



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**PENGARUH PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN TERHADAP  
MORFOLOGI DASAR WADUK MRICA, JAWA TENGAH**

**SKRIPSI**

**ELGODWISTRA K**

**0606071405**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**DEPARTEMEN GEOGRAFI**

**DEPOK**

**DESEMBER 2010**



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**PENGARUH PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN TERHADAP  
MORFOLOGI DASAR WADUK MRICA, JAWA TENGAH**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains**

**ELGODWISTRA K**

**0606071405**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**DEPARTEMEN GEOGRAFI**

**DEPOK**

**DESEMBER 2010**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Elgodwistra Kartikoputro

NPM : 0606071405

Tanda Tangan : 

Tanggal : 22 Desember 2010

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :  
Nama : Elgodwistra Kartikoputro  
NPM : 0606071405  
Program Studi : Departemen Geografi  
Judul Skripsi : Pengaruh Perubahan Tutupan Lahan Terhadap  
Morfologi Dasar Waduk Mrica, Jawa Tengah

Skripsi ini telah disetujui oleh Pembimbing dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Geografi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia.

### DEWAN PENGUJI

Ketua Sidang : Dr. Rokhmatuloh S.Si., M.Eng (.....)

Pembimbing 1 : Dr. rer. nat Eko Kusratmoko, MS(.....)

Pembimbing 2 : Dra. Astrid Damayanti, M.Si (.....)

Penguji 1 : Drs. Sobirin, MS (.....)

Penguji 2 : Drs. Djamang Ludiro, M.Si (.....)

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 22 Desember 2010

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena dengan kasih dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul Pengaruh Perubahan Tutupan Lahan Terhadap Morfologi Dasar Waduk Mrica, Jawa Tengah dengan baik sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains Jurusan Geografi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia. Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak baik moril maupun materil, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih untuk semua pihak yang terkait dengan pembuatan skripsi ini. Semoga kelak skripsi ini dapat bermanfaat di masa yang akan datang.

Depok, 22 Desember 2010

Penulis

## UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan baik moral, doa dan materil antara lain :

1. Dr. rer. nat Eko Kusratmoko, MS selaku Pembimbing I dan Dra. Astrid Damayanti, M.Si selaku Pembimbing II yang telah memberikan ide dan masukan kepada penulis serta mengoreksi skripsi penulis dari tahap proposal hingga revisi draft hingga skripsi ini selesai.
2. Dr. Rokhmatuloh S.Si., M.Eng; Drs. Sobirin, MS dan Drs. Djamang Ludiro, M.Si selaku Ketua Sidang, Penguji I dan Penguji II yang telah memberikan saran kepada penulis dalam penulisan skripsi ini.
3. Dra. MH Dewi Susilowati, MS selaku Pembimbing Akademik yang telah memberikan banyak masukan dan bimbingan selama masa perkuliahan.
4. Para dosen Departemen Geografi UI yang telah memberikan sumbangsih ilmu kepada penulis selama masa perkuliahan, serta staff dan karyawan Departemen Geografi.
5. Kepada seluruh pihak yang membantu dari PT. Indonesia Power, LAPAN, dan BIOTROP. Terima kasih atas perizinan dan data yang diberikan sehingga penulis dapat menyajikan skripsi ini.
6. Ibu dan Bapak tersayang, Dra. Tuty Handayani, MS dan Ir. Sajiharjo, M.Sc yang telah memberikan doa dan kasih sayang, mulai dari dukungan moral, materil, hingga menemani survei.
7. Kakakku tersayang Herolistra Baskoroputro, dan Mbak Isti Prihandini, adikku tercinta Paripurna Bawonoputro, kedua keponakanku, Abrar Abdul Jabar dan Arifa Amaturaffi, serta Mbak Istini yang terus menerus menghibur dan memberi semangat kepada penulis
8. Keluarga besar Rachmad Sunaryo dan keluarga besar Martosoero yang telah memberikan dukungan kepada penulis.
9. Aisha Miadinar dan Reagy Muzqufa, terima kasih telah berusaha menepati janji untuk tetap membantu penulis menyelesaikan skripsi ini.

10. Sahabat-sahabat yang menjadi keluarga kedua selama perkuliahan.
11. Teman-teman geografi angkatan 2006.
12. Teman – teman seperjuangan skripsi semester ganjil TA 2010-2011.
13. Teman-teman GMC (*Geographical Mountainering Club*) - UI dan teman-teman dari PT Beka Intitama.
14. Teman-teman Civitas Geografi .
15. Keluarga Sirin Pudjo Basuki, Bang Jul, Mbak Dewi, Kak Bo, dan semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam skripsi ini terdapat beberapa kekurangan. Oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik agar dapat mengembangkan tulisan dan penelitian ini menjadi lebih baik lagi. Mohon maaf kepada pihak-pihak yang tidak disebutkan karena kekhilafan penulis. Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih.

Depok, 22 Desember 2010

Penulis

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

---

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

Nama : Elgodwistra Kartikoputro  
NPM : 0606071405  
Departemen : Geografi  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Jenis Karya : Skripsi

demikian 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 Tutupan Lahan Terhadap Morfologi Dasar Waduk  
Mrica, Jawa Tengah**

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 memublikasikan 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 : 22 Desember 2010  
Yang menyatakan

(Elgodwistra Kartikoputro)



## ABSTRAK

Nama : Elgodwistra K.  
Program Studi : Geografi  
Judul : Pengaruh Perubahan Tutupan Lahan Terhadap Morfologi Dasar Waduk Mrica, Jawa Tengah

Perubahan tutupan lahan merupakan fenomena yang umum terjadi, namun memberi dampak yang beragam, seperti erosi, banjir, dan tanah longsor. Dampak perubahan tutupan lahan pun terjadi di Daerah Tangkapan Waduk Mrica. Perubahan tutupan lahan di sekitar keberadaan waduk tersebut dapat mengakibatkan terjadinya sedimentasi yang berpengaruh pada pendangkalan waduk. Penelitian ini mengkaji pendangkalan waduk yang terjadi akibat perubahan tutupan lahan. Data perubahan tutupan lahan diperoleh dari Citra Landsat tahun 1996, 2000, dan 2009, sedangkan data pendangkalan waduk (sedimentasi) diperoleh dari batimetri waduk pada tahun yang sama. Analisis data dilakukan dengan cara deskriptif dan tumpang-susun peta. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pendangkalan Waduk Mrica berhubungan erat dengan bertambahnya muatan sedimen yang masuk. Kenaikan muatan sedimen ini diakibatkan oleh perubahan tutupan lahan, terutama berkurangnya tutupan vegetasi dan bertambahnya tutupan lahan kering.

Kata Kunci:  
perubahan tutupan lahan, sedimentasi

xvi + 51 halaman : 16 gambar; 21 tabel; 16 peta  
Bibliografi : 19 (1979-2007)

## ABSTRACT

Nama : Elgodwistra K.  
Major in : Geografi  
Title : The Impact of Land Cover Changes to Bed Morphology of  
Mrica Reservoir, Central Java

Changes of land cover is a common phenomenon. However those can give various impacts, such as erosion, flooding, and landslide. The impacts of landcover changes also happened in the Mrica Reservoir Watershed. Land cover changes around the reservoir can make sedimentation and shallowing of the reservoir. This study examines the reservoir sedimentation caused by land cover changes. The change of land cover data derived from Landsat imagery in 1996, 2000, and 2009, while sedimentation's data on reservoir bed obtained from bathymetric reservoir in the same year. The data were analyzed with descriptive and map overlay. The results of the research showed that the sedimentation of the Mrica reservoir closely related to the increase of the incoming sediment load. The increase in sediment load is caused by changes of land cover, especially loss of vegetation cover and increase of dryland farm.

Keywords : land cover change, reservoir shallowing, sedimentation

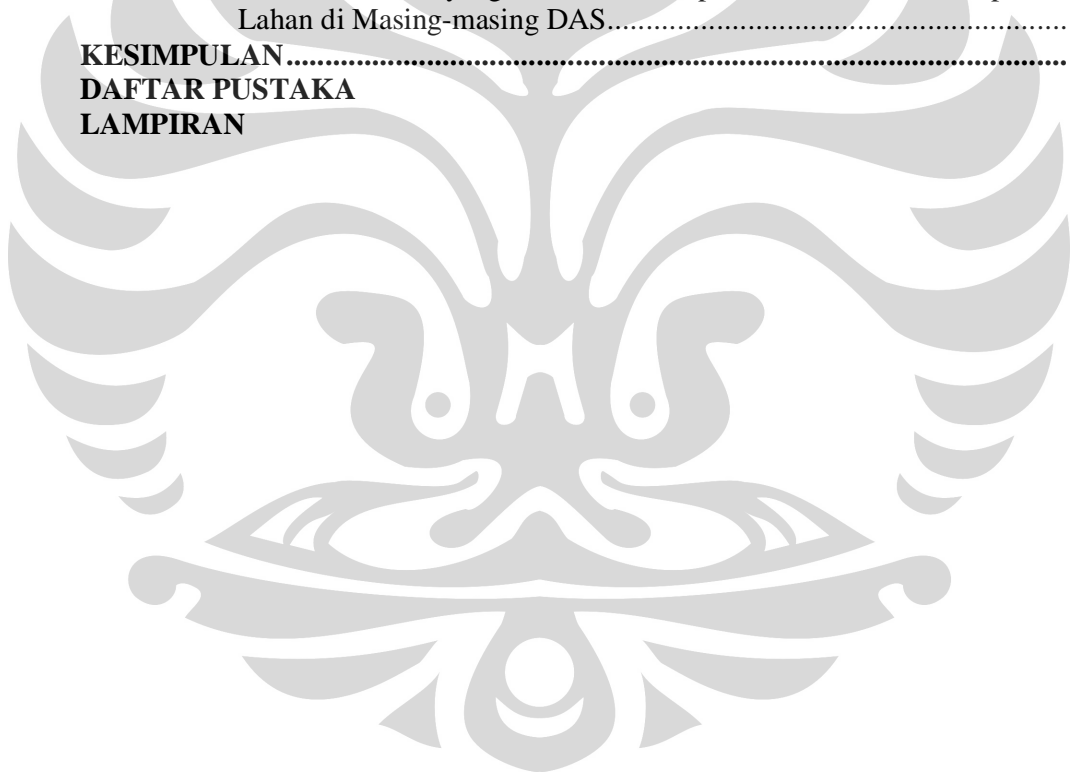
xvi + 51 pages : 16 pictures; 21 tables; 16 maps

Bibliography : 19 (1979-2007)

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	vii
ABSTRAK.....	viii
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR PETA.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Batasan Penelitian.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1 Daerah Aliran Sungai.....	5
2.2 Tutupan Lahan .....	5
2.3 Erosi dan Sedimentasi .....	6
2.4 Limpasan .....	8
2.5 Penelitian Terdahulu .....	8
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>10</b>
3.1 Kerangka Pikir Penelitian.....	10
3.2 Lokasi Penelitian.....	11
3.3 Variabel Penelitian.....	11
3.4 Data dan Sumber Data.....	12
3.4.1 Data Batimetri .....	12
3.4.2 Data Tutupan Lahan .....	13
3.5 Cara Mengolah Data .....	13
3.5.1 Data Morfologi Waduk .....	14
3.5.2 Pemotongan Citra .....	14
3.5.3 Retifikasi Citra.....	14
3.5.4 Klasifikasi Citra.....	14
3.6 Analisis Data.....	15
<b>BAB IV GAMBARAN UMUM DAERAH PENELITIAN .....</b>	<b>17</b>
4.1 Kondisi Geografis Daerah Tangkapan Waduk Mrica.....	17
4.2 Kondisi Fisik dan Non Fisik Wilayah.....	18
4.2.1 Ketinggian .....	18
4.2.2 Iklim .....	18
4.2.3 Tutupan Lahan .....	18
4.2.4 Jenis Batuan.....	22
4.2.5 Jenis Tanah.....	24

4.2.6 Lereng .....	25
4.2.7 Bentuk Medan .....	26
4.2.8 Sungai.....	26
4.2.9 Limpasan ( <i>Run-off</i> ).....	26
4.2.10 Sedimentasi .....	28
4.2.11 Pemanfaatan Sumber Daya Air .....	29
<b>BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>30</b>
5.1 Morfologi Dasar Waduk.....	30
5.1.1 Morfologi Dasar Waduk Tahun 1996 .....	30
5.1.2 Morfologi Dasar Waduk Tahun 2000 .....	32
5.1.3 Morfologi Dasar Waduk Tahun 2009 .....	34
5.1.4 Perubahan Dasar Waduk Mrica Tahun 1996, 2000, dan 2009 .....	36
5.2 Pengaruh Perubahan Tutupan Lahan Terhadap Besaran Kontribusi Sedimen dari Setiap DAS.....	38
5.2.1 Perubahan Tutupan Lahan DTA Waduk Mrica dan Tiap Daerah Aliran Sungai Tahun 1996, 2000, dan 2009.....	38
5.2.2 Jumlah Sedimen yang Diberikan Setiap DAS dan Luasan Tutupan Lahan di Masing-masing DAS.....	46
<b>KESIMPULAN.....</b>	<b>50</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	



## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Tutupan Lahan pada DTA Waduk Mrica.....	19
Tabel 4.2	Sampel Pikel Tutupan Lahan di DTA Mrica .....	22
Tabel 4.3	Data Pengukuran Sedimen Nov. 1995 – Okt. 1996 .....	28
Tabel 4.4	Data Pengukuran Sedimen Nov. 1999 – Okt. 2000 .....	29
Tabel 5.1	Ketinggian Sedimen pada Titik Pengamatan.....	37
Tabel 5.2	Jenis Tutupan Lahan di DTA Waduk Mrica .....	39
Tabel 5.3	Jenis Tutupan Lahan di DA Kali Wanadadi.....	40
Tabel 5.4	Jenis Tutupan Lahan di DA Kali Urang - Merawu.....	41
Tabel 5.5	Jenis Tutupan Lahan di DA Kali Tulis .....	42
Tabel 5.6	Jenis Tutupan Lahan di DA Kali Serayu Hulu .....	44
Tabel 5.7	Jenis Tutupan Lahan di DA Kali Serayu Tengah .....	45
Tabel 5.8	Jenis Tutupan Lahan di DA Kali Begaluh.....	46
Tabel 5.9	Perubahan Muatan Sedimen dan Perubahan Tutupan Lahan di DA Kali Serayu Tahun 1996, 2000, dan 2009 .....	47
Tabel 5.10	Perubahan Muatan Sedimen dan Perubahan Tutupan Lahan di DA Kali Merawu Tahun 1996, 2000, dan 2009 .....	48
Tabel 5.11	Perubahan Muatan Sedimen dan Perubahan Tutupan Lahan di DA Kali Lumajang Tahun 1996, 2000, dan 2009 .....	49

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Alur Pikir Penelitian .....	10
Gambar 3.2	Ilustrasi Pelaksanaan Pengukuran Kedalaman.....	12
Gambar 3.3	Jalur Pengukuran <i>Sounding</i> Waduk Mrica .....	13
Gambar 4.1	Citra Landsat & ETM+ DTA Mrica Tahun 1996 .....	20
Gambar 4.2	Citra Landsat & ETM+ DTA Mrica Tahun 2000 .....	20
Gambar 4.3	Citra Landsat & ETM+ DTA Mrica Tahun 2009 .....	21
Gambar 5.1	Tampilan 3 Dimensi Waduk Tahun 1996 dari Arah Barat Daya.....	31
Gambar 5.2	Tampilan 3 Dimensi Waduk Tahun 1996 dari Arah Selatan.....	31
Gambar 5.3	Tampilan 3 Dimensi Waduk Tahun 1996 dari Arah Timur Laut.....	32
Gambar 5.4	Tampilan 3 Dimensi Waduk Tahun 2000 dari Arah Barat Daya.....	33
Gambar 5.5	Tampilan 3 Dimensi Waduk Tahun 2000 dari Arah Selatan.....	33
Gambar 5.6	Tampilan 3 Dimensi Waduk Tahun 2000 dari Arah Timur Laut.....	34
Gambar 5.7	Tampilan 3 Dimensi Waduk Tahun 2009 dari Arah Barat Daya.....	35
Gambar 5.8	Tampilan 3 Dimensi Waduk Tahun 2009 dari Arah Timur Laut.....	35
Gambar 5.9	Tampilan 3 Dimensi Waduk Tahun 2009 dari Arah Selatan.....	36
Gambar 5.10	Perbandingan Jumlah Sedimen Melayang .....	47

## DAFTAR PETA

- Peta 1 Administrasi Daerah Penelitian
- Peta 2 Tangkapan Waduk
- Peta 3 Tutupan Lahan 1996
- Peta 4 Tutupan Lahan 2000
- Peta 5 Tutupan Lahan 2009
- Peta 6 Jenis Tanah
- Peta 7 Kemiringan Lereng
- Peta 8 Jenis Batuan
- Peta 9 Wilayah Tinggi
- Peta 10 Bentuk Medan
- Peta 11 Wilayah Ketinggian Sedimen Tahun 1996
- Peta 12 Wilayah Ketinggian Sedimen Tahun 2000
- Peta 13 Wilayah Ketinggian Sedimen Tahun 2009
- Peta 14 Perubahan Ketinggian Sedimen Tahun 1996-2000
- Peta 15 Perubahan Ketinggian Sedimen Tahun 2000-2009
- Peta 16 Perubahan Ketinggian Sedimen Tahun 1996-2009
- Peta 17 Sebaran Titik Pengamatan

## LAMPIRAN

- Lampiran 1 Sistem Klasifikasi Penggunaan serta Tutupan Lahan
- Lampiran 2 Data Debit Aliran Sungai di DTA Waduk Mrica





# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Bendungan dibangun dengan berbagai tujuan yang dapat memberikan manfaat bagi kehidupan masyarakat di sekitarnya baik langsung maupun tidak langsung. Pada masa pemanfaatan dan perawatan dari bendungan, ditemukan beberapa masalah yaitu tidak seimbangnya antara jumlah air yang tersedia di dalam bendungan dengan kebutuhan dari masyarakat di sekitar bendungan. Hal ini terkait dari faktor eksternal bendungan seperti meningkatnya jumlah penduduk, ataupun dari kondisi waduk itu sendiri yang mengalami penurunan kinerja.

Waduk Mrica merupakan salah satu waduk yang menjadi sumber air bagi masyarakat di sekitarnya. Masalah-masalah umum yang terjadi dalam pemeliharaan waduk pun terjadi di Waduk Mrica. Perubahan penggunaan lahan yang terjadi di sekitar waduk mengakibatkan tingginya erosi di daerah hulu atau di sub daerah aliran sungai, yang berasal dari beberapa sungai yang bermuara ke waduk, sehingga sedimentasi menjadi tinggi yang mengakibatkan pengurangan kapasitas waduk (De Cesare, 2001) dan mempengaruhi jumlah ketersediaan air waduk serta pada akhirnya berpengaruh terhadap umur layanan/operasi waduk.

Menurut Hartman (2004) untuk menjaga kapasitas waduk supaya tetap lestari diantaranya adalah dengan mengurangi laju sedimentasi yang masuk ke waduk dengan cara program konservasi Daerah Aliran Sungai (selanjutnya disebut DAS), bangunan pengendali erosi, penangkap sedimen di daerah hulu waduk, dan sebagainya. Upaya-upaya ini dapat membantu mengurangi jumlah sedimen yang mengendap pada dasar waduk sehingga dapat mencegah atau memperlambat pendangkalan. Namun jika sedimen sudah terlanjur ada di waduk, maka perlu dibuang dengan cara pengambilan mekanik (*dredging*) atau penggelontoran (*flushing*).

Penelitian yang dilakukan oleh PLN Sektor Mrica (UGM, 1994) menyatakan bahwa usia operasi waduk berdasar data *echo sounding* dengan berbagai anggapan berkisar antara 19,88 sampai 31,46 tahun. Sementara itu usia waduk berdasar angkutan sedimen di sungai yaitu 33,3 tahun. Menurut Srimulat

dan Soewarno (1995) laju pengurangan kapasitas waduk cukup besar terjadi di Waduk Mrica yaitu sebesar 2,50% per tahun.

Hasil-hasil penelitian tersebut di atas menunjukkan bahwa telah terjadi peningkatan laju sedimentasi yang berakibat terjadinya percepatan pendangkalan waduk sehingga umur layanan operasi Waduk Mrica akan berkurang. Kondisi demikian diperparah dengan adanya sistem pengolahan lahan yang keliru terutama di hulu DA Kali Serayu tepatnya di daerah Dieng, Kabupaten Wonosobo. Perubahan tutupan lahan yang signifikan menghasilkan tingginya erosi sehingga sedimen yang terbawa ke bagian bawah DAS pun meningkat.

Penelitian terdahulu mengkaji tentang perkiraan umur layanan Waduk Mrica pada masa yang akan datang akibat sedimen dan volume angkutan sedimen. Adapun yang mengkaji mengenai jumlah sedimen melayang serta daerah yang diduga sebagai penyumbang sedimen terbesar kepada salah satu DAS di Daerah Tangkapan Waduk Mrica. Penulis sendiri tertarik untuk melihat bagaimana perubahan penggunaan lahan di bagian atas dari Waduk Mrica berpengaruh terhadap sedimen yang mengendap (*bed sediment*) di waduk itu sendiri.

Pendekatan yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan ketebalan sedimen yang terdapat di setiap inlet dari Waduk Mrica dan dikaitkan dengan perubahan tutupan lahan di atasnya yang diamati dalam tiga waktu. Jumlah ketebalan akan dilihat dari penggambaran terhadap bagian dasar waduk secara keruangan. Perubahan tutupan lahan akan dilihat di setiap DAS pada tiga waktu.

## 1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan melihat seberapa besar pengaruh dari tiap DAS yang mengalami perubahan tutupan lahan terhadap morfologi dan tumpukan sedimen di dasar Waduk Mrica. Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat membantu pengolahan lahan dan pembuatan rencana tata ruang untuk DAS di sekitar waduk yang sesuai dengan keadaan lingkungan. Dengan demikian, sedimentasi pada Waduk Mrica dapat ditekan dan kondisi lingkungan di DTA Waduk Mrica dapat lebih terkontrol.

### 1.3 Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian di atas, maka pertanyaan penelitian yang diangkat dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana perubahan morfologi dasar waduk?
2. Bagaimana pengaruh perubahan tutupan lahan di setiap DAS terhadap kontribusi sedimen yang masuk ke dalam waduk?

### 1.4 Batasan Penelitian

1. Daerah penelitian meliputi DA Kali Serayu dan masih merupakan Daerah Tangkapan Waduk Mrica yang terletak di Kabupaten Banjarnegara, Provinsi Jawa Tengah. Dengan satuan wilayah penelitiannya berupa DAS.
2. Waduk merupakan suatu bangunan air yang digunakan untuk menampung debit air berlebih pada saat musim basah supaya kemudian dapat dimanfaatkan pada saat debit rendah saat musim kering (Sudjarwadi, 1987).
3. Tutupan lahan adalah vegetasi dan konstruksi artifisial yang menutup permukaan lahan. Penutupan lahan berkaitan dengan jenis kenampakan di permukaan bumi, seperti bangunan, danau dan vegetasi (Lillesand dan Kiefer, 1994:143). Tutupan lahan yang dimaksud dalam penelitian ini merupakan areal permukaan bumi yang terdapat di sekitar Waduk Mrica berupa badan air, vegetasi, lahan terbuka, semak belukar, permukiman, lahan basah dan lahan kering. Perubahan tutupan lahan dalam penelitian ini adalah bertambah dan berkurang luas tutupan lahan disekitar danau tersebut pada tahun 1996, 2000, dan 2009. Perubahan tutupan lahan dihitung dengan satuan hektar.
4. Morfologi dasar waduk yang dimaksud dalam penelitian ini adalah permukaan dasar waduk yang ditunjukkan oleh adanya perbedaan tinggi rendah tumpukan endapan berasal dari hasil proses erosi tutupan lahan.
5. Perubahan morfologi dasar waduk adalah perbedaan tinggi rendah dan bentuk dari dasar waduk pada tahun 1996, 2000, dan 2009. Sedimentasi adalah proses terjadinya pengangkutan tanah dan bagian-bagian tanah oleh air dari dari suatu tempat yang mengalami erosi di suatu daerah aliran

sungai (DAS) dan masuk ke suatu badan air (Arsyad, 2006). Satuan dari sedimentasi dalam penelitian ini adalah  $m^3$ .

6. Kontribusi sedimen adalah besaran jumlah sedimen yang memenuhi dasar waduk dalam satuan  $m^3$  dalam luasan hektar. Kontribusi sedimen yang diukur berupa sedimen melayang yang terbawa oleh sungai yang melintasi tiap DAS menuju ke waduk. Dalam penelitian ini kontribusi sedimen yang digunakan yaitu pada tahun 1996, 2000, dan 2009.



## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### 2.1 Daerah Aliran Sungai

Menurut Undang-undang No 7 tahun 2004 tentang Sumberdaya Air, DAS adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami, yang batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan. Dalam pengelolaan DAS, terlebih dahulu diperlukan batasan-batasan mengenai DAS berdasarkan fungsi, yaitu :

1. DAS bagian hulu didasarkan atas fungsi konservasi yang dikelola untuk mempertahankan kondisi lingkungan DAS agar tidak terdegradasi, yang antara lain diindikasikan dari kondisi tutupan vegetasi lahan DAS, kualitas air, kemampuan menyimpan air (debit), dan curah hujan.
2. DAS bagian tengah didasarkan atas fungsi pemanfaatan air sungai yang dikelola untuk dapat memberikan manfaat bagi kepentingan sosial dan ekonomi, yang antara lain diindikasikan dari kuantitas air, kualitas air, kemampuan menyalurkan air, dan ketinggian muka air tanah, serta terkait dengan prasarana pengairan seperti pengelolaan sungai, waduk, dan danau.
3. DAS bagian hilir didasarkan atas fungsi pemanfaatan air sungai yang dikelola untuk dapat memberikan manfaat bagi kepentingan sosial dan ekonomi, yang diindikasikan melalui kuantitas dan kualitas air, kemampuan menyalurkan air, ketinggian curah hujan, dan terkait untuk kebutuhan pertanian, air bersih, serta pengelolaan air limbah.

Untuk mewujudkan kesinambungan fungsi DAS, salah satunya diperlukan sistem pengelolaan sumber daya air yang terpadu dan sinergi. Sementara itu, apabila dalam praktek pengelolaan DAS dan penerapan tata guna lahan yang tidak dilakukan secara terpadu dan tidak terencana dengan baik, maka dapat mempengaruhi proses terjadinya erosi dan sedimentasi. Erosi dapat mempengaruhi produktivitas lahan yang

biasanya mendominasi DAS bagian hulu dan dapat memberikan dampak negatif kepada DAS bagian hilir (sekitar muara sungai) yang berupa hasil sedimen. Tutupan lahan sangat berpengaruh kepada besarnya erosi yang terjadi di lahan tersebut.

## 2.2 Tutupan Lahan

Menurut Malingreau (1978) dalam Ritohardoyo (2002:9) tutupan lahan merupakan gambaran konstruksi vegetasi dan buatan yang menutup permukaan lahan. Konstruksi tersebut merupakan konstruksi yang tampak dari sebuah citra penginderaan jauh. Dari penginderaan jauh tersebut dapat digambarkan keadaan sebenarnya di lapangan.

Untuk mempermudah menganalisis konstruksi tersebut, USGS (*United States Geological Surveys*) memiliki sistem klasifikasi penggunaan lahan serta tutupan lahan yang terinci menjadi dua tingkat, yaitu tingkat I dan II. Menurut USGS (Purwadhi, 2001), sistem klasifikasi tingkat 1 berupa kota atau lahan terbangun, lahan pertanian, lahan peternakan, perairan, vegetasi, lahan basah, lahan gundul. Untuk sistem klasifikasi tingkat 2, berupa pemukiman, perdagangan dan jasa, industri, transportasi komunikasi dan umum, kompleks industri dan perdagangan, kota campuran atau lahan bangunan, kota atau lahan bangunan lainnya, tanaman semusim dan padang rumput, daerah buah-buahan, bibit dan tanaman hias, tempat penggembalaan terkurung, lahan pertanian lain, lahan tanaman rumput (dapat dilihat pada lampiran, Tabel 1).

## 2.3 Erosi dan Sedimentasi

Erosi merupakan suatu proses kehilangan tanah yang diakibatkan oleh hujan, angin, aliran, gaya gravitasi, kehidupan organisme, dan kegiatan manusia. Erosi tanah terjadi melalui dua tahapan yaitu tahapan pelepasan partikel tunggal dari massa tanah dan tahap pengangkutan oleh media yang erosif seperti aliran air dan angin. Pada saat energi yang tersedia tidak cukup lagi untuk mengangkut partikel maka selanjutnya terjadi tahapan ketiga yaitu pengendapan.

Menurut Arsyad (1989), erosi adalah proses terkikis dan terangkutnya tanah atau bagian-bagian tanah oleh media alami yang berupa air (air hujan). Erosi dapat mempengaruhi produktivitas lahan yang biasanya mendominasi DAS bagian hulu dan dapat memberikan dampak negatif terhadap DAS bagian hilir (sekitar muara sungai). Pada bagian hulu, erosi menyebabkan menipisnya lapisan tanah, sedangkan dampak negatif pada bagian hilir berupa hasil sedimen.

Menurut Droppo (2003) dalam Bogen (2003:3) sedimen melayang adalah kumpulan partikel-partikel kecil dari benda padat yang terbawa oleh air yang bergerak. Partikel sedimen melayang ini terkikis, terbawa, dan terendapkan oleh sistem perairan. Sedimen itu sendiri umumnya terbawa oleh suatu limpasan/aliran air dan mengendap di suatu tempat yang kecepatan airnya melambat atau terhenti seperti di saluran sungai, waduk, danau maupun kawasan tepi teluk/laut. Proses ini disebut sebagai sedimentasi, yang merupakan akibat erosi di daerah aliran sungai oleh aktivitas manusia dan juga karakteristik daerah alirannya sendiri serta merupakan hasil akhir dari proses erosi yang terjadi di lahan.

Dua faktor yang menyebabkan erosi cepat terjadi yaitu pemindahan vegetasi penutup alam dan terbukanya tanah yang diusahakan karena ditanami dengan tanaman yang tidak menutupi tanah tersebut (Buckman, 1982:277). Selain itu, kemiringan dan topografi juga mempengaruhi kecepatan erosi. Makin besar lereng suatu daerah, maka makin besar pula air yang mengalir.

Partikel sedimen yang terbawa arus ditransport dengan tiga cara, yaitu:

1. Dalam larutan (*dissolved load*),
2. Dalam suspensi (*suspended load*),
3. Sepanjang dasar larutan (*bed load*).

Menurut Sapiie (2006:125), material yang terbawa arus aliran disebut sebagai beban atau muatan (*load*). Material terlarut yang terbawa arus berasal dari air tanah dan sedikit dari bebatuan yang dapat larut di sepanjang aliran. Jumlah beban yang dapat terangkut arus tergantung pada iklim dan tatanan geologi daerah alirannya. Umumnya arus membawa material sebagai suspensi. Material yang dibawa umumnya berukuran lumpur, lanau, dan pasir halus, seperti yang terlihat pada aliran sungai.

Beban arus ini terbawa dari regolith berbutir halus yang tersapu karena tidak tertutup oleh vegetasi dan sedimentasi yang dierosi arus itu sendiri sepanjang tepi alur aliran. Beban dapat terangkut akibat kuat arus ke atas dalam arus turbulen melebihi dari kecepatan dimana partikel-partikel lempung dan silt mengendap akibat gaya gravitasi.

#### 2.4 Limpasan (*Runoff*)

Menurut Suyono (2006:1), *runoff* adalah bagian dari hujan (hujan dikurangi oleh evapotranspirasi dan kehilangan air lainnya) yang mengalir dalam alur sungai karena gaya gravitasi. *Runoff* terdiri atas komponen aliran air yang berasal dari permukaan tanah dan sub-permukaan tanah. Proses terjadinya *runoff* adalah hujan yang jatuh di daratan atau permukaan tanah sebagian hilang sebagai evapotranspirasi, infiltrasi ke dalam tanah, sisanya berupa hujan efektif atau hujan lebih (*rainfall excess*) yang akan mengalir di permukaan tanah sebagai *overlandflow*.

Ukuran secara kuantitatif *runoff* disebut debit aliran sungai (*stream discharge*). Ukuran ini dinyatakan dalam satuan volume air per satuan waktu (meter kubik per detik, liter per detik, *cubic feet per second*, *gallon per day*). Untuk keperluan kajian hujan dengan *runoff*, *runoff* dinyatakan dalam satuan panjang (mm, cm, feet) yang merupakan hasil bagi antara volume *runoff* dalam suatu periode dibagi dengan luas DAS, besaran ini disebut tebal *runoff* (*runoff depth*) (Suyono 2006:3).

#### 2.5 Penelitian Terdahulu

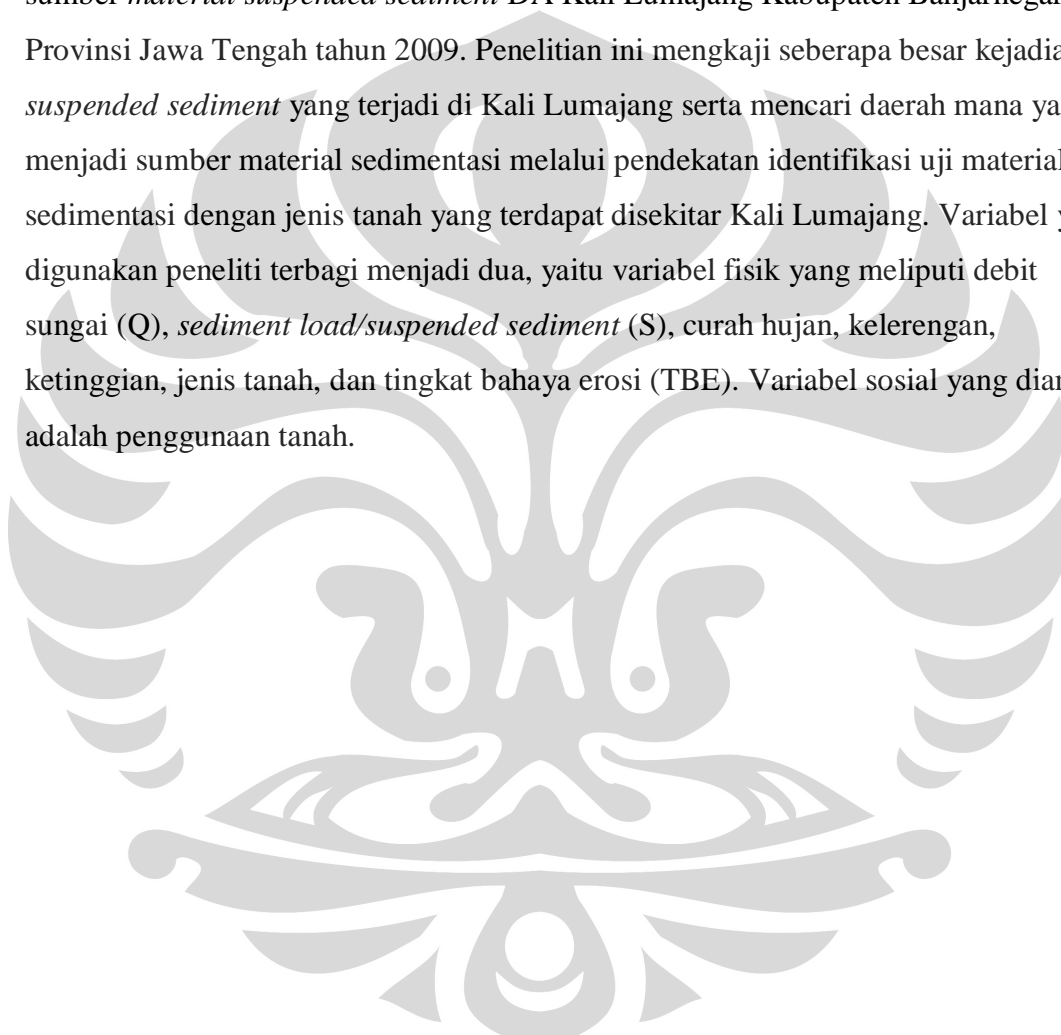
Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Rina (2006) menghasilkan pola perubahan morfologi dasar Waduk Jatiluhur tahun 1995 – 2000. Penelitian ini menggunakan variabel morfologi dasar waduk, kondisi fisik di daerah tangkapan waduk, serta penampang melintang dari daerah tangkapan waduk. Metode yang digunakan adalah deskriptif dengan menggunakan penampang melintang dari morfologi dasar waduk, sehingga peneliti dapat menjelaskan pola perubahan morfologi dasar waduk tahun 1905 (sebelum menjadi waduk), 1995, dan 2000.

Penelitian yang dilakukan oleh Malik (2006) memperlihatkan hasil mengenai perkiraan umur layanan Waduk Mrica pada masa yang akan datang akibat sedimen



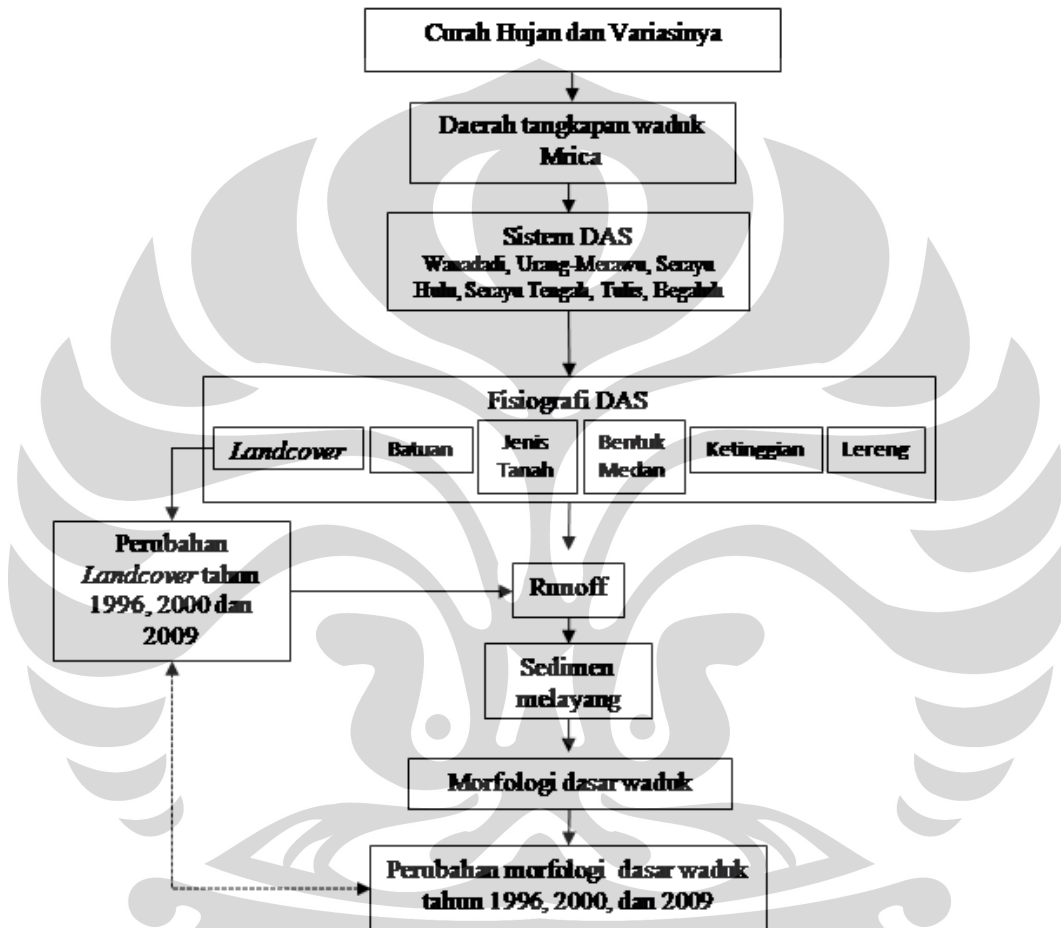
dan volume angkutan sedimen dengan menggunakan metode tampungan mati (*dead storage*) dan distribusi sedimen (*the empirical area reduction*). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa Waduk Mrica termasuk kategori waduk tipe 2, yaitu waduk yang selalu terairi pengoperasiannya.

Sementara Pratama (2009) telah melakukan penelitian mengenai wilayah sumber *material suspended sediment* DA Kali Lumajang Kabupaten Banjarnegara Provinsi Jawa Tengah tahun 2009. Penelitian ini mengkaji seberapa besar kejadian *suspended sediment* yang terjadi di Kali Lumajang serta mencari daerah mana yang menjadi sumber material sedimentasi melalui pendekatan identifikasi uji material sedimentasi dengan jenis tanah yang terdapat disekitar Kali Lumajang. Variabel yang digunakan peneliti terbagi menjadi dua, yaitu variabel fisik yang meliputi debit sungai ( $Q$ ), *sediment load/suspended sediment* ( $S$ ), curah hujan, kelerengan, ketinggian, jenis tanah, dan tingkat bahaya erosi (TBE). Variabel sosial yang diamati adalah penggunaan tanah.



## BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1. Alur Pikir Penelitian



Gambar 3.1. Alur Pikir Penelitian

Daerah penelitian merupakan daerah tangkapan waduk, yaitu Daerah Tangkapan Waduk terbentuk oleh curah hujan beserta variasinya seperti suhu dan tekanan udara. Dalam Daerah Tangkapan Waduk ini, terdapat suatu sistem DAS memiliki berbagai komponen yaitu tutupan lahan, ketinggian, lereng, bentuk medan, jenis batuan, dan jenis tanah. Namun dalam penelitian ini, yang dikaji secara khusus hanya komponen tutupan lahan serta proses hidrologi dan morfologi yang terjadi

pada DTA waduk. Dari komponen tutupan lahan ini, dilihat perubahannya dalam tiga periode dan diketahui besarnya perubahan tutupan lahan. Lalu perubahan tutupan lahan ini akan mempengaruhi proses hidrologi dan morfologi yang terjadi pada DTA Waduk yang kemudian menghasilkan *runoff*. *Runoff* akan menghasilkan sedimen melayang yang terbawa oleh sungai-sungai pada Daerah Tangkapan menuju waduk sehingga membentuk morfologi dasar waduk. Morfologi dasar waduk ini kemudian dilihat perubahannya dalam tiga periode juga seperti perubahan tutupan lahan. Kemudian besar perubahan tutupan lahan ini dilihat pengaruhnya terhadap sedimentasi di dasar waduk (bisa dilihat pada Gambar 3.1).

### 3.2 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Daerah Tangkapan Air Waduk Mrica, yang mencakup Kabupaten Banjarnegara dan Kabupaten Wonosobo. Daerah Tangkapan ini terdiri atas enam DAS, yaitu Begaluh, Serayu Hulu, Serayu Tengah, Urang-Mrawu, Tulis, dan Wanadadi. Ada dua sungai berukuran paling besar yang melintasi daerah ini yaitu Kali Merawu dan Kali Serayu.

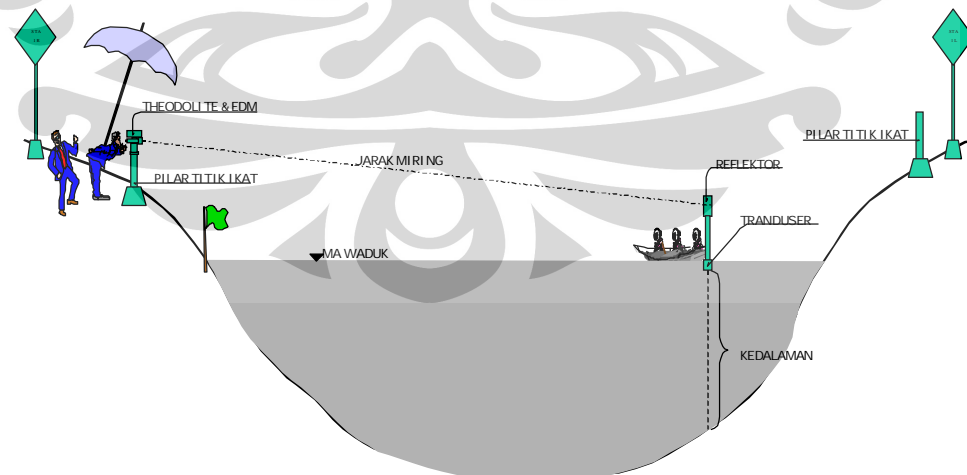
### 3.3 Variabel Penelitian

Variabel yang diamati dalam penelitian ini adalah perubahan tutupan lahan di daerah tangkapan Waduk Mrica, jumlah sedimen melayang dan perubahan morfologi dasar Waduk Mrica. Perubahan tutupan lahan adalah perubahan areal permukaan bumi yang terdapat di sekitar Waduk Mrica berupa badan air, vegetasi, lahan terbuka, semak belukar, permukiman, lahan basah, dan lahan kering dari kurun waktu 1996, 2000, dan 2009. Sedimen melayang adalah Perubahan morfologi dasar waduk adalah perbedaan tinggi rendah dan bentuk dari dasar waduk pada tahun 1996, 2000, dan 2009. Kondisi morfologi tahun 1996 dijadikan acuan untuk melihat perubahan spasial morfologi dasar waduk.

### 3.4 Data dan Sumber Data

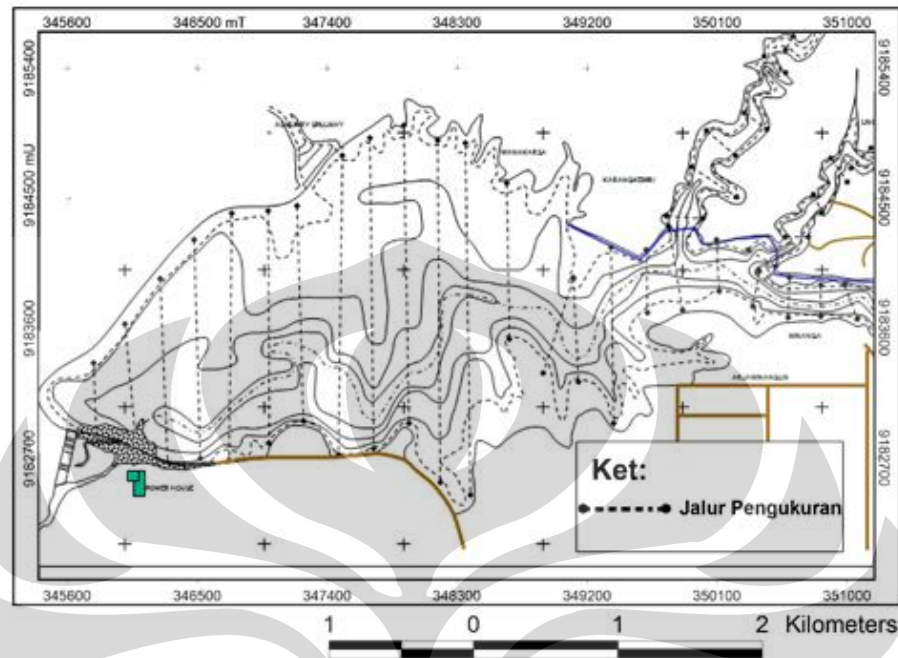
Berikut merupakan data dan sumber data yang dikumpulkan untuk penelitian ini.

1. Data batimetri Waduk Mrica tahun 1996, 2000 dan 2009 diperoleh dari *database* milik PT Indonesia Power. Pengukuran yang dilakukan oleh PT Indonesia Power Unit Waduk Mrica dilakukan dengan cara penarikan garis dari titik- titik yang memiliki jarak yang sama, kemudian di garis tersebut dilalui perahu yang telah dilengkapi *echosounder*. Pengukuran kedalaman Waduk Mrica dilaksanakan dengan menggunakan metode pengukuran tidak langsung yakni dengan menggunakan alat ukur kedalaman/*echosounder* (Lihat Gambar 3.2). Cara kerja alat *echosounder* adalah berdasarkan hasil perkalian antara beda waktu dengan kecepatan rambat gelombang ultra sonic melalui media air yang dipancarkan dari alat yang disebut transduser. Transduser ini diletakkan di permukaan air memancarkan gelombang ultra sonic tegak lurus permukaan air ke dasar dan dipantulkan kembali ke transduser. Kedalaman dasar waduk akan terekam di kertas *recorder* yang dipasang di alat *echo sounder*. Jalur pengukuran di Waduk Mrica dapat dilihat pada Gambar 3.3 dan Lampiran Tabel 3.



Gambar 3.2 Ilustrasi Pelaksanaan Pengukuran Kedalaman

[Sumber: Draft Laporan Sedimen PLTA Mrica 2009]



Gambar 3.3 Jalur Pengukuran *Sounding* Waduk Mrica  
[Sumber: Draft Laporan Sedimen PLTA Mrica 2009]

2. Data sedimen melayang tahun 1996, 2000, dan 2009 didapatkan dari *database* milik PT Indonesia Power. Pengukuran yang dilakukan oleh PT Indonesia Power Unit Waduk Mrica dilakukan dengan cara mengukur sedimen pada tiap badan sungai tepat sebelum memasuki badan waduk.
3. Data tutupan lahan Daerah Tangkapan Waduk Mrica tahun 1996, 2000, dan 2009, berasal dari interpretasi citra Landsat 7 ETM+ Path 120 Row 065. Data tahun 1996 diperoleh dari LAPAN tertanggal 20 Juni 1996, sedangkan tahun 2000 dan 2009 diperoleh dari BTIC Dataport BIOTROP Institut Pertanian Bogor tertanggal 5 Desember 2000 dan 21 Juni 2009.

### 3.5 Cara Mengolah Data

#### 1. Data Morfologi Waduk.

Data batimetri yang diperoleh adalah hasil *echo sounding* berupa titik-titik ketinggian tumpukan sedimen yang kemudian akan diolah dengan *software* GIS sehingga akan menggambarkan morfologi dasar waduk dan ditampilkan secara tiga dimensi.

#### 2. Data sedimen melayang digunakan untuk mengetahui jumlah kontribusi sedimen yang dibawa oleh Kali Serayu, Kali Merawu, dan Kali Lumajang ke dalam Waduk Mrica.

#### 3. Pemotongan Citra

Data tutupan lahan diperoleh melalui proses pengolahan Citra Landsat. Melakukan pemotongan citra oleh data *vector* DTA Waduk Mrica sebagai acuan dengan langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut.

- a. Citra daerah penelitian, yaitu Path 120 Row 065, dipotong dengan menggunakan data *vector* daerah penelitian sebagai acuan memotong citra.
- b. Melakukan pemotongan citra dengan penggunaan *vector* sebagai *mask* sehingga citra yang tersimpan hanya bagian yang tertutup atau berada di dalam data *vector* tersebut.
- c. Melakukan hal yang sama dengan citra daerah penelitian di tiga tahun yang berbeda, yaitu 1996, 2000, dan 2009.

#### 4. Pada citra Landsat dilakukan rektifikasi citra, yaitu proses rotasi, translasi, dan koreksi geometris agar diperoleh posisi dan lokasi yang lebih akurat dan dalam sistem koordinat yang diinginkan yaitu UTM.

Proses generalisasi dan identifikasi objek-objek tutupan lahan melalui *software* ER Mapper. Proses klasifikasi tutupan lahan yang digunakan adalah metode gabungan *supervised* dan *unsupervised* bertujuan untuk mengidentifikasi tutupan lahan, seperti badan air, vegetasi, lahan terbuka, dan lahan terbangun.

Sistem klasifikasi yang digunakan untuk tutupan lahan berdasarkan USGS (*United Status Geological Survey*) dikembangkan oleh Anderson et al (1972)

dengan menggunakan klasifikasi tutupan lahan tingkat 1, yaitu antara lain lahan terbangun, lahan pertanian, lahan vegetasi, badan air, dan tanah kosong. Interpretasi citra Landsat ini menghasilkan peta tutupan lahan pada tahun yang bersangkutan.

5. Klasifikasi yang dilakukan ada dua macam, dengan urutan langkah-langkah sebagai berikut.
  - a. Melakukan klasifikasi secara *unsupervised* (tak terselia). Sebagai hasil, akan muncul citra daerah penelitian dengan warna pseudocolor sebagai hasil klasifikasi.
  - b. Berikutnya untuk melakukan klasifikasi *supervised* (terselia), dilakukan penerjemahan warna agar mempermudah dalam membedakan penampakan citra. Dalam hal ini, warna-warna tertentu yang ada diberi nama sesuai kelas yang diinginkan. Acuan untuk melakukan penerjemahan warna dilakukan dengan pengambilan sampel di tiap pixel (*training area*) dengan warna natural (RGB 321) yang diidentifikasi sebagai suatu kenampakan tertentu.
  - c. Kemudian dilakukan *combine class* untuk menyederhanakan warna-warna yang memiliki kelas yang sama, misalnya warna biru (biru muda, biru tua, atau sejenisnya) yang merupakan kelas badan air dijadikan satu kelas.
  - d. Selanjutnya dapat dilakukan *Smoothing* di menu Image Analysis agar warna pada hasil citra lebih dapat digeneralisasi.

### 3.6 Analisis Data

Ketiga variabel dianalisis dengan menggunakan analisis deskriptif, dan *overlay* (tumpang tindih). Untuk menjawab pertanyaan penelitian pertama, yaitu mengenai perubahan morfologi dasar waduk, maka variabel yang digunakan adalah ketinggian endapan pada tahun 1996, 2000, dan 2009. Variabel tersebut dianalisis dengan menggunakan analisis deskriptif. Untuk menjawab pertanyaan penelitian mengenai bagaimana kontribusi setiap DAS terhadap perubahan morfologi dasar waduk, maka variabel yang digunakan ada dua jenis, yaitu luas tutupan lahan sebagai

variabel bebas atau *independent* dan ketinggian tumpukan sedimen waduk sebagai variabel terikat atau *dependent*.

Masing-masing analisis yang digunakan dalam penelitian ini dijelaskan sebagai berikut.

1. Deskriptif

Analisis ini dilakukan untuk menjelaskan perubahan morfologi dasar waduk pada tahun 1996, 2000, dan 2009, membandingkan jumlah sedimen melayang dari daerah tangkapan waduk setiap DAS, serta untuk menjelaskan pengaruh perubahan tutupan lahan terhadap perubahan morfologi dasar waduk.

2. Tumpang Tindih (*Overlay*)

Dari peta-peta tutupan lahan hasil interpretasi citra, dilakukan analisis *overlay* untuk mengetahui perubahan tutupan lahan pada tahun 1996, 2000, dan 2009 baik dari seberapa luas perubahannya, maupun dimana saja letak perubahannya. Analisis *overlay* juga dilakukan untuk mengetahui perubahan morfologi dasar waduk tahun 1996, 2000, dan 2009.



## BAB 4

### FAKTA WILAYAH

#### 4.1 Kondisi Geografis Daerah Tangkapan Waduk Mrica

##### 4.1.1 Batas Daerah (Lampiran Peta 1)

Daerah Tangkapan Waduk Mrica secara geografis terletak di posisi  $109^{\circ}37'00''$  -  $109^{\circ}59'30''$  Bujur Timur (BT) dan  $7^{\circ}12'30''$  -  $7^{\circ}25'00''$  Lintang Selatan (LS). Daerah ini berada di Kabupaten Banjarnegara dan Kabupaten Wonosobo, Provinsi Jawa Tengah. Luas wilayahnya mencapai  $957 \text{ km}^2$  atau kurang lebih 32% dari seluruh DA Kali Serayu, dan terbagi menjadi 6 DA Kali, yaitu DA Kali Wanadadi seluas  $60 \text{ km}^2$ , DA Kali Urang-Merawu seluas  $28,6 \text{ km}^2$ , DA Kali Tulis seluas  $131,9 \text{ km}^2$ , DA Kali Serayu Tengah seluas  $237,7 \text{ km}^2$ , DA Kali Serayu Hilir seluas  $116,2 \text{ km}^2$ , dan DA Kali Begaluh seluas  $192,6 \text{ km}^2$ .

DA Kali Serayu yang berada di atas Waduk Mrica, dibatasi oleh rangkaian pegunungan dengan puncak-puncaknya sebagai berikut:

1. Di sebelah utara: Gunung Butak (2.222 m), Gunung Kendeng (2.018 m), Gunung Brama (1.848), Gunung Prahu (2.565), dan Gunung Malang (1.990);
2. Di sebelah selatan: Gunung Midangan (10.442 m), Gunung Jenggot (812 m), Gunung Besek (693 m), Gunung Sigelap (691 m), dan Gunung Jambu (821 m);
3. Di sebelah timur: Gunung Kendil (1.885 m), Gunung Sindoro (3.152 m), dan Gunung Sumbing (3.760 m), dan
4. Di sebelah barat: Gunung Merdeka (1.174 m), Gunung Limbung (811 m), dan Gunung Limerak (554 m).

## 4.2 Kondisi Fisik dan Non Fisik

### 4.2.1 Ketinggian (Lampiran Peta 9)

Daerah Tangkapan Waduk Mrica berada pada wilayah dengan ketinggian 237 mdpl hingga 3.287 mdpl. Wilayah bagian barat, atau di sekitar waduk, merupakan wilayah yang paling rendah, dengan ketinggian di bawah 500 mdpl, memanjang hingga ke bagian tengah dari DTA. Pada wilayah selatan, ketinggiannya sama dengan bagian tengah, yaitu di antara 500-1000 mdpl dan merupakan ketinggian yang paling mendominasi DTA Waduk Mrica (sekitar 50 %). Semakin ke bagian utara dan timur laut, ketinggiannya meningkat. Di wilayah timur laut ketinggian mencapai 3000 mdpl (Dataran Tinggi Dieng).

### 4.2.2. Iklim

Daerah Tangkapan Air Waduk Mrica memiliki suhu udara berkisar antara 14°C - 26°C dengan kelembaban udara berkisar 80% - 85%. Secara umum daerah ini beriklim tropis, musim hujan dan musim kemarau silih berganti sepanjang tahun, namun jumlah bulan basah lebih besar dari bulan kering. (LokNas Bappenas, 2007:5).

Curah hujan rata-rata tahunan adalah 3.202 mm. Curah hujan tertinggi sebanyak 4.269 mm per tahun dengan 150 hari hujan, sedangkan curah hujan terendah sebesar 2.282 mm per tahun dengan 156 hari hujan. Keberadaan Dataran Tinggi Dieng yang berada di timur laut waduk ini turut mempengaruhi kejadian hujan (KPPN Banjarnegara, 2002).

### 4.2.3 Tutupan Lahan (Lampiran Peta 3, 4, 5)

Mayoritas tutupan lahan di Daerah Tangkapan Air Waduk Mrica pada tahun 2009 adalah vegetasi, yaitu sebesar 65.423 Ha atau 64,3% dari luas DTA keseluruhan. Tutupan lahan yang paling minoritas di Daerah Tangkapan Air Waduk Mrica pada tahun 2009 adalah badan air, yaitu sebesar 327 Ha atau 0,32% dari luas DTA keseluruhan. Sementara itu, tutupan lahan lain yaitu lahan kering sebesar 21.833 Ha atau 21,46 % dari luas DTA keseluruhan,

lahan basah sebesar 9.896 Ha atau 9,73% dari luas DTA keseluruhan, dan lahan terbangun sebesar 4.242 Ha atau 4,17% dari luas DTA keseluruhan.

Tutupan lahan vegetasi dan badan air mayoritas berada di DA Kali Serayu Tengah. Pada bagian barat dari DTA, di sekitar Wonosobo, Mojotengah, dan Garung, tutupan lahannya didominasi oleh lahan kering, tepatnya berupa ladang kentang dan perkebunan sayur-sayuran. Daerah Mojotengah juga mayoritas memiliki tutupan lahan basah yang membentang hingga Watumalang dan Leksono, dan tutupan lahan terbangun yang mayoritas berada di DA Kali Serayu Hulu. Tutupan lahan berupa daerah terbangun juga tersebar di bagian barat hingga timur dari DTA, terutama di kota-kota yang cukup besar seperti Wonosobo dan Banjarnegara.

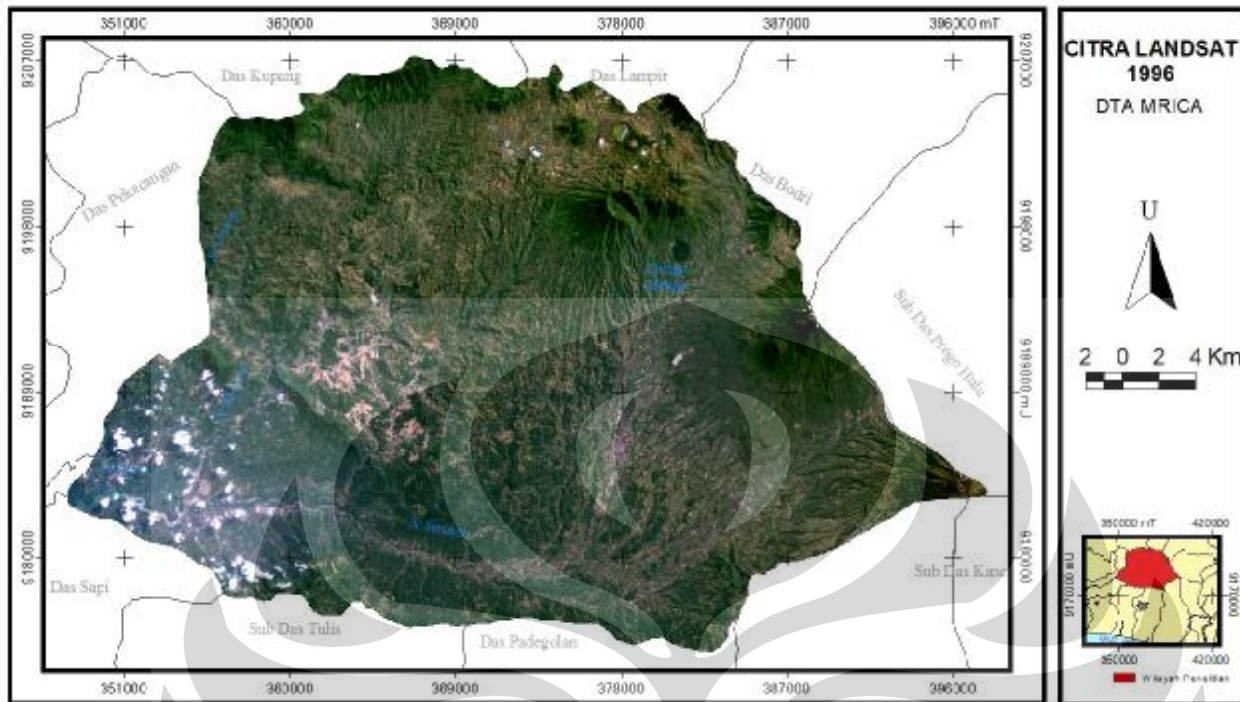
Tabel 4.1. Tutupan Lahan pada DTA Waduk Mrica

Tutupan Lahan	Luas (Ha )	Persentase (%)
Vegetasi	65.423	64,31
Lahan Terbangun	4.242	4,17
Lahan Basah	9.896	9,72
Lahan Kering	21.833	9,73
Badan Air	327	0,32

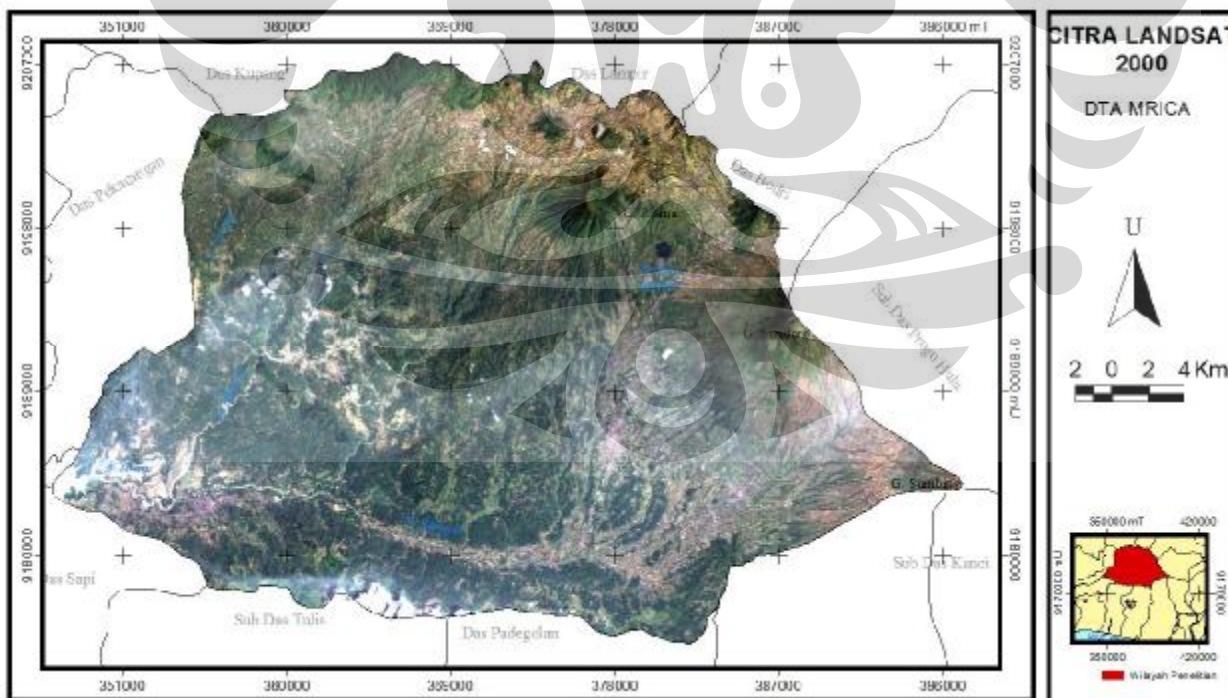
[Sumber : Pengolahan Data, 2010]

Tutupan lahan tersebut diidentifikasi dari Citra Landsat 7 ETM+ Path 120 Row 065 tertanggal 20 Juni 1996 (Gambar 4.1), 5 Desember 2000 (Gambar 4.2), dan 21 Juni 2009 (Gambar 4.3), dengan dilakukan pengambilan sampel piksel sebagai berikut yang tertera di Tabel 4.2.

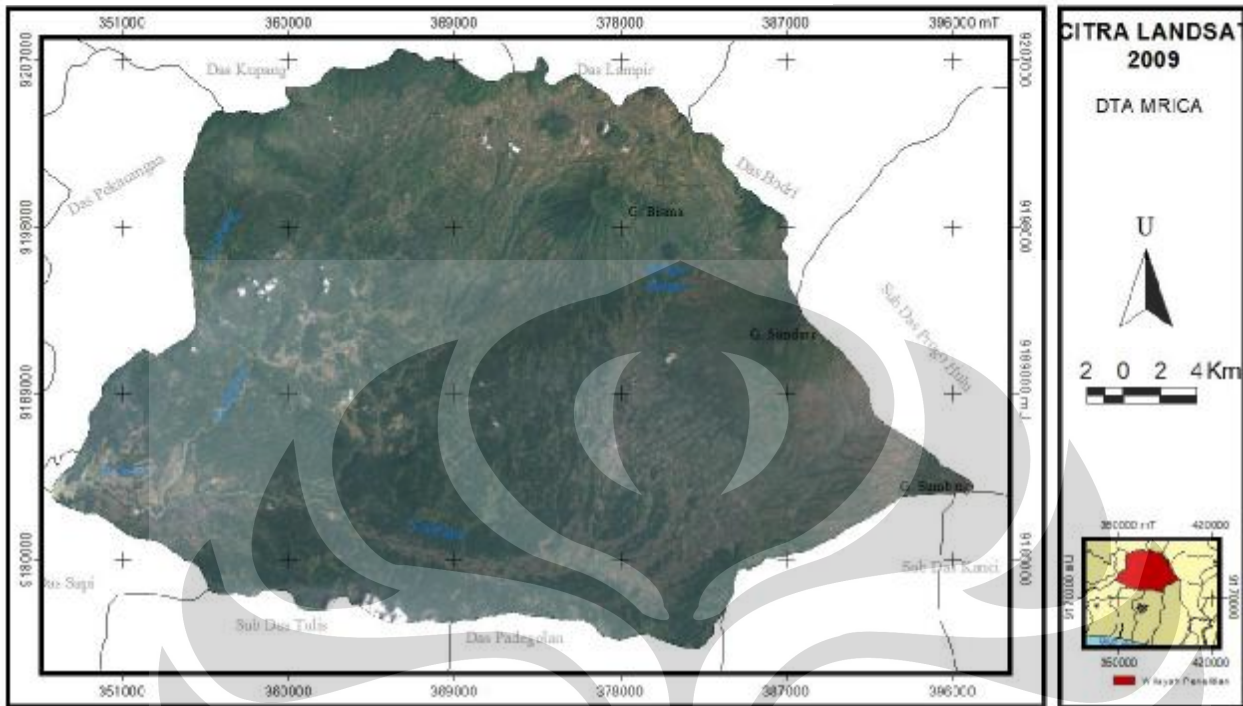
Gambar 4.1. Citra Landsat &amp; ETM+ DTA Mrica Tahun 1996





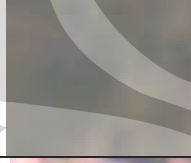


Gambar 4.2. Citra Landsat &amp; ETM+ DTA Mrica Tahun 2000



Gambar 4.3. Citra Landsat &amp; ETM+ DTA Mrica Tahun 2009



Tabel 4.2. Sampel Piksel Tutupan Lahan di DTA Mrica

Sampel Piksel	Identifikasi Tutupan Lahan
	Badan Air
	Vegetasi
	Lahan Basah
	Lahan Kering
	Lahan Terbangun

#### 4.2.4 Jenis Batuan

Secara umum, di bagian hulu sampai daerah pertengahan Kali Merawu akan ditemui batuan Formasi Merawu dengan penyebaran batuan breksi vulkanik andesitik, batulempung napalan, napal, konglomerat, dan batu pasir. Pola aliran Kali Merawu tergolong tipe menjari, dengan bentuk fisik sungai curam dan lurus. Di bagian hulu Kali Merawu, banyak terdapat jenis batuan lempung abu-abu yang lepas, dan mudah tererosi. Di bagian hilir, dataran banjir banyak terisi pasir halus dan lumpur.

Batuan yang terdapat di tebing-tebing sungai juga sangat mudah tererosi, karena lunak dan mudah hancur. Juga banyak terdapat endapan dan

konglomerat yang bersifat lepas atau terikat dengan lemah dengan kemiringan yang curam. Kali Serayu melalui suatu daerah vulkanik muda dan Aluvial, yang terdiri atas konglomerat dan batupasir yang sebagian besar telah mengalami lapuk lanjut sehingga bersifat lepas, dan mudah tererosi.

Jenis batuan yang terdapat di masing-masing DA Kali adalah sebagai berikut seperti yang tertera di Peta 8 Jenis Batuan.

a. DA Kali Begaluh

Batuan gunungapi Sundoro mendominasi hampir seluruh bagian DA Kali tersebut. Jenis batuan lain yang terdapat di DA Kali Begaluh adalah batuan gunungapi Jembangan, tersebar di bagian Barat, Selatan, dan Tengah. Anggota Breksi juga tersebar di bagian Selatan dan Batuan gunungapi Sumbing mendominasi bagian Timur.

b. DA Kali Serayu Hulu

Terdapat empat jenis batuan yang menutupi DA Kali ini, yaitu Batuan gunungapi Dieng yang tersebar di bagian utara dan barat, Batuan gunungapi Jembangan di bagian utara dan barat daya, Morposet Patukbanteng-Jeding di bagian timur laut, Batuan gunungapi Sundoro di bagian tenggara dan selatan.

c. DA Kali Serayu Tengah

Terdapat delapan jenis batuan di DA Kali ini. Batuan gunungapi Dieng di bagian Utara sedangkan Batuan Gunungapi Jembangan di bagian Tengah. Anggota Breksi tersebar di bagian tengah, selatan, dan barat daya. Endapan Undak terdapat di bagian barat, Aluvial di bagian barat, Formasi Peniron di bagian tengah, Formasi Waturanda di bagian Selatan, dan Batuan gunungapi Sundoro di bagian timur.

d. DA Kali Tulis

Sepuluh jenis batuan yang menutupi DA Kali ini adalah Aluvial dan Endapan Danau di bagian utara, Batuan Gunungapi Dieng tersebar dari bagian utara dan timur, Batuan gunungapi Jembangan di bagian tengah, Batuan Diorit, Kipas Aluvial, Anggota Sigugur, Anggota Batugamping, dan Formasi

Rambatan tersebar di bagian tengah, Formasi Halang di bagian tengah dan barat, serta Anggota Breksi memanjang dari tengah, timur, dan selatan.

e. DA Kali Wanadadi

Empat jenis batuan yang terdapat di DA Kali ini adalah Morposet Patukbanteng-Jeding dan Formasi Halang di bagian utara. Selain itu terdapat Anggota Breksi di bagian tengah serta Endapan Undak di bagian selatan.

f. DA Kali Urang-Mrawu

Jenis batuan yang terdapat di DA Kali ini antara lain Batuan gunungapi Jembangan yang mendominasi bagian utara hingga tengah. Jenis Aluvial dan Endapan Danau serta Formasi Kalibiuk tersebar di antara Batuan gunungapi Jembangan. Formasi Rambatan dan Batuan gunungapi Dieng terdapat di bagian tengah. Formasi Halang terdapat di bagian tengah, memanjang dari barat hingga timur. Anggota Breksi tersebar di bagian tengah dan banyak ditemukan di bagian selatan. Di ujung selatan DA Kali ini terdapat jenis Aluvial dan Batuan Undak.

#### 4.2.5 Jenis Tanah (Lampiran Peta 6)

DTA Waduk Mrica memiliki beberapa jenis tanah, dengan campuran andosol dan regosol yang paling mendominasi memanjang di bagian tengah dari barat DTA hingga timur dan timur laut, dan juga sedikit terdapat di bagian barat laut. Andosol (sering juga disebut Andisol) adalah tanah yang biasanya ditemukan di daerah vulkanik yang terbentuk di tephra vulkanik dan juga ditemukan di luar wilayah gunung berapi aktif. Andosol yang terkait erat dengan jenis lain untuk tanah seperti vitrosols, vitrandosols, dan vitrons. Sementara itu, regosol merupakan jenis tanah yang sangat lemah. Regosol sangat sering ditemukan dari sisa erosi tanah, khususnya di daerah kering dan semi-kering dan di daerah pegunungan. Pemanfaatan regosol sangat bervariasi. Yang umum digunakan adalah untuk irigasi pertanian.

Di bagian selatan dari DTA, jenis tanah campuran latosol dan andosol sangat mendominasi. Hampir 70% dari DA Kali Serayu Tengah jenis tanahnya berupa campuran kedua tanah tersebut. Latosol merupakan tanah



tropis yang berwarna merah dan kuning yang memiliki kandungan tanah liat lebih dari 60%. Latosol juga banyak mengandung zat besi dan aluminium. Tanah ini sudah sangat tua, sehingga kesuburannya rendah. Warna tanahnya merah hingga kuning, sehingga sering disebut tanah merah. Tanah latosol yang mempunyai sifat cepat mengeras bila tersingkap atau berada di udara terbuka disebut tanah laterit. Tumbuhan yang dapat hidup di tanah latosol adalah padi, palawija, sayuran, buah-buahan, karet, cengkeh, kakao, kopi, dan kelapa sawit

Di bagian utara DTA Waduk Mrica, tepatnya di DA Kali Tulis, terdapat sedikit campuran jenis tanah organosol dan aluvial. Tanah organosol secara umum dinamakan tanah gambut. Tanah organosol adalah jenis tanah yang kurang subur untuk bercocok tanam yang merupakan hasil bentukan pelapukan tumbuhan rawa, sehingga banyak mengandung bahan organik. Cirinya adalah tidak mengalami perkembangan horizon - horizon yang berbeda, berwarna coklat kelam hingga hitam, berkadar air tinggi, dan bersifat sangat asam dengan pH antara 3 – 5. Berdasarkan proses pembentukannya, Organosol dibedakan menjadi tiga, yaitu gambut ombrogen, terbentuk dari sisa tumbuhan vegetasi dan rumput rawa. Lalu gambut topogen, terbentuk karena pengaruh topografi seperti di daerah cekungan (depresi), antara rawa - rawa di daerah rendah. Dan yang terakhir adalah gambut pegunungan, terbentuk di daerah pegunungan. Jenis organosol yang terakhir inilah yang terdapat di DTA Waduk Mrica. Sementara itu, tanah aluvial adalah tanah yang terbentuk dari material hasil pengendapan aliran sungai di dataran rendah atau lembah dan cocok untuk bercocok tanam atau pertanian.

#### 4.2.6 Lereng

Kelas kemiringan lereng yang digunakan berdasarkan pengklasifikasian Van Zuidam. DTA Waduk Mrica didominasi oleh lereng 8-13% yang tersebar di seluruh bagian Daerah Tangkapan Air. Bagian Timur didominasi oleh kelas 2-7% dengan sedikit kemiringan lereng 21-55% pada puncak Gunung Sundoro dan Sumbing. Memanjang di bagian Selatan terdapat

banyak wilayah dengan lereng 0-2%. Kemiringan 14-20% ditemukan mengitari lereng dengan kemiringan 21-55% (Lihat Peta 7).

#### 4.2.7 Bentuk Medan

Menurut klasifikasi Desautnettes, bentuk medan di DTA Waduk Mrica dibedakan menjadi empat kelas, yaitu Dataran Tinggi, Dataran Bergelombang Tinggi, Bukit Terjal, dan Bukit Curam Tinggi. Dari Peta 10, dapat dilihat bahwa dominasi bentuk medan di wilayah penelitian adalah dataran bergelombang tinggi, sedangkan bukit curam dataran tinggi hanya terdapat di bagian utara DTA Waduk Mrica. Bukit terjal tersebar merata di seluruh bagian, kecuali di bagian selatan sebab di bagian tersebut lebih banyak dataran tinggi dan dataran bergelombang tinggi. Untuk dataran tinggi terlihat paling banyak di bagian barat mendekati Waduk Mrica.

#### 4.2.8 Sungai

Sungai-sungai utama yang dipertimbangkan berfungsi sebagai medium terhadap masuknya sedimen (dari DA Kali di sebelah hulu bendungan) ke dalam Waduk Mrica adalah Kali Serayu dan Kali Merawu, disamping sungai-sungai kecil lainnya, yaitu Sungai Lumajang dan Sungai Kandangwangi.

Kali Serayu merupakan sungai yang memiliki lebar dan panjang terbesar yang masuk ke dalam Waduk Mrica. Pola aliran sungai ini adalah tipe kipas, mengalir dari arah timur laut hingga melewati Waduk Mrica. Sementara Kali Merawu mengalir dari arah utara Waduk Mrica.

#### 4.2.9 Limpasan (*Run-off*)

Terdapat tiga sungai di Daerah Tangkapan Waduk Mrica yang memiliki pengukuran debit sungai sebagai indikasi besar *run off*. Ketiga sungai ini adalah Kali Serayu, Kali Merawu, dan Kali Lumajang. Pengukuran debit dalam tiga tahun terhadap tiga sungai tersebut menunjukkan hasil sebagai berikut.

##### a. 1996

Untuk debit di tahun 1996 menggunakan data debit sejak November 1995 hingga Oktober 1996. Di lampiran tabel 2 dapat dilihat bahwa volume

total terbesar terjadi selama Bulan Desember 1995 yaitu sebesar 454,28 juta  $m^3$ , volume total terkecil terjadi selama bulan Juli 1996 sebesar 51,05 juta  $m^3$ .

b. 2000

Data debit pada tahun 2000 dikumpulkan sejak November 1999 hingga Oktober 2000. Volume total tertinggi terjadi pada bulan April 2000 sebesar 359,28 juta  $m^3$ , sebagian besar disumbang oleh Kali Serayu yang memiliki debit 280,24  $m^3/s$ . Volume total terkecil terjadi pada bulan September 2000 sebesar 48,45 juta  $m^3$  dan sebagian besar disumbang terbesar oleh Kali Serayu dengan debit sebesar 37,31  $m^3/s$  (lihat tabel 4.3).

c. 2009

Pengamatan untuk volume air tahun 2009 dilakukan sejak bulan November 2008 hingga Oktober 2009. Debit total terbesar terjadi bulan Januari 2009 sebesar 407,65 juta  $m^3$ , yang sebagian besarnya disumbang oleh Kali Serayu dengan debit 312,89  $m^3/s$  dan volume total terkecil terjadi bulan Oktober 2009 sebesar 23,66 juta  $m^3$ , dan sebagian besar disumbang oleh Kali Serayu sebesar 21,98  $m^3/s$ .

Dari data debit di lampiran tabel 2, dapat dilihat bahwa Kali Serayu memiliki debit paling besar dibanding dua sungai lainnya, sedangkan Sungai Lumajang memiliki debit terkecil. Hal ini terjadi karena Kali Serayu merupakan pertemuan dari Sungai Lumajang dan Kali Merawu sehingga memiliki daya tampung lebih besar.

Debit masing-masing sungai dari tahun ke tahun ada yang mengalami kenaikan, namun ada juga yang mengalami penurunan. Debit Kali Serayu tahun 1996 sebesar 2.248,02 juta  $m^3$  mengalami penurunan di tahun 2000 menjadi 2.031,17 juta  $m^3$  dan menurun lagi hingga 1.686,95 juta  $m^3$  di tahun 2009. Debit Kali Merawu pada tahun 1996 sebesar 358,47 juta  $m^3$  bertambah hingga 543,30 juta  $m^3$  di tahun 2000 dan mengalami penurunan hingga 447,31 juta  $m^3$  di tahun 2009. Debit Sungai Lumajang di tahun 2009 sebesar 45,46 juta  $m^3$ , mengalami penurunan hingga 30,82 juta  $m^3$  di tahun 2000 dan meningkat hingga 70,76 juta  $m^3$  di tahun 2009. Dari data tersebut dapat dilihat

bahwa penambahan besar debit dari tahun ke tahun paling besar terjadi di Kali Merawu.

#### 4.2.10 Sedimentasi

Erosi yang terjadi di DTA waduk cukup besar, sehingga pada waduk, terjadi sedimentasi yang cukup tinggi juga. Pada periode 1995-1996, jumlah sedimen melayang totalnya adalah 4.741.688 m<sup>3</sup>. Untuk periode 1999-2000 jumlah sedimen melayang yang masuk adalah 4.435.433 m<sup>3</sup>. Hal ini dapat dilihat di tabel 4.3 dan tabel 4.4.

Tabel 4.3 Data Pengukuran Sedimen Nov. 1995 - Okt. 1996

BULAN	Air yang masuk (Juta M <sup>3</sup> )	Sedimen Melayang (M <sup>3</sup> )
Nov. 1995	402.35	1,058,905
Des. 1995	454.27	1,286,339
Jan. 1996	273.11	372,878
Feb. 1996	376.74	750,822
Mar. 1996	324.74	521,859
Apr. 1996	253.44	333,838
Mei. 1996	109.02	50,886
Jun. 1996	82.77	30,806
Jul. 1996	51.06	18,793
Agt. 1996	66.04	30,454
Sep. 1996	52.86	15,955
Okt. 1996	205.57	270,154
Jumlah	2,651.95	4,741,688

[Sumber: Draft Laporan Sedimen PLTA Mrica Nov 1996]

Tabel 4.4 Data Pengukuran Sedimen Nov. 1999 - Okt. 2000

BULAN	Air yang masuk (Juta M <sup>3</sup> )	Sedimen Melayang (M <sup>3</sup> )
Nov. 1999	353.80	734,595
Des. 1999	321.18	578,991
Jan. 2000	303.85	541,242
Feb. 2000	265.91	494,624
Mar. 2000	313.41	610,107
Apr. 2000	359.28	727,780
Mei. 2000	233.10	318,027
Jun. 2000	113.44	90,575
Jul. 2000	50.94	17,136
Agt. 2000	50.19	19,821
Sep. 2000	48.35	19,738
Okt. 2000	192.24	282,797
Jumlah	2,605.69	4,435,433

[Sumber: Draft Laporan Sedimen PLTA Mrica Nov 2000]

#### 4.2.11 Pemanfaatan Sumber Daya Air

Air yang dibendung di Waduk Mrica banyak digunakan masyarakat sekitar dalam memenuhi kebutuhan sehari-hari. Pemanfaatannya dapat dilihat di bidang pertanian, perikanan, pembangkit listrik, pariwisata, dan sumber air minum. Dalam bidang pertanian, air digunakan untuk mengairi sawah di sekitar Waduk Mrica yang dialirkan dengan sistem irigasi buatan. Dalam bidang perikanan, air digunakan untuk penempatan keramba-keramba ikan. Untuk pembangkit listrik, air yang berada dalam bendungan dialirkan keluar melalui pintu air yang sudah terpasang pembangkit. Pemanfaatan air di bendungan juga digunakan untuk pariwisata, seperti permainan perahu dan wisata keliling waduk. Selain itu, air ini juga dimanfaatkan sebagai sumber air minum yang diolah dan dikemas menjadi air minum kemasan produk lokal.

## **BAB 5**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### 5.1. Morfologi Dasar Waduk

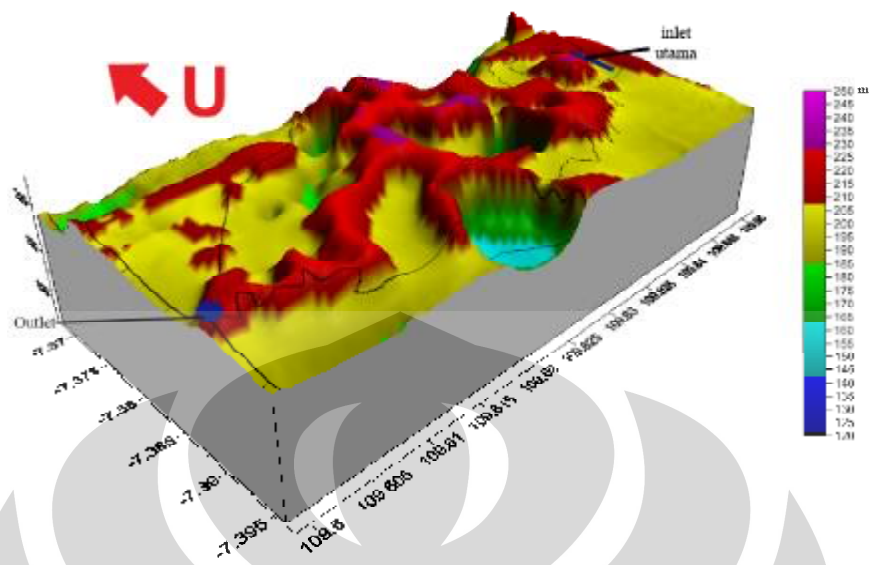
Morfologi dasar waduk dapat dilihat dari tampilan tiga dimensi hasil pengolahan data tahun 1996, 2000, dan 2009. Terdapat tiga jenis arah pengambilan gambar, yaitu selatan, barat daya, dan timur laut. Pemilihan arah tersebut didukung dengan alasan sebagai berikut:

- a. Penampakan dari arah Selatan, dikarenakan Selatan dianggap dapat menunjukkan keadaan waduk secara keseluruhan.
- b. Penampakan dari arah Barat Daya dapat menggambarkan keadaan morfologi yang dekat dengan outlet.
- c. Penampakan dari arah Timur Laut dianggap dapat menggambarkan keadaan morfologi yang dekat dengan inlet.

Penjelasan dan gambaran untuk masing-masing kenampakan morfologi dasar waduk pada tiga tahun yang berbeda adalah sebagai berikut.

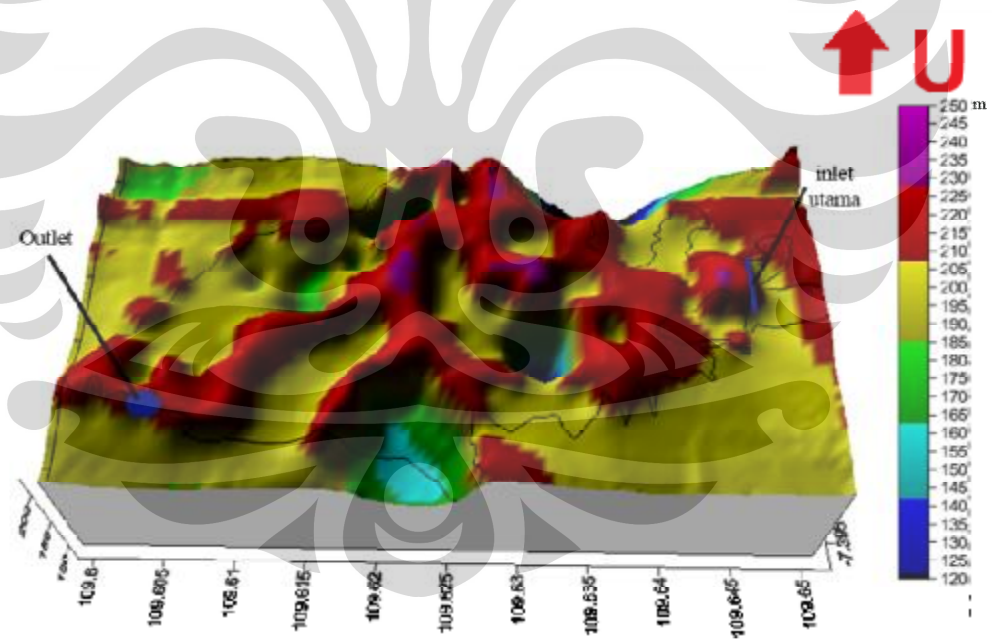
##### 5.1.1 Morfologi Dasar Waduk Tahun 1996

Dari hasil interpretasi penampakan Waduk Mrica secara 3 dimensi, dapat dilihat bahwa ketinggian sedimen berkisar antara 120 hingga 250 meter. Sedimentasi paling tinggi terletak di bagian tengah dan timur (tampak pada Gambar 5.2 dan Gambar 5.3), namun yang mendominasi waduk pada tahun ini adalah sedimen dengan ketinggian 185 hingga 205 meter (Gambar 5.1, Gambar 5.2, Gambar 5.3). Sedimen dengan ketinggian 205 hingga 220 meter tersebar merata di seluruh bagian waduk.



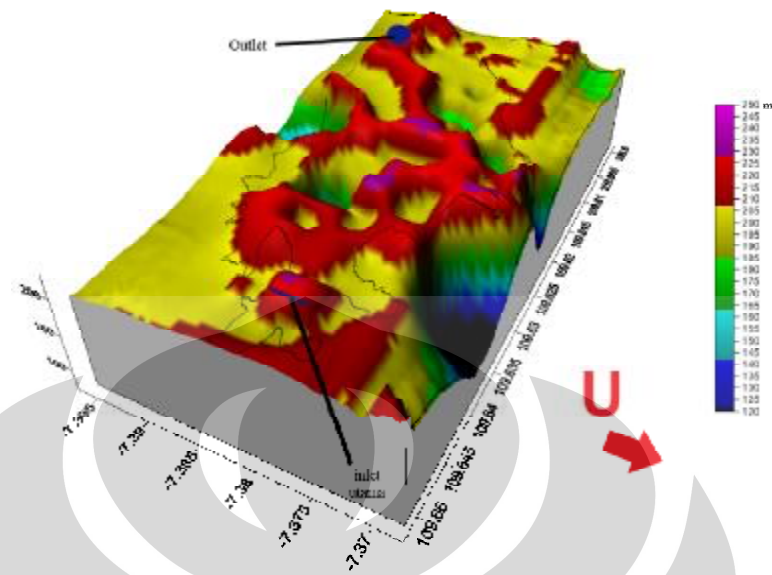
**Gambar 5.1 Tampilan 3 Dimensi Waduk Tahun 1996  
dari Arah Barat Daya**

[Sumber: Pengolahan data, 2010]



**Gambar 5.2 Tampilan 3 Dimensi Waduk Tahun 1996  
dari Arah Selatan**

[Sumber: Pengolahan data, 2010]



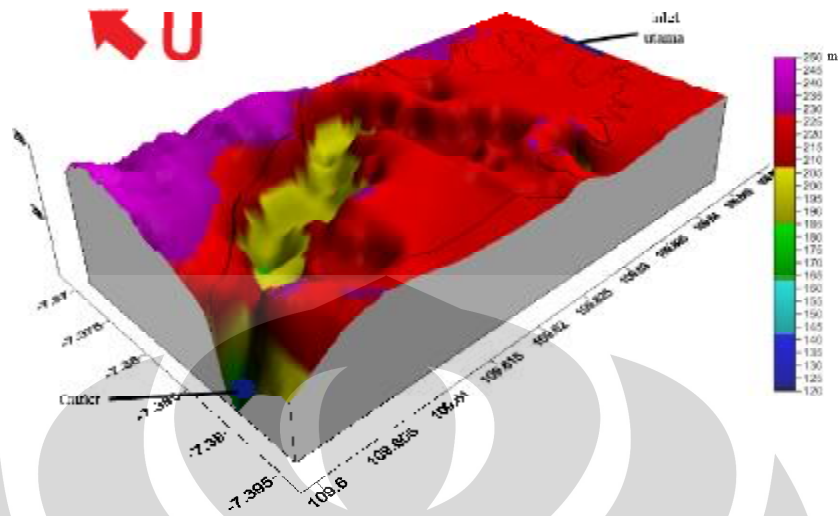
**Gambar 5.3 Tampilan 3 Dimensi Waduk Tahun 1996  
dari Arah Timur Laut**

[Sumber: Pengolahan data, 2010]

#### 5.1.2 Morfologi Dasar Waduk Tahun 2000

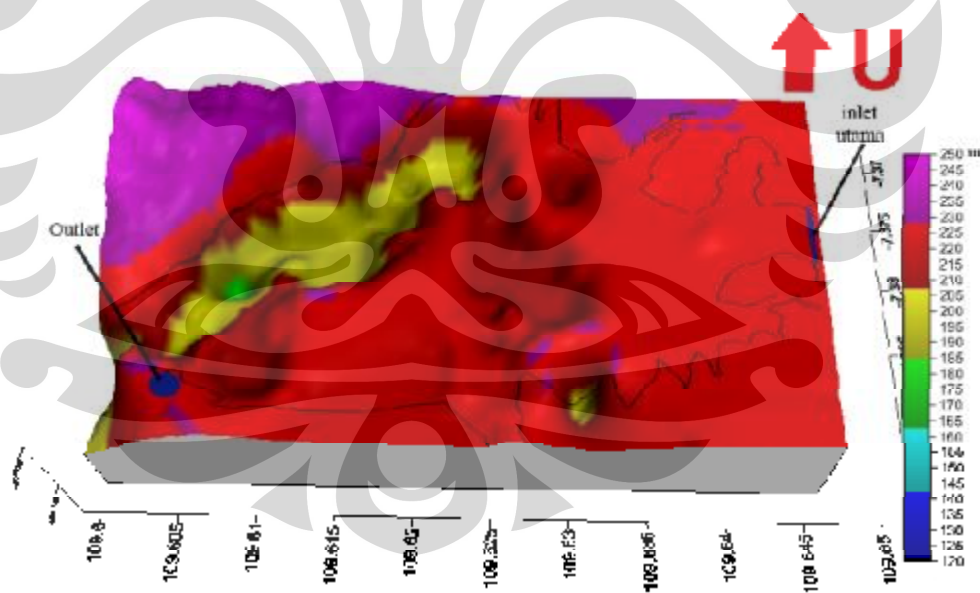
Pada tahun ini terjadi perubahan sedimen di Waduk Mrica. Di tahun 1996 yang masih banyak sedimen dengan ketinggian di bawah 205 meter mengalami penambahan tinggi sedimen pada tahun ini menjadi sekitar 225 meter. Ketinggian sedimen inilah yang mendominasi waduk secara keseluruhan (lihat Gambar 5.5), terutama di bagian timur (lihat Gambar 5.6) walaupun masih terdapat ketinggian sedimen sebesar 165 hingga 185 meter dan 185 hingga 205 meter di bagian barat waduk (lihat gambar 5.4).





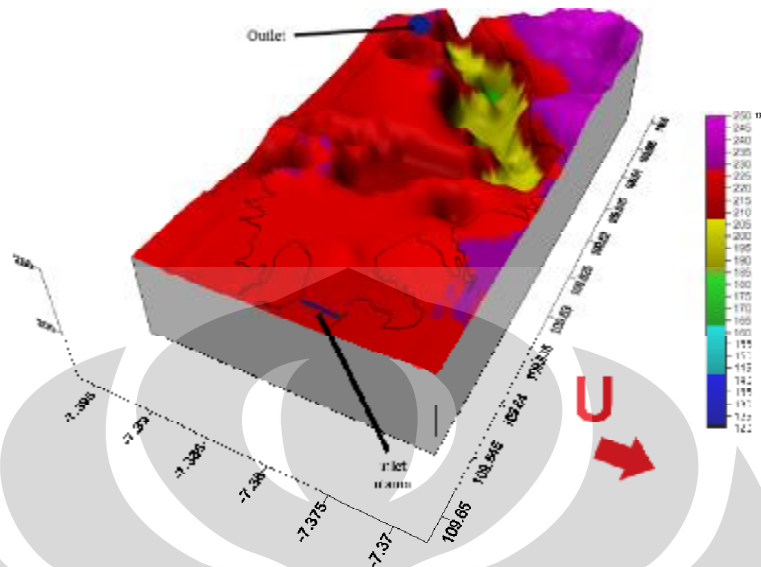
**Gambar 5.4 Tampilan 3 Dimensi Waduk Tahun 2000  
dari Arah Barat Daya**

[Sumber: Pengolahan data, 2010]



**Gambar 5.5 Tampilan 3 Dimensi Waduk Tahun 2000  
dari Arah Selatan**

[Sumber: Pengolahan data, 2010]

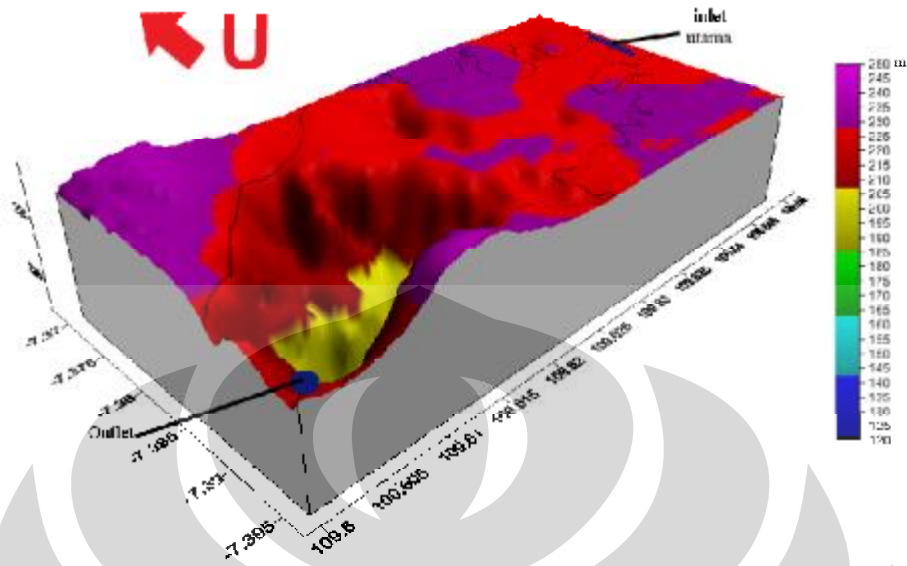


**Gambar 5.6 Tampilan 3 dimensi Waduk Tahun 2000  
dari Arah Timur Laut**

[Sumber: Pengolahan data, 2010]

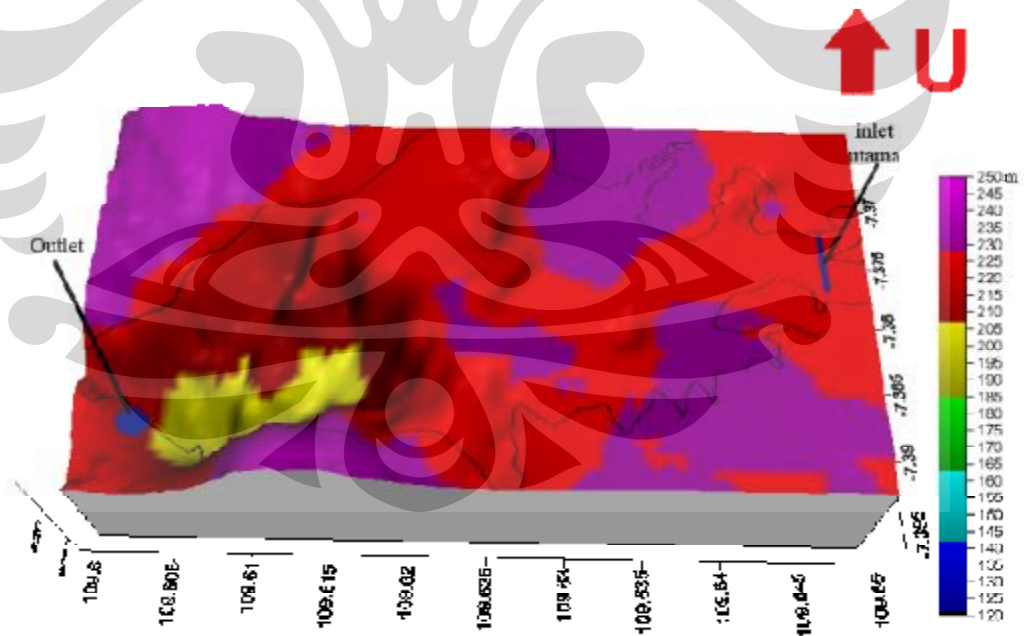
### 5.1.3 Morfologi Dasar Waduk Tahun 2009

Di tahun 2009 waduk tetap didominasi ketinggian sedimen yang berkisar antara 205 hingga 225 meter, namun di beberapa bagian telah terjadi penambahan sedimen menjadi 225 hingga 250 meter, khususnya di bagian utara, tenggara, dan tengah (lihat gambar 5.8 dan 5.9). Di bagian barat daya waduk memiliki ketinggian sedimen paling sedikit yaitu sekitar 185 hingga 205 meter (lihat gambar 5.7).



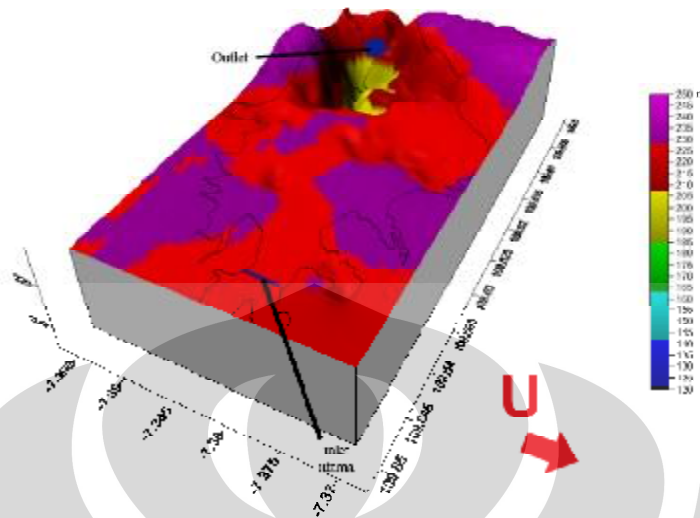
**Gambar 5.7 Tampilan 3 Dimensi Waduk Tahun 2009  
dari Arah Barat Daya**

[Sumber: Pengolahan data, 2010]



**Gambar 5.8 Tampilan 3 Dimensi Waduk Tahun 2009  
dari Arah Selatan**

[Sumber: Pengolahan data, 2010]



**Gambar 5.9 Tampilan 3 dimensi waduk tahun 2009  
dari timur laut**

[Sumber: Pengolahan Data, 2010]

#### 5.1.4 Perubahan Dasar Waduk Mrica Tahun 1996, 2000, dan 2009

Perubahan morfologi waduk terlihat signifikan di bagian timur (dekat *inlet*) hingga ke bagian tengah dimana pada tahun 1996 di bagian timur dan tengah ini masih banyak ditemui ketinggian 180 – 205 meter, bahkan terdapat beberapa bagian yang ketinggian sedimennya rendah, mencapai 120 m. Di tahun 2000, bagian timur dan tengah ini mulai tertutup oleh tumpukan sedimen, dimana bagian timur hampir merata ketinggiannya mencapai 225 meter, sementara bagian tengah penambahan sedimennya masih lebih rendah karena tetap banyak ditemui ketinggian 210 meter, sementara di sepanjang sisi barat laut waduk penambahan sedimen tidak signifikan karena tetap berkisar antara 195 – 205 meter. Seperti yang dapat dilihat dari sedimentasi pada tahun 1996 dan 2000, maka tahun 2009 Waduk Mrica semakin mengalami penambahan sedimentasi dimana dari bagian timur telah merata ketinggian 220-230 meter. Di bagian barat, masih terdapat ketinggian yang hanya berkisar 200-205 meter. Sehingga, jika pada tahun 1996 masih terlihat morfologi yang bervariasi di dasar waduk, maka pada tahun 2009 hampir

semuanya merata, dari ketinggian terbesar di bagian inlet (bagian timur), menurun hingga mendekati pintu air (*spillway*) di barat daya.

Tabel 5.1 berikut menjelaskan ketinggian sedimen di tiap titik pengamatan di Waduk Mrica. Lokasi titik pengamatan ditentukan berdasarkan luasan Waduk Mrica yang dibagi dalam grid berukuran 800x800 meter, yaitu sebanyak 15 grid.

Tabel 5.1 Ketinggian Sedimen di Titik Pengamatan

No	Koordinat		Tahun		
	x	y	1996	2000	2009
1	109°36'22"	-7°23'01"	199,78	197,64	215,22
2	109°36'16"	-7°23'18"	198,75	206,01	202,79
3	109°36'41"	-7°22'42"	196,75	195,16	213,61
4	109°36'39"	-7°22'59"	203,78	210,30	211,74
5	109°36'37"	-7°23'24"	224,97	207,92	202,46
6	109°37'06"	-7°22'39"	189,52	195,12	228,07
7	109°37'09"	-7°23'01"	204,02	225,07	221,47
8	109°37'09"	-7°23'20"	202,33	220,64	216,64
9	109°37'36"	-7°22'27"	224,31	226,85	225,85
10	109°37'34"	-7°22'57"	199,61	207,79	227,52
11	109°37'27"	-7°23'18"	205,86	218,92	227,53
12	109°37'53"	-7°22'39"	198,54	222,70	229,29
13	109°37'59"	-7°23'05"	159,04	225,43	227,23
14	109°37'55"	-7°23'20"	200,49	227,28	228,14
15	109°38'17"	-7°22'57"	216,09	225,09	228,21

[Sumber: Pengolahan Data, 2010]

## 5.2 Pengaruh Perubahan Tutupan Lahan Terhadap Besaran Kontribusi Sedimen dari Setiap DAS

Besarnya kontribusi suatu daerah aliran sungai terhadap banyaknya sedimen di Waduk Mrica sangat dipengaruhi oleh topografi (jenis tanah, lereng, curah hujan) serta luas tutupan lahan (yang berupa lahan kering) di daerah tersebut. Jenis tanah di lahan kering yang mudah tererosi akan dibawa oleh aliran sungai yang melintasi DA Kali tersebut. Di Daerah Tangkapan Air Waduk Mrica terdapat dua sungai utama yang menjadi media pembawa sedimen yaitu Kali Merawu dan Kali Serayu. Kali Merawu melewati Daerah Aliran Kali Urang-Mrawu, sedangkan Kali Serayu melewati Daerah Aliran Kali Begaluh, Tulis, Serayu Hulu, dan Serayu Tengah.

### 5.2.1 Perubahan Tutupan Lahan DTA Waduk Mrica dan Tiap Daerah Aliran Sungai Tahun 1996, 2000, dan 2009

Tutupan lahan DTA Waduk Mrica pada tahun 1996 didominasi oleh vegetasi. Di bagian utara memanjang hingga ke timur terdapat lahan kering yang di tengahnya banyak tersebar lahan terbangun. Walaupun secara keseluruhan lahan terbangun tersebar di seluruh bagian DTA Waduk Mrica, namun di bagian barat hanya beberapa lokasi yang terdapat lahan terbangun. Tutupan lahan basah terdapat di bagian timur hingga ke selatan.

Tutupan lahan tahun 2000 cukup banyak mengalami perubahan namun masih didominasi oleh vegetasi. Lahan kering yang memanjang dari utara hingga timur tidak banyak mengalami perubahan, namun lahan terbangun di sekitarnya banyak mengalami penambahan, baik dari segi luas maupun jumlah. Untuk tutupan lahan basah, terjadi penambahan di bagian barat, dekat dengan Waduk Mrica.

Pada tahun 2009 dominasi tutupan lahan masih dikuasai vegetasi seperti yang tertera di Tabel 5.2. Lahan kering yang memanjang dari utara hingga timur mengalami penambahan luas, begitu pula yang terdapat di bagian tengah. Di bagian timur terdapat lahan basah, diikuti oleh sebaran lahan terbangun yang memanjang linear dengan jalan hingga ke bagian barat mendekati waduk.

Tabel 5.2. Jenis Tutupan Lahan di DTA Waduk Mrica

Tutupan Lahan	Luas (Ha)		
	1996	2000	2009
Vegetasi	71.946	69.034	64.184
Lahan Terbangun	2.528	5.798	4.623
Lahan Basah	6.211	9.372	5.906
Lahan Kering	17.626	16.737	26.232
Badan Air	458	463	460

[Sumber: Pengolahan Data, 2010]

a. DA Kali Wanadadi

Tutupan lahan di DA Kali Wanadadi pada tahun 1996 adalah vegetasi seluas 3.204 Ha, hampir tidak ada lahan terbangun dan lahan basah, namun terdapat lahan kering seluas 25 Ha dan ditutup badan air seluas 51 Ha. Pada tahun 2000, tutupan lahannya berubah menjadi vegetasi 2.843 Ha, tetap tidak terdapat tutupan lahan terbangun, muncul tutupan lahan basah seluas 380 Ha, tutupan lahan kering seluas 4 Ha, badan air 51 Ha. Pada tahun 2009 tutupan lahannya adalah vegetasi seluas 2.949 Ha, lahan basah seluas 182 Ha, dan badan air seluas 51 Ha. Selain itu, terdapat lahan terbangun seluas 13 Ha dan lahan kering seluas 83 Ha (lihat Tabel 5.3).

Wilayah ketinggian di bawah 500 mdpl mendominasi DA Kali Wanadadi terutama di bagian selatannya. Selebihnya, wilayah ketinggian yang terdapat di DA Kali Wanadadi berkisar antara 550-1100 mdpl. Tingkat kemiringan lereng DA Kali ini mayoritas berkisar antara 0-2%, yang terdapat di bagian selatannya. Selebihnya, tingkat kemiringan lereng 2-15% terdapat di bagian utara DA Kali tersebut. Latosol dan andosol mendominasi jenis tanah di DA Kali ini, terutama di bagian selatannya. Namun, terdapat pula jenis tanah lainnya, yaitu andosol dan regosol.

Tabel 5.3. Jenis Tutupan Lahan di DA Kali Wanadadi

Tutupan Lahan	Luas (Ha)		
	(1996)	(2000)	(2009)
Vegetasi	3.204	2.843	2.949
Lahan Terbangun	0	0	13
Lahan Basah	0	380	182
Lahan Kering	25	4	83
Badan Air	51	51	51

[Sumber: Pengolahan Data, 2010]

b. DA Kali Urang-Mrawu

Tutupan lahan di Urang-Mrawu pada tahun 1996 adalah vegetasi 18.939 Ha, lahan terbangun seluas 185 Ha, lahan basah seluas 14 Ha, lahan kering seluas 4.796 Ha dan tidak terdapat badan air. Pada tahun 2000, tutupan lahannya berubah menjadi vegetasi seluas 18.661 Ha, lahan terbangun seluas 507 Ha, tutupan lahan basah seluas 585 Ha, lahan kering seluas 4.181 Ha, dan juga tidak terdapat badan air. Pada tahun 2009 tutupan lahannya adalah vegetasi seluas 16.022 Ha, lahan terbangun seluas 489 Ha, lahan basah seluas 237 Ha, lahan kering seluas 7.184 Ha, dan tidak terdapat badan air di DAS ini (lihat Tabel 5.4).

Wilayah ketinggian antara 551-1100 mdpl mendominasi DA Kali Urang-Mrawu dan terdapat di bagian tengahnya. Selebihnya, wilayah ketinggian di DA Kali Urang-Mrawu berkisar kurang dari 550 mdpl, 1100-1650 mdpl, dan 1650-2200 mdpl. Untuk tingkat kemiringan lereng didominasi oleh kemiringan 8-13%. Namun, terdapat pula kemiringan yang berkisar antara 0-2%, 3-7%, 14-20%, dan 21-55% dan tersebar di seluruh bagian DA Kali Urang-Mrawu. Jenis tanah Andosol yang terletak di bagian tengah DA Kali ini paling mendominasi dibandingkan jenis tanah lainnya.. Jenis tanah



yang lain yang terdapat pada DA ini adalah campuran andosol dan regosol serta regosol.

Tabel 5.4. Jenis Tutupan Lahan di DA Kali Urang-Mrawu

Tutupan Lahan	Luas (Ha)		
	(1996)	(2000)	(2009)
Vegetasi	18.939	18.661	16.022
Lahan Terbangun	185	507	489
Lahan Basah	14	585	237
Lahan Kering	4.796	4.181	7.184
Badan Air	0	0	0

[Sumber: Pengolahan Data, 2010]

c. DA Kali Tulis

Tutupan lahan di DA Kali Tulis di tahun 1996 adalah vegetasi seluas 10.098 Ha, lahan terbangun seluas 228 Ha, lahan basah seluas 40 Ha, lahan kering seluas 3.977 Ha dan badan air seluas 24 Ha. Pada tahun 2000, tutupan lahannya berubah menjadi vegetasi 9.510 Ha, lahan terbangun seluas 649 Ha, tutupan lahan basah seluas 296 Ha, lahan kering seluas 3.880 Ha, dan badan air seluas 31 Ha. Pada tahun 2009 tutupan lahannya adalah vegetasi seluas 9.227 Ha, lahan terbangun seluas 463 Ha, lahan basah seluas 210 Ha, lahan kering seluas 4.435 Ha, dan badan air seluas 32 Ha (lihat Tabel 5.5).

Wilayah ketinggian 551-1100 mendominasi DA Kali Tulis berada di wilayah ketinggian yang berada di bagian tengah DA ini. Selain itu, kelas ketinggian di DA Kali Tulis juga berkisar antara kurang dari 550 mdpl, 1100-1650 mdpl, dan 1650-2200 mdpl. Tingkat kemiringan lereng di DA Kali Tulis mayoritas berkisar antara 8-13%. Selebihnya, tingkat kemiringan lereng di DA Kali Tulis berkisar antara 0-2%, 3-7%, 14-20%, dan 21-55% yang tersebar di DA Kali Tulis. Di DA Kali Tulis, mayoritas jenis tanahnya adalah

campuran latosol dan andosol, terutama di bagian tengahnya. Sedangkan jenis tanah lain yang terdapat di DA Kali Tulis adalah andosol dan campuran andosol dan regosol, serta campuran organosol dan aluvial.

Tabel 5.5. Jenis Tutupan Lahan di DA Kali Tulis

Tutupan Lahan	Luas (Ha)		
	(1996)	(2000)	(2009)
Vegetasi	10.098	9.510	9.227
Lahan Terbangun	228	649	463
Lahan Basah	40	296	210
Lahan Kering	3.977	3.880	4.435
Badan Air	24	31	32

[Sumber: Pengolahan Data, 2010]

d. DA Kali Serayu Hulu

Tutupan lahan di DA Kali Serayu Hulu pada tahun 1996 adalah vegetasi seluas 8573 Ha, lahan terbangun seluas 464 Ha, lahan basah seluas 906 Ha, lahan kering seluas 2.930 Ha dan badan air seluas 115 Ha. Pada tahun 2000, tutupan lahan DA Kali ini mengalami perubahan yaitu luas vegetasi 7.464 Ha, lahan terbangun seluas 943 Ha, tutupan lahan basah seluas 933 Ha, lahan kering seluas 3.535 Ha, dan badan air seluas 113 Ha. Pada tahun 2009 tutupan lahannya yaitu vegetasi seluas 6.057 Ha, lahan terbangun seluas 763 Ha, lahan basah seluas 943 Ha, lahan kering seluas 5.117 Ha, dan badan air seluas 109 Ha (lihat Tabel 5.6).

Wilayah ketinggian 551-1100 mdpl mendominasi DA Kali Serayu Hulu dan terdapat di bagian selatan. Selebihnya, wilayah dengan ketinggian berkisar antara kurang dari 550 mdpl, 1100-1650 mdpl, 1650-2200 mdpl, dan

2200-2750 mdpl. Wilayah dengan ketinggian tersebut tersebar di seluruh bagian daerah penelitian.

Sebagian besar wilayah DA Kali Serayu Hulu relatif landai dengan kemiringan lereng 3-7 % yang banyak ditemukan di bagian tengah memanjang ke selatan. Banyak juga terdapat wilayah yang miring (lereng 8%-13%), terdapat di bagian timur dan memanjang di sisi barat dari DA ini. Lalu di bagian barat laut wilayahnya banyak yang berupa wilayah curam menengah dan curam, karena terdapat Gunung Bisma. Lalu terdapat sedikit wilayah datar dengan kemiringan lereng 0-2% dan tersebar di tengah DA ini.

Di DA Kali Serayu Hulu, mayoritas jenis tanahnya adalah campuran andosol dan regosol. Jenis tanah tersebut terutama berada di bagian utara, timur, hingga selatan. Sedangkan jenis tanah lain yang terdapat di DA Kali Serayu Hulu adalah andosol, yang terdapat di bagian baratnya.

Tabel 5.6. Jenis Tutupan Lahan di DA Kali Serayu Hulu

Tutupan Lahan	Luas (Ha)		
	(1996)	(2000)	(2009)
Vegetasi	8.573	7.464	6.057
Lahan Terbangun	464	943	763
Lahan Basah	906	933	943
Lahan Kering	2.930	3.535	5.117
Badan Air	115	113	109

[Sumber: Pengolahan Data, 2010]

e. DA Kali Serayu Tengah

Tutupan lahan di DA Kali Serayu Tengah pada tahun 1996 adalah vegetasi seluas 25.190 Ha, lahan terbangun seluas 598 Ha, lahan basah seluas 835 Ha, lahan kering seluas 51 Ha dan badan air seluas 268 Ha. Pada tahun 2000, tutupan lahannya mengalami perubahan yaitu vegetasi 25.005 Ha, lahan

terbangun seluas 727 Ha, tutupan lahan basah seluas 864 Ha, lahan kering seluas 78 Ha, dan badan air seluas 268 Ha. Pada tahun 2009 tutupan lahannya adalah vegetasi seluas 25.137 Ha, lahan terbangun seluas 968 Ha, lahan basah seluas 421 Ha, lahan kering seluas 149 Ha, dan badan air seluas 268 Ha. Dapat dilihat bahwa DA Kali Serayu Tengah memiliki luasan yang sama untuk badan air di ketiga tahun tersebut (lihat Tabel 5.7).

Wilayah ketinggian 551-1100 mdpl mendominasi DA Kali Serayu Tengah berada terutama di bagian tengah dan selatan. Selebihnya, wilayah ketinggian di DA Kali Serayu Tengah berkisar antara kurang dari 550 mdpl, 1100-1650 mdpl, dan 1650-2200 mdpl. Tingkat kemiringan lereng di DA Kali Serayu Tengah mayoritas berkisar antara 3-7 %. Selebihnya, tingkat kemiringan lereng di DA Kali Serayu Tengah berkisar antara 0-2%, 8-13%, 14-20%, dan 21-55% yang tersebar di DA Kali Serayu Tengah. Di DA Kali Serayu Tengah, mayoritas jenis tanahnya adalah campuran latosol dan andosol, terutama di bagian selatan. Sedangkan jenis tanah lain yang terdapat di DA Kali Serayu Hulu adalah campuran andosol dan regosol, serta andosol.

Tabel 5.7. Jenis Tutupan Lahan di DA Kali Serayu Tengah

Tutupan Lahan	Luas (Ha)		
	(1996)	(2000)	(2009)
Vegetasi	25.190	25.005	25.137
Lahan Terbangun	598	727	968
Lahan Basah	835	864	421
Lahan Kering	51	78	149
Badan Air	268	268	268

[Sumber: Pengolahan Data, 2010]

f. DA Kali Begaluh

DA Kali Begaluh tidak memiliki badan air yang signifikan (badan air selain sungai) sehingga hanya memiliki empat jenis tutupan lahan. Tutupan lahan di DA Kali Begaluh pada tahun 1996 adalah vegetasi seluas 5.942 Ha, lahan terbangun seluas 1.053 Ha, lahan basah seluas 4.416 Ha, dan lahan kering seluas 8.484 Ha. Pada tahun 2000, luas tutupan lahan mengalami perubahan, antara lain vegetasi 5.551 Ha, lahan terbangun seluas 2.972 Ha, tutupan lahan basah seluas 6.314 Ha, dan lahan kering seluas 5.059 Ha. Pada tahun 2009, terjadi perubahan tutupan lahan yaitu vegetasi seluas 4.792 Ha, lahan terbangun seluas 1.927 Ha, lahan basah seluas 3.913 Ha, dan lahan kering seluas 9.264 Ha (lihat Tabel 5.8).

Wilayah ketinggian 551-1100 mdpl paling banya ditemukan di DA Kali Begaluh terutama di bagian tengah dan selatannya. Selebihnya, kelas ketinggian di DA Kali Begaluh berkisar antara 1100 hingga 3300 mdpl di Gunung Sindoro dan Sumbing di bagian utara hingga timurnya. Tingkat kemiringan lereng di DA Kali Begaluh mayoritas berkisar antara 3-7 %. Selebihnya, tingkat kemiringan lereng di DA Kali Begaluh berkisar antara 0-2% yang terletak di bagian selatan dan barat, 8-13%, 14-20%, dan 21-55% yang terletak di bagian utara, timur, dan tengah. Di DA Kali Begaluh, mayoritas jenis tanahnya adalah campuran andosol dan regosol, yang terdapat di bagian utara, timur, barat, dan tengahnya. Sedangkan jenis tanah lain yang terdapat di DA KALI Begaluh adalah andosol, serta campuran latosol dan andosol.

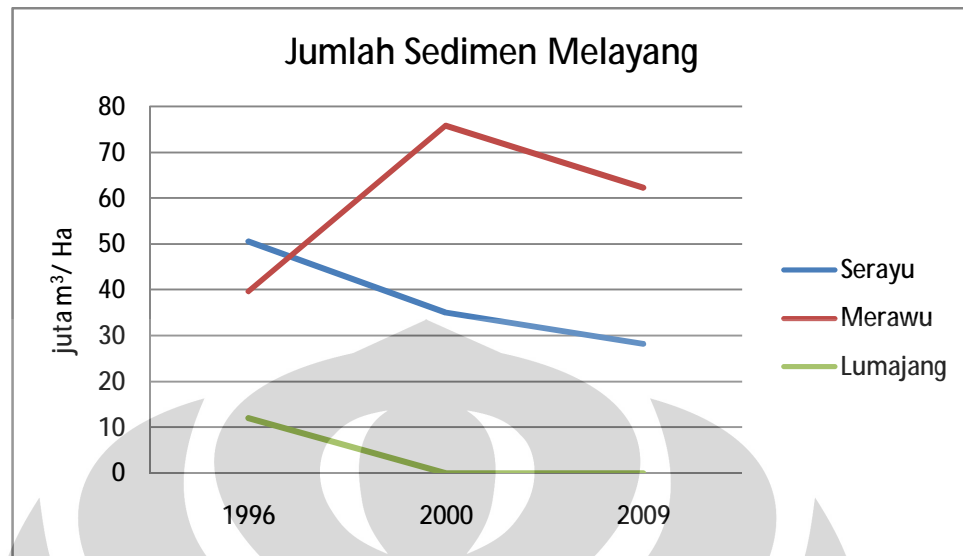
Tabel 5.8. Jenis Tutupan Lahan di DA Kali Begaluh

Tutupan Lahan	Luas (Ha)		
	(1996)	(2000)	(2009)
Vegetasi	5.347	5.545	4.793
Lahan Terbangun	1.053	1.273	1.927
Lahan Basah	4.417	6.314	3.913
Lahan Kering	8.484	6.766	9.264
Badan Air	0	0	0

[Sumber: Pengolahan Data, 2010]

### 5.2.2 Jumlah Sedimen yang Diberikan Setiap DAS dan Tutupan Lahan di Masing-masing DAS

Dapat dilihat di Gambar 5.10 terdapat grafik perbandingan jumlah sedimen melayang yang diangkut Kali Merawu (melalui DA Kali Urang-Merawu), Kali Serayu (melalui DA Kali Tulis, Serayu Hulu, Serayu Tengah, Begaluh), dan Kali Lumajang (melalui DA Kali Wanadadi) dari tahun 1996, 2000, serta 2009 dalam satuan juta m<sup>3</sup>/ha. Perbandingan ini untuk memperlihatkan kontribusi daerah-daerah aliran sungai yang dilewati oleh kedua sungai tersebut sebagai sumber penghasil materi sedimen. Grafik tersebut menunjukkan bahwa Kali Serayu pada awalnya (pada tahun 1996) mengangkut sedimen paling banyak dibandingkan dua sungai lainnya. Namun, pada dua tahun berikutnya (tahun 2000 dan 2009), di DA Kali Urang-Merawu yang dilalui oleh Kali Merawu lah yang memberikan sedimen terbesar. Sebaliknya, DAS yang dilalui oleh Kali Serayu mengalami penurunan sedimen per hektarnya.



Gambar 5.10 Perbandingan Jumlah Sedimen Melayang  
Sumber : Pengolahan Data, 2010 dari Draft Laporan Waduk Mrica  
Tahun 1996, 2000, dan 2009

Dari Tabel 5.9, dapat dilihat bahwa sedimen melayang yang dibawa Kali Merawu tiap tahunnya selalu lebih kecil dibandingkan Kali Serayu. Hal ini menunjukkan luas lahan yang mudah tererosi di daerah aliran sepanjang sungai ini pun jauh lebih sempit. Berbanding terbalik dengan Kali Serayu, walaupun jumlah sedimentasi melayang yang diangkut Kali Merawu lebih sedikit, namun selalu memperlihatkan peningkatan jumlah tiap tahunnya.

Tahun	Sedimen (juta m <sup>3</sup> /hektar)	Lahan Kering		Vegetasi	
		Ha	%	Ha	%
1996	50,56	16040,5	21,6	49209,6	66,3
2000	35,08	14260,2	19,2	47525,3	64
2009	28,24	18966,7	25,6	45215,1	60,9

Tabel 5.9 Perubahan Muatan Sedimen dan Perubahan Tutupan  
Lahan di DA Kali Serayu Tahun 1996, 2000, dan 2009  
[Sumber : Pengolahan Data, 2010 dari Draft Laporan Waduk Mrica  
Tahun 1996, 2000 dan 2010]

Tabel 5.12, Tabel 5.13, dan Tabel 5.14 menunjukkan bahwa sedimen melayang di Kali Merawu bervariasi, mulai tahun 1996 dengan jumlah hanya 39,73 m<sup>3</sup>/Ha kemudian jumlahnya meningkat di tahun 2000 sebesar 75,92 m<sup>3</sup>/Ha dan turun lagi di tahun 2009 menjadi 62,38 m<sup>3</sup>/Ha.

Tahun	Sedimen (juta m <sup>3</sup> /hektar)	Lahan Kering		Vegetasi	
		Ha	%	Ha	%
1996	39,73	4796,4	20,0	18939,1	79,1
2000	75,92	4181,0	17,5	18661,8	78,0
2009	62,38	6990,4	29,2	16217,4	67,8

Tabel 5.10 Perubahan Muatan Sedimen dan Perubahan Tutupan Lahan di DA Kali Merawu Tahun 1996, 2000, dan 2009  
[Sumber : Pengolahan Data, 2010 dari Draft Laporan Waduk Mrica Tahun 1996, 2000 dan 2010]

Dari Tabel 5.15, Tabel 5.16, dan Tabel 5.17 dapat dilihat bahwa sedimen melayang yang dibawa Kali Lumajang tiap tahunnya selalu lebih kecil dibandingkan Kali Serayu dan Kali Merawu. Hal ini menunjukkan bahwa selain Kali Lumajang terletak di DA Kali Wanadadi yang luasannya paling kecil, juga memiliki luasan tutupan lahan kering yang paling sedikit. Jumlah sedimentasi yang mengalami penurunan di tahun 2000 dan mengalami kenaikan di tahun 2009 disebabkan oleh jumlah lahan kering yang juga mengalami penurunan dan naik lagi jumlahnya pada tahun 2009.



Tahun	Sedimen (juta m <sup>3</sup> /hektar)	Lahan Kering		Vegetasi	
		Ha	%	Ha	%
1996	12,08	25,4	0,8	3204,3	97,6
2000	0,004	5,0	0,2	2843,9	86,7
2009	0,006	83,5	2,5	2949,6	89,9

Tabel 5.11 Perubahan Muatan Sedimen dan Perubahan Tutupan Lahan di DA Kali Lumajang Tahun 1996, 2000, dan 2009  
[Sumber : Pengolahan Data, 2010 dari Draft Laporan Waduk Mrica Tahun 1996, 2000 dan 2010]

Dari penjelasan di atas, Kali Serayu yang melewati empat DAS dengan total luas 74201,724 Ha memberi kontribusi terhadap total sedimentasi paling besar. Namun, jika dilihat dengan rasio jumlah sedimen per luasan, maka sedimentasi yang diberikan sebesar 50,56 m<sup>3</sup>/Ha pada tahun 1996; 35,08 m<sup>3</sup>/Ha pada tahun 2000; dan 28,24 m<sup>3</sup>/Ha pada tahun 2009. DA Kali Urang-Merawu seluas 23.935,761 Ha yang dilalui Kali Merawu memberikan kontribusi sedimen sebesar 39,73 m<sup>3</sup>/Ha pada tahun 1996; 75,92 m<sup>3</sup>/Ha pada tahun 2000; dan 62,38 m<sup>3</sup>/Ha pada tahun 2009. Sedangkan Kali Lumajang yang melalui DA Kali Wanadadi dengan luas 3.281,513 Ha memberikan kontribusi sedimen sebesar 12,08 m<sup>3</sup>/Ha pada tahun 1996; 0,004 m<sup>3</sup>/Ha pada tahun 2000; dan 0,006 m<sup>3</sup>/Ha pada tahun 2009.

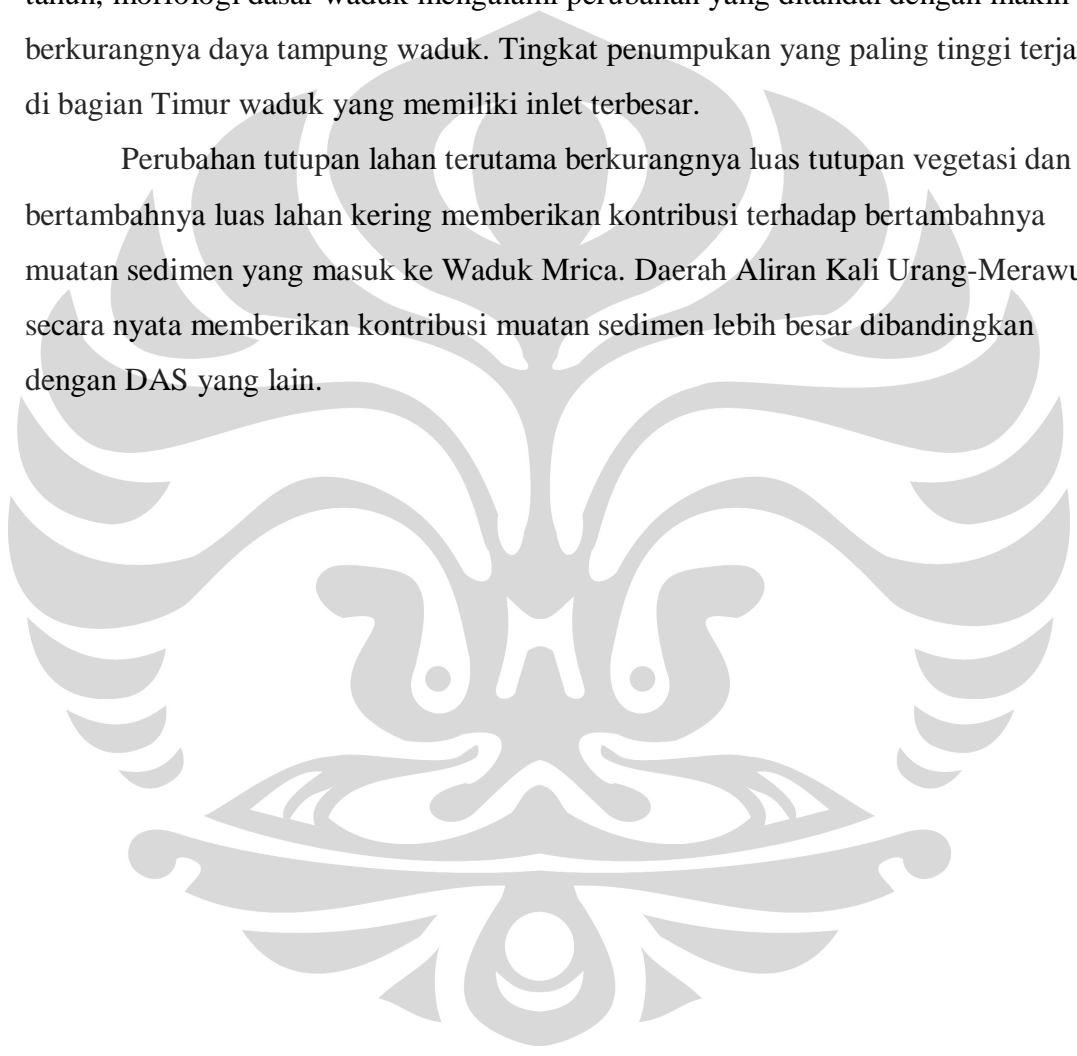
Dari seluruh DAS yang dilewati tiga sungai di atas, DA Kali Urang-Merawu (yaang dilalui Kali Merawu) lah yang memiliki kontribusi sedimen (m<sup>3</sup>/ha) terbesar. Pada tahun 1996, kontribusi dari DAS ini lebih rendah daripada DAS yang dilalui oleh Kali Serayu. Namun pada dua tahun berikutnya, jumlah sedimen yang diberikan oleh DAS ini meningkat, menjadikan DAS ini sebagai pemberi sedimen terbanyak dibanding DAS lainnya.

## **BAB 6**

### **KESIMPULAN**

Perubahan morfologi dasar waduk berhubungan erat dengan letak inlet yang menuju waduk dan debit air yang masuk melalui inlet. Selama kurun waktu 18 tahun, morfologi dasar waduk mengalami perubahan yang ditandai dengan makin berkurangnya daya tampung waduk. Tingkat penumpukan yang paling tinggi terjadi di bagian Timur waduk yang memiliki inlet terbesar.

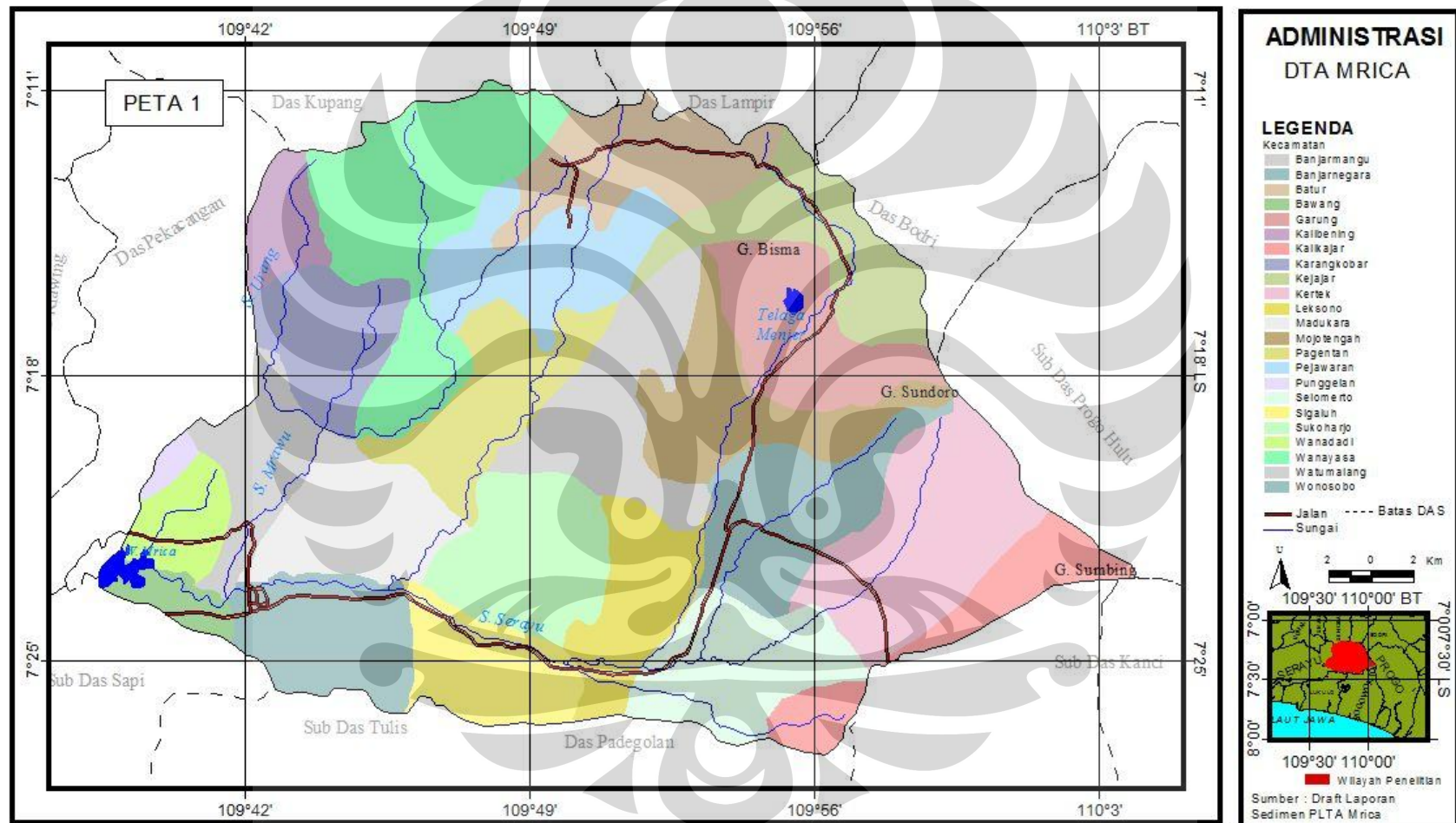
Perubahan tutupan lahan terutama berkurangnya luas tutupan vegetasi dan bertambahnya luas lahan kering memberikan kontribusi terhadap bertambahnya muatan sedimen yang masuk ke Waduk Mrica. Daerah Aliran Kali Urang-Merawu secara nyata memberikan kontribusi muatan sedimen lebih besar dibandingkan dengan DAS yang lain.

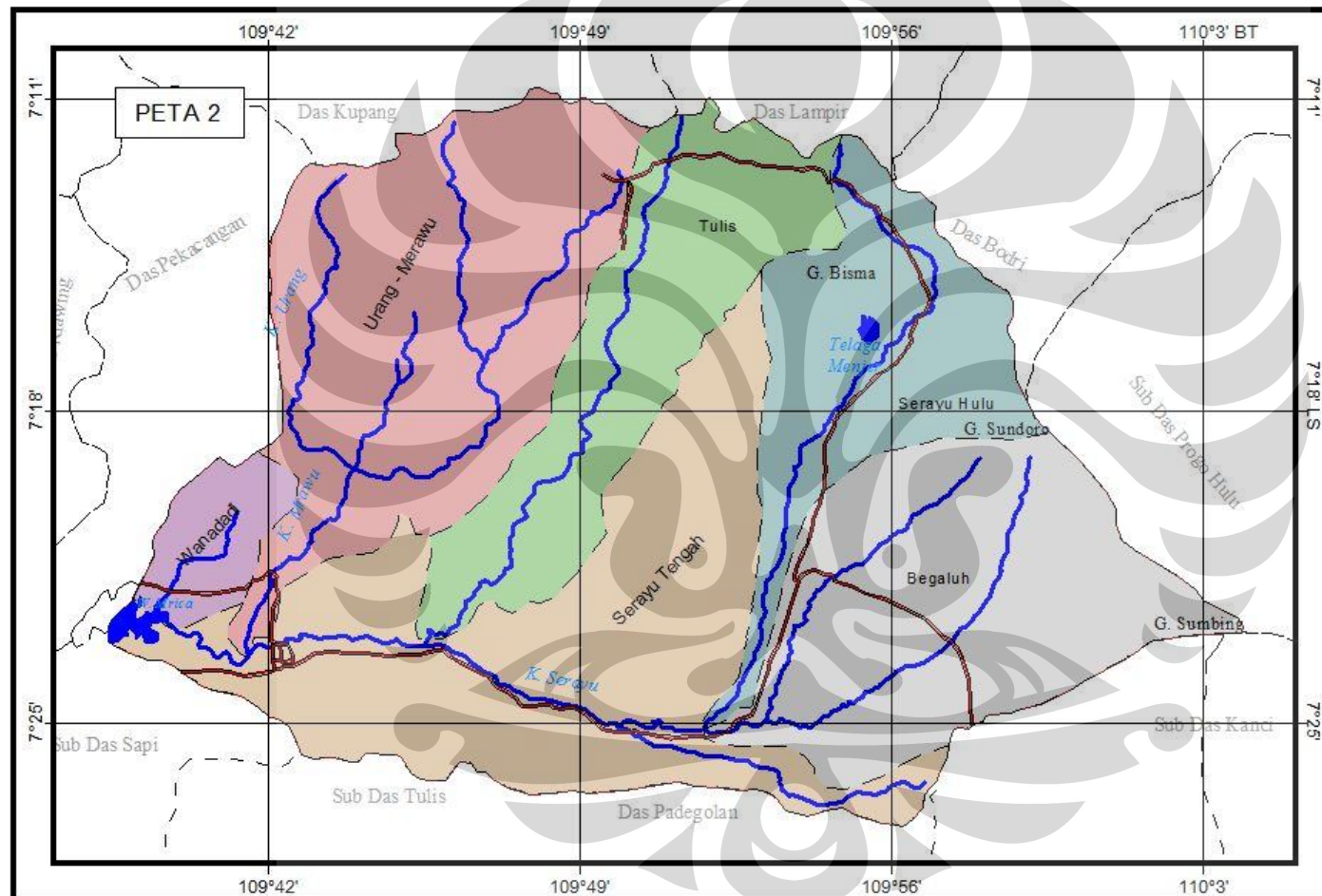


## DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, S. 1989. *Survai Tutupan Lahan Deli*. <http://www.esp.or.id/>, diunduh pada 20 April 2010 Pukul 15.14 WIB
- Arsyad, S. 2006. *Konservasi Tanah dan Air*. Bogor: Institut Pertanian Bogor Press
- Bogen, J., Fergus, T., Wailing, D. E. *Erosion and sediment transport measurement in rivers*. Wallingford: IAHS Press (3)
- Buckman, H.O., Nyle C Brady. 1982. *Ilmu Tanah*. Jakarta: Penerbit Bhratara Karya Aksara (275-281)
- De Cesare, G., Schleiss, A., Hermann, F. 2001. *Impact of Turbidity Currents on Reservoir Sedimentation*. Journal of Hydraulic Engineering, ASCE (American Society of Civil Engineers), Vol. 127, No. 1 (6-16)
- Hartman, S. 2004. *Sediment Management of Alpine Reservoirs Considering Ecological and Economical Aspects*. China: Proceedings of the Ninth International Symposium on River Sedimentation, Yichang
- Malik, D.J. 2006. *Perkiraan dan Perbandingan Umur Layanan Waduk Mrica Banjarnegara Jawa Tengah Dengan Metode Kapasitas Tampungan Mati (Dead Storage) Dan Distribusi Sedimen (The Empirical Area Reduction)*. Purwokerto: Skripsi Sarjana Universitas Jenderal Soedirman
- KPPN. 2002. *KPPN Banjarnegara*. <http://banjarnegara.kppn164.net/?hal=profil&id=2>, diunduh pada 26 November 2010 Pukul 18.42 WIB
- Lillesand, T.M. and Kiefer, R.W. 1994. *Remote sensing and image interpretation*. New York: Wiley & Sons, c1994
- LokNas. 2007. *Kondisi Capaian MDGs dan Kebijakan Penanggulangan Kemiskinan PemKab Banjarnegara*. [http://bappenas.go.id/loknas\\_wonosobo/content/docs/materi/16-makalah%2520kab.banjarnegara.pdf](http://bappenas.go.id/loknas_wonosobo/content/docs/materi/16-makalah%2520kab.banjarnegara.pdf) (hal. 5), diunduh pada 26 November 2010 Pukul 18.29 WIB
- Manan, S. 1979. *Pengaruh Hutan dan Manajemen Daerah Aliran Sungai*. Bogor: Fakultas Kehutanan IPB

- Pratama, B.B. 2009. *Wilayah Sumber Material Suspended Sediment DA Kali Lumajang Kabupaten Banjarnegara Provinsi Jawa Tengah Tahun 2009*. Depok: Skripsi Sarjana Universitas Indonesia
- Purwadhi, S.H. 2001. *Interpretasi Citra Digital*. Jakarta: Grasindo (127-129)
- Rina, R. 2006. *Pola Perubahan Morfologi Dasar Waduk Jatiluhur*. Depok: Skripsi Sarjana Universitas Indonesia
- Ritohardoyo, S. 2002. *Penggunaan dan Tata Guna Lahan*. Yogyakarta: Fakultas Geografi UGM (9)
- Sapiie, B., Magetsari, N.A., Harsolumakso, A.H., Abdullah, C.. 2006. *Geologi Fisik*. Bandung: Penerbit ITB (125-126)
- Srimulat, S. 1995. *Pengaruh Erosi DPS Serayu Hulu Terhadap Pendangkalan Waduk PLTA Pangsar Soedirman*. Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pengairan, No. 34 Th.10-kwl-1995. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Air, Departemen Pekerjaan Umum (hal. 3)
- Sudjarwadi. 1987. *Teknik Sumber Daya Air*. Yogyakarta: PAU Ilmu Teknik Universitas Gadjah Mada
- Suyono. 2006. *Modul 4:Potamologi*. Yogyakarta: Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada
- Tika, H.M.P., Drs, M.M. 2005. *Metode Penelitian Geografi*. Jakarta: Penerbit Bumi Aksara (97-101)





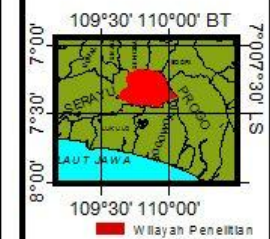
## DAERAH ALIRAN SUNGAI DTA MRICA

### LEGENDA

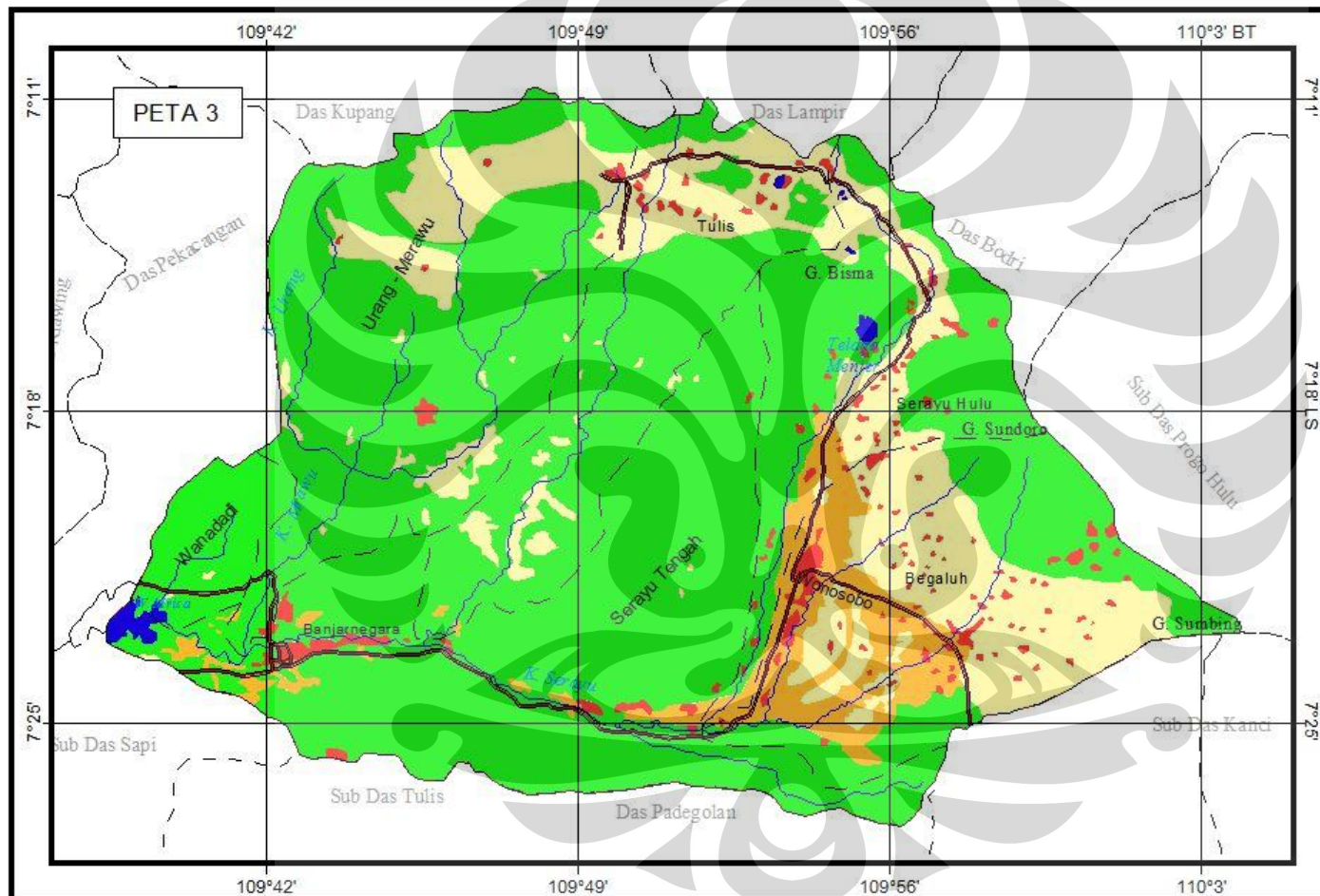
#### DAERAH ALIRAN SUNGAI

- Begaluh
- Serayu Hulu
- Serayu Tengah
- Tulis
- Urang - Merawu
- Wanadadi

- Jalan
- Sungai
- Batas DAS
- Badan Air



Sumber : Draft Laporan Sedimen PLTA Mrica



**TUTUPAN LAHAN  
1996**

**DTA MRICA**

**LEGENDA**

TUTUPAN LAHAN

- Badan Air
- Vegetasi
- Lahan Basah
- Lahan Kering
- Terbangun

— Jalan

— Sungai

--- Batas DAS

0 2 0 2 Km

109°30' 110°00' BT

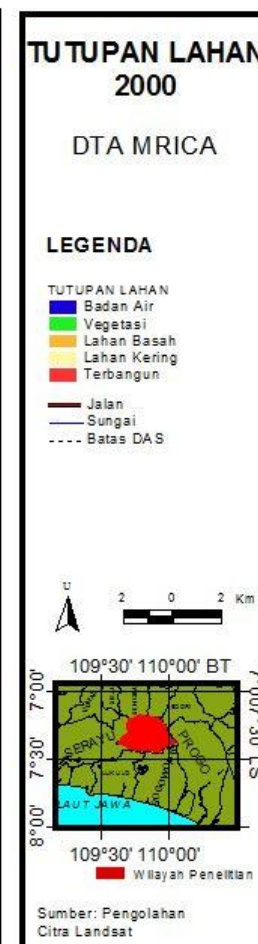
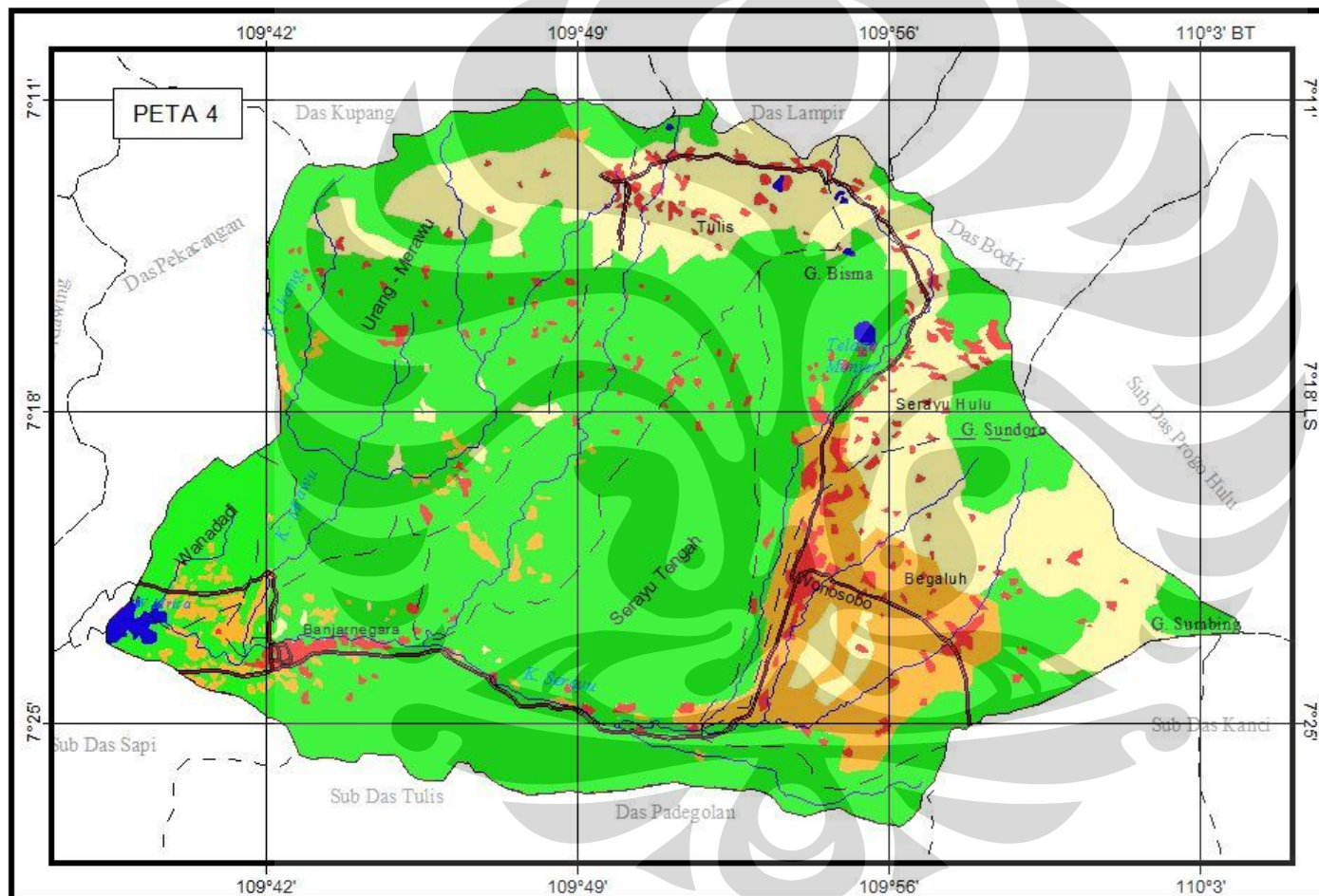
7°00' 30" LS

109°30' 110°00'

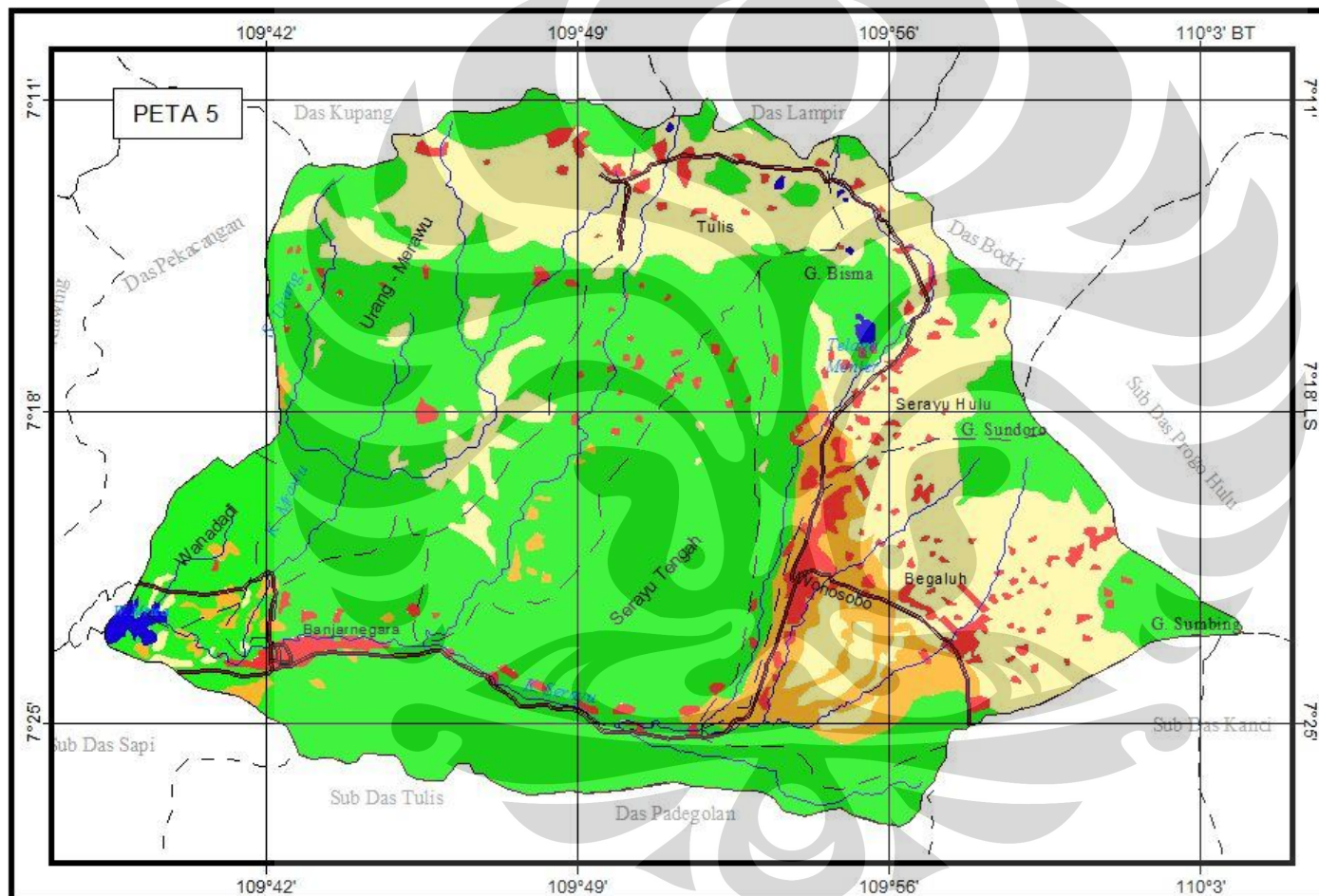
8°00' 7°30' 7°00' 6°30' LS

■ Wilayah Penelitian

Sumber: Pengolahan Citra Landsat







**TUTUPAN LAHAN  
2009**

**DTA MRICA**

**LEGENDA**

TUTUPAN LAHAN

- Badan Air
- Vegetasi
- Lahan Basah
- Lahan Kering
- Terbangun

— Jalan  
— Sungai

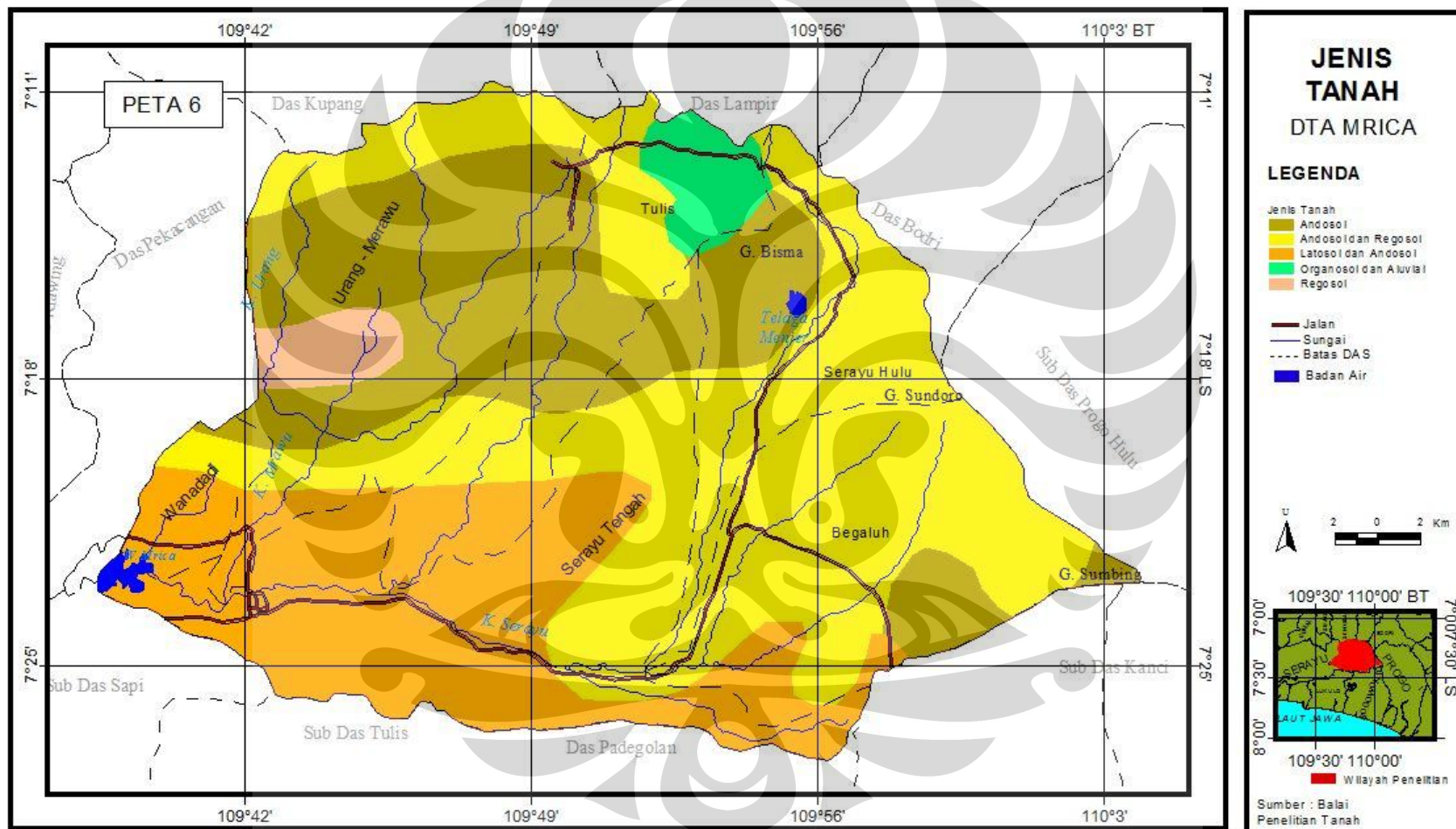
0 2 0 2 Km

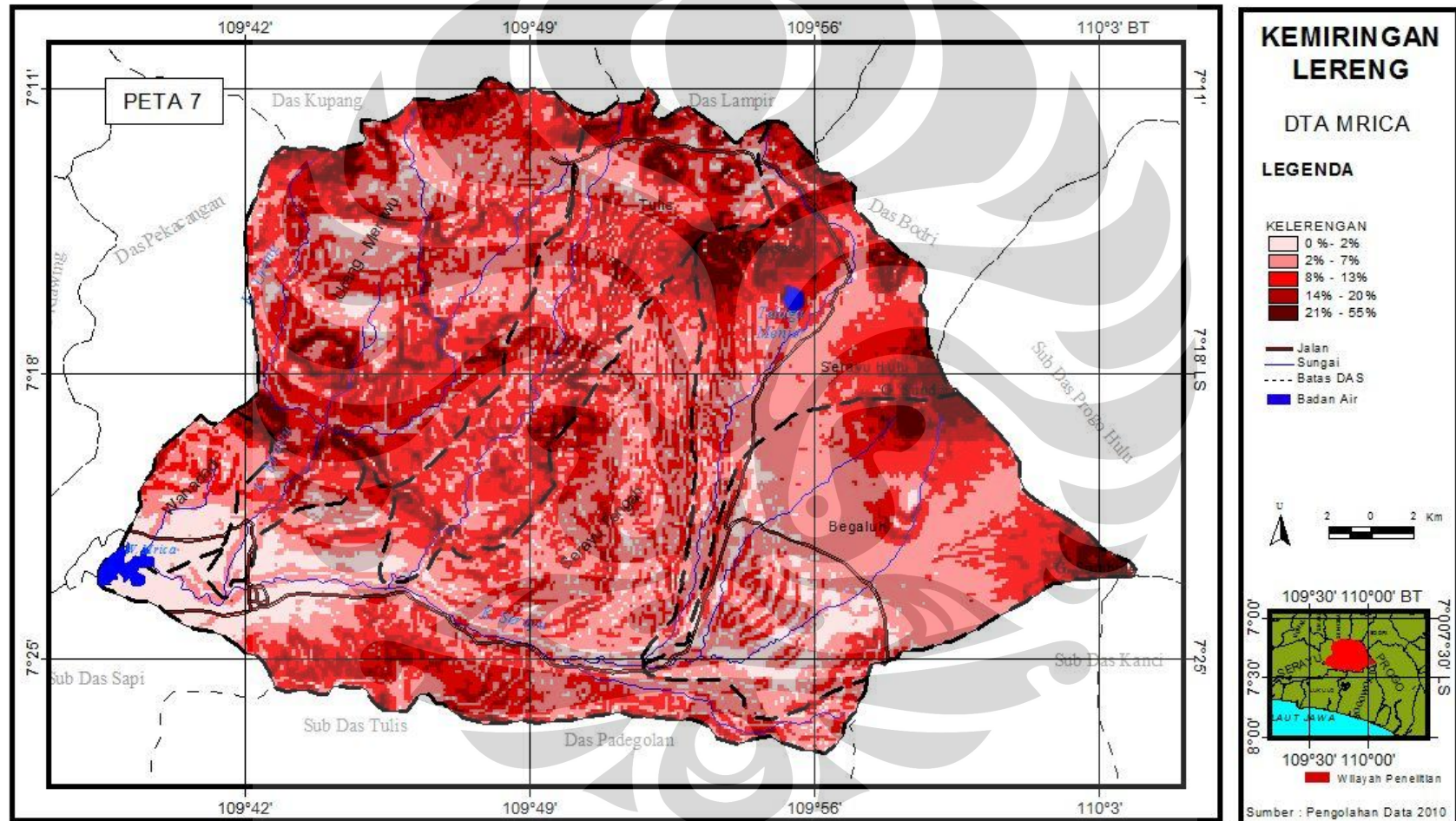
109°30' 110°00' BT  
7°00' 30" LS

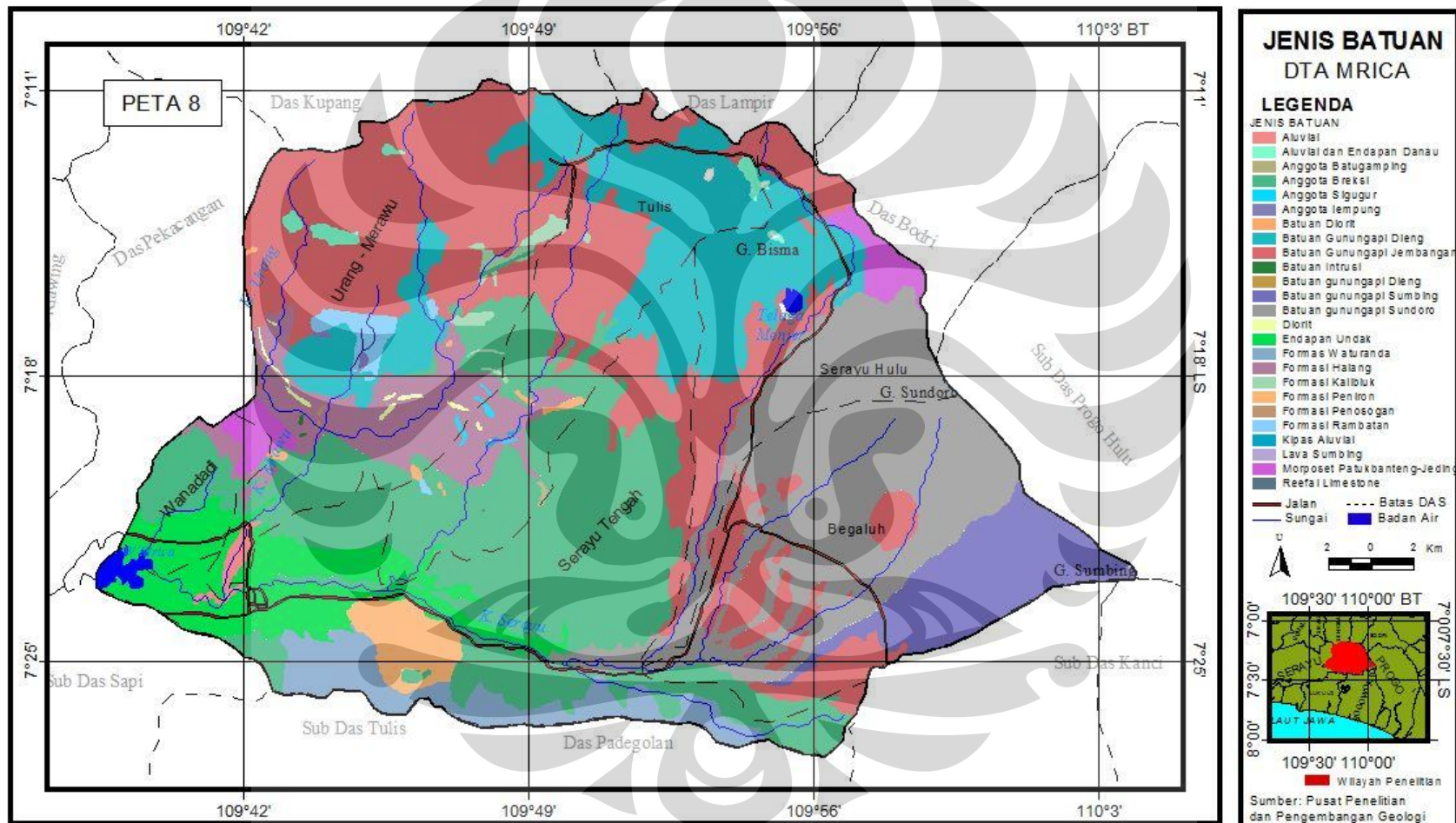
8°00' 7°30' 7°00' 6°30' 6°00'

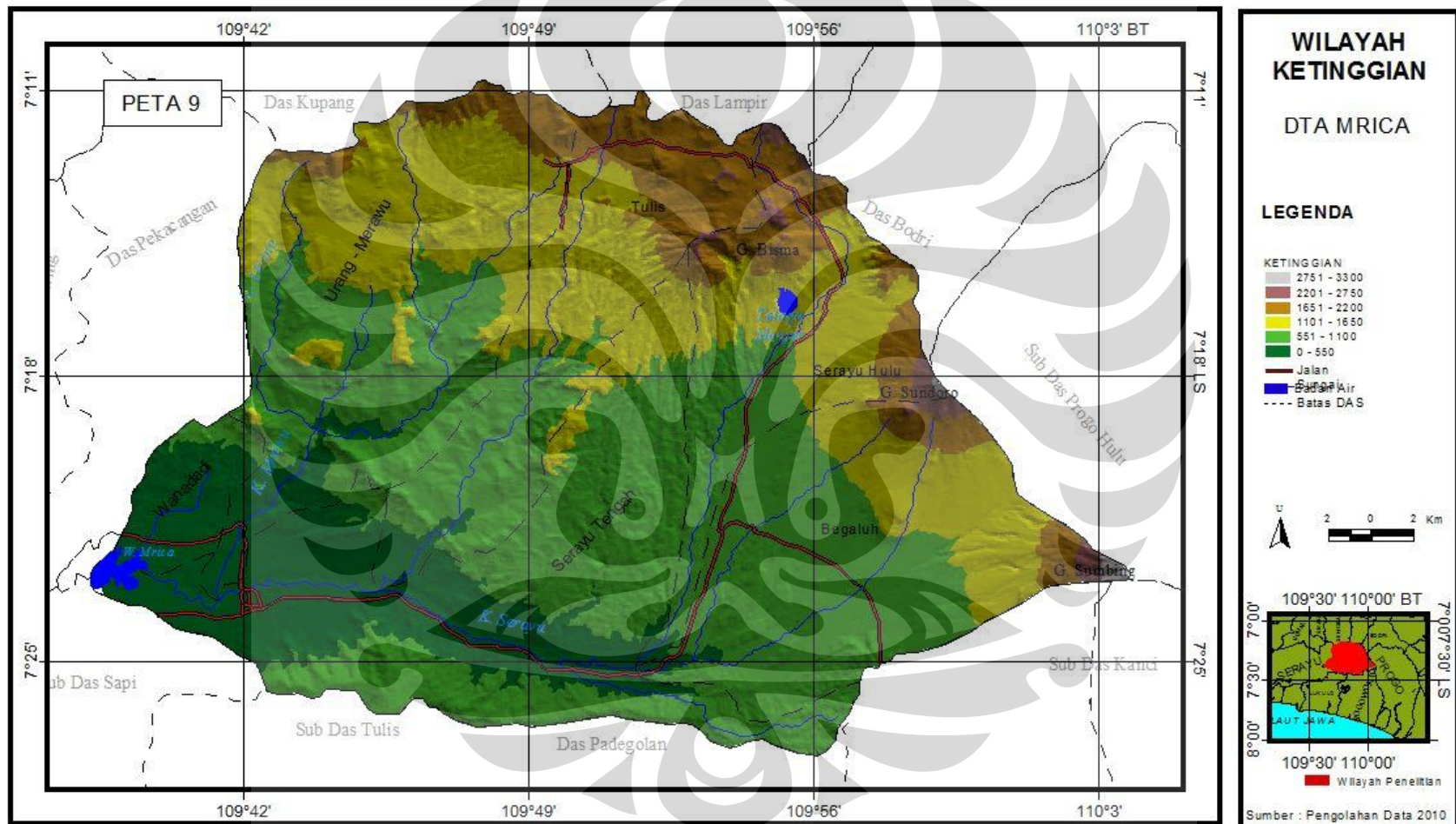
109°30' 110°00'

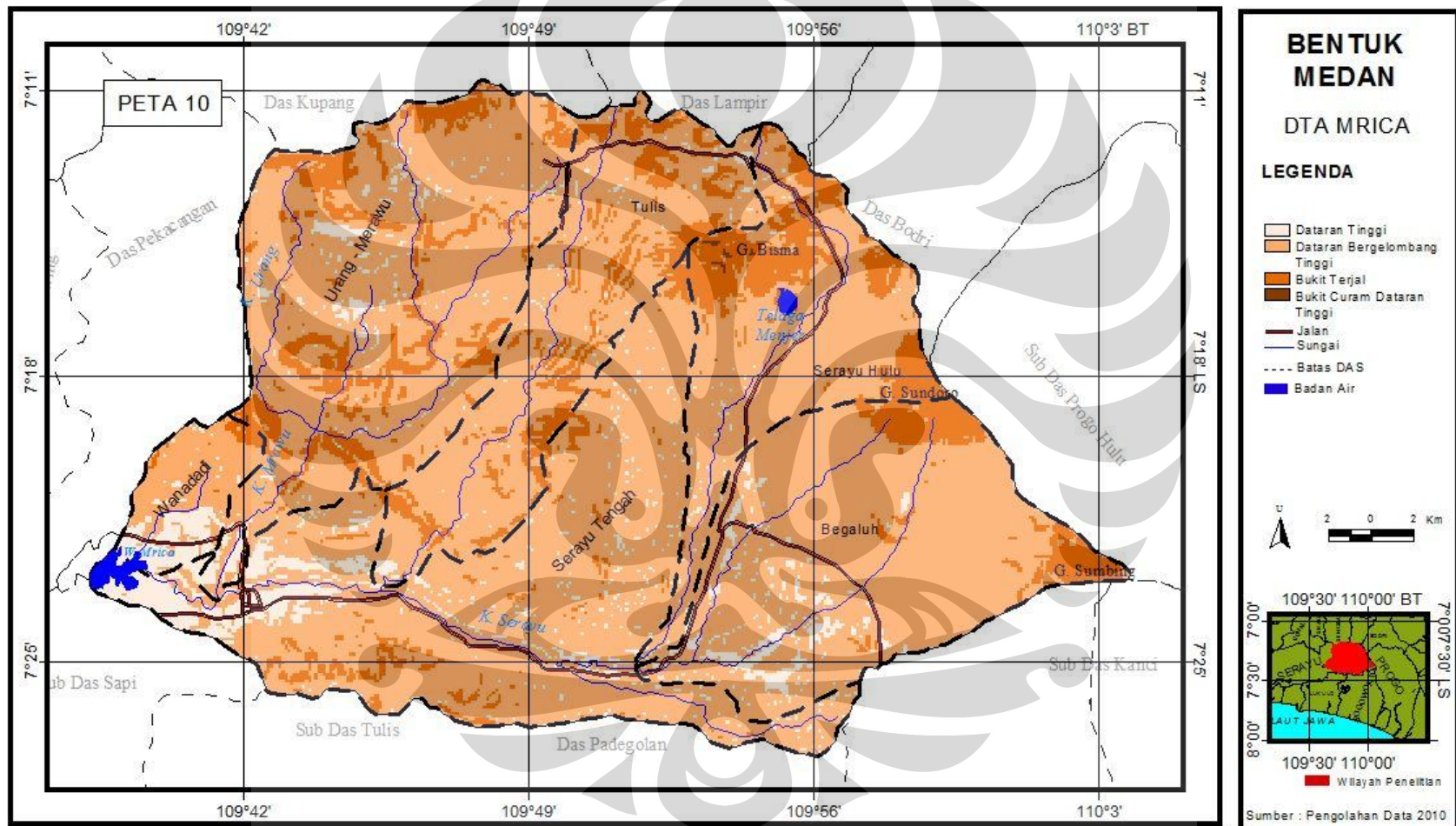
Sumber: Pengolahan Citra Landsat

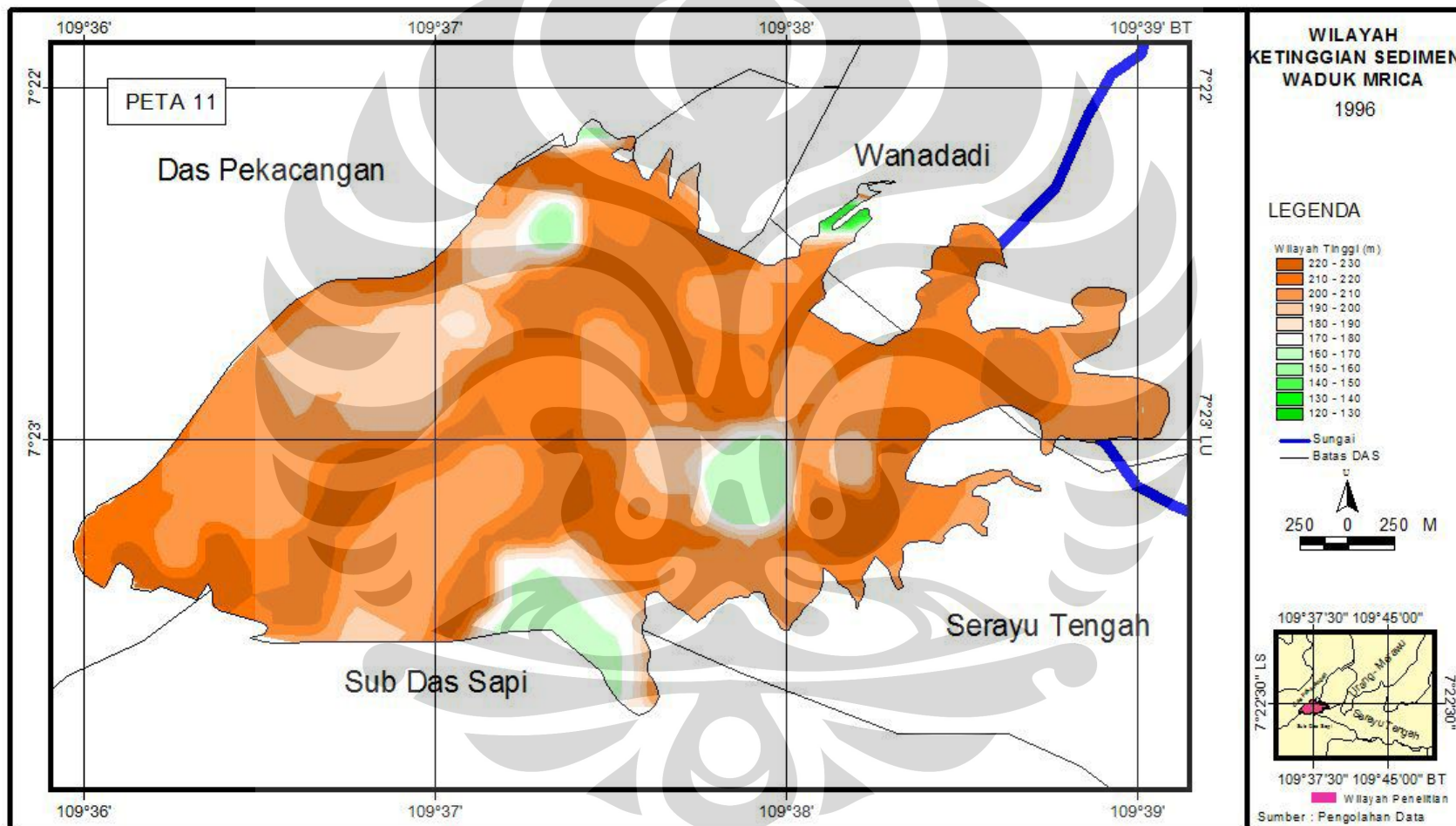


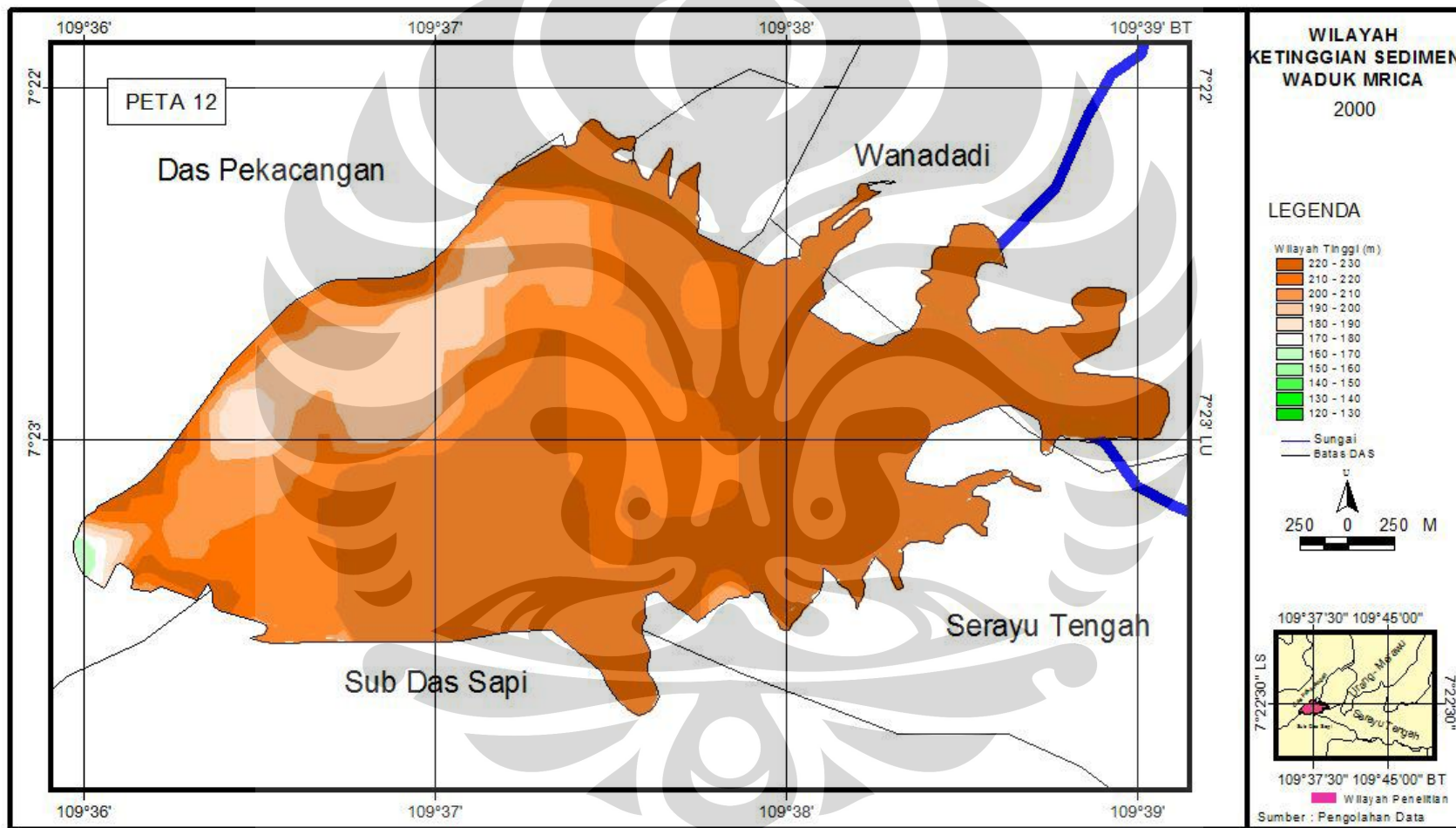




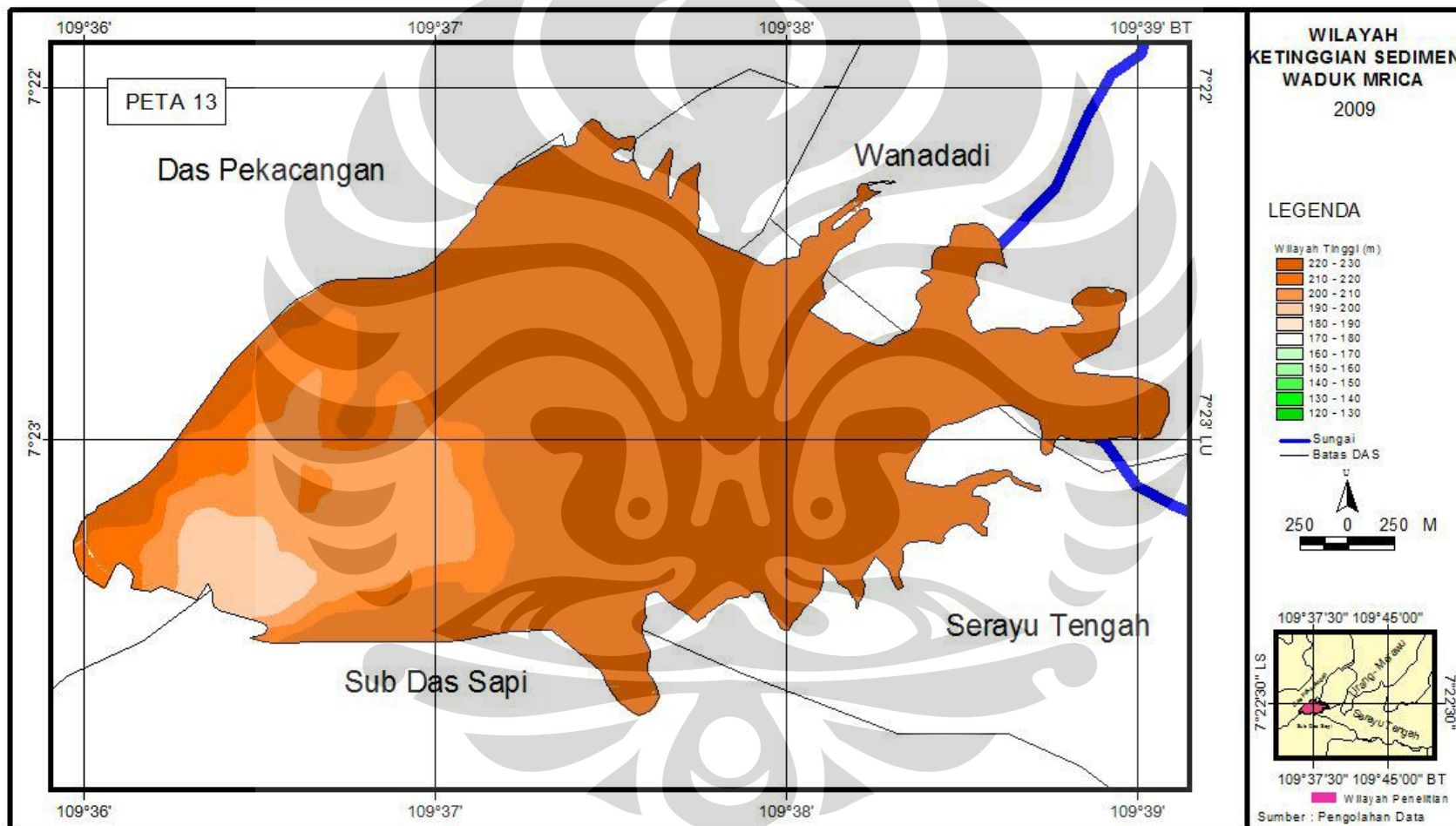


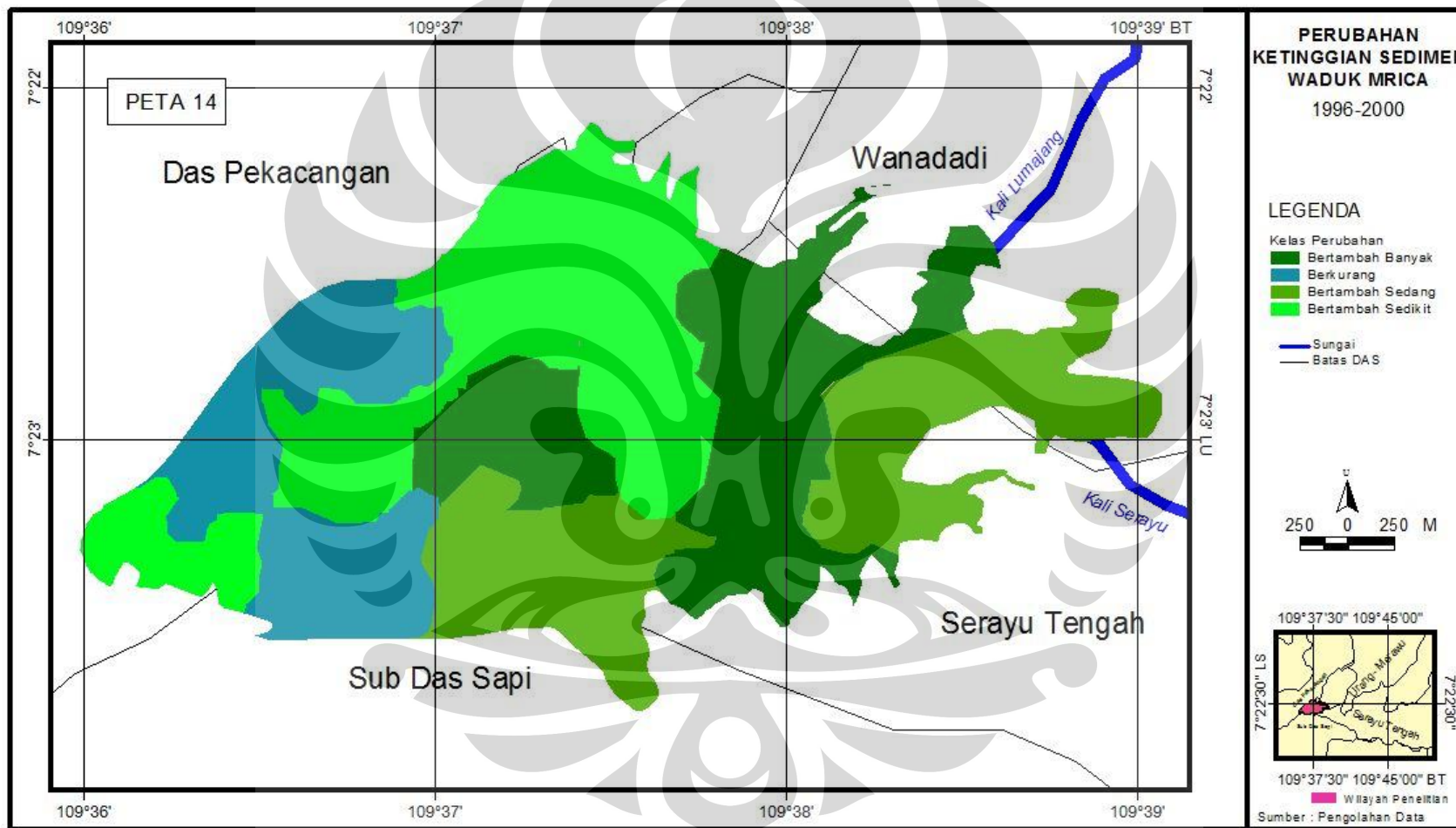


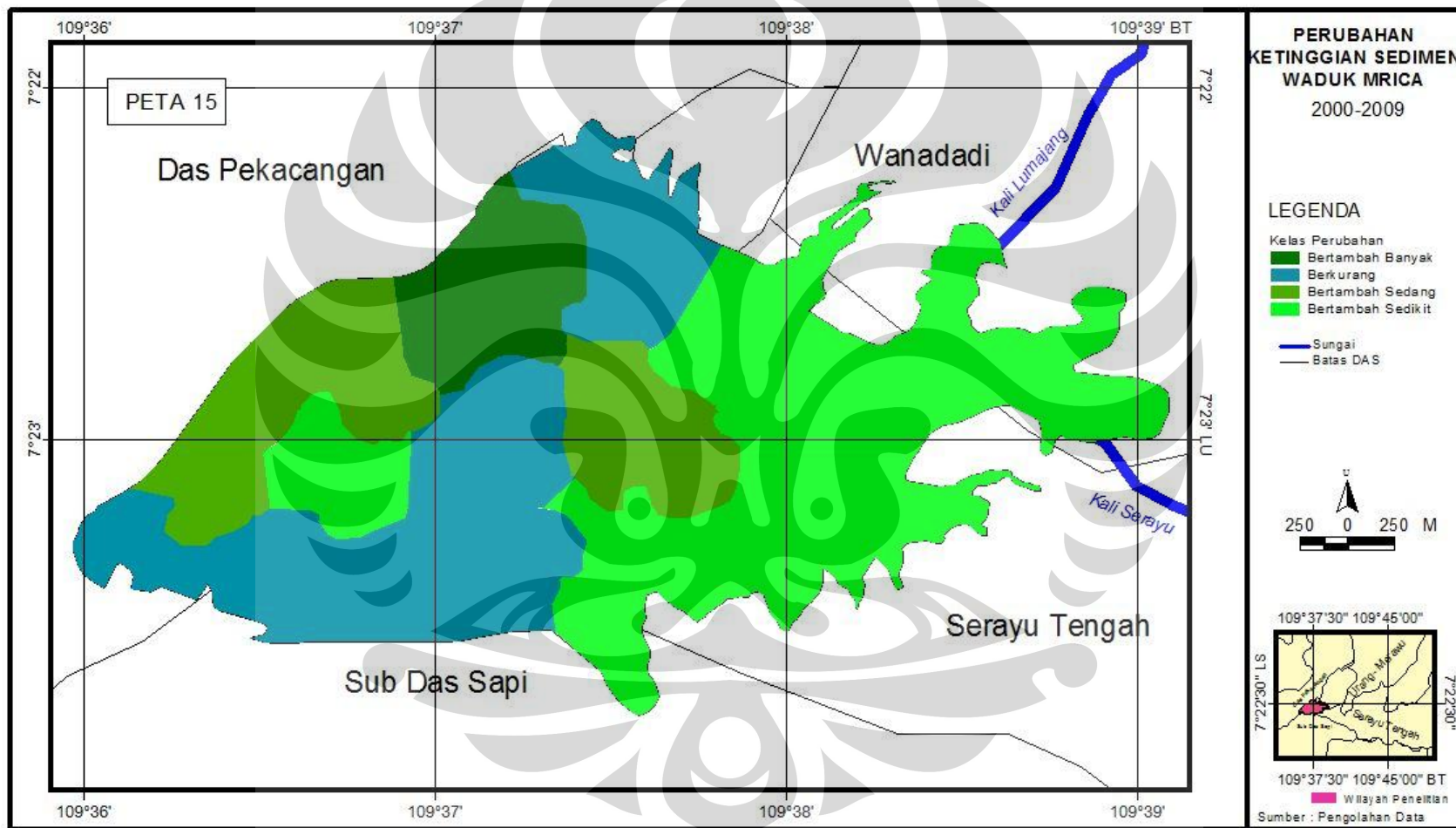


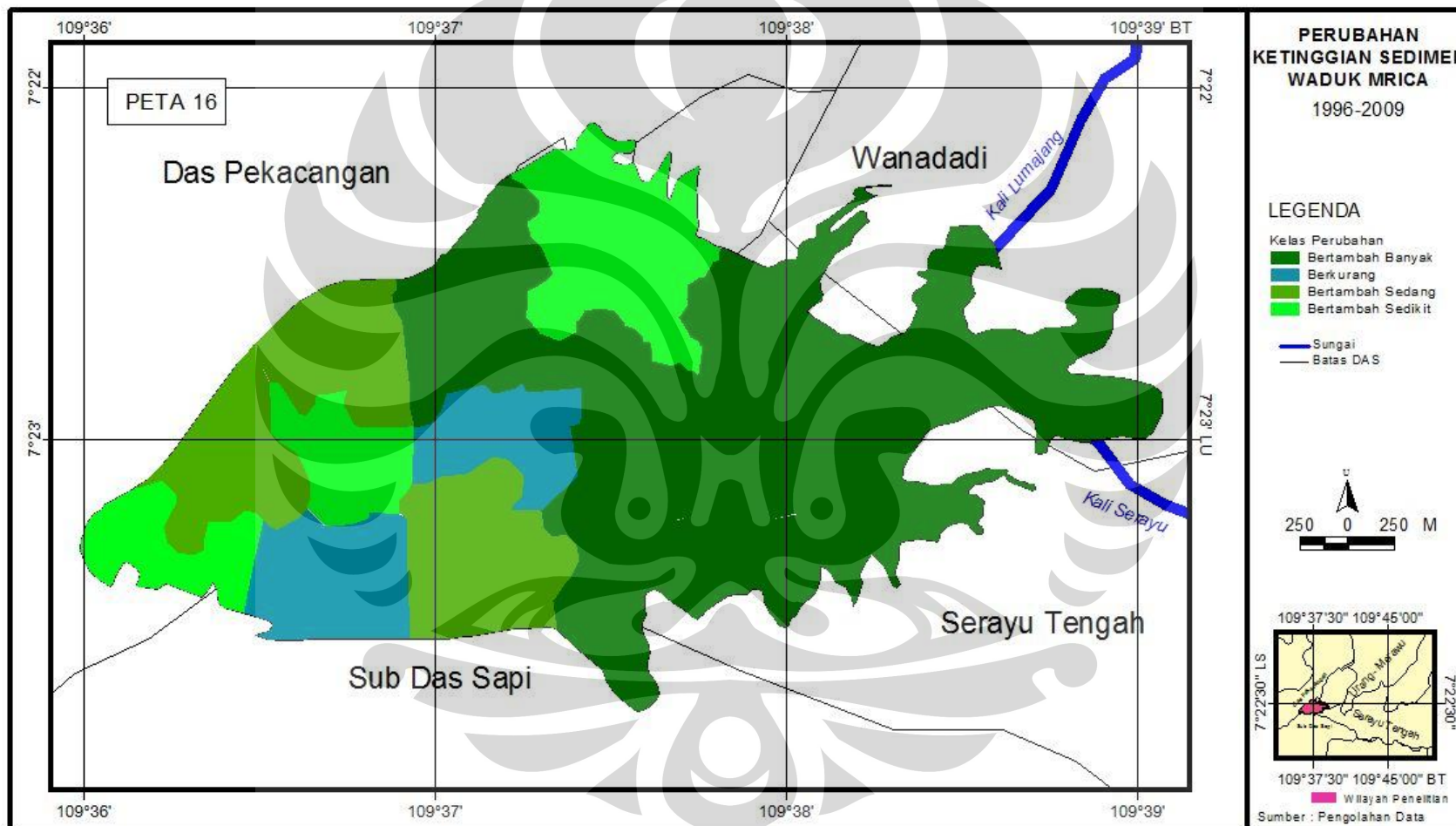


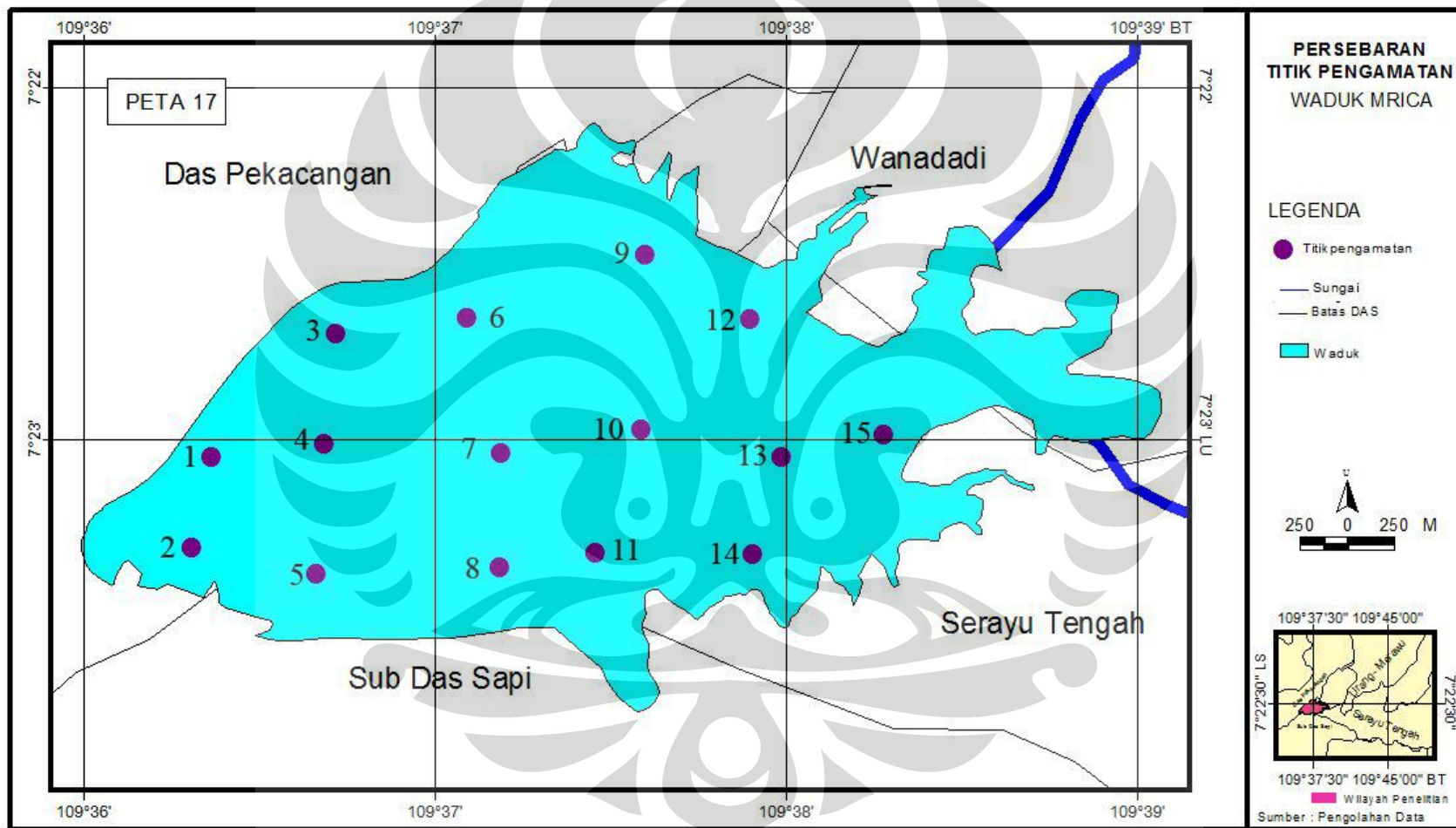












Lampiran Tabel 1. Sistem Klasifikasi Penggunaan serta Tutupan Lahan

Level I	Level II
1. Kota atau lahan terbangun	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pemukiman</li> <li>• Perdagangan dan Jasa</li> <li>• Industri</li> <li>• Transportasi Komunikasi dan Umum</li> <li>• Komplek industri dan perdagangan</li> <li>• Kekotaan campuran atau lahan bangunan</li> <li>• Kekotaan atau lahan bangunan lainnya.</li> </ul>
2. Lahan Pertanian	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tanaman Semusim dan Padang Rumput</li> <li>• Daerah buah-buahan, bibit dan tanaman hias</li> <li>• Tempat penggembalaan terkurung</li> <li>• Lahan Pertanian lain</li> </ul>
3. Lahan Peternakan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lahan tanaman rumput</li> <li>• lahan peternakan semak dan belukar</li> <li>• lahan peternakan campuran</li> </ul>
4. Lahan Hutan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lahan Hutan gugur daun musiman</li> <li>• Lahan hutan yang selalu hijau.</li> <li>• Lahan hutan campuran</li> </ul>
5. Perairan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sungai</li> <li>• Danau</li> <li>• Reservoir</li> <li>• Teluk dan Muara</li> </ul>
6. Lahan Basah	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lahan Hutan Basah</li> <li>• Lahan basah bukan hutan</li> </ul>
7. Lahan Gundul	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dataran Garam</li> <li>• Gisik</li> <li>• Daerah Berpasir Bukan Gisik</li> <li>• Batuan Singkapan Gundul</li> <li>• Tambang Terbuka, Pertambangan Dan Tambang Kecil</li> <li>• Daerah Peralihan</li> <li>• Daerah Gundul</li> </ul>
8. Padang Lumut	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Padang Lumut Semak Dan Belukar</li> <li>• Padang Lumut Tanah Gundul</li> <li>• Padang Lumut Tanah Basah</li> <li>• Padang Lumut Lahan Campuran</li> </ul>
9. Es Atau Salju Abadi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lapang salju abadi</li> <li>• Glasier</li> </ul>

[Sumber : USGS, 2001]

Lampiran Tabel 2. Data Debit Aliran Sungai dan Sedimen Melayang di DTA Waduk Mrica

Tahun 1996

Bulan	Jumlah Air Yang Masuk (Juta M <sup>3</sup> )				Jumlah Sedimen Layang Yang Masuk (M <sup>3</sup> )			
	S. Serayu	S. Merawu	S. Lumajang	Total	S. Serayu	S. Merawu	S. Lumajang	Total
Nov. 1995	342,96	51,31	8,08	402,35	841.702	199.601	17.601	1.058.905
Des. 1995	403,33	45,46	5,49	454,27	1.159.567	122.793	3.978	1.286.339
Jan. 1996	231,21	31,11	4,79	273,11	284.952	85.062	2.864	372.878
Feb. 1996	316,39	54,68	5,67	376,74	568.186	178.311	4.325	750.822
Mar. 1996	272,43	46,46	5,85	324,75	387.677	128.870	5.312	521.859
Apr. 1996	214,65	34,05	4,13	253,44	252.799	77.649	3.390	333.838
Mei 1996	97,91	8,25	2,86	109,02	44.142	5.974	770	50.886
Jun. 1996	76,67	3,76	2,34	82,77	28.749	1.633	424	30.806
Jul. 1996	37,06	12,34	1,65	51,06	6.154	12.535	103	18.793
Agu. 1996	53,26	12,07	0,71	66,04	17.259	13.143	52	30.454
Sep. 1996	44,13	8,35	0,37	52,86	9.271	6.683	1	15.955
Okt. 1996	158,02	44,63	2,92	205,51	150.559	118.852	743	270.154
Jumlah	2.248,02	358,47	45,46	2.651,95	3.751.015	951.109	39.654	4.141.688

[Sumber: Draft Laporan Sedimen PLTA Mrica Nov 1996]

Lanjutan Lampiran Tabel 2. Data Debit Aliran Sungai dan Sedimen Melayang di DTA Waduk Mrica

Tahun 2000

Bulan	Jumlah Air Yang Masuk (Juta M <sup>3</sup> )				Jumlah Sedimen Layang Yang Masuk (M <sup>3</sup> )			
	Sungai Serayu	Sungai Merawu	Sungai Lumajang	Total	Sungai Serayu	Sungai Merawu	Sungai Lumajang	Total
Nov. 1999	275,96	73,34	4,50	353,80	447.909	283.820	2.866	734.595
Des. 1999	250,52	66,36	4,30	321,18	339.650	237.067	2.274	578.991
Jan.2000	237,00	64,08	2,77	303,85	307.573	233.044	625	541.242
Feb. 2000	207,46	55,40	3,05	265,91	276.678	215.944	2.002	494.624
Mar. 2000	244,46	64,60	4,35	313,41	375.622	231.583	2.902	610.107
Apr. 2000	280,24	74,71	4,33	359,28	440.215	284.506	3.059	727.780
Mei 2000	181,82	49,23	2,05	233,10	180.620	137.136	271	318.027
Jun. 2000	87,57	24,83	1,04	113,44	47.847	42.690	38	90.575
Jul. 2000	39,73	10,45	0,76	50,94	7.198	9.928	10	17.136
Agu. 2000	39,15	10,27	0,77	50,19	10.374	9.435	12	19.821
Sep. 2000	37,71	9,48	1,16	48,35	7.998	10.704	1.036	19.738
Okt. 2000	149,95	40,55	1,74	192,24	160.853	121.474	470	282.797
Jumlah	2.031,57	543,30	30,82	2.605,69	2.602.537	1.817.331	15.565	4.435.433

[Sumber: Draft Laporan Sedimen PLTA Mrica Nov 2000]



Lanjutan Lampiran Tabel 2. Data Debit Aliran Sungai dan Sedimen Melayang di DTA Waduk Mrica

2009

Bulan	Jumlah Air Yang Masuk (Juta M3)					Jumlah Sedimen Layang Yang Masuk (M3)				
	Sungai Serayu	Sungai Merawu	Sungai Lumajang	Suplesi Liangan	Total	Sungai Serayu	Sungai Merawu	Sungai Lumajang	Suplesi Liangan	Total
Nop-08	134,33	34,36	3,52	4,60	176,81	154.879	106,46	2,45	4,60	268.386,00
Des-08	305,55	80,14	6,05	5,22	396,95	504.803	327,15	11,45	5,22	848,62
Jan-09	312,89	84,01	4,24	10,75	411,88	565.116	372,38	2,40	10,75	50,64
Feb-09	246,81	66,04	3,57	9,18	325,60	342.297	245,82	1,28	9,18	598,58
Mar-09	146,53	38,83	4,15	10,37	199,85	111.408	94,44	1,65	10,37	217,87
Apr-09	220,70	60,20	2,04	7,84	290,79	267.481	206,76	177,00	7,84	482,26
Mei-09	148,54	39,43	2,20	9,94	200,11	112.198	96,13	358,00	9,94	218,62
Jun-09	63,81	18,33	1,08	6,17	94,39	24.961	26,79	37,00	6,17	17,95
Jul-09	38,75	10,05	0,88	5,18	54,86	6.919	8,89	21,00	5,18	21,01
Agust-08	23,72	5,93	0,76	0,72	31,14	2.228	3,32	14,00	723,00	6,28
Sep-09	21,98	5,46	0,74	0,00	28,18	2.006	2.980	14	0	5.000
Okt-09	18,34	4,53	0,64	0,79	2430	1.335	2,12	11,00	793,00	4.250,00
Jumlah	1.686,94	447,31	29,88	70,76	2234,89	2.095.632	1.493.225	19,85	70,76	3.679.465

[Sumber: Draft Laporan Sedimen PLTA Mrica Nov 2009]