang. Jenis penggunaan lahan yang bertambah luas antara lain Tegalan (242 Ha), pemukiman (68 Ha), dan kebun campur (3 Ha). Sedangkan jenis penggunaan lahan yang luasnya berkurang adalah hutan (255 Ha), semak belukar (27 Ha), sawah tadah hujan (26 Ha), dan sawah irigasi (4 Ha).

5.1.2 Akurasi Hasil Interpretasi

Untuk mengetahui tingkat akurasi atau kebenaran hasil intepretasi citra penginderaan jauh maka dilakukan uji ketelitian. Tingkat akurasi interpretasi citra menentukan apakah hasil interpretasi layak digunakan atau tidak untuk proses

analisis selanjutnya. Uji ketelitian dilakukan terhadap hasil interpretasi citra Landsat 7 ETM tahun 2008, sehingga data yang digunakan dapat langsung dicek kebenarannya di lapangan. Survey lapangan dilakukan pada tanggal 13 – 15 April 2009. Adapun hasil interpretasi citra Landsat 5 TM tahun 1991, tingkat akurasi mengikuti prosedur yang telah dilakukan pada hasil interpretasi Landsat 7 ETM tahun 2008. Matrik uji ketelitian intepretasi penutup lahan disajikan pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2. Matrik Uji Ketelitian Intepretasi Penggunaan Lahan

Intepretasi	htn	sw	std	kbc	pmk	smk	tgl	tba	Jmh	Ketelitian Intepretasi
<i>Lapangan</i>										
<i>ht</i>	5								5	100
<i>swi</i>		3							3	100
<i>std</i>			4				2		6	67
<i>kbc</i>	1			4		1			6	67
<i>pmk</i>					3				3	100
<i>smk</i>					1	7			8	88
<i>tgl</i>						1	6	1	8	75
<i>tba</i>								1	1	100
									40	

Sumber : Hasil Intepretasi citra dan uji lapangan 2008

$$\text{Ketelitian Intepretasi} = \frac{5 + 3 + 4 + 4 + 3 + 7 + 6 + 1}{40} = 82,5 \%$$

Keterangan

- htn : Hutan
- kbc : Kebun campur
- pmk : Pemukiman
- swi : Sawah irigasi
- std : Sawah tadah hujan
- smk : Semak belukar
- tgl : Tegalan
- tba : Tubuh air/genangan waduk

Jumlah sampel uji lapangan adalah 40 sampel dengan metode pemilihan sampel *purposive sampling*. Pemilihan titik- titik sampel didasarkan pada lokasi-lokasi yang sulit untuk ditentukan nama objeknya, sehingga distribusi jumlah titik sampel tidak merata dari setiap jenis penggunaan lahan. Hasil uji ketelitian untuk intepretasi penutup lahan didapatkan nilai sebesar 82,5 %. Dengan demikian hasil

uji ketelitian interpretasi menunjukkan hasil interpretasi yang cukup akurat, dan informasi penggunaan lahan dapat digunakan untuk proses analisis selanjutnya.

5.1.3 Pola Perubahan Jenis Penggunaan Lahan

Pola perubahan jenis penggunaan lahan yang akan dikaji berikut ini berkaitan dengan pola perubahan suatu jenis penggunaan lahan ke jenis penggunaan lahan lainnya. Hal ini penting untuk diketahui karena setiap jenis tutupan lahan akan berpengaruh terhadap koefisien aliran daerah tangkapan air. Informasi perubahan suatu jenis penggunaan lahan ke penggunaan lahan lainnya disajikan dalam Tabel 5.3.

Tabel 5.3. Matrik Pola Perubahan Jenis Penggunaan Lahan (Ha)
Tahun 1991 – 2008

		Luas (Ha) Jenis Penggunaan Lahan								
2008	1991	htn	kbc	pmk	swi	std	smk	tgl	tba	Jumlah
htn		136	43				6	209		395
kbc			764	36	4	5		41		851
pmk				146						146
swi			3	7	159					168
std			14	19		246				279
smk		3	13				31	45		93
tgl			16	9			28	546		599
tba									372	372
Jumlah Total										2903

Sumber : Hasil analisis 2009

Keterangan

- htn : Hutan
- kbc : Kebun campur
- pmk : Pemukiman
- swi : Sawah irigasi
- std : Sawah tadah hujan
- smk : Semak belukar
- tgl : Tegalan
- tba : Tubuh air/genangan waduk

Berdasarkan Tabel 5.2 maka dapat dilakukan suatu analisa kecenderungan pola perubahan suatu jenis penggunaan lahan ke penggunaan lahan lainnya. Kecenderungan perubahan dikaji dalam periode waktu tahun 1991 sampai dengan tahun 2008. Selama periode tersebut hutan merupakan jenis penggunaan lahan yang banyak berkurang luasnya. Pola perubahan jenis penggunaan lahan hutan secara berurutan berdasarkan luasan adalah hutan – tegalan – kebun campur – semak belukar. Perubahan hutan menjadi tegalan merupakan perubahan dengan luasan yang paling tinggi yaitu sebesar 209 Ha. Hal ini menunjukkan bahwa kebutuhan lahan untuk pertanian lahan kering di lokasi penelitian semakin meningkat, sehingga konversi lahan hutan menjadi non hutan cenderung meningkat. Berdasarkan hasil wawancara dengan masyarakat di lokasi penelitian, diketahui bahwa peranan masyarakat sangat signifikan dalam merubah jenis penggunaan lahan hutan menjadi tegalan dan kebun campur. Perubahan jenis penggunaan hutan ke non hutan terjadi di lereng tengah vulkan.

Perubahan jenis penggunaan lahan kebun campur ke jenis penggunaan lahan lainnya seperti tegalan, pemukiman, sawah tadah hujan dan sawah irigasi terjadi pada lereng kaki vulkan dan lereng kaki perbukitan struktural. Berdasarkan luasan, jenis penggunaan lahan kebun campur berubah menjadi tegalan, pemukiman, sawah tadah hujan, dan sawah irigasi. Perubahan jenis penggunaan lahan kebun campur menjadi tegalan adalah 41 Ha. Jenis penggunaan lahan kebun campur berada di sebelah barat dan selatan Waduk Darma dengan kemiringan lereng 0 – 10 %, berasosiasi dengan persebaran pemukiman penduduk, sawah tadah hujan, tegalan dan sawah irigasi.

Pertumbuhan jumlah penduduk di lokasi penelitian, mengakibatkan meningkatnya kebutuhan lahan untuk permukiman. Perubahan jenis penggunaan lahan sawah irigasi dan sawah tadah hujan menjadi penggunaan lahan pemukiman terjadi pada lereng 5 – 10 % dan berada di lereng kaki vulkan dan lereng kaki perbukitan struktural. Selain itu perubahan jenis penggunaan lahan sawah juga berubah menjadi jenis penggunaan lahan kebun campur.

5.2 Distribusi Koefisien Aliran

Distribusi koefisien aliran daerah tangkapan air didapat dari beberapa faktor fisik yang dihitung berdasarkan metode *Cook's* yang menggunakan pembobotan untuk setiap faktornya. Faktor-faktor tersebut adalah kemiringan lahan, infiltrasi tanah, simpanan air permukaan dan penutup lahan. Perangkat lunak sistem informasi geografi (SIG) digunakan untuk mempermudah analisa, sehingga diperoleh sebaran nilai koefisien aliran secara spasial di daerah tangkapan air (DTA) Waduk Darma.

Sebaran secara spasial berguna untuk mengetahui lokasi-lokasi yang memiliki koefisien aliran yang besar. Metode tumpang susun dan pembobotan dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak sistem informasi geografi (SIG). Skoring dan klasifikasi hasil akhir tumpang susun menggunakan nilai yang telah ditentukan dalam metode *Cook's*.

5.2.1 Kemiringan lahan

Faktor relief yang didekati dengan kemiringan lereng merupakan faktor yang memiliki nilai relatif besar dibandingkan nilai dari faktor lainnya Berdasarkan metode *Cook's*. Peta kemiringan lahan pada Peta 5 dikelaskan berdasarkan klasifikasi metode *Cook's*. Berdasarkan Peta 5 dapat dilihat nilai dan sebaran keruangan kemiringan lahan di daerah penelitian.

Relief datar (0–5%) dengan mempunyai luasan 710,762 Ha atau sekitar 24,28% dari total area. Relief bergelombang (5–10%) mempunyai luasan 666,70 Ha atau 22,96 % dari total area, relief berbukit (10–30%) sebesar 821,450 Ha atau 28,29 %, dan relief curam (>30%) sebesar 704,22 atau 24,26 %. Kelas lereng dengan yang paling besar adalah relief berbukit dengan kelerengan 10 – 30 %.

5.2.2 Penutup Lahan

Faktor penutup lahan merupakan parameter berikutnya dalam penilaian menggunakan metode *Cook*. Peta penggunaan lahan hasil interpretasi citra Landsat 7 ETM dan Landsat TM pada Peta 6 dan Peta 7, disesuaikan Berdasarkan

parameter penutup lahan yang menjadi dasar dalam analisis metode Cook's. penyesuaian kelas penggunaan lahan dengan kelas penutup lahan metode Cook's dilakukan atas dasar karakteristik tutupan vegetasi pada masing-masing jenis penggunaan lahan. Tabel 5.4 menyajikan perbandingan penyesuaian kelas penggunaan lahan dengan kelas penutup lahan metode Cook's.

Tabel 5.4. Penyesuaian Kelas Penutup Lahan

Kelas	Kondisi Tutupan Lahan	Penggunaan Lahan
Kurang Baik	Lahan terbuka, vegetasi jarang	Tanah Terbuka, rumput/semak, jalan aspal, jalan tanah/batu, tegalan tanpa teras pada lereng atas.
Jelek - Sedang	10% luas daerah vegetasi penutup baik (hutan)	Tegalan dengan teras pada lereng tengah atau bawah, sawah tadah hujan, permukiman dan kebun campuran dengan tanaman jarang
Sedang - Baik	50% luas daerah bervegetasi penutup baik (hutan atau rumput), 50% bukan daerah pertanian.	Sawah irigasi, kebun campuran dengan tanaman penutup baik
Baik – sangat baik	90% luas daerah bervegetasi penutup baik (hutan, rumput, atau sejenisnya)	Hutan atau perkebunan

Sumber : Hasil analisis 2009

Berdasarkan hasil penyesuaian kelas penggunaan lahan dengan tutupan lahan metode Cook's maka diperoleh hasil pada tahun 1991 luas area dengan kriteria baik – sangat baik 1192.25 ha atau 41,06 %, sedangkan pada tahun 2008 memiliki luas 1134.15 Ha atau 39,07 %. Luas area dengan kriteria sedang – baik adalah 1530.29 Ha atau 52.71 %, sedangkan pada tahun 2008 memiliki luas 1435.23 ha atau 49.43 luas area dengan kriteria jelek - sedang 238.69 Ha atau 8.22 %, sedangkan pada tahun 2008 memiliki luas 275.84 ha atau 9.50 %. Dengan demikian terdapat peningkatan luasan kelas dengan kriteria jelek – sedang, sedangkan untuk kriteria baik – sangat baik dan sedang – baik mengalami penurunan luasan.

5.2.3 Kerapatan Aliran

Nilai Simpanan permukaan didekati dari kerapatan aliran yang merupakan perbandingan antara panjang total sungai dengan luas DTA. Hasil dari perhitungan ini menghasilkan nilai sebesar 4,69 mile/mil² yang berarti pengatusan termasuk kelas sedang. Hasil diatas Berdasarkan perhitungan panjang sungai total sebesar 52,48 mile dan luas DTA sebesar 11,21 mile². Nilai ini merupakan hasil perhitungan dari keseluruhan daerah tangkapan air. Untuk melihat variasi secara spasial dari kerapatan aliran didaerah tangkapan air, maka dilakukan perhitungan nilai kerapatan aliran berdasarkan unit analisa kemiringan lahan. Berdasarkan hasil analisa kerapatan aliran, maka diperoleh peta sebaran nilai kerapatan aliran seperti ditunjukkan oleh Peta 8. distribusi sebaran nilai kerapatan aliran di lokasi penelitian berasosiasi dengan tingkat kemiringan lahan. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat pengeringan yang sangat cepat terjadi pada lereng dengan kemiringan yang besar dan jaringan sungai yang rapat.

5.2.4 Infiltrasi Tanah

Berdasarkan peta tanah skala tinjau diketahui bahwa di daerah penelitian terdapat tiga jenis tanah yaitu asosiasi regosol dan andosol, latosol, dan podsolik merah kuning. Peta 4 memperlihatkan penyebaran jenis tanah di lokasi penelitian. Selanjutnya, informasi jenis tanah akan digunakan untuk mengetahui besarnya kapasitas infiltrasi berdasarkan pendekatan tekstur tanah. Titik sampel tekstur tanah pada Tabel 5.3 kemudian di plot pada peta jenis tanah. Satu titik sampel dianggap mewakili poligon pada luasan tertentu. Informasi tekstur tanah tersebut kemudian disesuaikan dengan klasifikasi metode *Cook's*.

Tabel 5.5. Kelas Tekstur Tanah di DTA Darma

No.	Koordinat	Jenis Tanah	Kandungan Butir (%)			Tekstur
			Pasir	Debu	Lempung	
1	211671,66 9227711,28	Andosol	12,15	65,49	22,36	Geluh Berdebu
2	212014,89 9231343,00	Regosol	43,2	55,44	1,36	Geluh Berpasir
3	211794,06 9225664,34	Latosol	40,21	28,47	31,32	Geluh Berlempung
4	212937,95 9223476,92	Latosol	25	36,71	38,29	Geluh Berlempung
5	213560,06 9221570,45	Latosol	35,73	28,66	35,61	Geluh Berlempung
6	213901,21 9219543,57	Podsolik MK	82,56	9,6	7,84	Pasir Bergeluh
7	214764,14 9221149,02	Podsolik MK	88,18	6,55	5,27	Pasir Bergeluh
8	213580,13 9220306,16	Podsolik MK	69,45	21,19	9,36	Pasir Bergeluh

Sumber : Survey lapangan 2009

5.2.5 Sebaran Koefisien Aliran

Metode tumpang susun digunakan untuk memperoleh sebaran nilai koefisien aliran. Hasil keseluruhan nilai koefisien aliran di DTA Waduk Darma dari rerata timbang tiap unit koefisien aliran menghasilkan nilai koefisien aliran rerata timbang tahun 1991 di DTA Darma ini sebesar 52,73 %, yang menunjukkan 52,73 % hujan yang jatuh pada DTA ini akan menjadi aliran permukaan. Sedangkan tahun 2008 nilai koefisien aliran adalah 54,63 %. Nilai ini termasuk kelas tinggi pada klasifikasi metode Cook karena berada diantara 50% hingga 75%. Suyono (1996) menyebutkan bahwa perhitungan dengan metode Cook merupakan perhitungan untuk koefisien aliran puncak sehingga hasil pada DTA Waduk Darma ini adalah tinggi.

Tabel 5.6 menunjukkan kelas nilai koefisien aliran berdasarkan metode Cook's. Tahun 1991 nilai koefisien aliran dengan klasifikasi tinggi mempunyai luasan terbesar yaitu sebesar 1351 Ha. Sedangkan yang memiliki nilai luasan terendah yaitu klasifikasi ekstrim dengan luasan sebesar 237 Ha dan untuk klasifikasi sedang/normal sebesar 943 Ha. Proporsi luasan koefisien aliran tahun 2008 yaitu nilai koefisien aliran dengan klasifikasi tinggi mempunyai luasan terbesar yaitu sebesar 1317 Ha. Sedangkan yang memiliki nilai luasan terendah

yaitu klasifikasi ekstrim dengan luasan sebesar 312 Ha dan untuk klasifikasi sedang/normal sebesar 903 Ha. Menurut pembobotan metode Cook's ini, di DTA Darma tidak terdapat unit koefisien aliran yang memiliki klasifikasi rendah atau dengan nilai koefisien antara 0 hingga 25 %. Persebaran nilai koefisien aliran ditunjukkan pada Peta 9 untuk koefisien aliran tahun 1999 dan Peta 10 untuk koefisien aliran tahun 2008.

Tabel. 5.6. Klasifikasi Koefisien Aliran DTA Waduk Darma

Klasifikasi Nilai Koefisien Aliran	Luas (Ha)			
	1991	%	2008	%
Kelas II (Normal) : 25 – 50 %	943	32.48	903	31.11
Kelas III (Tinggi) : 50 – 75 %	1351	46.53	1317	45.35
Kelas IV (Ekstrim) : > 75 %	237	8.18	312	10.73
Waduk	372	12.81	372	12.81
Jumlah	2903	100	2903	100

Sumber : Hasil analisis 2009

Hasil penelitian menunjukkan bahwa unit koefisien aliran yang mempunyai klasifikasi ekstrim berada dibagian lereng yang curam dengan nilai koefisien aliran mencapai 75%. Unit koefisien aliran dengan klasifikasi tinggi merupakan unit yang dominan. Klasifikasi lainnya adalah klasifikasi sedang dengan nilai koefisien aliran antara 45 hingga 50 %. Nilai koefisien aliran yang tinggi ini disebabkan oleh kondisi topografi daerah penelitian yang mempunyai relief yang berbukit. Keadaan ini memiliki pengaruh yang besar terhadap penilaian besarnya koefisien aliran karena pendekatan dengan metode Cook memberikan bobot yang relatif besar pada relief yang didekati dengan nilai kemiringan lereng. Walaupun kondisi penutup lahannya yang dinilai baik mempunyai luasan 41,06 % di tahun 1991 dan 39,07 % di tahun 2008 namun kurang memberikan pengaruh terhadap nilai koefisien aliran. Hal tersebut jika didasarkan pada teori seharusnya daerah yang bervegetasi penutup baik cenderung memiliki nilai koefisien aliran yang rendah. Air hujan yang jatuh akan tertahan oleh vegetasi di bawah permukaan tanah sehingga aliran menjadi kecil. Teori juga

menyebutkan bahwa semakin besar nilai kemiringan lereng maka akan mengakibatkan air yang berasal dari hujan akan cepat mengalir menjadi aliran akibat adanya gravitasi bumi. Uraian tersebut memperkuat argumentasi bahwa faktor lereng memiliki peranan yang cukup signifikan terhadap peningkatan nilai koefisien aliran, nilai persebaran koefisien aliran pada skala tinggi di DTA waduk memiliki luasan yang cukup dominan pada lereng 10 % - 30 % dan persebaran koefisien aliran ekstrim berasosiasi dengan lereng > 30 %. Perubahan luasan hutan menjadi non hutan pada lereng > 10 % meningkatkan nilai koefisien aliran permukaan dari kelas tinggi menjadi ekstrim. Perubahan jenis penggunaan lahan hutan terjadi pada lereng tengah vulkan pada lereng 10 - 30 % dan > 30 %.

5.2.6 Karakteristik Koefisien Aliran

Nilai persebaran koefisien aliran pada uraian di atas merupakan nilai koefisien aliran estimasi berdasarkan metode Cook's dengan mempertimbangkan faktor fisik dan penggunaan lahan. Berdasarkan hasil analisis memperlihatkan bahwa perubahan penggunaan lahan telah meningkatkan nilai koefisien aliran. Untuk memperkuat hasil estimasi tersebut, maka nilai koefisien aliran DTA Waduk Darma berdasarkan data hasil pengukuran dapat dijadikan sebagai perbandingan. Koefisien aliran tahunan dihitung berdasarkan jumlah hujan tahunan dan debit aliran langsung dalam satu tahun. Pendekatan yang digunakan untuk mendapatkan nilai koefisien aliran tahunan adalah berdasarkan masukan air (hujan tahunan) dan keluarannya (debit *inflow*) saja tanpa melihat proses yang terjadi didalamnya.

Data hujan yang digunakan adalah hujan rerata wilayah yang dihitung dengan menggunakan metode poligon Thiessen pada stasiun pengamatan hujan Darma dan Gunung Sirah. Hasil perhitungan polygon thiessen memperlihatkan pengaruh stasiun hujan Darma adalah 1,456 dan stasiun Gunung Sirah adalah 2,431. Debit aliran merupakan debit *inflow* Waduk Darma yang dikuantifikasikan dalam nilai tebal aliran (mm). Nilai koefisien aliran dihitung dalam periode pengukuran data tahun 1991 sampai 2008, ditunjukkan pada Tabel 5.7

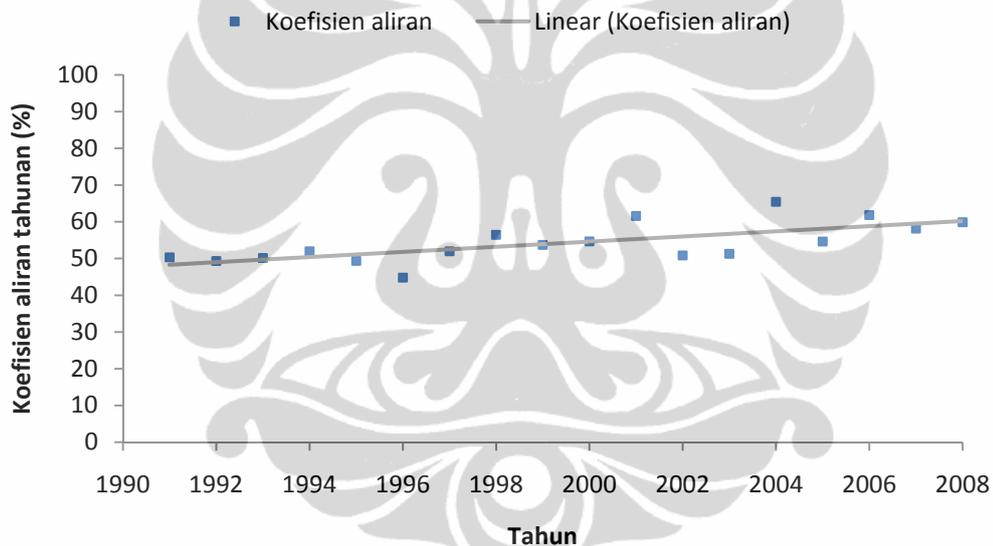
Tabel 5.7 Koefisien Aliran Tahunan DTA Darma

Tahun	Hujan (mm)	Debit aliran (Q) (mm/tahun)			Koefisien aliran Tahunan (%)
		Q total	Q dasar	Q langsung	
1991	2548	2036.05	754.01	1282.04	50.32
1992	2983	1936.63	465.70	1470.93	49.31
1993	2384	2116.82	920.97	1195.85	50.16
1994	2159	1858.01	735.55	1122.47	51.99
1995	3433	2385.17	689.70	1695.47	49.39
1996	2494	1600.82	482.94	1117.88	44.82
1997	1808	1346.55	406.15	940.40	51.99
1998	3101	2244.22	493.34	1750.88	56.46
1999	2323	1951.50	703.13	1248.38	53.73
2000	2288	1655.01	404.28	1250.73	54.66
2001	2700	2152.65	489.37	1663.28	61.58
2002	2141	1550.22	461.27	1088.95	50.84
2003	2018	1376.77	341.02	1035.74	51.30
2004	2457	2085.25	476.98	1608.27	65.45
2005	2887	1983.44	405.51	1577.93	54.65
2006	2272	1833.29	428.05	1405.24	61.85
2007	2284	1699.91	371.11	1328.80	58.17
2008	2336	1665.48	265.48	1400.00	59.91

Sumber : Hasil pengolahan data 2009

Tabel 5.7 diatas menunjukkan bahwa untuk koefisien aliran tahunan terendah adalah pada tahun 1996 yaitu 44,82 % sedangkan yang tertinggi adalah pada tahun 2004 yaitu 65,45. Nilai ini dari tahun ke tahun menunjukkan nilai yang fluktuatif, namun memiliki kecenderungan yang terus meningkat sebagaimana ditunjukkan oleh Gambar 5.1. Jika dilihat dari besarnya nilai koefisien aliran berdasarkan data terukur dan berdasarkan metode Cook's dapat perbedaan yang cukup signifikan. Faktor yang mempengaruhi perbedaan ini adalah karena proses pengalihragaman hujan menjadi aliran sangat dipengaruhi oleh banyak faktor, antara lain evapotranspirasi dan laju infiltrasi. Selain itu nilai debit *inflow* merupakan jumlah dari aliran langsung dan aliran dasar (*baseflow*). Terlepas dari perbedaan nilai koefisien aliran, jika dilihat dari trend/kecenderungan nilai koefisien aliran tahunan dari tahun 1991 sampai tahun 2008 cenderung naik.

Kecenderungan naiknya nilai koefisien aliran ini merupakan salah satu indikasi adanya faktor-faktor yang menimbulkan kenaikan nilai tersebut. Faktor penggunaan lahan merupakan faktor yang mengalami perubahan luasan pada setiap jenis penggunaan lahannya. Sebagaimana hasil analisis perubahan penggunaan lahan bahwa terjadi penurunan luasan hutan dan kenaikan luas permukiman. Demikian pula jenis penggunaan lahan tegalan mengalami kenaikan luasan. Hal ini menunjukkan bahwa perubahan penggunaan lahan pada daerah tangkapan air Waduk Darma telah berpengaruh terhadap kondisi koefisien aliran, baik itu dari hasil perhitungan faktor biofisik, maupun dari analisis data hidrologi debit *inflow* Waduk Darma.

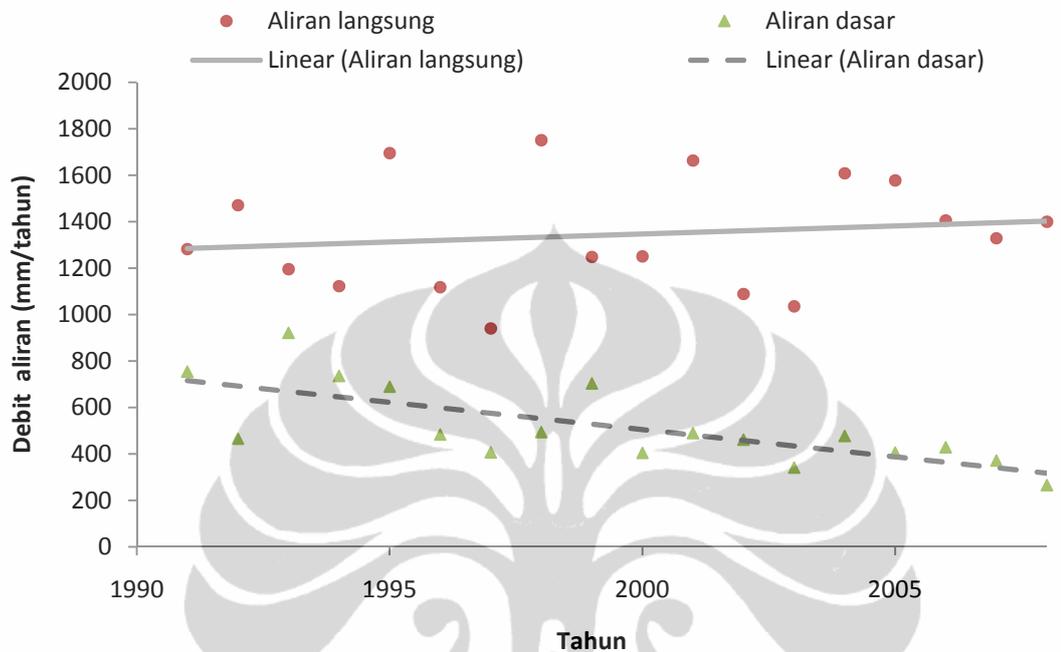


Sumber : Hasil pengolahan data 2009

Gambar 5.1. Grafik Kecenderungan Nilai Koefisien Aliran Tahunan

Dampak dari naiknya nilai koefisien aliran adalah menurunnya jumlah debit aliran dasar (*baseflow*) dan naiknya debit aliran langsung (*direct runoff*). Gambar 5.2 menunjukkan kecenderungan nilai debit aliran dasar dan aliran langsung. Debit aliran langsung cenderung naik selama periode tahun 1991 sampai tahun 2008. Sedangkan debit aliran dasar mengalami cenderung turun. Berdasarkan data pengukuran debit inflow dan hasil analisis dapat dijelaskan bahwa kenaikan nilai koefisien aliran berpengaruh terhadap kecenderungan naik

dan turunnya debit aliran langsung dan debit aliran dasar. Debit aliran dasar sangat penting peranannya untuk menjaga volume air waduk di musim kemarau.



Sumber : Hasil pengolahan data 2009

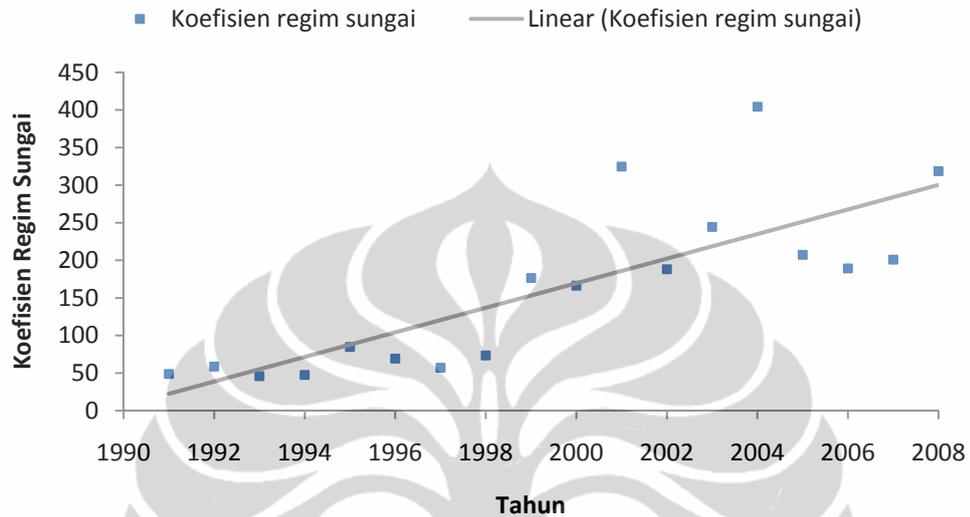
Gambar 5.2. Grafik Kecenderungan Debit Aliran Langsung dan Aliran Dasar

5.3 Koefisien Regim Sungai

Kecenderungan nilai koefisien aliran tahunan yang semakin meningkat, akan berpengaruh pula terhadap variasi temporal debit maksimum dan minimum. Berdasarkan perbandingan antara nilai debit maksimum dan debit minimum dari data debit *inflow* Waduk Darma diperoleh hasil kecenderungan yang sama dengan nilai koefisien aliran. Kecenderungan perbandingan debit harian rata-rata maksimum dan minimum mengalami kenaikan, sebagaimana ditunjukkan dengan Gambar 5.3. Sehingga kisaran debit aliran sungai semakin besar dan penimbunan air di dalam daerah tangkapan air semakin buruk. Berdasarkan kriteria penilaian nilai Koefisien Regim Sungai Keputusan Menteri Kehutanan No. 52/Kpts-II/2001, Koefisien Regim Sungai (KRS) < 50 (baik), 50 – 120 (sedang), >120 (jelek)

Salah satu akibat dari semakin tingginya rasio debit rata-rata harian maksimum dan minimum adalah menurunnya aliran dasar pada musim kering,

dikarenakan kemampuan menyimpan air pada daerah tangkapan air semakin berkurang. Menurunnya aliran dasar pada musim kering tentunya mengurangi pasokan air ke dalam Waduk Darma.



Sumber : Hasil pengolahan data 2009

Gambar 5.3 Kecenderungan Nilai Koefisien Regim Sungai

5.4 Tinjauan Penataan Ruang Daerah Tangkapan Air Waduk Darma

Penggunaan lahan aktual di daerah penelitian merupakan pengaruh dari aspek kebijakan pemerintah daerah (*policy*) dan kondisi sosial masyarakat di daerah penelitian. Kebijakan pemerintah Kabupaten Kuningan, yang diwujudkan dalam *Master Plan* Pembangunan Kabupaten Kuningan tahun 2030, Kecamatan Darma yang merupakan wilayah administrasi yang termasuk pada wilayah pengembangan hierarki II. Karakteristik peruntukan lahan yang dominan adalah sebagai kawasan pemukiman, pertanian tanaman pangan padi dan palawija, perkebunan, industri rumah tangga, peternakan, perikanan, dan jasa disepanjang koridor jalan (Pemkab Kuningan, 2006).

Perencanaan penataan ruang pada daerah tangkapan air (DTA) Waduk Darma berdasarkan pada dokumen *Master Plan* Kabupaten Kuningan 2030, disajikan dalam peta Kesesuaian Lahan (Peta 11). Perencanaan pemanfaatan lahan di daerah tangkapan air (DTA) Waduk Darma meliputi lahan budidaya, lahan non

budidaya, budidaya lahan basah, budidaya lahan kering, dan lahan usaha terbatas. Wilayah lahan budidaya dengan luas 992 Ha merupakan lahan yang dimanfaatkan untuk hutan produksi dan wisata perkebunan. Wilayah lahan budidaya merupakan wilayah yang berfungsi sebagai kawasan lindung, bentuknya berupa hutan lahan kering campuran. Luas kawasan lindung yaitu 130 ha. Wilayah budidaya lahan kering yaitu berupa kebun campuran dan perkebunan memiliki luas 181 Ha. Wilayah budidaya lahan basah memiliki luas 1183 dengan peruntukan sawah, tegalan, dan pemukiman. Luas wilayah lahan usaha terbatas dengan luas 67 Ha diperuntukkan untuk tambak, kolam, sawah, dan pemukiman. Luasan dan persentase luas kesesuaian lahan di daerah tangkapan air (DTA) Waduk Darma disajikan pada Tabel 5.8.

Tabel 5.8. Kesesuaian Lahan DTA Waduk Darma

Kesesuaian Lahan	Luas (Ha)	% luas
budidaya lahan basah	1161	39.99
budidaya lahan kering	181	6.25
lahan budidaya	992	34.15
lahan non budidaya	130	4.48
lahan usaha terbatas	67	2.30
waduk	350	12.05
Jumlah	2903	100

Sumber : Hasil perhitungan data 2009

Berdasarkan Tabel 5.8 dapat dilihat bahwa penataan ruang di daerah tangkapan Waduk Darma berdasarkan *Master Plan* Waduk Darma, adalah untuk lahan budidaya (34,15 %) dan budidaya lahan basah (40,74 %). Wilayah budidaya lahan basah berada pada satuan bentuklahan lereng kaki vulkan dan lereng kaki perbukitan struktural dengan kemiringan lahan berkisar antara 0 – 15 %. Sedangkan wilayah lahan budidaya berada pada satuan bentuklahan lereng tengah vulkan dengan kemiringan lereng berkisar antara 15 – 30 % dan lebih dari 30 %. Wilayah kesesuaian lahan di daerah tangkapan air (DTA) Waduk Darma, selanjutnya akan digunakan sebagai unit analisa dalam penentuan simulasi perubahan penggunaan lahan.

5.5 Evaluasi Kesesuaian Lahan Daerah Tangkapan Air Waduk Darma dan Kondisi Penggunaan Lahan Tahun 2008

Perencanaan penataan ruang ditujukan sebagai rencana pemanfaatan ruang/lahan di masa mendatang. Dengan demikian perlu kiranya untuk melihat bagaimana perencanaan penataan ruang dan penggunaan lahan aktual, sehingga dapat digunakan sebagai bahan evaluasi dan rekomendasi penggunaan lahan yang tidak sesuai dengan peruntukannya. Tabel 5.9 memperlihatkan perbandingan antara perencanaan penataan ruang di daerah tangkapan air (DTA) Waduk Darma dengan penggunaan lahan aktual tahun 2008.

Wilayah budidaya lahan basah yang diperuntukkan untuk kegiatan penggunaan lahan sawah, tegalan, dan pemukiman, pada tahun 2008 didominasi oleh penggunaan lahan kebun campuran dengan luas 564 Ha atau 48,56 %. Wilayah budidaya lahan kering dengan diperuntukkan kebun campuran dan perkebunan, pada tahun 2008 didominasi oleh penggunaan lahan Tegalan, dengan luas 112 Ha atau 69,92 %. Wilayah lahan budidaya yang diperuntukkan untuk penggunaan lahan hutan produksi dan wisata perkebunan didominasi oleh Tegalan dengan luas 613 Ha atau 61,81 %. Wilayah lahan non budidaya dengan diperuntukkan hutan lindung didominasi oleh hutan dengan luas 61 Ha atau 49,91 %. Wilayah lahan usaha terbatas yang diperuntukkan untuk tambak, kolam, dan pemukiman, tahun 2008 didominasi oleh penggunaan lahan pemukiman dengan luas 59 Ha atau 87,63 %.

Hasil analisis spasial kesesuaian lahan dan penggunaan lahan aktual tahun 2008, menunjukkan adanya penggunaan lahan yang tidak sesuai dengan peruntukannya, yaitu pada wilayah lahan budidaya, budidaya lahan basah, dan budidaya lahan kering. Pada wilayah lahan budidaya dan budidaya lahan kering, penggunaan lahan tegalan lebih dominan dengan persentase luas 61 – 70 %. Sedangkan pada wilayah budidaya lahan basah didominasi oleh penggunaan lahan sawah kebun campuran. Perkembangan pola penggunaan lahan di lokasi penelitian apabila dibandingkan dengan skema pola perubahan penggunaan lahan yang telah dikemukakan oleh Sandy (1995), termasuk pada perkembangan skema E, yang mana, intensitas perkembangan penggunaan lahan tegalan pada lereng

tengah vulkan cukup intensif dan penggunaan lahan sawah pada lereng kaki cukup dominan.

Tabel 5.9. Kesesuaian Lahan dan Penggunaan Lahan Tahun 2008

Kesesuaian Lahan	Penggunaan Lahan Tahun 2008	Luas (Ha)	% Luas
budidaya lahan basah	Hutan	30	2.63
	Kebun campuran	564	48.56
	Pemukiman	133	11.44
	Sawah irigasi	115	9.93
	Sawah tadah hujan	232	19.95
	Tegalan	87	7.49
budidaya lahan kering	Hutan	13	7.18
	Kebun campuran	35	19.45
	Pemukiman	11	6.15
	Sawah tadah hujan	10	5.30
	Tegalan	112	61.92
lahan budidaya	Kebun campuran	219	22.05
	Pemukiman	54	5.42
	Sawah irigasi	41	4.11
	Semak belukar	65	6.60
	Tegalan	613	61.81
lahan non budidaya	Hutan	61	46.91
	Kebun campuran	35	27.28
	Sawah tadah hujan	5	4.20
	Tegalan	28	21.62
lahan usaha terbatas	Pemukiman	59	87.63
	Sawah irigasi	2	2.78
	Sawah tadah hujan	4	5.47
	Tegalan	3	4.12
waduk	Waduk	372	100
Jumlah		2903	

Sumber : Hasil analisis data 2009

5.6 Simulasi Perubahan Penggunaan Lahan

Hasil analisis perubahan penggunaan lahan dan evaluasi penggunaan aktual terhadap perencanaan penataan ruang di daerah tangkapan air (DTA) Waduk Darma, selanjutnya akan dijadikan sebagai dasar dalam pembuatan model simulasi sederhana perubahan penggunaan lahan. Simulasi perubahan penggunaan

lahan terdiri atas 4 skenario perubahan penggunaan lahan yang mana penggunaan lahan tahun 2008 dijadikan sebagai awal dari penyusunan skenario. Kriteria perubahan penggunaan lahan yang terdiri atas empat skenario disajikan pada Tabel 5.10

Tabel 5.10. Skenario Perubahan Penggunaan Lahan

Tahun 2008	Skenario 1a	Skenario 1b	Skenario 2a	Skenario 2b
Hutan	Hutan	Tegalan	Hutan	Hutan
Semak belukar	Semak belukar	Tegalan	Kebun campur	Hutan
Kebun campur	Kebun campur	Tegalan	Kebun campur	Hutan
Tegalan	Tegalan	Tegalan	Tegalan	Hutan
Sawah tadah hujan	Tegalan	pemukiman	Sawah tadah hujan	Tegalan
sawah irigasi	pemukiman	pemukiman	sawah irigasi	sawah irigasi
pemukiman	pemukiman	pemukiman	pemukiman	pemukiman

Sumber : Hasil analisis data 2009

Keterangan

Skenario 1a : tanpa rehabilitasi dan konservasi tahun 2009 - 2013

Skenario 1b : tanpa rehabilitasi dan konservasi tahun 2014 - 2018

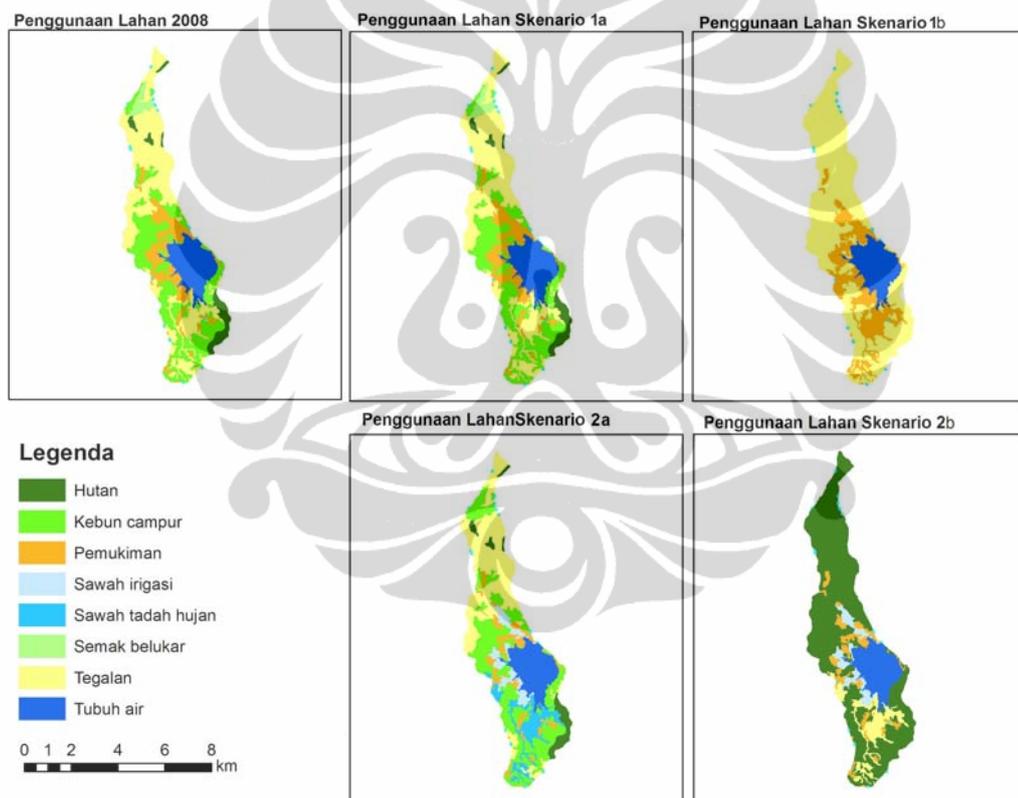
Skenario 2a : dengan rehabilitasi dan konservasi tahun 2009 - 2013

Skenario 2b : dengan rehabilitasi dan konservasi tahun 2014 - 2018

Skenario 1a dan skenario 1b didasarkan pada kondisi perubahan penggunaan lahan aktual dan tahun sebelumnya, dan tidak ada intervensi pemerintah dalam mengelola setiap perubahan penggunaan lahan. Sedangkan skenario 2a dan skenario 2b, didasarkan pada kondisi adanya intervensi dari pemerintah untuk melakukan tindakan rehabilitasi dan konservasi lahan di daerah tangkapan air Waduk Darma.

Skenario perubahan penggunaan lahan pada Tabel 5.10, selanjutnya dipetakan dengan unit analisis penggunaan lahan aktual Tahun 2008. Dengan menggunakan perangkat lunak sistem informasi geografi, pemetaan perubahan penggunaan lahan pada skenario 1a, 1b, 2a, dan 2b dapat dilakukan dengan cepat. Gambar 5.4. menyajikan peta simulasi perubahan penggunaan lahan skenario 1a, skenario 1b, skenario 2a, skenario 2b. Pada skenario 1a dan skenario 1b dapat

dilihat bahwa sebaran perubahan penggunaan lahan lebih dominan terjadi di bagian selatan dan Timur Waduk Darma, yaitu pada satuan bentuklahan lereng kaki vulkan, lereng kaki perbukitan struktural, dan lereng perbukitan struktural. Pada skenario 1b penggunaan lahan pemukiman tersebar pada bagian timur dan selatan dari Waduk Darma, demikian pula penggunaan lahan tegalan dominan tersebar pada lereng tengah vulkan dan lereng perbukitan struktural. Apabila kondisi ini dinilai dengan kriteria kesesuaian lahan, maka skenario 1b merupakan model penggunaan lahan yang harus dicegah, karena sebagian besar tidak sesuai dengan peruntukannya.



Sumber : Hasil analisis data 2009

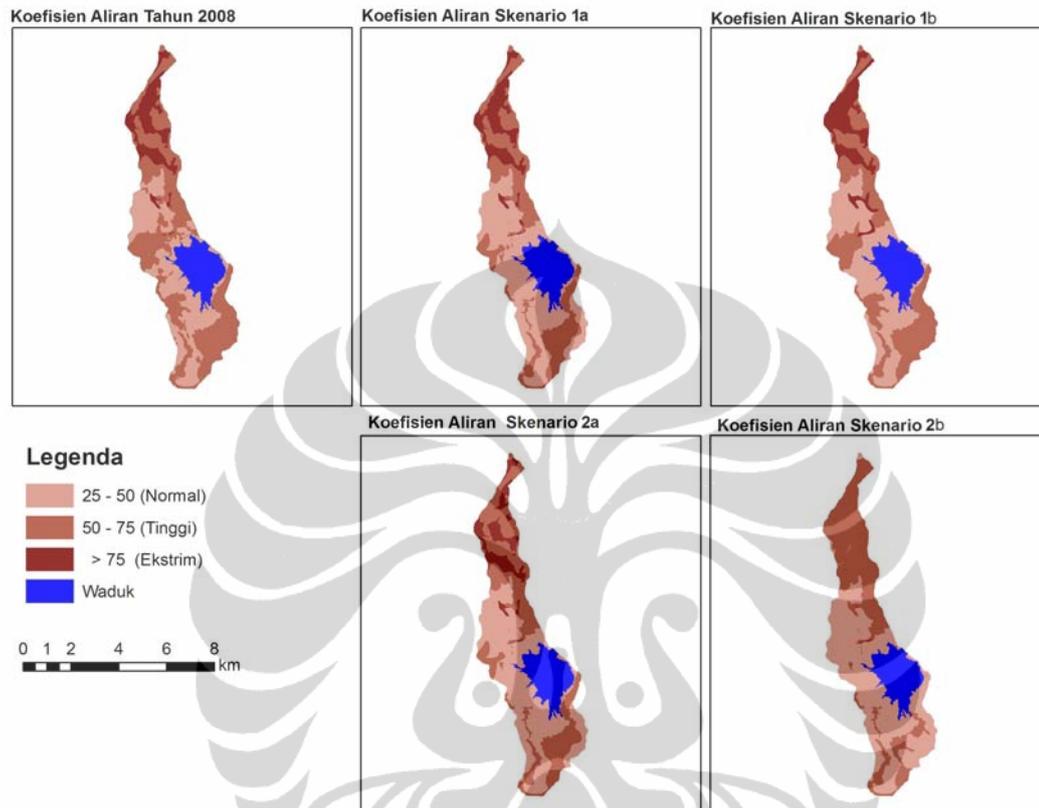
Gambar 5.4. Simulasi Perubahan Penggunaan Lahan

Penggunaan lahan pada Skenario 2a dan skenario 2b lebih didominasi oleh jenis penggunaan lahan kebun campur dan hutan. Persebaran penggunaan lahan kebun campur pada skenario 2a cukup dominan di sebelah timur dan selatan Waduk Darma. Sedangkan penggunaan lahan tegalan masih terlihat pada lereng tengah vulkan dan sebagian pada lereng kaki perbukitan struktural. Pola

penggunaan lahan pada skenario 2a cukup sesuai dengan peruntukannya berdasarkan petunjuk penataan ruang pada *Master Plan* Kabupaten Kuningan 2030. Skenario 2b didominasi oleh penggunaan lahan hutan, dengan tetap menyediakan ruang untuk penggunaan lahan pemukiman, tegalan, dan lahan sawah. Penggunaan lahan hutan tersebar di lereng tengah vulkan dan lereng perbukitan struktural dengan kemiringan lahan 10 – 30 %. Sebagian menempati pada lereng kaki vulkan dan lereng kaki perbukitan struktural dengan kemiringan lahan 5 – 15 %. Sawah irigasi, pemukiman dan tegalan terletak memiliki luasan yang sempit yang tersebar pada lereng kaki vulkan dan lereng kaki perbukitan struktural dengan kemiringan lahan 0 – 5 %. Penggunaan lahan hutan pada skenario 4 cukup dominan dan apabila dinilai dengan peruntukannya berdasarkan petunjuk penataan ruang pada *Master Plan* Kabupaten Kuningan 2030, kurang sesuai, terutama pada lokasi budidaya lahan sawah.

Analisis perubahan penggunaan lahan dengan 2b skenario di atas, kemudian digunakan untuk menghitung persebaran nilai koefisien aliran dengan menggunakan metode Cook's. Hasil analisis koefisien aliran dengan menggunakan metode Cook's disajikan dengan peta sebaran koefisien aliran pada Gambar 5.5. Pada skenario 1a dan skenario 1b sebaran koefisien aliran memiliki pola yang relatif sama dengan kondisi aktual. Nilai koefisien aliran pada kriteria tinggi (50 – 75 %) memiliki penambahan luas yang cukup signifikan pada bagian barat dan utara Waduk Darma. Nilai koefisien rerata timbang pada skenario 1a adalah 56,00 % dan pada skenario 1b adalah 60,47 %. Hal ini menunjukkan bahwa perubahan penggunaan lahan pada skenario 1a dan 1b meningkatkan nilai koefisien aliran. Pada skenario 2a sebaran nilai koefisien aliran pada kelas ekstrim dan tinggi berkurang di sebelah barat dan utara Waduk Darma. Hasil perhitungan nilai koefisien rerata timbang pada skenario 2a yaitu 55,34 %, masih di atas dari kondisi tahun 2008. Pada skenario 2b sebagian nilai koefisien aliran didominasi oleh kelas normal (25 – 50 %) dan tinggi (50 – 75 %). Sebaran nilai koefisien tinggi terletak pada lereng tengah vulkan pada kemiringan lahan > 15 %. Sedangkan koefisien aliran normal tersebar pada lereng kaki vulkan, lereng kaki perbukitan struktural dan lereng perbukitan struktural. Hasil simulasi skenario 1a,

1b, 2a, dan 2b menunjukkan bahwa ada pengaruh dari perubahan penggunaan lahan terhadap sebaran koefisien aliran di daerah tangkapan air (DTA) Waduk Darma.



Sumber : Hasil analisis data 2009

Gambar 5.5. Simulasi Perubahan Sebaran Koefisien Aliran

Nilai koefisien aliran selanjutnya digunakan untuk menghitung debit aliran langsung dan aliran dasar berdasarkan rerata jumlah hujan tahunan dari tahun 1991 – 2008 dari stasiun pengukuran curah hujan Darma dan stasiun Gunung Sirah. Hasil dari analisis polygon Thiessen diperoleh nilai curah hujan rerata wilayah tahunan sebesar 2382 mm/tahun. Besarnya nilai evapotranspirasi aktual diperoleh berdasarkan hasil perhitungan Tabel 5.7, yang mana nilai evapotranspirasi aktual merupakan besarnya curah hujan dikurangi dengan debit total/debit inflow. Hasil perhitungan diperoleh nilai evapotransporasi aktual rata-rata selama periode tahun 1991 sampai tahun 2008 sebesar 619 mm/tahun. Tabel 5.11 menunjukkan nilai simulasi koefisien aliran dan volume air yang dihasilkan

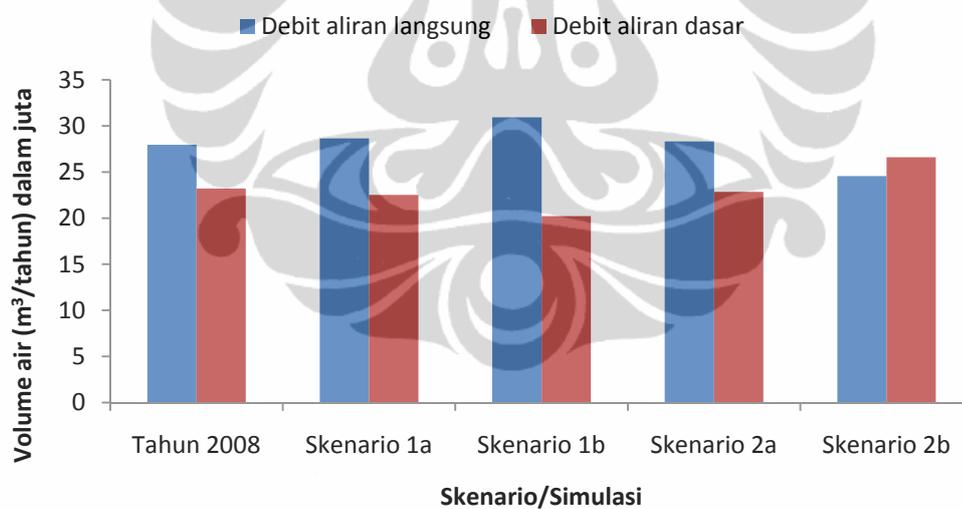
oleh daerah tangkapan air (DTA) Waduk Darma berdasarkan curah hujan merata wilayah tahunan.

Tabel 5.11. Simulasi Koefisien Aliran dan Volume air

Skenario	Koefisien	Debit aliran langsung		Debit aliran dasar	
		mm/tahun	m ³ /tahun	mm/tahun	m ³ /tahun
Tahun 2008	54,63	963	27.951.644	800	23.213731
Skenario 1a	56,00	987	28.652.610	776	22.512.765
Skenario 1b	60,47	1066	30.939.702	697	20.225.673
Skenario 2a	55,34	975	28.314.919	787	22.850.456
Skenario 2b	48,00	846	24.559.380	917	26.605.995

Sumber : Hasil analisis data 2009

Berdasarkan Tabel 5.11, nilai koefisien aliran aktual tahun 2008, skenario 1a, skenario 1b, skenario 2a termasuk pada kelas tinggi, sedangkan nilai koefisien aliran pada skenario 2b termasuk pada skala normal.



Sumber : Hasil analisis data 2009

Gambar 5.6. Simulasi Volume Air

Pengaruh variasi koefisien aliran terhadap debit aliran yang dihasilkan disajikan pada Gambar 5.6. debit aliran langsung pada skenario 1 a, skenario 1b, dan skenario 2a cenderung naik dari kondisi aktual tahun 2008. Naiknya volume air yang dihasilkan mengakibatkan turunnya volume aliran dasar yang dihasilkan

pada skenario 1 a, skenario 1b, dan skenario 2a. Skenario 2b menunjukkan nilai koefisien aliran yang paling kecil dan termasuk pada kelas normal. Pada skenario 2b jenis penggunaan lahan hutan mampu untuk mengurangi volume aliran langsung dan meningkatkan volume aliran dasar. Sehingga dapat dilihat pada Gambar 5.6. nilai aliran dasar pada skenario 2b lebih besar dari aliran langsung.



BAB VI

KESIMPULAN

- 1 Perubahan penggunaan lahan terjadi di daerah tangkapan air (DTA) Waduk Darma selama periode waktu tahun 1991 sampai tahun 2008. Jenis penggunaan lahan yang dominan berubah adalah hutan, tegalan, dan pemukiman. Jenis penggunaan lahan yang bertambah luas antara lain tegalan (242 Ha), pemukiman (68 Ha), dan kebun campuran (3 Ha). Sedangkan jenis penggunaan lahan yang luasnya berkurang adalah hutan (255 Ha), semak belukar (27 Ha), sawah tadah hujan (26 Ha), dan sawah irigasi (4 Ha). Perubahan jenis penggunaan lahan kebun campuran ke jenis penggunaan lahan lainnya seperti tegalan, pemukiman, sawah tadah hujan dan sawah irigasi terjadi pada lereng kaki vulkan dan lereng kaki perbukitan struktural. Jenis penggunaan lahan kebun campuran berada di sebelah barat dan selatan Waduk Darma dengan kemiringan lereng 0 – 10 %, berasosiasi dengan persebaran pemukiman penduduk, sawah tadah hujan, tegalan dan sawah irigasi. Perubahan jenis penggunaan lahan sawah irigasi dan sawah tadah hujan menjadi penggunaan lahan pemukiman terjadi pada lereng 5 – 10 % dan berada di lereng kaki vulkan dan lereng kaki perbukitan struktural.
- 2 Perubahan penggunaan lahan pada daerah tangkapan air (DTA) Waduk Darma selama periode waktu tahun 1991 sampai tahun 2008 mempengaruhi kondisi koefisien aliran, baik itu dari hasil perhitungan faktor biofisik, maupun dari analisis data hidrologi debit *inflow* waduk Darma. Hal ini ditunjukkan dengan nilai koefisien aliran tahunan dan koefisien regim sungai yang cenderung naik dari tahun 1991 sampai tahun 2008. Besarnya debit aliran langsung cenderung naik sedangkan aliran dasar cenderung turun selama periode penelitian.
- 3 Hasil simulasi skenario 1a, 1b, 2a, dan 2b menunjukkan bahwa ada pengaruh dari perubahan penggunaan lahan karakteristik hidrologi daerah tangkapan air (DTA) Waduk Darma yang meliputi koefisien aliran, aliran langsung, dan aliran dasar.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2001. <http://www.pu.go.id>
- Anonim. 2002. <http://www.gatra.com/2002-07-09/artikel.php?id=18818>
- Anonim. 2007. <http://www.hupelita.com/baca.php?id=49147aktual>
- Arsyad, S. 2000. *Konservasi Tanah dan Air*. Bogor : Penerbit IPB.
- Asdak, C. 1995, *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press..
- Brandt J.S., Philip A. T. Land Use Land Cover conversion, Regeneration and Degradation. *Landscape Ecology*. 21: 607 – 623.
- Dardak H. 2008. *Strategi Implementasi Rencana Tata Ruang Pulau Jawa – Bali dan Sumatera*. Direktur Jenderal Penataan Ruang, Departemen Pekerjaan Umum (www.penataanruang.net/taru/Makalah/DirjenPR_120705.pdf, didownload tanggal 29 Desember 2008)
- Dinas PSDA WS Cimanuk – Cisanggarung. 2008. *Brosur Waduk Darma*. Cirebon
- Gunawan, Totok. 2002. Pemanfaatan Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografi Untuk Monitoring dan Evaluasi Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (Studi Kasus di DAS Bengawan Solo). *Prosiding Seminar “Monitoring dan Evaluasi Pengelolaan DAS”*
- Hudson, N.W. 1993. *Field Measurement Of Soil Erosion & Runoff*, Food & agricultural Organization of The United States. www.fao.org/docrep/T0848E/T0848E00.htm
- Kurniawati, A., 2002, Pemanfaatan Data Penginderaan Jauh Dan SIG Untuk Kajian Kerusakan DAS Ditinjau Dari Tingkat Bahaya Erosi dan Koefisien Limpasan Permukaan di DAS Rejoso Jawa Timur, *Tesis*, Yogyakarta : Program Pasca Sarjana, Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada.
- Kodoatie R.J. dan Roestam S. 2005. *Pengelolaan Sumberdaya Air Terpadu*. Penerbit Andi. Yogyakarta
- Lillesand, T.M and R.W Kiefer. 1979. *Remote Sensing And Image Interpretation*. University Of Minesota – University Of Wisconsin : Madison

- Qin Boqiang. 1993. The Hydrological Characteristics and Water Budget of Qianghai Lake Drainage Basin. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*, Vol 11. No. 4.
- Pannekoek, A.I. 1949. *Outline of the Geomorfology of Java*. E.J. Brill, Leiden.
- Pemkab Kuningan. 2008. *Mater Plan Kabupaten Kuningan 2030*
- Prastito, A. Projo, D. 2008. Dampak Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Respon Debit dan Bahaya Banjir. *PIT MAPIN XVII*, Bandung 10-12-2008
- Purwadhi. 2008. *Pengantar Interpretasi Citra Penginderaan Jauh*. LAPAN – Jurusan Geografi Universitas Negeri Semarang
- Sandy I. M. _____. *Tanah Muka Bumi, UUPA 1960 – 1995*. Penerbit PT Indograph bakti – FMIPA – UI. Jakarta
- Soehoed A. R. 2006. *Tinjauan Ulang gagasan Pengelolaan Air Van Blommestein untuk Pulau Jawa – Peranan Waduk-Waduk Besar*. Jakarta. Penerbit Djambatan
- Suripin. 2001. *Pelestarian Sumberdaya Tanah dan Air*. Penerbit Andi. Yogyakarta
- Sutanto, 1986, *Penginderaan Jauh Dasar (Jilid 1)*, Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Suyana, Y. 1988. Perkembangan Pola Penggunaan Lahan di Daerah Hulu Ci Liwung Jawa Barat. *Tesis*. Fakultas Pascasarjana. Universitas Indonesia
- Suyono. 1996. *Pengelolaan Daerah Aliran Sungai dalam Kontek Hidrologi dan Kaitannya dengan Pembangunan Berkelanjutan*. Pidato Pengukuhan Jabatan Lektor Kepala Madya pada Fakultas Geografi UGM.
- Soewarno, 1991, *Hidrologi Pengukuran dan Pengolahan Data Aliran Sungai (Hidrometri)*, Penerbit Nova, Bandung.
- Sri-Harto, 1993, *Analisis Hidrologi*, Jakarta : Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama.
- Suwarno. 2000. *Hidrologi Operasional*. Citra Aditya Bakti. Bandung
- Suryatmojo, H. 2007. Respon Daerah Aliran Sungai Terhadap Hujan (Studi Kasus pada Sub DAS Hutan Pinus dan Sub DAS Hutan Campuran, Di

- kecamatan Karang Tengah, Kabupaten Wonogiri, Jawa Tengah. *Tesis*.
Yogyakarta : Sekolah Pasca Sarjana Universitas Gadjah Mada
- Tan, C.H., Melesse, A.M., Yeh, S.S., 2000, Remote Sensing and Geographic Information System In Runoff Coefficient Estimation In China Taipei .
www.gisdevelopment.net/aars.acrrs/2002/pos3/217.pdf. (2 Mei 2004).
- Tang Z, B.A. Engel, B.C. Pijanowski. K.J.Lim. 2005. Forecasting Landuse Change and Its Environmental Impac at a Watershed Scale. *Journal of Environmental Management*. 76 : 35 – 45
([www.ltm.agriculture.purdue.edu/Tang et al JEM 2005.pdf](http://www.ltm.agriculture.purdue.edu/Tang_et_al_JEM_2005.pdf), didownload tanggal 2 Januari 2009)
- Triatmodjo, B. 2006. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta : Beta Offset.
- USEPA. 2001. *Our Built and Natural Environment: A Technical Review of the Interaction Between land Use, Transportation, and Environmental Quality*. 2001 p.4.
(www.epa.gov/livability/pdf/built.pdf , didownload tanggal 28 Januari 2009)
- Verstappen, H. Th. 1983. *Applied Geomorphology : Geomorphological Surveys for Environmental Development*. Elsevier, Amsterdam.
- Wisnubroto, Soekardi, dkk. 1986. *Asas-asas Meteorologi Pertanian*. Ghalia Indonesia, Jakarta.
- Yulistiyanto B. Bambang A.G. 2008. Kajian Pengembangan Pengelolaan Sumberdaya Air pada Wilayah Sungai Progo-Opa Serang Dengan Ribasim. *Dinamika Teknik Sipil*, Vol 8, No. 1, Januari 2008 : 10 – 20
(<http://eprints.ums.ac.id/948/>, didownload tanggal 28 Januari 2009)

LAMPIRAN FOTO LAPANGAN

12-13 April 2009

Sawah Irigasi



Kebun Campur



Tegalan



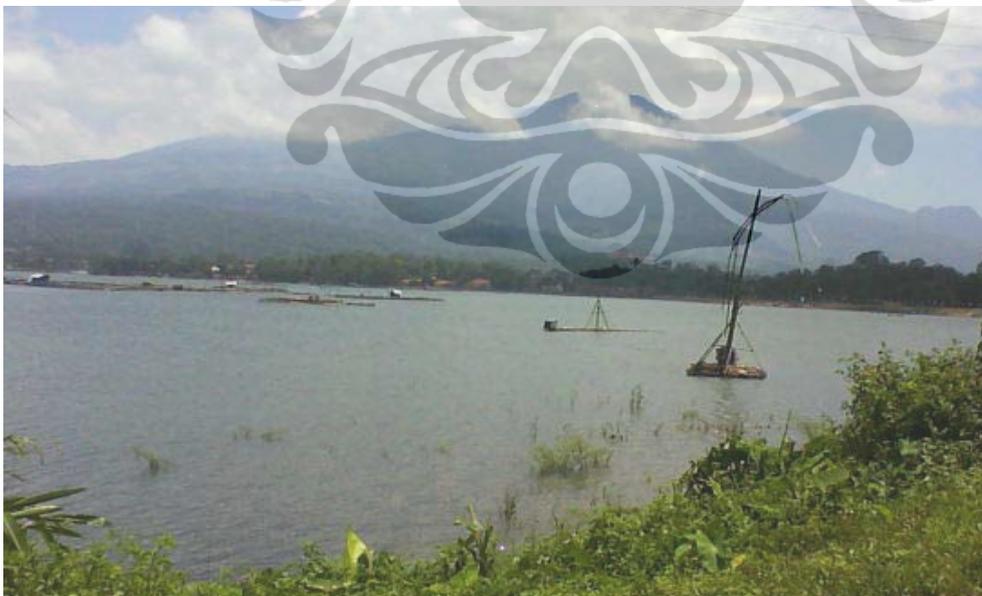
Semak Belukar



Hutan

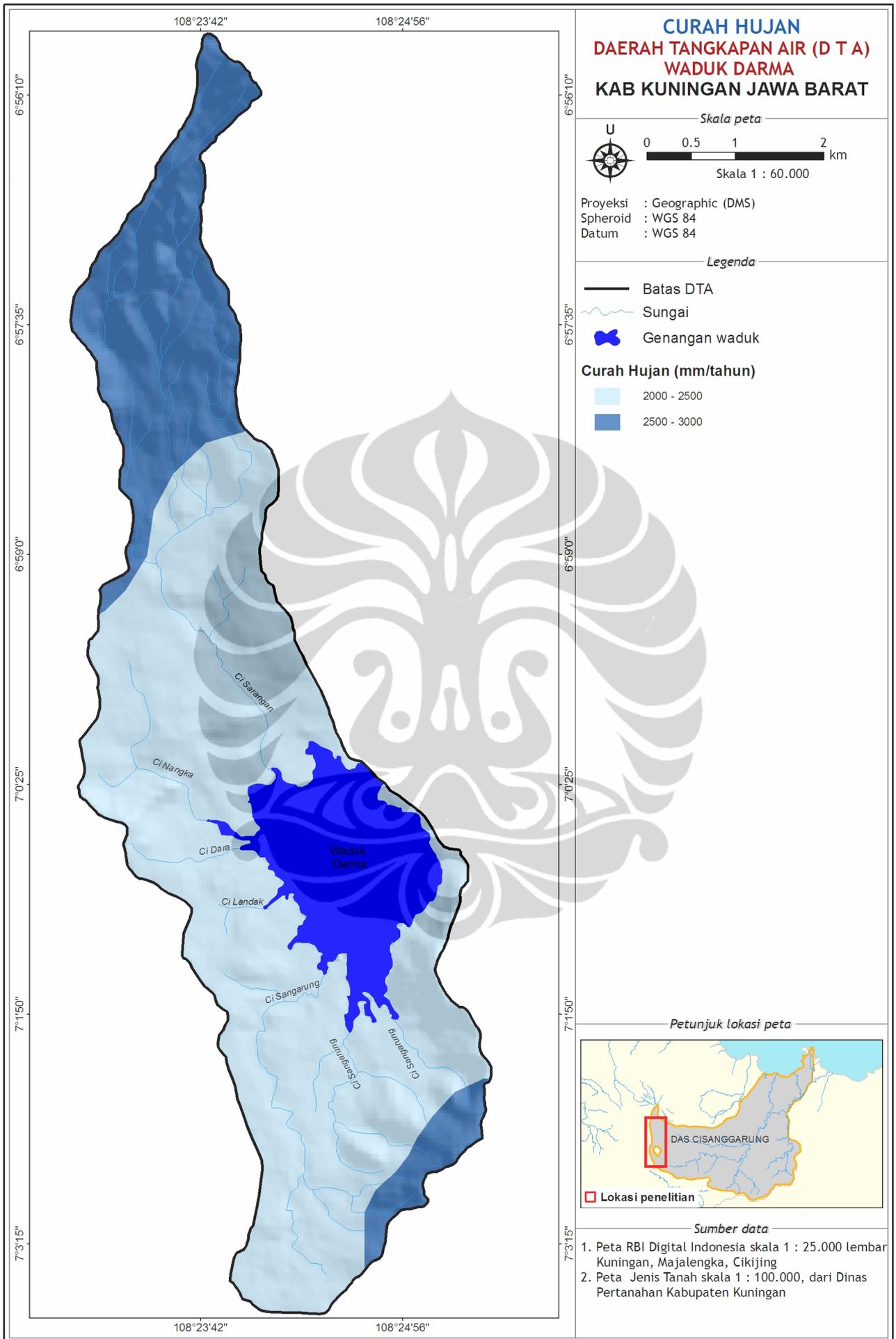


Genangan Waduk

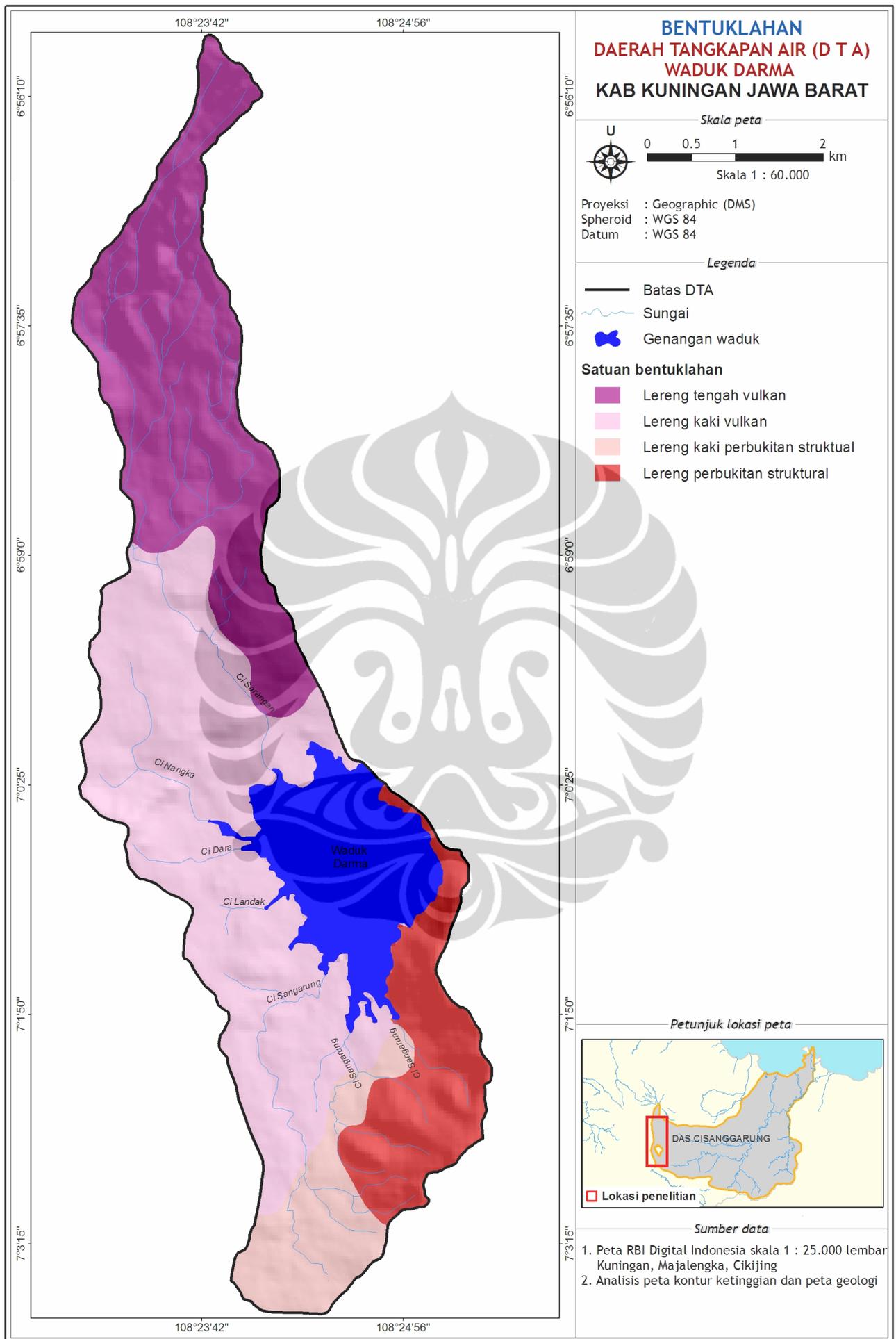


Pemukiman

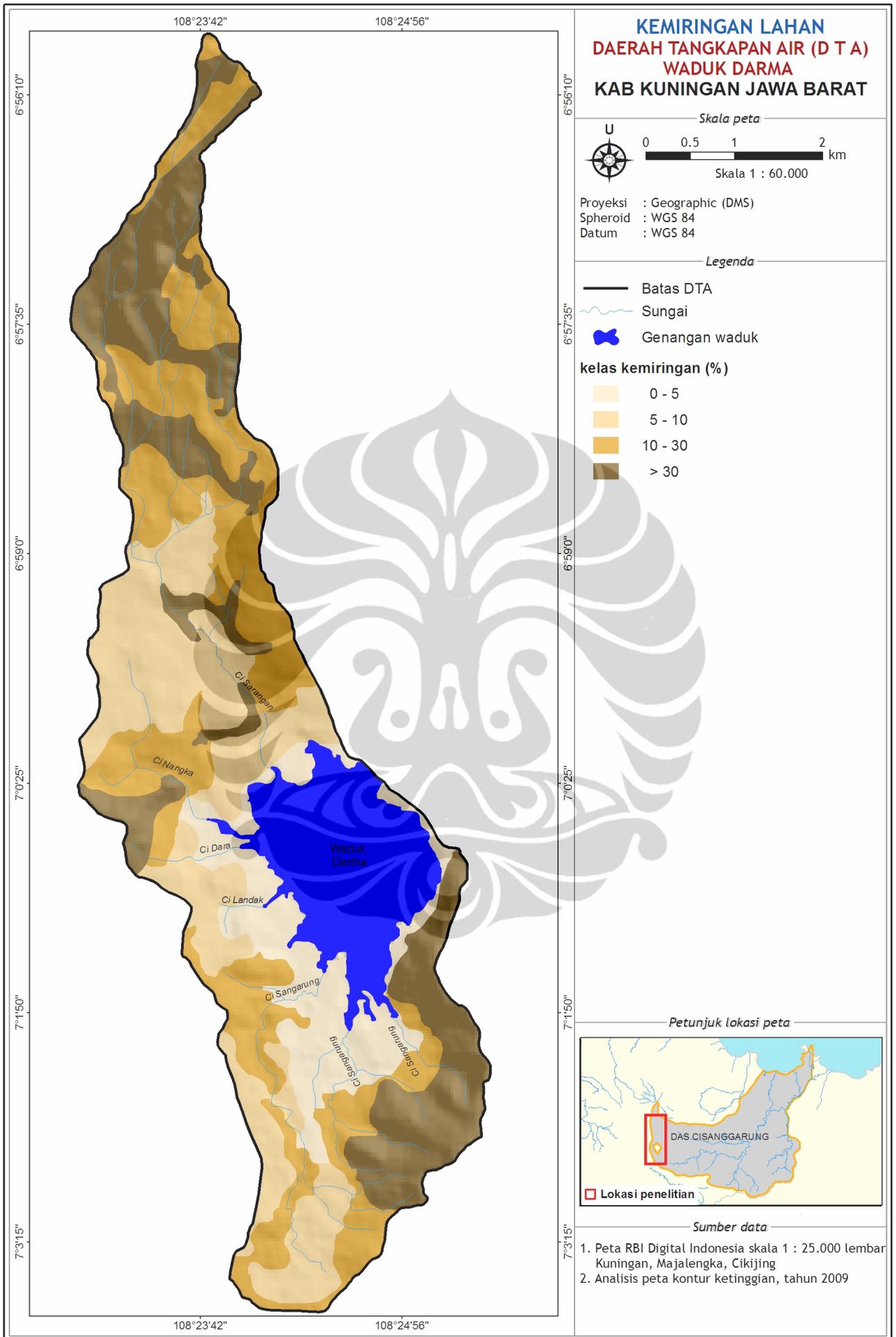




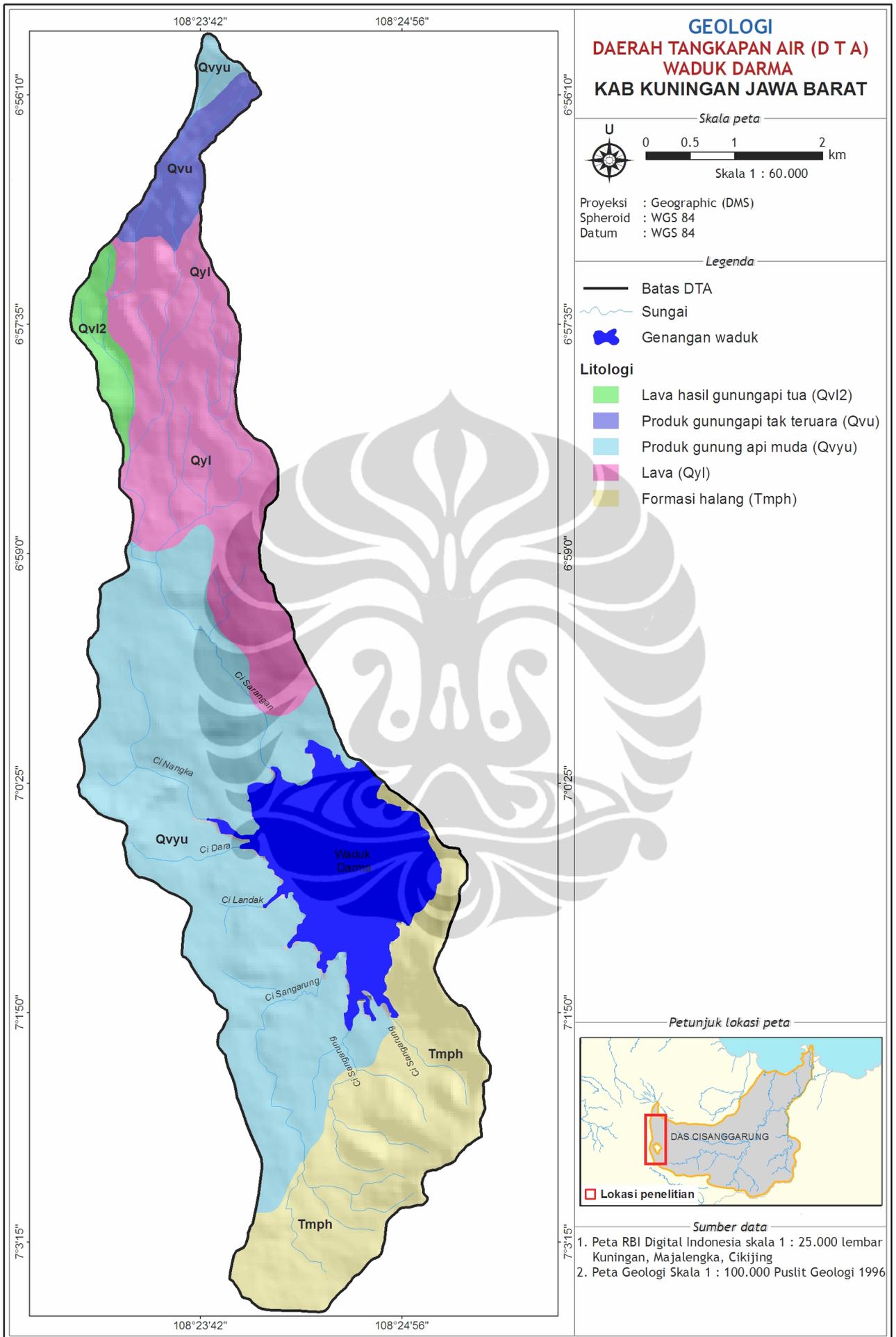
Peta 1. Peta Curah Hujan Daerah Tangkapan Air (DTA) Waduk Darma



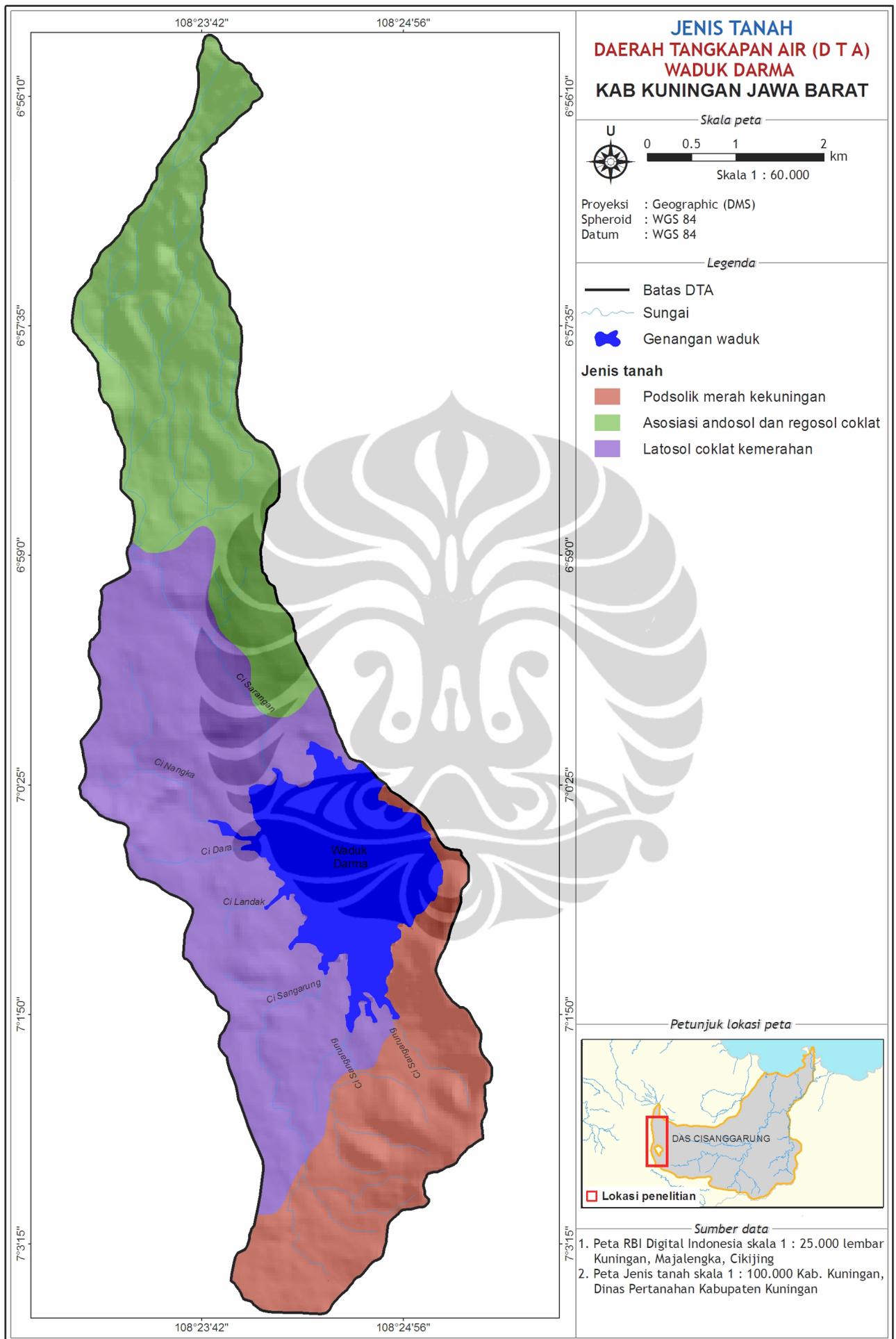
Peta 2. Peta Bentuklahan Daerah Tangkapan Air (DTA) Waduk Darma



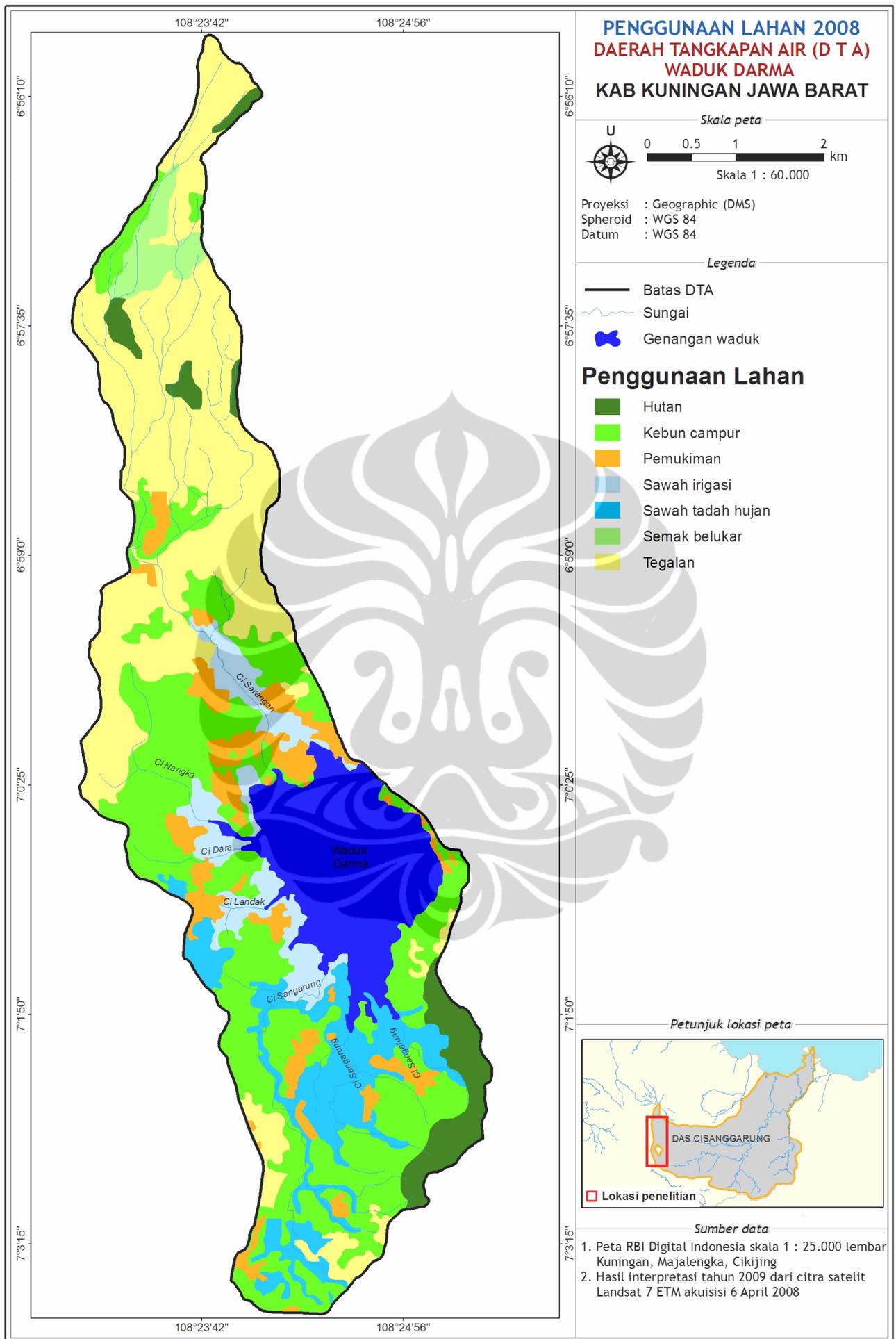
Peta 3. Peta Kemiringan Lahan Daerah Tangkapan Air (DTA) Waduk Darma



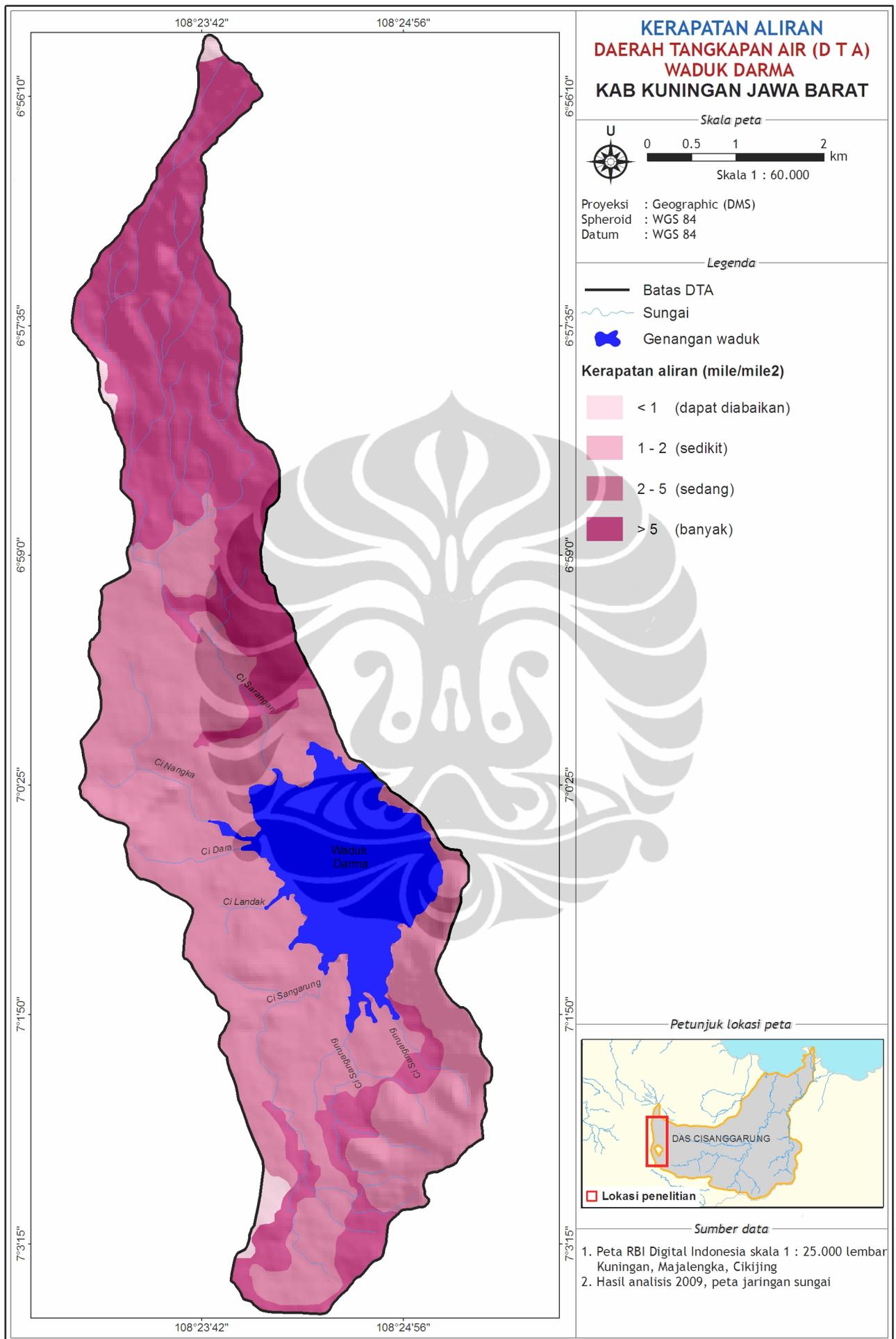
Peta 4. Peta Geologi Daerah Tangkapan Air (DTA) Waduk Dharma



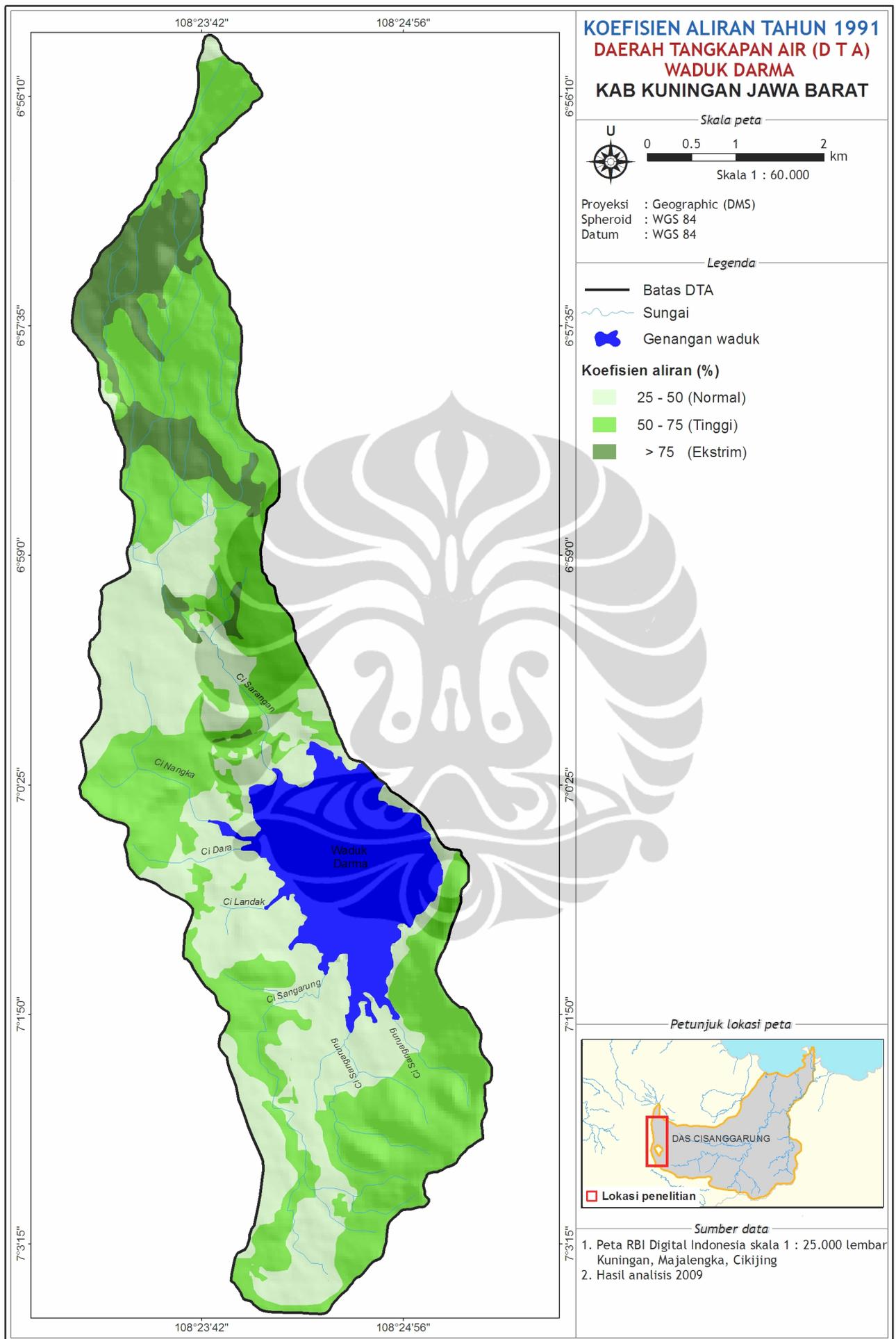
Peta 5. Peta Jenis Tanah Daerah Tangkapan Air (DTA) Waduk Darma



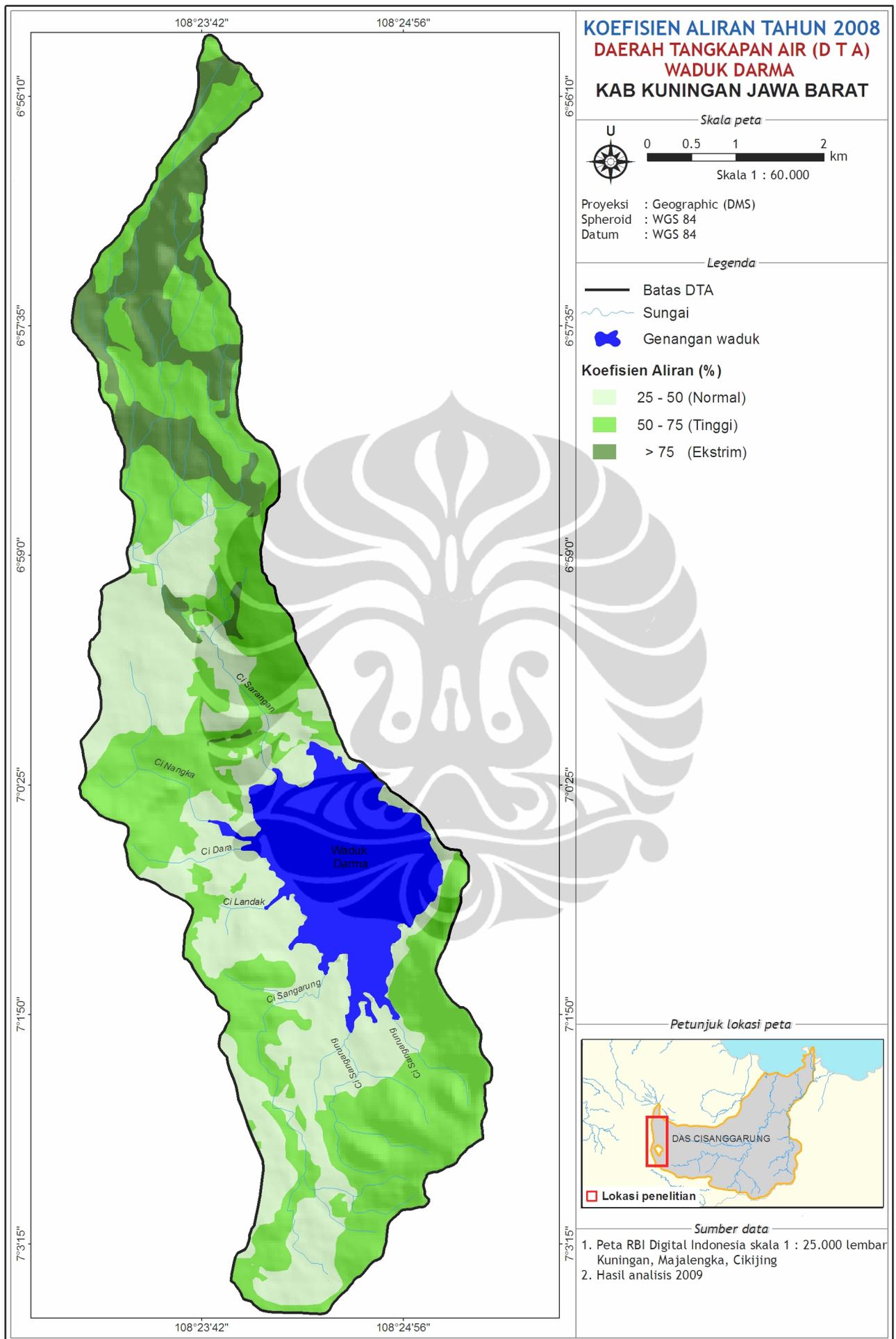
Peta 7 Peta Penggunaan Lahan Tahun 2008 Daerah Tangkapan Air (DTA) Waduk Dharma



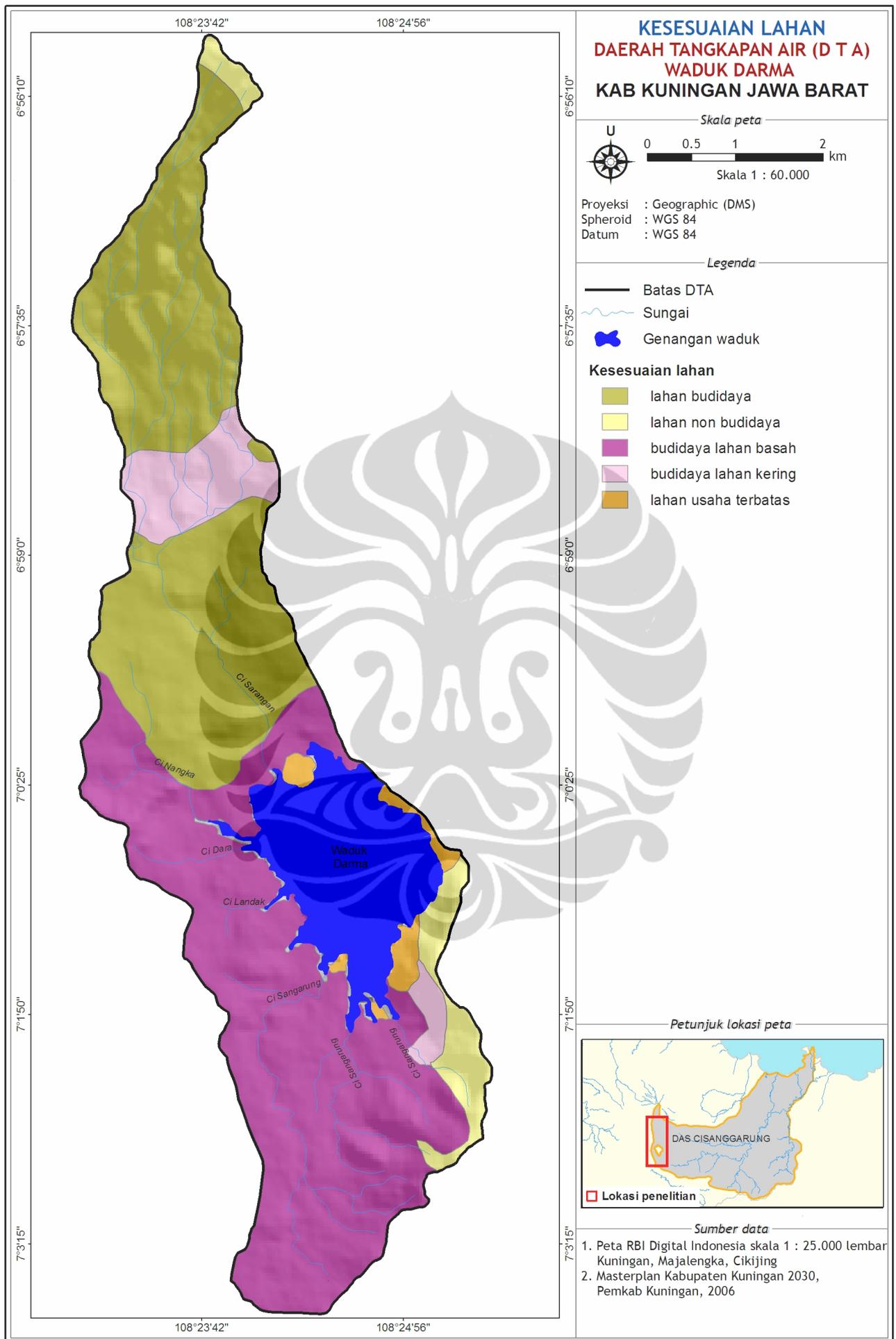
Peta 8. Peta Kerapatan Aliran Daerah Tangkapan Air (DTA) Waduk Darma



Peta 9. Peta Koefisien Aliran Tahun 1991 Daerah Tangkapan Air (DTA) Waduk Dharma



Peta 10. Peta Koefisien Aliran Tahun 2008 Daerah Tangkapan Air (DTA) Waduk Darma



Peta 11. Peta Kesesuaian Lahan Daerah Tangkapan Air (DTA) Waduk Darma