

**WILAYAH SUMBER MATERIAL SUSPENDED SEDIMEN
DA KALI LUMAJANG KABUPATEN BANJARNEGARA
PROVINSI JAWA TENGAH TAHUN 2009**

SKRIPSI

BIBIT BUDI PRATAMA

NPM : 0303060197



**UNIVERSITAS INDONESIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
DEPARTEMEN GEOGRAFI
DEPOK
JULI 2009**

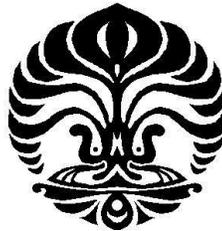
**WILAYAH SUMBER MATERIAL SUSPENDED SEDIMEN
DA KALI LUMAJANG KABUPATEN BANJARNEGARA
PROVINSI JAWA TENGAH TAHUN 2009**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana

BIBIT BUDI PRATAMA

NPM : 0303060197



**UNIVERSITAS INDONESIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
DEPARTEMEN GEOGRAFI
DEPOK
JULI 2009**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Bibit Budi Pratama

NPM : 0303060197

Tanda Tangan :

Tanggal : 09 Juli 2009

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Bibit Budi Pratama
NPM : 0303060197
Program Studi : Geografi
Judul Skripsi : Wilayah Sumber Material Suspended Sedimen DA Kali Lumajang
Kabupaten Banjarnegara Provinsi Jawa Tengah Tahun 2009

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji 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

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

Pembimbing : Drs. Tjong Giok Pin, M.Kom, M.Si (.....)

Penguji : Dr. Ir. Tarsoen Waryono, MS (.....)

Penguji : Drs. Mangapul P Tambunan, MS (.....)

Penguji : Dra. M. H. Dewi Susilowati, MS (.....)

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 09 Juli 2009

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

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

Nama : **Bibit Budi Pratama**
NPM : 0303060197
Program Studi : Sarjana Reguler
Departemen : Geografi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Jenis karya : Skripsi

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

**Wilayah Sumber Material Suspended Sedimen DA Kali Lumajang
Kabupaten Banjarnegara Provinsi Jawa Tengah Tahun 2009**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/ formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya tanpa meminta izin dari 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 : 09 Juli 2009
yang menyatakan

(Bibit Budi Pratama)

Universitas Indonesia

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Sains Ilmiah Departemen Geografi pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dari berbagai pihak dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu saya mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr.rer.nat. Eko Kusratmoko, M.Si dan Drs. Tjiong Giok Pin, M.Si selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini;
2. Drs.Supriyatna, MT., Dr. Rokhmatuloh, M.Eng., Tito Latief Indra, S.Si, M.Si., Hafid Setiadi, S.Si, M.Si., Dra. Ratna Saraswati, MS., Dra. MH Dewi, MS dan para dosen yang telah mendidik dan membimbing saya selama masa perkuliahan;
3. Bapak Harlen selaku General Manager PT. Indopower dan seluruh staf PT Indopower yang telah menyediakan waktu dan bantuannya sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan lancar.
4. Mayor Rudi, Bu Fitri dan Mba Neni DISHIDROS TNI-AL yang telah membantu saya dalam pengolahan data sedimen sehingga penelitian ini berjalan dengan lancar.
5. Orang tua dan keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral; Terutama kepada ibuku tercinta yang selalu mendo'akan anaknya serta ayahku yang tiada lelahnya menasehati serta Bude Harto yang selalu memberikan tempat dan waktunya selama saya kuliah.
6. Reandy Sabtabiato, Restu Jati S, Mas Denny serta keluarga yang telah memberikan tempat dan bantuan tenaganya sehingga survey lapang berjalan dengan lancar.

7. Mas Bondan atau Ka' Bo yang telah meluangkan waktunya untuk tempat sharing dan berbagi ilmunya dalam pengolahan tabulasi data dan analisis statistik sehingga saya dapat menyelesaikan penelitian ini dengan baik.
8. Om Sapta dan Mas Beng-beng yang telah membantu saya dalam hal data dan juga sharingnya sehingga penelitian ini pun berjalan dengan lancar.
9. Nala '06, Mia '06, Niar '06 yang telah berkenan memberikan masukan serta bantuannya, terima kasih pula kepada angkatan 2006 – 2008 yang telah menjadi teman perkuliahan selama di Geografi.
10. Rival Hikmah, Rahmawati, Dywangga Aulianisa, Lisa Larasati, Oki Fajar I, Fadillah Rahmawati, Haryo S, Alif N, Fahrizal A, Hendri Majedi, Alam Primanda, Rias Idawanti dan Spicy Management serta sahabat-sahabat yang telah membantu dan menemani saya ketika masa perkuliahan, menyelesaikan skripsi ini dan hingga saat ini.
11. Yuni Asril Sani sebagai orang yang selalu menemani dan memberikan dukungan serta do'anya, memberikan masukan-masukan yang positif sampai terselesaikannya skripsi ini. Dan juga terima kasih atas segala waktu dan pengertiannya, mau berbagi serta menerima keluh-kesah diriku.

Akhir kata, saya berharap Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Depok, 02 Juli 2009

Penulis

ABSTRAK

Nama : Bibit Budi Pratama
Program Studi : Geografi
Judul : Wilayah Sumber Material Suspended Sedimen DA Kali
Lumajang Kabupaten Banjarnegara Tahun 2009

Sedimentasi merupakan kejadian yang alami dimuka bumi ini, permasalahan sedimen seringkali terjadi pada sebuah daerah aliran sungai. Dalam Kali Lumajang masalah sedimen sangat mempengaruhi sekali terhadap sistem hidrologi yang ada dihilirnya. Masalah utama dari sedimen adalah berasal dari mana sedimen tersebut ada. Penelitian mengenai wilayah sumber sedimen bertujuan untuk mengkaji seberapa besar kejadian *suspended sedimen* serta mencari wilayah mana yang menjadi sumber material sedimen didalam DA Kali Lumajang. Analisis *grain size*, analisis regresi dan analisis overlay dalam *sistem informasi geografis* sangat diperlukan untuk menjawab wilayah sumber material sedimen. analisis *grainsize* digunakan untuk mengetahui kandungan material penyusun sedimen dan akan diregresikan dengan debit aliran yang terjadi sehingga akan didapatkan hubungan korelasi antar keduanya. Kemudian analisis overlay digunakan untuk menguatkan asumsi yang ada tentang kesimpulan awal wilayah sumber material sedimen. Proses interpretasi citra mengenai sebaran tanah terbuka adalah sangat penting sebagai modal awal untuk penentuan wilayah sumber material sedimen dengan melihat karakteristik material penyusun sedimen. Hasil kajian menunjukkan bahwa terdapat korelasi yang kuat antara konsentrasi sedimen dengan debit aliran dengan persamaan $K_s = 5,112 Q_w - 6,083$. Kemudian wilayah sumber material sedimen tersebar pada wilayah yang memiliki nilai indeks vegetasi rendah, bentuk medan yang bergelombang hingga curam dan memiliki tingkat bahaya erosi dari normal hingga sangat berat.

Kata Kunci :

Suspended sedimen, Sistem Informasi Geografis, Grain Size.

ix + 84 halaman ; 25 gambar; 21 tabel; 10 peta;

Bibliografi : 26 (1978 – 2009)

ABSTRACT

Name : Bibit Budi Pratama
Major : Geography
Title : Source Area of Suspended Sediment Material Lumajang
Watershed at Banjarnegara Regency, Central Java, 2009.

Sedimentation is a natural occurrence in the earth, the problem of sediments often occur on a local river. In time, the sediments Lumajang influence of the hydrology of the system have in downstream. The main problem is derived from the sediments from which the sediment is present. Research on the sediment source area aims to assess how big the incident and suspended sediments explore areas which are a source of material in the sediments Lumajang watershed Times. Grain size analysis, regression analysis and overlay analysis in geographic information system is necessary for the source material of sediments. Grainsize analysis used to determine the actual material it will be regression of sediments and with the water flow going so that the relationship will be established correlation between the two. Then the overlay analysis is used to strengthen the assumption that no conclusions about the initial source material sediments. The process of interpretation of the image of the open land is very important as the initial capital for the determination of the source material with the sediment characteristics of the material to see it sediments. Results of the study indicate that there is a strong correlation between the concentration of sediments with the debit flow with equality $K_s = 5.112Q_w - 6.083$. Then the source material sediments in the region spread the vegetation has a lower index value, the form of the wave field to the steep and has a high danger of erosion from normal to very heavy.

Keywords :

Suspended sedimen, Geographic Information System, Grain Size.

ix + 84 pages; 25 pictures; 21 tables; 10 maps;

Bibliography : 26 (1978 – 2009)

DAFTAR ISI

	Halaman
UCAPAN TERIMA KASIH.....	i
ABSTRAK	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	4
1.3 Pertanyaan Penelitian	4
1.4 Batasan dan Definisi	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Penggunaan Tanah	6
2.1 Sistem DAS	6
2.3 Hujan DAS	7
2.4 Metode Garis Isohyet	8
2.5 Pengukuran Debit	8
2.6 Sedimentasi Sungai	9
2.7 Sumber-Sumber Sedimen	10
2.8 Karakteristik Sedimentasi	10
2.9 Pengukuran Debit	12
2.10 Hubungan Debit dan Konsentrasi Sedimen	15
2.11 Analisa Grain Size	16
2.12 Pemetaan Tingkat Bahaya Erosi	17
2.13 Pemanfaatan QuickBird untuk Penggunaan Tanah	21
2.14 Analisa NDVI	22
2.15 Analisa Regresi Linier	23
BAB III. METODE PENELITIAN	27
3.1 Metode Pendekatan Penelitian	27
3.2 Cara Pengumpulan Data.....	28
3.2.1 Data Konsentrasi Sedimen Terlarut dan Material Sedimen	28
3.2.2 Data Debit Kali Lumajang	30
3.2.3 Data Penggunaan Tanah Tahun 2007	31
3.2.4 Data Curah Hujan	32
3.2.5 Data Topografi	32
3.3 Pengolahan Data	32
3.3.1 Penggunaan Tanah Terkoreksi	32
3.3.2 Indeks Vegetasi (NDVI)	33
3.3.3 Sebaran Curah Hujan	34
3.3.4 Kondisi Fisik Wilayah Penelitian	34
3.3.5 Wilayah Tingkat Bahaya Erosi	35
3.3.6 Identifikasi Wilayah Sumber Material Sedimen.....	36

3.4 Analisis	37
3.5 Alur Pikir Penelitian.....	39
3.5 Alur Kerja Penelitian	40
BAB IV. GAMBARAN UMUM	41
4.1 Gambaran Umum Wilayah Penelitian	41
4.1.1 Administrasi Geografis	41
4.2 Kondisi Fisik Wilayah	41
4.2.1 Iklim	41
4.2.2 Geologi dan Statigrafi	42
4.2.3 Ketinggian	42
4.2.4 Lereng	43
4.2.5 Bentuk Medan atau Bentang Alam	44
4.2.6 Jenis Tanah	46
4.3 Bentuk dan Pola Aliran DAS	47
4.3.1 Bentuk DAS	47
4.2.6 Pola Aliran Sungai	48
4.4 Hidrologi Kali Lumajang	50
4.5 Penggunaan Tanah	52
4.6 Nilai Indeks Kerapatan Vegetasi (NDVI)	54
4.7 Wilayah Tingkat Bahaya Erosi Kali Lumajang	55
BAB V. HASIL dan PEMBAHASAN	61
5.1 Sedimen Terlarut Kali Lumajang	61
5.1.1 Konsentrasi Sedimen dan Debit per Kejadian	61
5.1.1 Laju Sedimen per Kejadian	68
5.2 Wilayah Sumber Material Sedimen Kali Lumajang	70
KESIMPULAN	80
DAFTAR PUSTAKA	81
LAMPIRAN.....	82

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Sistem Input – Output DAS	7
Gambar 2.2	Jenis Sedimen berdasarkan Pergerakan Transport Sedimen	11
Gambar 2.3	Hubungan Perubahan Penggunaan Tanah terhadap Kejadian Sedimen	12
Gambar 2.4	Sketsa Titik Pengambilan Sampel	14
Gambar 2.5	Grafik Hubungan Debit dengan Sedimen.....	15
Gambar 2.6	Spesifikasi Ayakan Sieves.....	16
Gambar 2.7	Sistem Penginderaan Jauh	21
Gambar 3.1	Lokasi Pengambilan Sampel	29
Gambar 3.2	Pengujian Labolatorium Sampel Sedimen	30
Gambar 3.3	Stasiun Hidrologi (AWLR) DA Kali Lumajang	31
Gambar 4.1	Grafik Proyeksi Hujan Rata-rata Tahunan	42
Gambar 4.2	3D Bentuk Medan DA Kali Lumajang.....	45
Gambar 4.3	Bentuk DAS Lumajang	48
Gambar 4.4	Gradien Sungai DA Kali Lumajang	49
Gambar 4.5	Sebaran Indek Vegetasi	54
Gambar 4.6	Tingkat Bahaya Erosi	59
Gambar 4.7	Wilayah Material Erosi	60
Gambar 5.1	Grafik Hubungan Konsentrasi Sedimen dengan Debit Air	64
Gambar 5.2	Isohyet dan Clockwise Histrical Chart Hari ke-5.....	65
Gambar 5.3	Isohyet dan Clockwise Histrical Chart Hari ke-2.....	67
Gambar 5.4	Isohyet dan Clockwise Histrical Chart Hari ke-4.....	68
Gambar 5.5	Grafik Hubungan Laju Sedimen dangan Debit Air.....	70
Gambar 5.6	Sebaran Tanah Terbuka.....	74
Gambar 5.7	Sebaran Tanah Terbuka dan Bentuk 3D Topografi DAS.....	75
Gambar 5.8	TBE Wilayah Sumber Material Sedimen.....	77

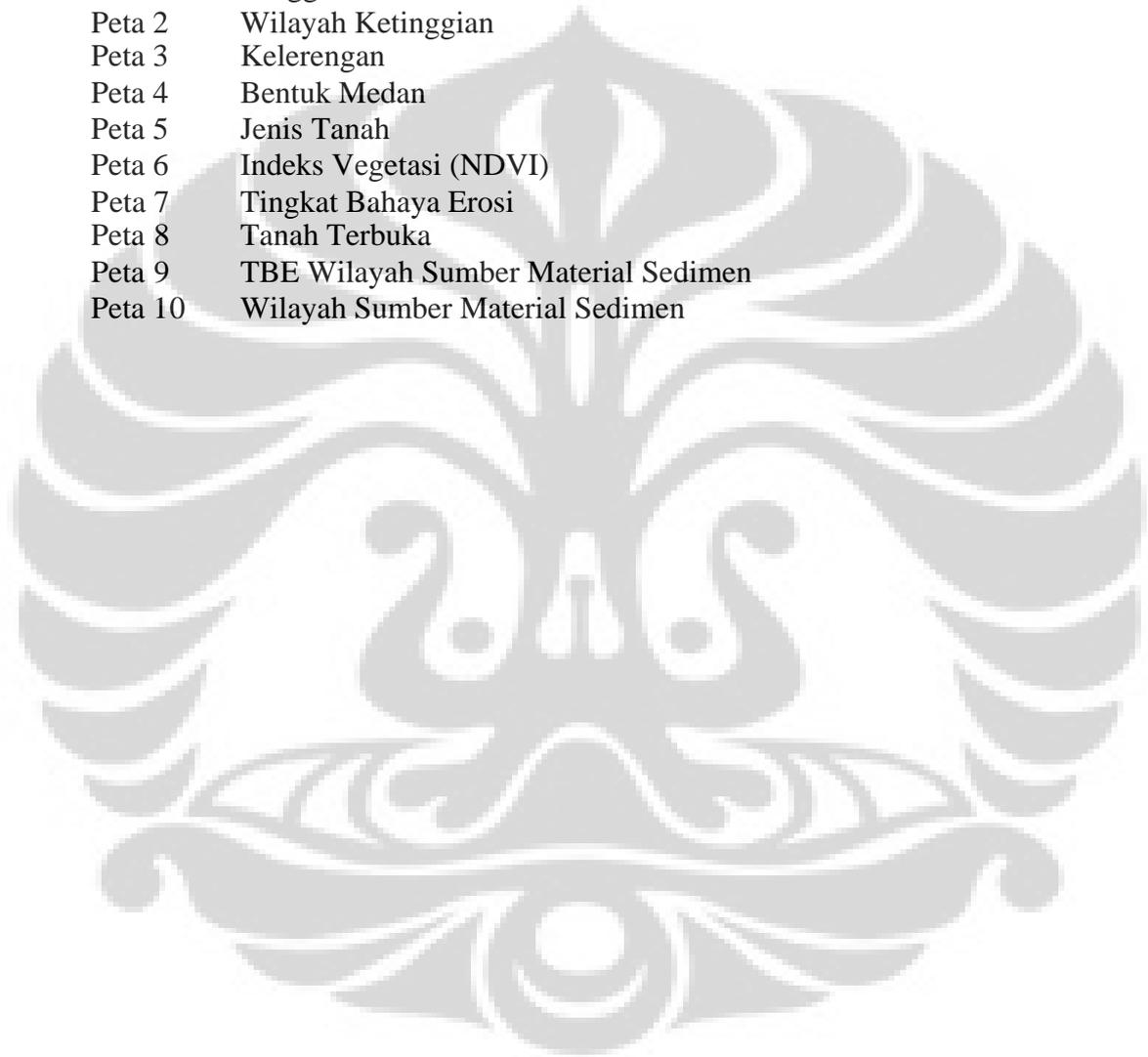
DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Erodibilitas berdasarkan Jenis Tanah	19
Tabel 2.2	Indeks LS berdasarkan Kelas Lereng	20
Tabel 2.3	Klasifikasi Tingkat Bahaya Erosi	20
Tabel 2.4	QuickBird Spasial Resolution	22
Tabel 4.1	Statistik Wilayah Ketinggian	43
Tabel 4.2	Statistik Wilayah Kemiringan	44
Tabel 4.3	Kelas Bentuk Medan	45
Tabel 4.4	Debit Aliran Kali Lumajang	51
Tabel 4.5	Penggunaan Tanah Kali Lumajang	52
Tabel 4.6	Tingkat Erosivitas Hujan tiap Stasiun Hujan	56
Tabel 4.7	Erodibilitas Tanah	57
Tabel 4.8	Indeks LS	58
Tabel 4.9	Indeks CP tiap Penggunaan Tanah.....	58
Tabel 4.10	Tingkat Bahaya Erosi	59
Tabel 5.1	Rekapitulasi Konsentrasi Suspended Sedimen per Hari	61
Tabel 5.2	Debit Air dan Konsentrasi Sedimen Hari ke-5	65
Tabel 5.3	Debit Air dan Konsentrasi Sedimen Hari ke-2.....	66
Tabel 5.4	Debit Air dan Konsentrasi Sedimen Hari ke-4.....	68
Tabel 5.5	Laju Sedimen per Hari Pengambilan Sampel	69
Tabel 5.6	Jenis Erosi dan Jenis Material Tererosi	71
Tabel 5.7	Konsentrasi Material Suspended Sedimen	77

DAFTAR LAMPIRAN

PETA

Peta 1	Penggunaan Tanah
Peta 2	Wilayah Ketinggian
Peta 3	Kelerengan
Peta 4	Bentuk Medan
Peta 5	Jenis Tanah
Peta 6	Indeks Vegetasi (NDVI)
Peta 7	Tingkat Bahaya Erosi
Peta 8	Tanah Terbuka
Peta 9	TBE Wilayah Sumber Material Sedimen
Peta 10	Wilayah Sumber Material Sedimen



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Dalam pengelolaan sumberdaya air waduk sering dijumpai permasalahan-permasalahan yang menyangkut aspek perencanaan, operasi dan pemeliharaan. Salah satu persoalan utama yang terjadi dalam operasi dan pemeliharaan waduk untuk penyediaan air irigasi dan bidang lainnya adalah semakin langkanya ketersediaan air pada waktu-waktu tertentu. Pada sisi lain permintaan air untuk berbagai kebutuhan cenderung semakin meningkat sebagai akibat peningkatan jumlah penduduk, beragamnya pemanfaatan air, berkembangnya pembangunan, serta kecenderungan menurunnya kualitas air akibat pencemaran oleh berbagai kegiatan (Bustomi, 2003).

Ketersediaan air waduk Mrica dari tahun ke tahun cenderung semakin menurun. Penurunan ketersediaan air waduk Mrica tersebut disebabkan kerusakan lingkungan dengan maraknya penjarahan hutan yang mengakibatkan gundulnya hutan di sekitar waduk. Terjadinya penggundulan hutan, juga menyebabkan 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 Kironoto (1999), penentuan masa operasi waduk didasarkan pada berbagai faktor yang terkait, seperti besar angkutan sedimen (*suspended* dan *bed load*) di alur sungai, nilai erosi DAS, nilai *trap efficiency* waduk, dan data fisik 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 DAS, bangunan pengendali erosi, penangkap sedimen di daerah hulu waduk dll. 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. Sedangkan usia waduk berdasar angkutan sedimen di sungai yaitu 33,3 tahun. Srimulat dan Soewarno (1995) menyatakan bahwa laju pengurangan kapasitas waduk cukup besar terjadi di waduk Mrica yaitu sebesar 2,50 %/tahun. Sedangkan Kironoto, (2000) menyatakan bahwa laju sedimentasi waduk Mrica adalah 3,005 juta m³/tahun.

Darmono (2001) menyimpulkan bahwa laju sedimentasi waduk Mrica berdasarkan metode analisis model adalah sebesar 4.298.245,10 m³/tahun, berdasarkan metode Meyer-Peter-Muller (MPM) sebesar 3.142.780,77 m³/tahun, berdasarkan metode Brune sebesar 4.116.931,28 m³/tahun. Sedangkan laju erosi permukaan lahan DAS Serayu Hilir mencapai 180,272 ton/ha/tahun dan diklasifikasikan ke dalam tingkat bahaya erosi kelas berat (kelas IV). Penelitian yang dilakukan oleh Malik (2006) menunjukkan bahwa umur layanan operasi waduk Mrica berdasarkan metode *dead storage* adalah 10,43 tahun dengan volume *dead storage* waduk adalah 45 juta m³. Sedangkan umur layanan operasi waduk Mrica menggunakan metode *the empirical area reduction method* adalah 41 tahun dengan volume sedimen sebesar 181.22 juta m³.

Hasil-hasil penelitian tersebut di atas menunjukkan bahwa telah terjadi peningkatan laju sedimentasi sehingga mempercepat pendangkalan waduk yang pada akhirnya adalah akan mempersingkat umur layanan operasi waduk Mrica. Menurut Sudjarwadi (1995), bahwa waduk di daerah tropika basah mempunyai persoalan sedimentasi yang cukup cepat. Hal ini diyakini bahwa pada daerah tropis basah mempunyai curah hujan yang cukup tinggi dan menyebabkan terjadinya laju erosi Daerah Aliran Sungai (DAS) yang tinggi, sehingga aliran sungai juga akan membawa angkutan sedimen yang cukup tinggi pula. Kondisi demikian diperparah dengan adanya sistem pengolahan lahan yang keliru terutama di hulu DAS Serayu tepatnya di daerah Dieng, Kabupaten Wonosobo. Demikian

juga dinyatakan oleh Johnson, et.al, (2000) bahwa proses erosi sangat dipengaruhi oleh gerakan air, angin, dan kegiatan geologis lainnya.

Penelitian terdahulu telah banyak mengupas tentang bagaimana pengaruh sedimentasi yang terjadi pada waduk Mrica itu sendiri (*insitu*) dan penelitian yang mengenai tentang kejadian sedimentasi itu sendiri di Indonesia semuanya membahas tentang bagaimana sedimen tersebut terjadi, besarnya dalam aliran serta sebarannya namun hal yang sebenarnya lebih utama adalah tentang dari mana sedimen tersebut berasal?, daerah mana yang menjadi akar permasalahan dari sedimentasi itu sendiri? Sedangkan di negara luar issue ini telah berkembang dengan pesat dan telah banyak dilakukan pendekatan untuk menemukan sumber masalah dari sedimentasi yang ada di aliran sungai. Hal ini menarik penulis untuk mengkaji hal yang sebenarnya menjadi sumber masalah dari sedimentasi yang berada di waduk tersebut. Kali Lumajang merupakan salah satu anakan sungai Serayu. Dimana segala macam proses hidrologi yang terjadi di Kali Lumajang pastinya akan memiliki dampak langsung ataupun tidak langsung terhadap sistem hidrologi DAS nya. Sehingga dapat dikatakan bahwa perubahan hidrologis yang terjadi di kali ini akan turut berdampak pula pada kondisi hidrologis waduk Mrica.

Pendekatan yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan melihat pengukuran suspended sedimen yang terkandung dalam aliran sungai. Dimana dari hasil pengukuran tersebut akan dilakukan analisa korelasi dengan debit aliran sungai yang mengalir sehingga dalam sebuah kurva hidrografnya nanti akan terlihat sebuah korelasi antara debit aliran dengan suspended sedimen, dari hasil ini peneliti juga akan mengungkapkan seberapa besar kemungkinan laju sedimentai yang akan mengalir menuju waduk Mrica melalui aliran Kali Lumajang. Kemudian untuk menemukan sumber penghasil material sedimentasi peneliti akan melakukan uji laboratorium dengan pendekatan *grain size analysis* untuk mendapatkan persentase kandungan material sedimen yang kemudian akan diidentifikasi dengan melihat tingkat bahaya erosi (TBE) serta jenis tanah yang ada disekitar DA Kali Lumajang. Dengan begitu akan teridentifikasi sebuah daerah yang menjadi sumber utama dari sedimentasi yang ada di DA Kali Lumajang.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk 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 DA Kali Lumajang. Dengan analisa uji material ini penulis juga ingin mengetahui sumber masalah utama dari penggunaan tanah yang mensuplai sedimen ke dalam aliran Kali Lumajang. Penelitian ini diharapkan juga dapat digunakan sebagai acuan dalam pengelolaan dan pelestarian DAS yang berada disekitar waduk Mrica guna kelangsungan hidup dari waduk itu sendiri.

1.3 Pertanyaan Penelitian

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

1. Bagaimana hubungan besarnya konsentrasi *suspended sediment* dengan debit aliran Kali Lumajang ?
2. Dimana letak sebaran wilayah sumber sedimen yang terbentuk berdasarkan analisa *grain size sedimen*, *indeks vegetasi (NDVI)*, dan *tingkat bahaya erosi* ?

1.4 Batasan dan Definisi Operasional

1. Wilayah penelitian meliputi DA Kali Lumajang yang masih merupakan satu kesatuan daerah aliran sungai dengan DAS Serayu, yang terletak pada Kabupaten Banjarnegara, Provinsi Jawa Tengah. Dengan satuan wilayah penelitiannya berupa DAS.
2. Variabel yang akan digunakan dalam penelitian ini terbagi menjadi dua macam variabel, yaitu variabel fisik meliputi debit sungai (Q), sediment load/suspended sedimen (S), curah hujan, kelerengan, ketinggian, jenis tanah dan Tingkat bahaya erosi (TBE). Dan variabel sosial yang meliputi penggunaan tanah.
3. Sediment load dalam penelitian ini adalah jumlah sedimen yang terangkut aliran sungai dan nilai sediment load tersebut di dapat dari pengukuran primer serta pengukuran stasiun hidrologi.

- Perhitungan aliran sedimen (Q_s) akan didapatkan melalui proses perhitungan serta pengukuran data di lapangan dimana akan dilakukan penukuran berupa tinggi muka air sungai (MA), debit aliran (Q_w), dan konsentrasi sedimen dimana hubungan antara variabel tersebut didapatkan dalam rumus :

$$Q_s = 0,0864 \times C \times Q_w$$

Dengan begitu kita akan mengetahui jumlah debit aliran sedimen (Q_s) yang terjadi dan dapat dilakukan uji korelasinya dengan debit aliran.

- Suspended sediment* yang dimaksud dalam penelitian ini adalah sedimen melayang atau material hasil erosi yang terkandung dalam aliran air sungai yang menjadi sarana transportasi sedimen. Biasanya ukuran dari partikel suspended sedimentasi berukuran kecil sehingga materialnya terlarut di dalam aliran sungai.
- Tingkat Bahaya Erosi (TBE) yang dimaksud dalam penelitian ini adalah nilai kerentanan dari sebuah wilayah untuk terjadinya erosi. TBE didapatkan melalui proses perhitungan USLE dengan memperhatikan beberapa unsure pembentuk utama seperti erosivitas hujan, erodibilitas tanah, indeks LS, faktor C dan P wilayah.
- Analisis *grain size sedimen (analisa butiran)* dalam penelitian ini merupakan sebuah analisis pendekatan yang memperhitungkan besaran material (fraksi material sedimentasi seperti pasir, liat dan lempung) yang terkandung di dalam konsentrasi sedimen terukur yang kemudian akan dilakukan identifikasi kecocokan dengan melihat perbandingan material jenis tanah yang memiliki tingkat bahaya erosi tertentu.
- Persentase Material sedimentasi dalam penelitian ini adalah merupakan nilai komposisi dari jenis-jenis material yang terkandung dari konsentersasi sediment yang terukur dan diekstraksi dari uji laboratorium.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penggunaan Tanah

Sandy (1977) mengatakan bahwa penggunaan tanah merupakan indikator dari aktifitas masyarakat di suatu tempat. Ini berarti tindakan manusia terhadap tanah untuk memenuhi kebutuhan hidupnya akan nampak dari penggunaan tanahnya.

Penggunaan tanah pada hakekatnya merupakan perpaduan dari faktor sejarah, faktor fisik, faktor sosial budaya, dan faktor ekonomi terutama letak (Sandy, 1985). Di muka bumi tempat yang satu dengan yang lain mempunyai kondisi fisik dan non fisik yang berbeda. Hal ini akan menyebabkan jenis-jenis penggunaan tanah daerah yang satu dengan yang lain akan berbeda pula. Ada tiga faktor yang mempengaruhi penggunaan tanah secara umum, yaitu :

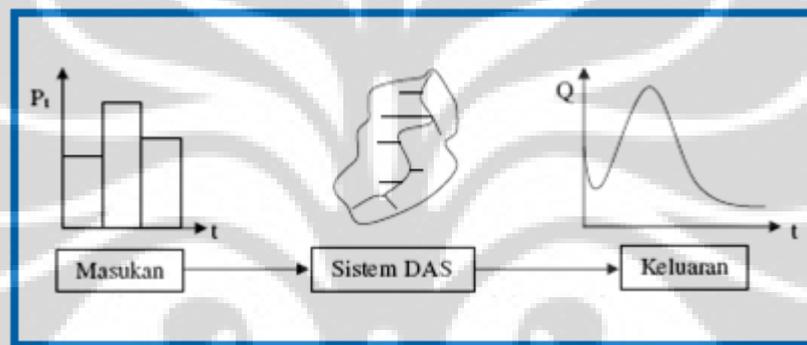
1. Yang menentukan penggunaan tanah untuk suatu bidang usaha bukan sifat fisik tanahnya, melainkan manusianya.
2. Faktor lokasi dan aksesibilitas, merupakan faktor pembatas penggunaan tanah yang lain yang mempengaruhi nilai strategis suatu tempat, sehingga mempengaruhi penduduk untuk menetap dan melakukan kegiatan ekonomi. Sandy (1995) menyatakan bahwa semakin jauh suatu tempat dan pusat usaha, semakin berkurang penggunaan tanah non pertaniannya.
3. Faktor manusia merupakan faktor penting yang mempengaruhi penggunaan tanah suatu wilayah.

2.2 Sistem DAS

Daerah aliran sungai (DAS) adalah sebuah kawasan yang dibatasi oleh pemisah topografis, yang menampung, menyimpan dan mengalirkan curah hujan yang jatuh di atasnya ke sungai utama yang bermuara ke danau atau lautan

(Manan, 1979:121). DAS dapat memberikan respon hidrologis berupa erosi, sedimentasi, *run-off*, dan pengangkutan nutrient yang berbeda-beda terhadap hujan yang jatuh di atasnya. Proses-proses hidrologi yang terjadi tergantung dari kondisi tanah, air, dan tanaman yang bergabung membentuk parameter-parameter pendukung di dalam DAS.

Parameter-parameter tersebut adalah penutupan tanaman, jenis pengelolaan lahan, kekasaran permukaan tanah, kemiringan lahan, panjang lereng, tekstur tanah, kadar air tanah, porositas tanah, kapasitas lapang, erodibilitas tanah, dan kondisi saluran (Arsyad, 1989:71-104).



Gambar 2.1 Sistem Input-output pada suatu DAS (Jayadi,2000)

2.3 Hujan DAS

Hujan merupakan komponen masukan yang paling penting dalam proses analisis hidrologi, karena kedalaman curah hujan (*rainfall depth*) yang turun dalam suatu DAS akan dialihragamkan menjadi aliran di sungai, baik melalui limpasan permukaan (*surface runoff*), aliran antara (*interflow, sub-surface runoff*), maupun sebagai aliran air tanah (*groundwater flow*) (Sri Harto, 1993). Proses pembentukan hujan terjadi karena tersedianya udara lembab yang biasanya terjadi karena adanya gerakan udara mendatar, terutama sekali yang berasal dari atas lautan, yang dapat mencapai ribuan kilometer. Terangkatnya udara ke atas dapat terjadi dengan 3 cara yaitu hujan konvektif, hujan siklon (*cyclonic*) dan hujan orografik (*orographic rainfall*).

DA Kali Lumajang sebagai daerah penelitian analisis sediment budget berada di lereng gunung Prah. Secara geografis termasuk dalam daerah beriklim

tropik, sehingga jenis hujan yang terjadi kemungkinan besar adalah hujan tipe siklon dan orografik (Suroso dan Hery, 2005). Untuk memperoleh besaran hujan yang dapat dianggap sebagai kedalaman hujan, diperlukan sejumlah stasiun hujan dengan pola penyebaran yang telah diatur oleh WMO (*World Meteorological Organisation*). Alat pengukur hujan terdiri dari dua jenis, yaitu alat ukur hujan biasa (*manual raingauge*) dan alat ukur hujan otomatis (*automatic raingauge*) (Sri Harto, 1993). Pengukuran hujan di stasiun-stasiun hujan merupakan hujan titik (*point rainfall*), sedangkan informasi yang dibutuhkan dalam analisis adalah hujan yang terjadi dalam suatu DAS tertentu (*catchment rainfall*). Untuk memperkirakan hujan rata-rata DAS dapat dilakukan dengan beberapa metode sebagai berikut ini (Chow dan Maidment, 1988; Sri Harto, 2000).

2.4 Metode Garis Isohyet

Metode ini dipandang lebih baik tetapi bersifat subyektif dan tergantung pada keahlian, pengalaman dan pengetahuan pemakai terhadap sifat curah hujan di wilayah setempat. Perhitungan dilakukan dengan menghitung luas wilayah yang dibatasi garis isohyet dengan planimeter. Curah hujan wilayah dihitung berdasarkan jumlah perkalian antara luas masing-masing bagian isohyet (A_i) dengan curah hujan dari setiap wilayah yang bersangkutan (R_i) kemudian dibagi luas total daerah tangkapan air (A). Secara matematik persamaan tersebut sebagai berikut :

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{R_{i-1} + R_i}{2} \right) A_i}{A} \quad (2.1)$$

Dimana :

R = curah hujan rata-rata wilayah atau daerah

$i R$ = curah hujan di stasiun pengamatan ke- i

$i-1 R$ = curah hujan di stasiun pengamatan ke- $i-1$

2.5 Pengukuran Debit

Menurut Soemarto (1987) debit diartikan sebagai volume air yang mengalir per satuan waktu melewati suatu penampang melintang palung sungai,

pipa, pelimpah, akuifer dan sebagainya. Data debit diperlukan untuk menentukan volume aliran atau perubahan-perubahannya dalam suatu sistem DAS. Data debit diperoleh dengan cara pengukuran debit langsung dan pengukuran tidak langsung (Sri Harto, 2000). Dalam penelitian ini pengukuran debit dilakukan dengan pengukuran otomatis/langsung dan hasil pengukuran debit stasiun Banjarnegara.

Pengukuran debit aliran akan dilakukan dengan mengukur beberapa parameter utama yang mencakup tinggi muka air sungai, kedalaman sungai, kecepatan aliran, lebar badan sungai dan debit aliran sungai. Tahapan yang akan dilalui dalam proses pengukuran debit aliran adalah sebagai berikut ini :

Pengukuran elevasi muka air ini dilakukan dengan menggunakan *AWLR (Automatic Water Recorder)*. Pengukuran ini memiliki ketelitian lebih tinggi dibandingkan dengan pengukuran menggunakan papan duga ataupun dengan tongkat duga. Hal tersebut dikarenakan gangguan olakan serta gelombang dieliminasi oleh pipa/sumur. Alat ini terdiri dari instrument pencatat yang ditempatkan pada stasiun hidrologi DAS yang dihubungkan dengan sumur atau pipa pengamat. Rasio antara luas penampang sumur dengan luas pipa tidak boleh terlalu besar untuk menghindari adanya perbedaan elevasi muka air sungai dengan elevasi muka air di sumur pengamat. Hal ini dapat terjadi pada saat terjadi kecepatan aliran yang cukup besar di sungai. Dari stasiun hidrologi DA Kali Lumajang ini juga akan didapatkan data tentang pengukuran kedalaman sungai, kecepatan aliran serta debit aliran yang akan mengalir di dalam sungai tersebut.

2.6 Sedimentasi Sungai

Sedimen adalah hasil proses erosi, baik berupa erosi permukaan, erosi parit, atau jenis erosi lainnya, sedimen umumnya mengendap di bagian bawah kaki bukit, di daerah genangan banjir, di saluran air, sungai dan waduk. Hasil sedimen (*sediment yield*) adalah besaran sedimen yang berasal dari erosi yang terjadi di daerah tangkapan air yang diukur pada periode waktu dan tempat tertentu. Hasil sedimen biasanya diperoleh dari pengukuran sedimen terlarut dalam sungai (*suspended sediment*) atau pengukuran langsung di dalam waduk.

2.7 Sumber-Sumber Sedimentasi

Erosi tanah di daerah tropis pada umumnya merupakan erosi fluvial, yang disebabkan oleh aliran permukaan pada saat hujan. Banyak sedikitnya material tanah yang terangkut, sebenarnya merupakan hasil perpaduan berbagai faktor. Namun, kecepatan aliran permukaan yang merupakan fungsi dari kemiringan lahan (lereng) adalah faktor utama penentu yang memungkinkan terjadinya proses pengikisan dan pengangkutan material tanah (Sandy, 1982).

Beberapa faktor penyebab terjadinya sedimen di aliran sungai dapat dikelompokkan menjadi 5 (lima) bagian besar, yaitu :

- a. Kelerengan
- b. Penggunaan Tanah
- c. Erodibilitas Tanah
- d. Curah Hujan
- e. Budidaya Perairan

2.8 Karakteristik Sedimentasi

Menurut Hayes (1978) dalam Rifana (2006), material hasil erosi yang terbawa melalui aliran sungai, yaitu '*sediment transport*' (selanjutnya disebut transpor sedimen) dapat dikelompokkan berdasarkan asal material melalui proses erosi dan mekanisme terbawanya sedimen oleh aliran sungai. Berdasarkan asal material (yang terbawa dalam proses erosi), transpor sedimen dapat dibagi 2 (dua) jenis, yaitu :

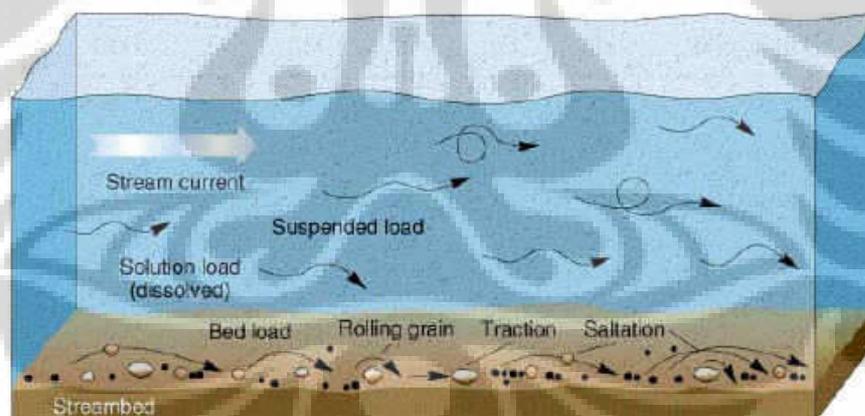
- a. *Wash load*, yaitu material sedimen yang terbawa oleh air hujan dari DAS dan masuk ke dalam sungai - sungai.
- b. *Bed material*, yaitu material sedimen yang diperoleh dari pengikisan dasar sungai oleh aliran sungai.

Berdasarkan mekanisme terbawanya transpor sedimen di dalam aliran sungai dapat dibagi menjadi 2 (dua) jenis, yaitu :

- *Suspended load*, material yang terbawa dalam keadaan melayang di dalam aliran air, berasal dari material '*wash load*' dan '*bed material*'.
- *Bed load*, material yang terbawa dengan cara bergeser, bergulir atau melompat - lompat, hanya berasal dari material dasar sungai.

Berdasarkan jenis-jenis pengendapan transport sedimen terbagi atas 3 bagian yaitu:

- *Wash load* merupakan partikel - partikel terkecil dari tanah lempung dan debu. Di dalam aliran air tetap berada dalam bentuk suspensi sampai mencapai laut atau terjebak '*oxbow lake*' atau danau / waduk dengan aliran air yang lambat.
- *Suspended load*, yaitu terdiri dari butiran - butiran pasir yang halus. '*Suspended load* berasal dari '*wash load*' dan '*bed material*' dalam bentuk suspensi. Tetap akan berada dalam bentuk suspensi karena berat butirannya sama dengan atau lebih kecil dari daya angkut aliran turbulensi air di sungai. jika gaya tersebut menurun maka sebagian '*suspended load*' akan mengendap. Dari gambar terlihat bahwa semakin ke bawah konsentrasi '*suspended load*' makin meningkat. Ini menunjukkan material butiran tersebut terbawa air disebabkan gaya yang lebih besar atau sama dengan gaya tarik bumi terhadap material tersebut.

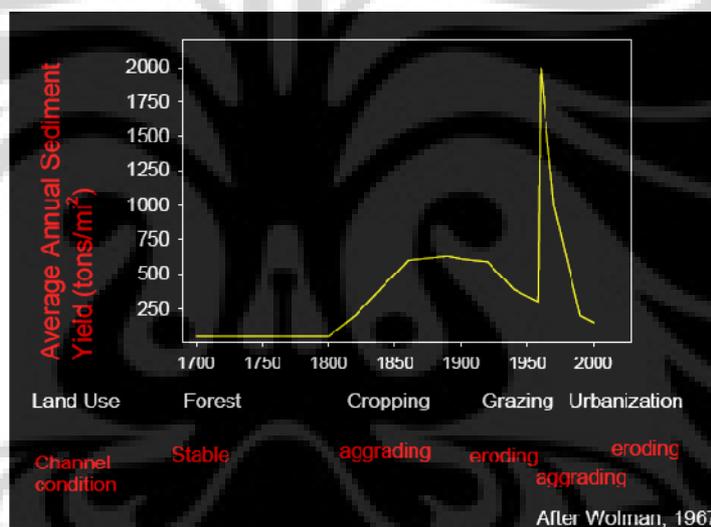


Gambar 2.2 Jenis Sedimen berdasarkan Pergerakan Transport Sedimen (“Stream”, 2009)

- *Bed load* merupakan '*bed material*' dengan ukuran butir lebih besar. Bergerak dengan cara menggelinding atau bergeser di dasar sungai. Mempunyai hubungan yang sangat kuat dengan kecepatan aliran air. Semakin tinggi kecepatan aliran air maka ukuran butiran yang dapat terbawa semakin besar.

Pembendungan aliran sungai menyebabkan kecepatan arus air yang memasuki daerah yang tergenang menurun sampai mendekati nol. Hal itu menyebabkan daya angkut air terhadap material hasil erosi juga menurun drastis, terutama material *'bed load'* dan *'suspended load'*. *Bed load'* dengan segera mengendap kemudian diikuti oleh material *'suspended load'* menempati bagian hulu waduk. Seiring dengan aliran air yang lambat menuju bendungan atau dam, material *'wash load'* secara perlahan turun ke dasar waduk sehingga sebagian besar material erosi akan mengalami proses sedimentasi sebelum air tersebut keluar dari bendungan.

Menurut After wolman (1967), rata-rata sedimen akan terus meningkat seiring dengan meningkatnya perubahan penggunaan tanah dari hutan menjadi pertanian dan perkebunan. Seperti yang ia gambarkan dalam grafik di bawah ini :



Gambar 2.3 Hubungan perubahan penggunaan tanah terhadap kejadian sedimen (Wolman , 1967)

2.9 Pengukuran Sedimen

Pengukuran sedimen adalah merupakan cara untuk mengetahui jumlah muatan sedimen yang terdapat di dalam suatu aliran sungai. Dimana dalam prosesnya pengukuran ini akan menggunakan alat pengukuran yang memiliki standarisasi internasional. Suatu informasi tentang kapasitas angkutan sedimen pada suatu sungai adalah hal yang penting pada teknik sungai, karena informasi ini akan diperlukan untuk menganalisa perubahan morfologi sungai maupun analisa perubahan morfologi sungai maupun perilaku sungai. Total transport

sediment biasanya akan berupa angkutan melayang (suspended load), dan angkutan dasar (bed load).

Suspended load adalah material yang dibawa oleh air di atas lapis dasar, terdiri dari material-material yang melayang-layang untuk waktu tertentu, dapat berupa material pasir dan material lain yang lebih halus seperti lempung dan lanau. Sedang bed load adalah material yang dibawa oleh air melalui lapisan dasarnya, dengan cara meloncat, menggeser, atau menggelinding.

Beberapa alat ukur untuk sediment dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu:

1. Bed material sampler

Alat ini dipakai untuk mengambil tanah dasar sungai, untuk kemudian dianalisa tentang sifat-sifatnya. Pengambilan material dasar dapat dengan dua cara, yaitu dengan mengeruk sepanjang dasar atau dengan menggali kedasar sungai sampai kedalaman tertentu

2. Bed load sampler

Pengukuran bed load sampler ini sangat sulit karena alat yang dimasukkan sering mengganggu aliran pada lapisan dasar, sehingga bed load yang diukur kurang mendekati keadaan yang sebenarnya. Biasanya hasilnya perlu dikombinasi dengan perhitungan bed load secara teoritik.

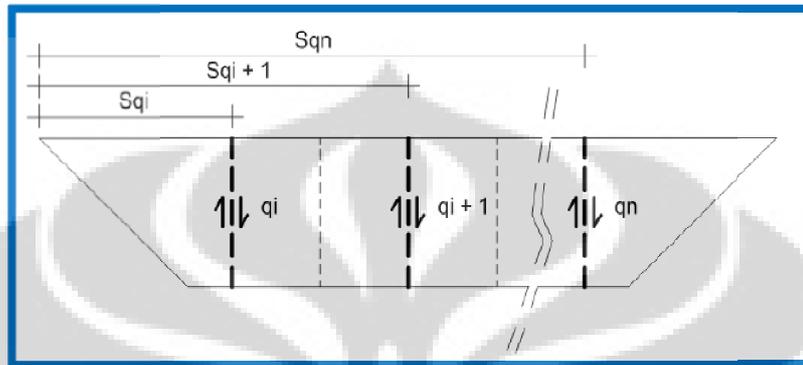
3. Suspended load sampler

Biasanya berupa “integrating sampler”, yaitu menangkap langsung sediment melayang pada berbagai kedalaman. Pengukuran muatan sedimen atau sedimen melayang dilakukan dengan cara pengambilan sampel air melalui alat *sediment sampler U.S.DH 95*.

Pada cara pengukuran muatan sedimen akan dilakukan dengan teknik *depth-integrating*, alat ukur sedimen diikatkan dengan alat bantu berupa bridge crane/kontrol tetap yang berada di atas jembatan guna mempermudah proses pengambilan sampel material suspended load yang ada didalam aliran sungai. Proses pengambilan sampel dilakukan dengan menurunkan alat secara perlahan kedalam aliran sungai dan hadapan nozel botol menghadap kearah datangnya arus, lalu pengambilan sampel juga menggunakan metode *depth-integrating* atau berorientasi terhadap tingkat kedalaman sungai. Proses penurunan serta penarikan sampel dilakukan dengan kecepatan dan waktu yang hampir bersamaan.

Kecepatan gerak tergantung pada kecepatan aliran sungai. Semakin deras aliran air, semakin cepat gerakan yang harus dilakukan. Besarnya sampel air untuk sekali penukaran diusahakan kurang lebih 2/3 isi botol (Gordon et al., 1992).

Penetapan titik pengambilan, digambarkan dan dirumuskan sebagaimana gambar di bawah ini :



Cat : S_{qi} adalah jarak antara titik pengambilan terhadap titik awal

Gambar 2.4 Sketsa titik pengambilan sampel.(SNI-3414, 2008)

Rumus-rumus yang digunakan dalam metode pengambilan sedimen melayang ini, sebagai berikut:

$$q_i = \frac{Q}{n} ; \quad q_{qi} = \frac{q_i}{2} ; \quad S_{qi} = \sum_{i=1}^n q_i + q_{qi} \quad (2.2)$$

dengan pengertian :

Q adalah debit di suatu penampang melintang sungai m³/det;

q_i adalah debit pada setiap sub penampang ke i , m³/det;

q_{qi} adalah debit tengah pada setiap sub penampang melintang ke i , m³/det;

S_{qi} adalah debit pada seksi ke i , m³/det;

i adalah 1, 2, 3, 4, 5,..... n ; i tanda adalah bagian penampang

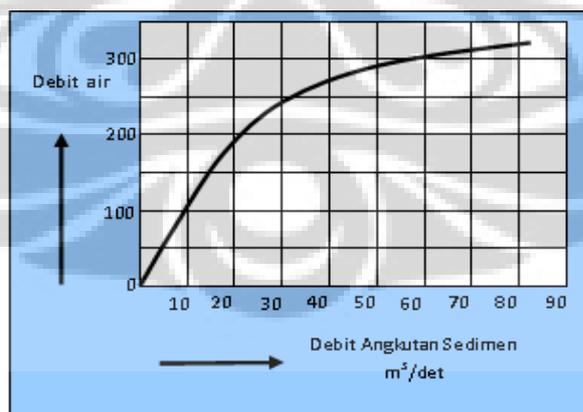
n adalah jumlah vertikal pengambilan di suatu penampang melintang.

Catatan: Rumus di atas adalah rumus yang digunakan dalam metode *EDI* (*Equal Discharge Increment*), yaitu pengambilan contoh sedimen yang dilakukan pada titik tengah pada sub-sub penampang yang mempunyai debit sama besar.

2.10 Hubungan Debit dan Sedimen

Teori tentang penentuan kondisi DAS berdasarkan angkutan sedimen adalah suatu teori pendekatan untuk menarik kesimpulan kondisi DAS. Ilmu adalah suatu cara untuk mendapatkan suatu informasi yang dilakukan berdasarkan suatu tahapan-tahapan yang logis, dimana apabila setiap tahapan diyakini kebenarannya, maka secara keseluruhan tahapan akan diyakini benar, dan hasil dari tahapan tersebut dapat dibuktikan secara empiris. Syarat-syarat yang harus dipenuhi untuk mendapatkan hubungan antara debit dengan sedimentasi sungai adalah sebagai berikut ini :

1. Pengukuran angkutan sedimen dilakukan bersama-sama dengan pengukuran debit aliran pada satu penampang tertentu, sehingga dapat ditarik hubungan antara besar debit dengan besar angkutan sedimen. Penentuan besarnya kandungan sedimen pada debit tertentu dilakukan dengan mengambil sample air sungai kemudian membawanya ke laboratorium untuk dilakukan pengukuran berat sedimen. Jumlah pengambilan sample disesuaikan dengan jumlah pembagian pias dalam pengukuran debit
2. Pengukuran angkutan sedimen dan pengukuran debit di atas dilakukan berkali-kali pada ketinggian permukaan air sungai yang berbeda-beda sehingga akan diperoleh hubungan antara debit aliran dengan angkutan sedimen seperti grafik di atas.



Gambar 2.5 Hubungan debit aliran dan debit sedimen (Anwar, 2001)

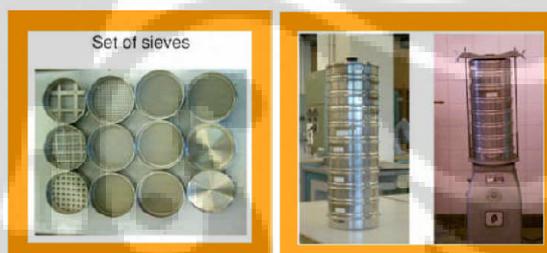
3. Berdasarkan grafik hubungan antara debit aliran dengan debit angkutan sedimen maka dapat dihitung besar angkutan sedimen setiap saat dalam setahun. Demikian pula besar angkutan sedimen per hektar, per tahun dapat

dihitung dengan membagi total angkutan sedimen dengan luas DAS yang diteliti.

2.11 Analisa Grain Size dengan Metode Ayakan Sieves

Analisa saringan agregat (Sieves) menurut Standar Nasional Indonesia (SNI 03-1968-1990) ialah penentuan persentase berat butiran agregat yang lolos dari satu set saringan kemudian angka-angka persentase di-gambarkan pada grafik pembagian butir. Metode ini digunakan untuk menentukan pembagian butir (gradasi) agregat halus dan agregat kasar dengan menggunakan saringan, tujuannya untuk memperoleh distribusi besaran atau jumlah persentase butiran. Di laboratorium, sampel air tersebut akan disaring dengan menggunakan kertas saring dengan ukuran yang sesuai dengan tingkat akurasi data yang diinginkan. Di bawah ini adalah beberapa kriteria jenis ayakan sieves dengan beberapa tingkat saringan yang akan digunakan dalam pengukuran ini.

NO. AYAKAN	DIAMETER LUBANG AYAKAN (mm)
4	4.75
6	3.35
8	2.36
10	2.00
20	0.85
30	0.60
40	0.425
50	0.30
60	0.25
80	0.18
100	0.15
140	0.106
170	0.088
200	0.075



Gambar 2.6 Spesifikasi ayakan sieves dan beberapa alat penunjang lainnya.

Selain ayakan sieves alat lainnya yang akan digunakan adalah berupa oven, timbangan mikro, alat pemisah, mesin pengguncang, dan juga kertas filter. Adapun langkah-langkah yang akan ditempuh untuk mendapatkan nilai dari komposisi material penyusun suspended sedimen tersebut menurut Departemen Pekerjaan Umum dalam SNI 03-1968-1990 adalah sebagai berikut ini :

- Kertas saring yang akan digunakan terlebih dahulu dimasukan kedalam oven, dengan mengambil sampel sebanyak 30 buah untuk ditimbang, lalu dirata-rata sehingga diperoleh berat rata-rata kertas saring kosong kering.
- Air sampel yang berada dalam sampel di dalam botol sampel disaring dengan kertas saring kering dan corong.
- Materi sedimentasi tersaring yang berada dalam kertas filter basah diletakan kedalam oven untuk dikeringkan .
- Setelah materi sedimentasi+kertas filter basah tadi kering, kemudian dilakukan penimbangan kembali. Beratnya dicatat.
- Lalu untuk memisahkan jenis butiran yang terkandung didalam konsentrasi sedimen tersebut maka materi sediemen yang telah dioven tersebut diletakkan kedalam ayakan sieves yang telah disusun menurut tingkatan saringannya dan dilakukan proses pengayakan dengan alat bantu penggocang.
- Setelah itu didapatkanlah butiran-butiran yang telah tersaring menurut ukurannya yang kemudian akan ditimbang kembali beratnya dan akan diklasifikasikan menurut ukurannya, sehingga didapatkan sebuah nilai persentase dari perbandingan material penyusunnya.

Berat materi sedimentasi kering dan kertas filter kering dikurangi dengan berat kertas filter kering kosong merupakan berat bersih konsentrasi kandungan bahan sedimentasi terukur. Kemudian dari tiap botol pengukuran untuk tiap kejadian hujan, dirata-rata untuk mendapatkan berat rata-rata konsentrasi sedimen untuk setiap kejadian hujan.

2.12 Pemetaan Tingkat Bahaya Erosi

Salah satu penyebab munculnya sedimen yang terkandung di dalam aliran sebuah DAS adalah karena faktor erosi yang terjadi disekitar wilayah DAS. Erosi yang berkerja pada tanah, mengikis zarah tanah dan menyalurkannya kedalam aliran sungai. Hal ini terjadi karena beberapa faktor diantaranya adalah faktor curah hujan, penggunaan tanah, kemiringan lereng, jenis tanah yang ada dan lain sebagainya. Pemetaan tungkat bahaya erosi dilakukan untuk mengidentifikasi secara spasial wilayah mana saja yang memiliki kecenderungan mensuplai

material erosi kedalam sebuah aliran sungai yang akan menjadi bahan sedimentasi yang ada disungai tersebut.

Patokan dasar yang digunakan dalam penentuan wilayah sumber material sedimentasi ini adalah tingkat bahaya erosi. Bahaya erosi pada dasarnya adalah suatu perkiraan jumlah tanah hilang maksimum yang akan terjadi pada sebidang lahan bila pengelolaan tanaman dan konservasi tanah tidak mengalami perubahan dalam jangka waktu yang panjang. Dalam hal ini perkiraan jumlah tanah hilang maksimum diperhitungkan dengan rumus yang telah dikembangkan oleh Smith dan Wischmeier atau dikenal sebagai Universal Soil Loss Equation (USLE) dan dituangkan dalam rumus :

$$A = R \cdot K \cdot LS \cdot C \cdot P \quad (2.3)$$

Pengertian rumus tersebut sebagai berikut :

A : Jumlah tanah hilang maksimum dalam ton/ha/tahun

R : Faktor erosivitas hujan

K : Faktor erodibilitas tanah

LS : Faktor indeks panjang dan kemiringan lereng

C : Faktor indeks pengelolaan tanaman

P : Faktor indeks konservasi tanah

- R atau faktor erosivitas hujan dapat dihitung dengan menggunakan peta Iso – erodent yang dibuat Bols tahun 1978 (Jawa dan Madura) atau menggunakan data curah hujan untuk penyusunan peta Iso – erodent. Dalam penentuan besarnya nilai R maka akan digunakan rumus yang dikemukakan oleh Bols (1978) dalam Asdak, 2002. Dengan rumus sebagai berikut ini :

$$EI_{30} = 6,12 (Rain)^{1,21} (Days)^{-0,47} (MaxP)^{0,53} \quad (2.4)$$

EI_{30} : erosivitas hujan rata-rata tahunan

$Rain$: curah hujan rata-rata tahunan (cm)

$Days$: jumlah hari hujan per tahun (hari)

$MaxP$: curah hujan maksimum rata-rata dalam 24 jam perbulan dalam kurun waktu 1 tahun.

- K atau faktor erodibilitas tanah menunjukkan resisten partikel tanah terhadap pengelupasan dan transportasi partikel-partikel tanah oleh adanya energi kinetik air hujan. Meskipun resistensi tersebut di atas akan bergantung pada topografi, kemiringan lereng dan besarnya gangguan oleh manusia. Besarnya erodibilitas atau resistensi tanah juga dibentuk oleh karakteristik tanah seperti; tekstur tanah, stabilitas agregat tanah, kapasitas infiltrasi dan kandungan bahan organik (chay asdak, 1995: 459).

Untuk mengetahui besarnya faktor erodibilitas (K) dapat juga digunakan tabel erodibilitas berdasarkan jenis tanah dan bahan induk penyusunnya yang ditetapkan oleh Pusat Penelitian Tanah, Bogor (chay asdak, 2002: 364). Berikut ini adalah angka erodibilitas menurut jenis tanah dan bahan induk penyusunnya.

Untuk mengetahui erodibilitas tanah menggunakan tabel erodibilitas berdasarkan pada jenis tanah yang ada di lapangan. Tabel erodibilitas berdasarkan jenis tanah sebagai berikut:

Tabel 2.1 Erodibilitas berdasarkan jenis tanah

Jenis Klasifikasi Tanah	Nilai K rata-rata
Latosol merah	0,12
Latosol merah kuning	0,26
Latosol coklat	0,23
Latosol	0,31
Regosol	0,12 – 0,16
Regosol	0,29
Regosol	0,31
Gley humic	0,13
Gley humic	0,26
Gley humic	0,20
Lithosol	0,16
Lithosol	0,29
Grumosol	0,21
Hydromorf abu-abu	0,20

Sumber: Asdak, 2002: 365

- Ls atau faktor kelerengan, faktor indeks topografi L dan S, masing-masing mewakili pengaruh panjang dan kemiringan lereng terhadap besarnya erosi. Panjang lereng mengacu pada aliran air permukaan yaitu lokasi berlangsungnya erosi dan kemungkinan terjadinya deposisi sediment. Dalam praktiknya L dan S dihitung sekaligus berupa faktor Ls. Tanah yang mempunyai topografi datar memiliki laju aliran permukaan yang kecil apabila dibandingkan dengan tanah yang mempunyai topografi yang berombak. Kecepatan aliran permukaan tanah yang memiliki kemiringan besar seta tidak tertutup tanah akan semakin cepat dengan daya kikis serta daya penghanyutan yang besar. Besarnya nilai Ls dapat diperoleh dengan menggunakan table dari Goldman. Besarnya nilai Ls pada table didasarkan pada keadaan panjang dan gradient kemiringan lereng di lapangan (Asdak, 2002: 371).

Tabel 2.2 Indeks LS berdasarkan kelas lereng

No.	Kelas Lereng (%)	Indeks LS
1	0 – 8 %	0,4
2	8 – 15 %	1,4
3	15 – 25 %	3,1
4	25 – 45 %	6,8
5	>45 %	9,5

Sumber : Asdak, 2002: 371

- Pengelolaan tanaman (C) dan pengelolaan dan konservasi tanah (P) kedua variabel ini akan dilakukan pendekatan dengan metode NDVI dimana nantinya akan didapatkan nilai dari indeks kerapatan vegetasi yang ada dan digunakan sebagai acuan untuk analisa penentuan wilayah tingkat bahaya erosi.

Setelah diketahui besar erosi menggunakan persamaan USLE tersebut kemudian diklasifikasikan seperti tabel di bawah ini :

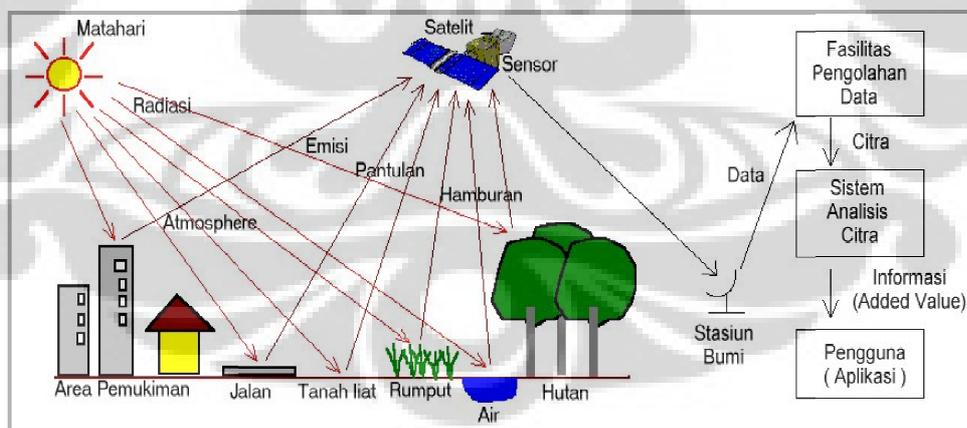
Tabel 2.3 Klasifikasi Tingkat Bahaya Erosi Permukaan

Kelas	Jumlah Erosi Permukaan (ton/ha/tahun)	Keterangan
I	<15	Sangat Ringan
II	>15 - <60	Ringan
III	>60 - <180	Sedang
IV	>180 - <480	Berat
V	>480	Sangat Berat

Sumber : Departemen Kehutanan ,1998

2.13 Pemanfaatan Citra Satelit Untuk Perubahan Penggunaan Tanah

Penginderaan jauh adalah suatu ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang obyek, daerah atau gejala dengan jalan menganalisa data yang diperoleh dengan menggunakan suatu alat tanpa terjadi kontak langsung terhadap obyek, daerah atau gejala yang dikaji. Pengamatan tanpa kontak langsung ini dilakukan dengan memanfaatkan energi elektromagnetik yang dipancarkan oleh obyek atau benda dari permukaan bumi. Energi elektromagnetik ini kemudian ditangkap oleh sensor yang berada dalam satelit, dimana satelit ini merupakan salah satu wahana pembawa sensor dalam sistem penginderaan jauh.



. Gambar 2.7 Sistem penginderaan jauh (Sutanto, 1994)

Analisis data penginderaan jauh memerlukan data rujukan seperti peta tematik, data statistik dan data lapangan. Hasil analisis yang diperoleh berupa informasi mengenai bentang lahan, jenis penutupan lahan, kondisi lokasi, dan kondisi sumber daya daerah yang diindera. Informasi tersebut bagi para pengguna

dapat dimanfaatkan untuk membantu dalam proses pengambilan keputusan dalam mengembangkan daerah tersebut. Keseluruhan proses mulai dari pengambilan data, analisis data hingga penggunaan data disebut Sistem penginderaan jauh.

Dalam penelitian ini jenis citra satelit yang dipakai adalah merupakan citra quickbird yang memiliki resolusi tinggi hingga mencapai 0.65 meter. Dimana citra tersebut memiliki spesifikasi sebagai berikut ini :

Satelit Quickbird memiliki dua jenis sensor, yaitu pankromatik (hitam putih) memiliki resolusi citra 60 – 70 cm dan untuk citra multispektral memiliki resolusi 2.4 – 2.8 meter. Dengan resolusi yang besar, berbagai detail yang terdapat di bumi, seperti gedung dan infrastruktur lainnya dapat dengan mudah dilihat. Citra dari Quickbird dapat diimport menjadi citra untuk penginderaan jauh (*remote sensing*) melalui proses editing yang dilakukan perangkat lunak, sehingga pada pemanfaatannya dapat digunakan untuk analisa di dalam GIS (*Geographic Information System*).

Tabel 2.4 Quickbird Spatial Resolution

	Description	Abbreviation	Resolution	Bandwidth
Black & White	Panchromatic	PAN	~0.6m	0.45 – 0.90 micrometers
Color	Band 1 (Blue)	VIS B	~2.4m	0.45 – 0.52 micrometers
	Band 2 (Green)	VIS G	~2.4m	0.52 – 0.60 micrometers
	Band 3 (Red)	VIS R	~2.4m	0.63 – 0.69 micrometers
	Band 4 (Near Infrared)	NIR	~2.4m	0.76 – 0.90 micrometers

Sumber : Satimaging.corp , 2009

2.14 Analisis NDVI dengan Citra Quickbird

Melalui perkembangan teknologi penginderaan jauh, manusia dapat mengetahui konsentrasi klorofil suatu vegetasi dalam wilayah tertentu di permukaan bumi dengan bantuan sebuah citra. Dengan menggunakan NDVI

(*Normalized Difference Vegetation Index*) dapat diketahui bagaimana indeks vegetasi dalam suatu citra.

Persamaan yang digunakan adalah:

$$\text{NDVI} = (\text{NIR} - \text{R}) / (\text{NIR} + \text{R}) \quad (2.5)$$

NIR = Near Infrared Band value

R = Red Band value.

Salah satu contoh aplikasi data penginderaan jauh adalah untuk melihat indeks vegetasi dan mengestimasi jumlah kerapatan vegetasi yang ada di suatu wilayah. NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) merupakan metode yang sering digunakan untuk memanfaatkan data spektral indeks vegetasi (*Spectral Vegetation Index* (SVI)) dari penginderaan jauh. Spektral indeks vegetasi dari data penginderaan jauh terbentuk karena adanya perbedaan pantulan gelombang dari daun tanaman hidup dengan objek-objek yang lain dipermukaan bumi pada panjang gelombang hijau (*visible*) dan infra merah dekat (*invisible*). Dengan analisis inilah yang nantinya akan diketahui seberapa besar nilai kerapatan vegetasi yang terdapat di suatu wilayah yang dimana dari nilai kerapatan itulah yang akan mempengaruhi besaran erosi yang akan terjadi, sehingga dengan begitu akan kita ketahui daerah mana saja yang akan berpotensi menjadi daerah sumber material sedimentasi yang mengalir di DAS Lumajang.

2.15 Analisis Linear Regression Model

Metode analisis regresi linear ini terdiri dari dua jenis variabel, yaitu variabel tidak bebas (y) dan variabel bebas (x). Dimana untuk persamaan 1, perubahan penggunaan tanah adalah variabel bebas dan debit sungai adalah variabel tidak bebas/terikat, persamaan kedua, variabel bebasnya adalah debit sungai dan terikatnya adalah suspended sedimen.

Asumsi yang digunakan dalam persamaan regresi linear sederhana adalah sebagai berikut ini :

- a. Ada hubungan yang bersifat linear antara variabel tidak bebas (y) dan variabel bebas (x) dimana bentuk hubungan tersebut bersifat fungsional atau kausal.

- b. variabel bebas (x) bukan merupakan variabel acak melainkan berada di bawah kendali peneliti. Dengan demikian, persamaan regresi ini khususnya dapat diterapkan pada kondisi penelitian dengan rancangan percobaan dimana terjadi respon variabel y terhadap faktor-faktor yang diamati, misalnya, faktor waktu, suhu, curah hujan, debit aliran.
- c. Sebaran populasi bersifat normal dan besarnya angka-angka varians dari populasi yang berbeda kurang lebih sama.

Selain linear, analisis regresi sederhana juga memungkinkan terbentuknya hubungan non-linear (parabola, eksponensial, logaritma). Model umum regresi linear sederhana yang menggambarkan respon variabel y oleh adanya perubahan variabel bebas x adalah sebagai berikut ini :

$$y = \beta_0 + \beta_1 x + \varepsilon \quad (2.6)$$

y : variabel tidak bebas

x : variabel bebas

β_0, β_1 : koefisien regresi

Dalam model ini, β_1 mewakili besarnya sudut garis regresi dan β_0 mewakili titik persinggungan atau perpotongan antara garis regresi dengan sumbu y (y -intercept). Sebaran data (*scatter plots*) dari data yang dikumpulkan dari lapangan (y_i versus x_i) disarankan untuk dijadikan langkah awal untuk mengkaji apakah harga y naik atau turun dengan adanya perubahan variabel x . Dengan memanfaatkan perhitungan kalkulus, besarnya β_0 dan β_1 dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\beta_1 = \frac{\sum x_i y_i - \{(\sum x_i)(\sum y_i)\} / n}{\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2 / n} \quad (2.7)$$

dan

$$\beta_0 = \bar{y} - \beta_1 \bar{x} \quad (2.8)$$

x_i dan y_i adalah angka pengamatan di lapangan, n = adalah jumlah data yang dikumpulkan; dan \bar{x} dan \bar{y} adalah angka-angka nilai tengah dari data yang dikumpulkan. Ada beberapa cara untuk menentukan seberapa jauh model matematis regresi sederhana mampu menjabarkan keterkaitan data yang ada. Sesuai atau tidaknya model matematis tersebut dengan data yang digunakan dapat

ditunjukkan dengan mengetahui besarnya nilai r^2 atau juga disebut sebagai koefisien determinasi (*coefficient of determination*). Koefisien determinasi dalam statistika dapat diinterpretasikan sebagai proporsi dari variasi yang ada dalam nilai y dan dijelaskan oleh model persamaan regresi.

- *Analisis Korelasi*

Analisis korelasi adalah bentuk analisis (statistika) yang menunjukkan kuatnya hubungan dua variabel, misalnya fluktuasi debit (dependent variabel). Kedua variabel ini mempunyai hubungan sebab akibat. Koefisien korelasi (dari sampel) adalah ukuran kuantitatif untuk menunjukkan “kuat”nya hubungan antara dua variabel tersebut di atas.

Model persamaan regresi dianggap sempurna apabila nilai $r^2 = 1$. Sebaliknya apabila variasi yang ada pada nilai y tidak ada yang bisa dijelaskan oleh model persamaan regresi maka nilai $r^2 = 0$. Dengan demikian, model persamaan regresi dikatakan semakin baik apabila besarnya r^2 mendekati 1.

$$r^2 = \frac{\sum(x_i y_i) - \{(\sum x_i)(\sum y_i)\}/n}{[\sum x_i^2 - \{(\sum x_i)^2\}/n][\sum y_i^2 - \{(\sum y_i)^2\}/n]} \quad (2.9)$$

Dalam analisis regresi dan korelasi, utamanya adalah:

- (1) Menentukan apakah beberapa variabel yang ditelaah mempunyai kaitan (berkorelasi); atau
- (2) Mengembangkan suatu bentuk hubungan antara dua atau lebih variabel sehingga besarnya salah satu variabel dapat diprakirakan dari satu variabel atau kombinasi dari beberapa variabel yang lain.

Sebagai aturan umum dapat ditentukan bahwa korelasi antara dua variabel adalah dapat diterima apabila nilai signifikansi lebih kecil dari nilai α dalam hal ini dipakai taraf kesesuaian sebesar 0.05 dan apabila nilai signifikansi lebih besar dari nilai α maka tidak terdapat hubungan/ditolak. Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh variabel x terhadap y digunakan nilai r .

Analisis regresi ini akan dipergunakan untuk melihat hubungan debit aliran dan konsentrasi sedimen sungai atau biasa dikenal dengan “*sediment-discharge rating curve*”. Dengan menggunakan persamaan regresi kurva

berpangkat (*power curve*) dapat dibuat hubungan antara debit aliran dengan besarnya aliran sedimen di lokasi pengambilan sampel air (pos duga air Banjarnegara).

$$Q_s = a Q_w^b \quad (2.10)$$

Keterangan :

a (β_0) = *y-intercept*, kurva linear yang memotong sumbu *y*

b (β_1) = *slope*, sudut yang dibentuk oleh kurva linear dan sumbu *x*

Q_s = aliran sedimen

Q_w = debit aliran

Harga *a* diperoleh dari persamaan (2.8), besarnya diperkirakan diperoleh dengan menggunakan persamaan (2.7) dan besarnya korelasi (*r*) antara kedua variabel ditentukan dengan menggunakan persamaan (2.9). Pada kasus ini Q_w adalah variabel bebas (*x*) dan Q_s adalah variabel tidak bebas (*y*). (Asdak,2002).

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Metode Pendekatan Penelitian

Dalam penelitian ini DA Kali Lumajang merupakan sebuah objek yang menjadi sampel penelitian untuk mengetahui masalah utama dari sumber sedimentasi yang terjadi di Waduk Mrica. Dalam penentuan wilayah sumber material sedimen yang terjadi di Kali Lumajang, terdapat dua komponen utama yang menyusunnya, komponen tersebut adalah wilayah material erosi dan juga kejadian sedimen yang ada didalam aliran Kali Lumajang. Dari kedua komponen ini memiliki unsur pembentuknya yang mempengaruhi besaran sedimen yang ada. Wilayah material erosi merupakan wilayah yang terbentuk dari beberapa komponen fisik dan non-fisik DAS. Unsur-unsur tersebut diantaranya seperti curah hujan, ketinggian, kelerengan, TBE, jenis tanah, penggunaan tanah dan indeks kerapatan vegetasi (NDVI). Dengan analisis overlay komponen-komponen tersebut saling dihubungkan dan membentuk sebuah wilayah material erosi.

Kemudian yang tidak kalah pentingnya adalah kejadian sedimentasi yang ada dalam Kali Lumajang. Nilai persentase material sedimen yang terkandung didalam aliran Kali Lumajang merupakan hasil dari analisis butiran sedimen (*grain size sedimen*). Nilai persentase ini dipengaruhi oleh kondisi hidrologi DAS yang meliputi debit aliran serta suspended sedimen (nilai sedimen terlarut). Selanjutnya setelah terbentuk kedua unsur utama ini maka penentuan wilayah yang menjadi sumber material sedimentasi yang ada di wilayah DA Kali Lumajang dapat dilakukan dengan analisis overlay dan juga hubungan korelasional. Dalam penentuan wilayah sumber material sedimen, hal yang utama yang harus dilakukan adalah interpretasi citra quickbird mengenai sebaran wilayah terbuka dan variabel-variabel yang ada di atas akan digunakan sebagai indikator penentu dan sebagai data untuk analisis. Dengan begitu maka akan terbentuk sebuah wilayah yang merupakan sumber material sedimen sesuai dengan tingkat kejadian serta kandungan material sedimen yang ada di DA Kali Lumajang.

3.2 Cara Pengumpulan Data

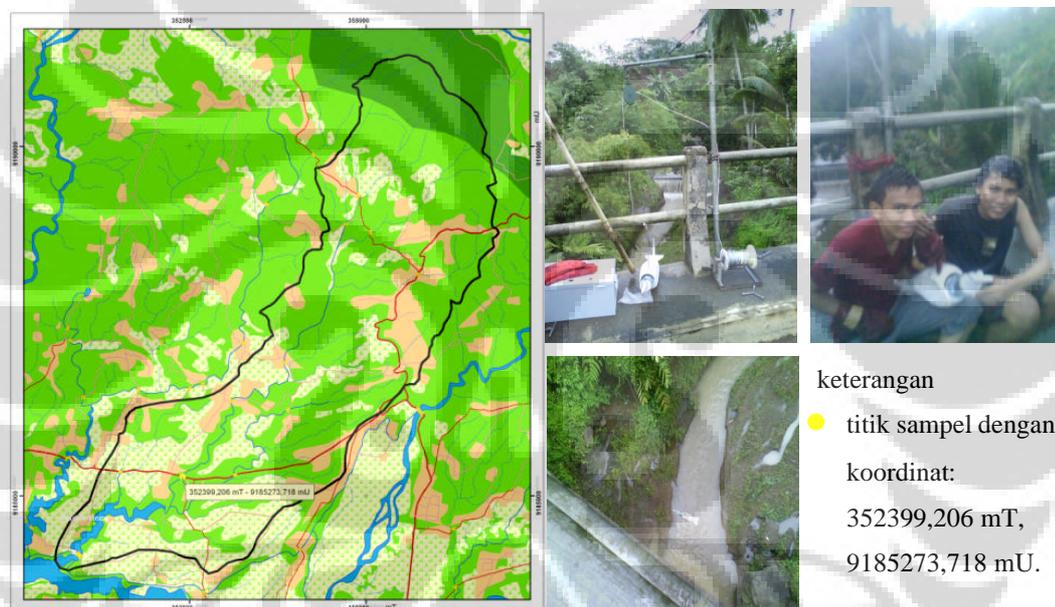
Data yang akan dipergunakan dalam penelitian ini meliputi data sekunder dan data primer, dimana data sekunder akan diperoleh dari beberapa instansi yang terkait serta data yang didapat dari penelitian sebelumnya yang memiliki daerah penelitian DA Kali Lumajang. Berikut adalah cara perolehan data primer yang memerlukan pengukuran lapang:

3.2.1 Data Konsentrasi Sedimen Terlarut dan Material Sedimen

Untuk mendapatkan nilai konsentrasi sedimen (suspended sedimen) perlu dilakukan pengukuran lapang terlebih dahulu. Proses pengukuran lapang ini adalah pengambilan sampel air kali dengan beberapa kondisi cuaca yang berbeda-beda, sehingga akan didapatkan beberapa sampel yang memiliki tingkat kandungan konsentrasi sedimen yang berbeda-beda. Terdapat beberapa unsur dan tahapan yang perlu diperhatikan dalam proses pengambilan sampel ini, diantaranya adalah seperti di bawah ini :

- a) Peralatan yang digunakan dalam pengukuran yang menggunakan metode pengukuran dari atas jembatan meliputi sebagai berikut ini; Satu unit alat pengambilan muatan sedimen melayang jenis US DH-95; Satu alat bantu pengukuran dari jembatan (*bridge crane*); Satu unit alat penderek; Satu buah alat ukur waktu; Satu unit alat ukur lebar sungai; Botol contoh air tembus pandang, dengan volume minimal 350 ml dan maksimal 1 ltr; Grafik lama waktu pengambilan.
- b) Lokasi dan waktu pengambilan sampel, lokasi pengambilan sampel berada pada jembatan Kali Lumajang dengan koordinat 352399,206 mT, 9185273,718 mU. Waktu pengambilan sampel dilakukan pada 6 hari pengambilan sampel dengan perbedaan tingkat curah hujan yang berbeda-beda tiap harinya. Waktu pengambilan sampel dimulai dari tanggal 29 – 30 Maret 2009 dan tanggal 1, 3 – 5 April 2009. Banyaknya pengambilan sampel tergantung dari besarnya hujan yang turun, pengambilan sampel hari ke-1 dilakukan sebanyak 2 botol, hari ke-2 sebanyak 4 botol, hari ke-3 sebanyak 5 botol, hari ke-4 sebanyak 8 botol, hari ke-5 sebanyak 5 botol sampel dan hari ke-6 sebanyak 10 botol sampel dengan begitu maka total pengambilan sampel ada 34 botol.

- c) Cara pengambilan sampel, cara pengambilan muatan sedimen dilakukan dengan teknik *depth-integrating*, alat ukur sedimen diikatkan dengan alat bantu berupa bridge crane/katrol tetap yang berada di atas jembatan guna mempermudah proses pengambilan sampel material suspended load yang ada didalam aliran sungai. Proses pengambilan sampel dilakukan dengan menurunkan alat secara perlahan kedalam aliran sungai dan hadapan nozel botol menghadap kearah datangnya arus, lalu pengambilan sampel juga menggunakan metode *depth-integrating* atau berorientasi terhadap tingkat kedalaman sungai. Besarnya sampel air untuk sekali penukuran diusahakan kurang lebih 2/3 isi botol (Gordon et al., 1992).



Gambar 3.1 Lokasi pengambilan sampel (dokumentasi pribadi, 2009)

Setelah pengambilan sampel sebanyak 34 botol sampel dengan 6 kali pengambilan sampel, maka sampel air yang mengandung konsentrasi suspended sediment tersebut akan diolah didalam labolatorium untuk mendapatkan konsentrasi suspended sedimen melalui metode ayakan sieves (*sieves seker*). Proses pemisahan konsentrasi kandungan sedimen dilakukan dalam beberapa tahapan uji labolatorium, tahapan-tahapan tersebut meliputi:

- Tahapan awal untuk memisahkan kandungan sedimen dari air adalah dengan cara menyaring dahulu dengan kertas filter yang memiliki pori-pori yang telah disesuaikan dengan tingkat ketelitian yang dibutuhkan.

Kemudian konsentrasi sedimen yang terjebak dalam kertas saring dioven untuk mendapatkan berat kering dari materi yang terkandung dan merupakan berat total dari konsentrasi sedimen.

- Setelah kering maka konsentrasi yang terjebak tersebut ditaruh kedalam cawan dan diberikan larutan kimia agar bulir partikelnya lebih mudah terpisahkan pada saat proses pengayakan dengan sieve seker. Proses ini dilakukan untuk mendapatkan nilai kandungan material yang terdapat didalamnya.
- Setelah itu lalu masukan konsentrasi yang telah ditetaskan larutan kimia tersebut kedalam saringan yang telah disusun berdasarkan tingkat besaran partikelnya. Kemudian sieve seker tersebut akan diguncangkan oleh alat pengguncang yang akan mempermudah proses penyaringan.
- Maka akan tersaringlah materi-materi yang menyusun konsentrasi sedimen tersebut. Dari tiap tingkatan sieves tersebut, konsentrasi yang terdapat dalam wadah itu akan ditimbang beratnya. Sehingga didapatkanlah besaran konsentrasi per partikelnya.



Gambar 3.2 Pengujian Labolatorium Sampel Sedimen (dokumentasi pribadi, 2009)

Dari proses itulah maka akan didapatkan nilai kandungan material penyusunnya. Proses uji labolatorium ini dilakukan di Labolatorium Hidrologi dan Oseanografi DISHIDROS TNI-AL, dan untuk pengujian berat material serta tipe sieve seker yang digunakan telah memenuhi standarisasi internasional untuk pengukuran konsentrasi sedimen.

3.2.2 Data Debit Kali Lumajang

Data debit aliran ini didapatkan dari hasil pengukuran dengan menggunakan AWLR (*Automatic Water Recorder*) yang bersumber dari unit hidrologi PT. Indopower. Pengukuran elevasi muka air ini dilakukan dengan menggunakan AWLR (*Automatic Water Recorder*). Pengukuran ini memiliki ketelitian lebih tinggi dibandingkan dengan pengukuran menggunakan papan duga ataupun dengan tongkat duga. Hal tersebut dikarenakan gangguan olakan serta gelombang dieliminasi oleh pipa/sumur. Alat ini terdiri dari instrument pencatat yang ditempatkan pada stasiun hidrologi DAS yang dihubungkan dengan sumur atau pipa pengamat. Pengambilan data debit aliran dilakukan bersamaan dengan pengambilan sampel sedimen yaitu dengan 6 kali pengambilan data pada 6 hari yang berbeda.

Rasio antara luas penampang sumur dengan luas pipa tidak boleh terlalu besar untuk menghindari adanya perbedaan elevasi muka air sungai dengan elevasi muka air di sumur pengamat. Hal ini dapat terjadi pada saat terjadi kecepatan aliran yang cukup besar di sungai. Dari stasiun hidrologi DA Kali Lumajang ini juga akan didapatkan data tentang pengukuran kedalaman sungai, kecepatan aliran serta debit aliran yang akan mengalir di dalam sungai tersebut. Berikut adalah foto yang menggambarkan tentang keberadaan stasiun hidrologi yang terdapat di DA Kali Lumajang.



Gambar 3.3 Stasiun Hidrologi (AWLR) DA Kali Lumajang (Dokumentasi pribadi, 2009)

3.2.3 Data Penggunaan Tanah Tahun 2007

Penggunaan tanah didapatkan dari citra quickbird tahun 2007 dan Peta Rupabumi Indonesia tahun 2001. Citra quickbird yang dipakai memiliki coverage pada koordinat $109,637^{\circ}$ – $109,717^{\circ}$ E dan $-7,308^{\circ}$ s/d $-7,384^{\circ}$ N yang bersumber

dari Badan Pertanahan Nasional Republik Indonesia (BPN-RI). Lalu Peta Rupabumi Indonesia yang dibutuhkan adalah peta RBI lembar Kabupaten Banjarnegara skala 1 : 25.000 yang bersumber dari BAKOSURTANAL.

3.2.4 Data Curah hujan

Data curah hujan harian didapatkan dari empat stasiun curah hujan yang terdapat disekitar DA Kali Lumajang yaitu stasiun hujan Panglima Besar Sudirman (PBS), Stasiun Wanadadi, Stasiun Banjarmangu, dan Stasiun Singomerto. Data curah hujan harian ini diperoleh dari Unit Hidrologi Waduk Mrica. Data curah hujan yang diambil merupakan kumpulan tabulasi intensitas hujan per hari dimana data tersebut disesuaikan dengan hari pengambilan sampel. Data curah hujan ini akan digunakan dalam pengolahan hubungan antara curah hujan dengan debit aliran serta kejadian aliran suspended sedimen yang terjadi dalam Kali Lumajang.

3.2.5 Data Topografi

Data topografi disusun oleh data ketinggian dan data kelerengan, dimana data ketinggian tersebut berasal dari peta topografi Banjarnegara sheet 45/XLI-B dan Karangkoobar sheet 45/XLI-D tahun 1943 dengan skala 1 : 50.000 yang didapat dari DITOP TNI-AD. Wilayah ketinggian dibangun dari data kontur dengan interval 12,5 m dan akan digunakan selanjutnya sebagai bahan untuk mendapatkan kelerengan DA Kali Lumajang.

3.3 Pengolahan Data

Data dan tabel yang telah terkumpul akan diolah dan diproses dengan menggunakan software Arc view 3.3 dan juga Arc GIS 9.2 , dimana semua data tersebut akan diinformasikan melalui visualisasi peta yang memiliki informasi database spasial. Dalam pengolahan variabel dan data tersebut akan digunakan analisis overlay dalam Sistem Informasi Geografis (SIG) yang kemudian akan menghasilkan beberapa variabel baru yang akan digunakan sebagai bahan dan indikator untuk menjawab pertanyaan penelitian. Berikut ini adalah merupakan beberapa tingkat pengolahan data yang akan dilakukan:

3.3.1 Penggunaan Tanah Terkoreksi

Untuk mendapatkan penggunaan tanah tahun 2007 yang aktual maka akan dilakukan terlebih dahulu proses pembuatan peta dasar penggunaan tanah menggunakan data citra satelit, citra yang digunakan adalah citra quickbird tahun 2007 yang merupakan citra dengan resolusi spectral yang tinggi. Citra satelit ini akan diolah dengan menggunakan metode *supervised classification* (klasifikasi terbimbing) dimana akan dilakukan dalam software ERMapper 7.0, dari hasil klasifikasi yang telah dilakukan dalam software tersebut maka dilakukan koreksi dengan peta penggunaan tanah yang didapat dari Bakosurtanal. Hal tersebut dilakukan untuk mengurangi tingkat kesalahan dari proses klasifikasi citra. Maka akan dihasilkan peta penggunaan tanah tahun 2008 yang telah terkoreksi.

3.3.2 Indeks Vegetasi atau *Normalized Difference Vegetation Indeks* (NDVI)

Identifikasi kerapatan vegetasi menggunakan *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) untuk citra Quickbird tahun 2007. Pemetaan kerapatan vegetasi bertujuan untuk mengenali karakteristik tutupan lahan dan sebagai indikasi awal keberadaan deposit mineral melalui vegetasi (Rojas, 2003 dalam Primanda, 2008). Perhitungan normalisasi NDVI didapatkan dengan menggunakan saluran panjang gelombang tampak (merah) (saluran 2; 0,63 – 0,69 μm) dan inframerah dekat (saluran 3; 0,76 – 0,86 μm). Normalisasi NDVI untuk mendapatkan nilai kerapatan vegetasi dilakukan melalui persamaan (Wijanarko, 2007):

$$N = \frac{\text{NDVI} - \text{NDVI}_0}{\text{NDVI}_s - \text{NDVI}_0} \quad (3.2)$$

Namun sebelum melakukan perhitungan kerapatan vegetasi, NDVI yang memiliki nilai negatif dan badan air tidak diikutsertakan dalam perhitungan. Dimana NDVI adalah didapatkan melalui persamaan:

$$N = \frac{\text{Near Infra Red Band} - \text{Red Band}}{\text{Near Infra Red Band} + \text{Red Band}} = \frac{\text{Band 4} - \text{Band 3}}{\text{Band 4} + \text{Band 3}} \quad (3.3)$$

Setelah diperoleh hasil perhitungan, dibuat kelas kerapatan menjadi sangat jarang, jarang, sedang, dan rapat.

3.3.3 Sebaran Curah Hujan

Untuk menggambarkan sebaran curah hujan, data intensitas curah hujan yang terkumpul dari empat stasiun hujan yang berada disekitar DA Kali Lumajang akan diolah menjadi isohyets wilayah dalam software Arc view 3.3. Analisis isohyets ini diambil untuk menggambarkan sebaran wilayah curah hujan adalah karena analisis ini merupakan satu-satunya analisis curah hujan wilayah yang memperhatikan arah hadapan lereng dan juga batas punggung sehingga akan lebih baik digunakan pada wilayah yang relative bergelombang.

Pembagian wilayah isohyets berdasarkan nilai rata-rata intensitas hujan yang terjadi dalam satuan hari pengambilan sampel. Dimana nilai hujan wilayah dari tiap region isohyets didapatkan dari rumus sebagai berikut ini :

$$\text{Intensitas hujan wilayah} = \frac{\text{luas area isohyet das}}{\text{luas total DAS}} \times \text{intensitas hujan rata-rata} \quad (\text{Asdak,2002})$$

3.3.4 Kondisi Fisik Wilayah Penelitian

Dalam kondisi fisik wilayah terdapat dua jenis data yang terkandung didalamnya, diantaranya adalah data ketinggian dan kelerengan wilayah. Data ketinggian didapatkan dari peta Topografi DITOP sheet 45/XLI-B dan sheet 45/XLI-D tahun 1943. Data ini akan di scan dan didigitasi onscreen kontur wilayah DA Kali Lumajang. Proses ini berlangsung dalam Arc View 3.3, data kontur yang telah terdigitasi maka akan dimasukan nilai ketinggiannya dan akan dikelaskan menjadi suatu kelas wilayah ketinggian tertentu. Tiga klasifikasi wilayah ketinggian (Sandy, 1985), yaitu :

- | | |
|---------------------------|------------------------|
| 1) Wilayah dataran rendah | Kurang dari 500 m dpl |
| 2) Wilayah peertengahan | 500 – 1.000 m dpl |
| 3) Wilayah pegunungan | Lebih dari 1.000 m dpl |

Data kelerengan dibangun dari nilai ketinggian yang ada dalam software yang sama. Kemiringan lereng yang digunakan dalam penelitian ini berdasarkan klasifikasi menurut Anonymous (1981) yang dibuat oleh Sub Balai RLKT Banjarnegara Propinsi Jawa Tengah, dimana pengklasifikasian terbagi atas lima kelas diantaranya adalah :

- a. Kurang dari 8 %
- b. 8–15%
- c. 15–25%
- d. 25–45 %
- e. Lebih dari 45%

Dari peta ini juga akan dilakukan ekstrasi batas wilayah DA Kali Lumajang, dimana penentuan batas DAS tersebut didasari atas digitasi onscreen yang memperhatikan unsur kelerengan dan batas penggungan yang berada disekitar DA Kali Lumajang.

Batas DAS didapatkan dari delianiasi berdasarkan nilai kontur wilayah, dimana penarikan batas DAS didasarkan atas batas punggung, puncak serta hadapan lereng yang berada disekitar DAS.

3.3.5 Wilayah Tingkat Bahaya Erosi (TBE)

Data TBE akan didapatkan dari analisis overlay dari variabel penentu TBE dimana variabel-variabel tersebut mencakup *curah hujan, penggunaan tanah & NDVI, Jenis Tanah, Kelerengan dan Ketinggian*. Dengan melakukan analisis overlay dalam software ArcView 3.3 ini maka penulis akan mendapatkan wilayah relatif tingkat bahaya erosi. TBE yang terbentuk merupakan wilayah identifikasi berdasarkan perhitungan rumus USLE yang memiliki unsur erosititas hujan (R) erodibilitas tanah (K), Lereng (LS), nilai indeks vegetasi dan CP.

Setelah diketahui besar erosi menggunakan persamaan USLE tersebut kemudian diklasifikasikan seperti tabel di bawah ini :

Tabel 3.1 Klasifikasi Tingkat Bahaya Erosi Permukaan

Kelas	Jumlah Erosi Permukaan (ton/ha/tahun)	Keterangan
I	<15	Normal
II	>15 - <60	Ringan
III	>60 - <180	Sedang
IV	>180 - <480	Berat
V	>480	Sangat Berat

Sumber : Departemen Kehutanan ,1998

TBE ini nantinya akan digunakan sebagai dasar untuk mengetahui besaran erosi total yang terjadi di wilayah DA Kali Lumajang, sehingga apabila dioverlaykan dengan peta tekstur tanah maka akan didapatkan wilayah sumber material tanah yang tererosi atau disebut dengan wilayah material erosi.

3.3.6 Identifikasi Wilayah Sumber Material Sedimen

Data-data yang sebelumnya telah terkumpul dan telah melalui proses pengolahan hingga sampai pada tahap ini maka data TBE yang sebelumnya di dapatkan dari pengolahan variabel seperti di atas kemudian akan dioverlaykan kembali dengan data persentase kandungan material jenis tanah yang berasal dari tiap-tiap jenis tanah yang terdapat di DA Kali Lumajang. Maka kemudian akan dihasilkan sebuah gambaran wilayah yang menggambarkan tentang identifikasi wilayah material erosi.

Kemudian untuk menemukan wilayah sumber material sedimen (sedimen source) maka perlu dilakukan terlebih dahulu proses uji material terhadap sampel-sampel sedimen yang diambil dari satu titik pengamatan yang berada di DA Kali Lumajang dengan beberapa sampel yang diambil pada waktu dan kejadian hujan berbeda-beda. Dimana sampel-sample suspended sediment tersebut akan di uji laboratorium terlebih dahulu untuk mendapatkan persentase kandungan material/fraksi di dalam konsentrasi dsedimen terukur tersebut. Setelah itu maka dilakukan proses analisis grain size. Analisis grain size ini merupakan pendekatan yang dilakukan untuk mengidentifikasi wilayah sumber material sedimen (sedimen source) dengan penyamaan nilai kandungan material yang ada dan juga melihat nilai kerentangan TBE dari wilayah tersebut. Dengan begitu maka akan teridentifikasi wilayah sumber material sedimen.

3.2 Analisis

Analisis yang digunakan untuk menemukan korelasi antara debit aliran yang terjadi dengan besaran konsentrasi sedimen yang ada adalah digunakan dengan analisis regresi linear sederhana. Analisis regresi linear ini pada dasarnya adalah analisis hubungan keterkaitan antara variabel dependen (konsentrasi sedimen) dengan variabel independennya (debit aliran). Hubungan keterkaitan antara kedua variabel tersebut akan digambarkan oleh nilai r^2 , dimana apabila nilai r^2 semakin mendekati angka 1 maka hubungan keterkaitan antara kedua variabel akan semakin kuat, namun apabila nilainya dibawah 0,5 maka nilai keterkaitan antara kedua variabel tersebut lemah.

Dari analisis regresi ini juga akan diturunkan sebuah rumus empiris yang akan menerangkan bagaimana besaran debit aliran akan mempengaruhi tingkat konsentrasi sedimennya. Rumus empiris ini juga akan digunakan untuk memprediksi seberapa besar kandungan sedimen yang akan mengalir di DA Lumajang pada kejadian waktu tertentu. Lalu tidak lupa juga, dari analisis regresi ini akan dikeluarkan nilai standar erornya sehingga dapat dijadikan patokan sebagai perhitungan pada wilayah DAS yang berbeda namun memiliki kondisi dan pola DAS yang hampir serupa dengan wilayah penelitian.

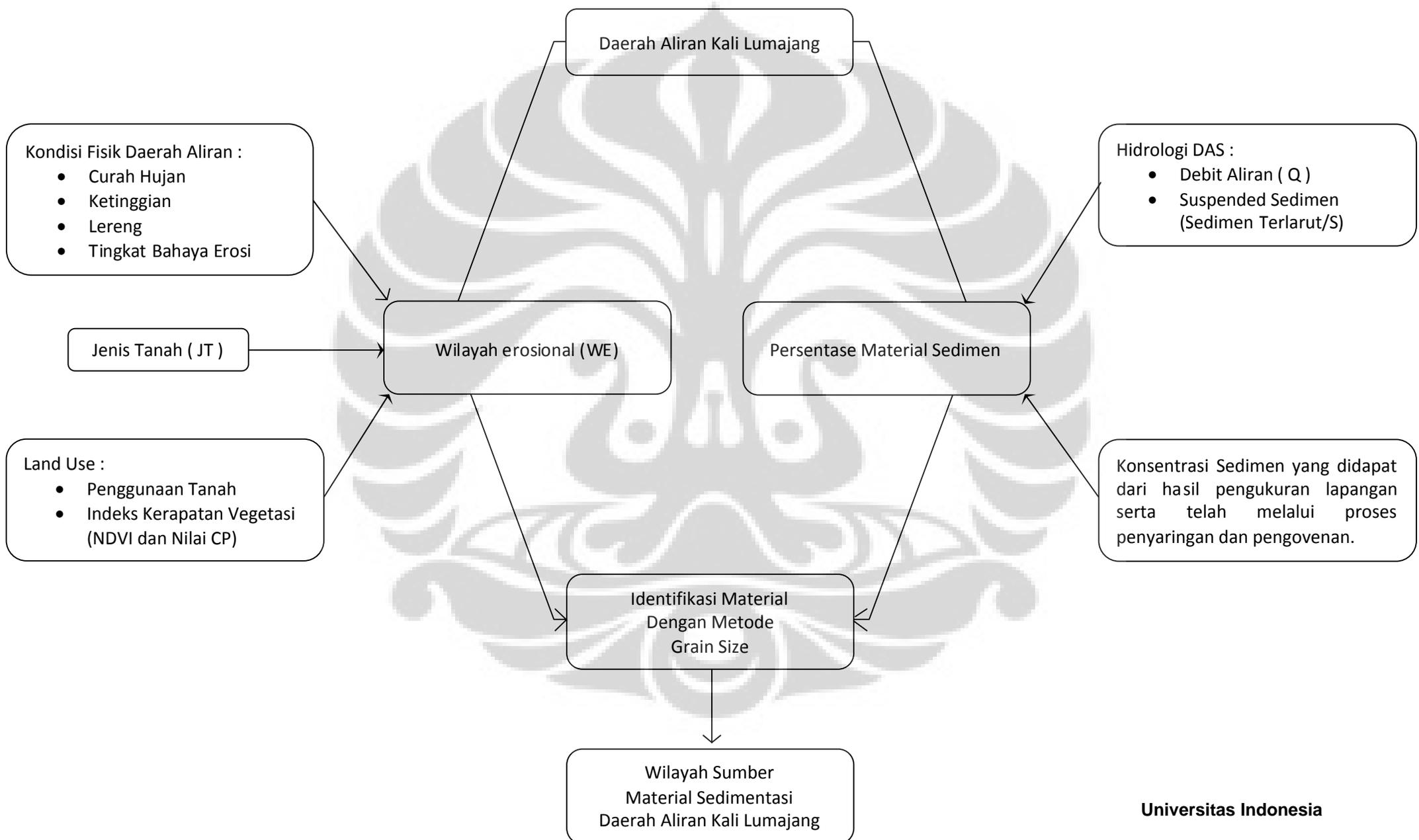
Kemudian untuk mengetahui tentang dimana letak dari wilayah sumber material sedimen maka akan dilakukan analisis *grain size* sedimen dan analisis overlay serta hubungan korelasional. Analisis *grain size* ini merupakan analisis butiran partikel sedimen. Dimana dari analisis ini akan diketahui kandungan materi penyusun sedimen. Dengan diketahui materi penyusunnya maka akan memudahkan kita menganalisis kejadian sedimen dan sebuah kesimpulan awal mengenai wilayah mana yang kira-kira akan menjadi sumber material sedimen tersebut.

Analisis spasial digunakan untuk menggambarkan keterkaitan antara satu variabel fisik dengan variabel lainnya, dimana analisis spasial ini berupa analisis overlay. Analisis overlay digunakan untuk menguatkan asumsi yang ada tentang kesimpulan awal wilayah sumber material sedimen. Proses interpretasi citra mengenai sebaran tanah terbuka adalah sangat penting sebagai modal awal untuk penentuan wilayah sumber material sedimen. Kemudian nilai NDVI yang rendah,

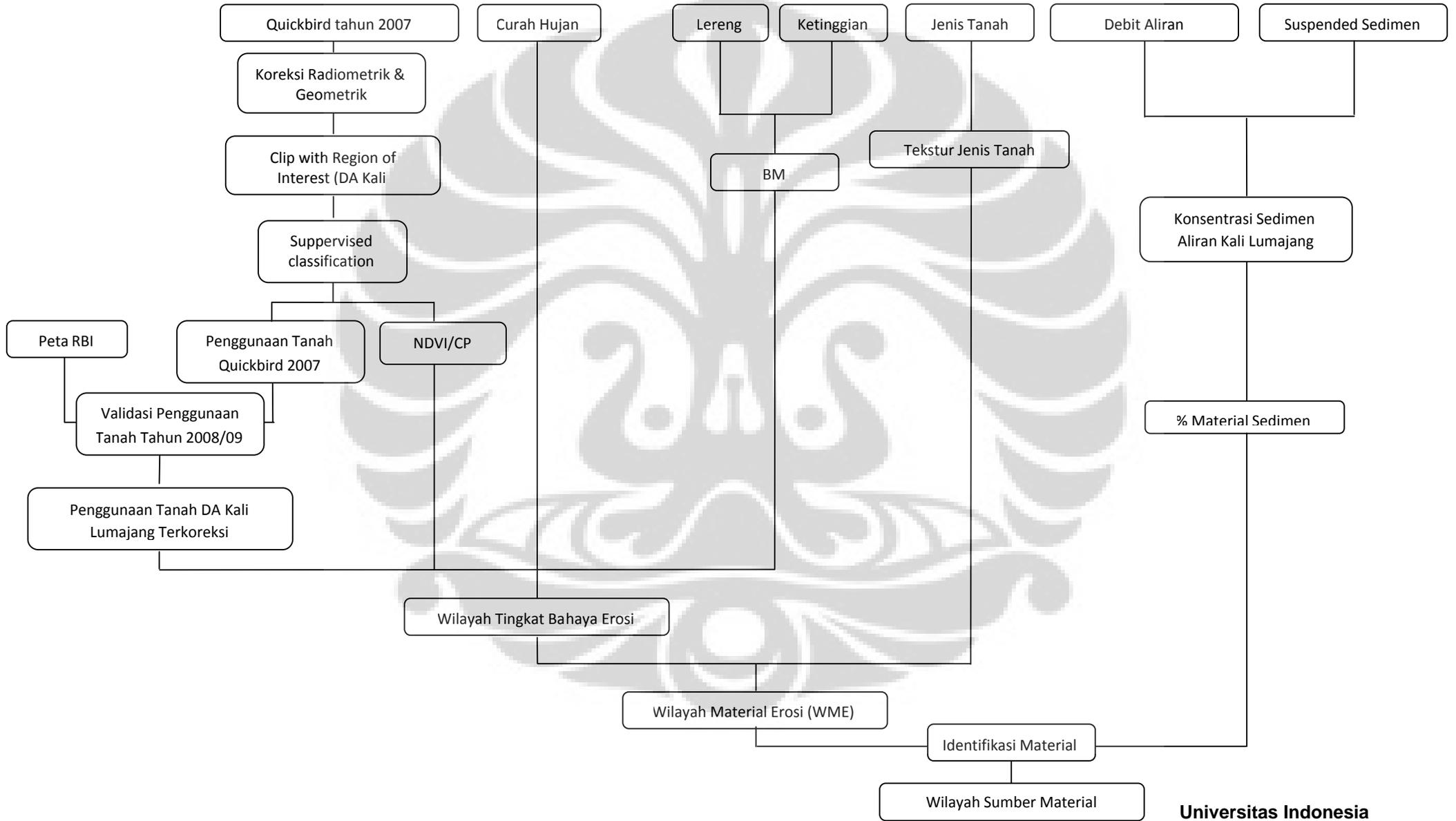
TBE yang tinggi merupakan salah satu indikator yang digunakan sebagai penentu wilayah sumber material sedimen. Dengan beberapa tahapan dan analisis di atas maka akan didapatkan sebuah wilayah sumber material sedimen DA Kali Lumajang. Setelah didapatkan wilayahnya maka akan dideskripsikan tentang sebaran spasial serta luasannya. Untuk penjabaran mengenai penentuan wilayah sumber material sedimen ini akan dijabarkan pada bagian hasil penelitian.



3.3 Alur Pikir Penelitian



3.4 Alur Kerja Penelitian



BAB 4

GAMBARAN UMUM

4.1 Gambaran Umum Wilayah Penelitian

4.4.1 Administrasi Geografis

Wilayah Daerah Aliran Kali Lumajang termasuk ke dalam dua kecamatan, yaitu Kecamatan Banjarmangu bagian utara dan Kecamatan Wanadadi untuk bagian selatan, Kabupaten Banjarnegara terletak di bagian barat Provinsi Jawa Tengah. Secara astronomi, wilayah ini terletak diantara 350800 - 356700 mT dan 9183750 - 920250 mU dengan batas-batas sebagai berikut:

Sebelah Utara	: berbatasan dengan Kecamatan Karangkoobar
Sebelah Selatan	: berbatasan dengan Kecamatan Bawang
Sebelah Timur	: berbatasan dengan Kecamatan Madukara
Sebelah Barat	: berbatasan dengan Kecamatan Punggelan

Luas wilayah Daerah Aliran Kali Lumajang adalah 1794.101 Ha, terdiri dari 16 kelurahan yaitu 5 kelurahan dari Kecamatan Wanadadi dan 11 kelurahan dari Kecamatan Banjarmangu.

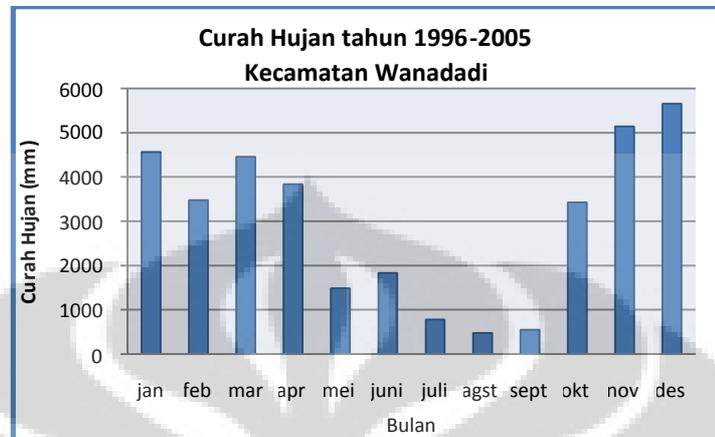
4.2 Kondisi Fisik Wilayah

4.2.1 Iklim

Secara letaknya DA Kali Lumajang terletak pada Kabupaten Banjarnegara Provinsi Jawa Tengah yang terletak pada selatan Jawa Bagian Tengah. Iklim Kabupaten Banjarnegara dapat dikemukakan sebagai berikut: suhu udara berkisar antara 20° C - 26° C (temperatur terdingin yaitu 3° C - 18° C), dengan kelembaban udara berkisar 80 % - 85 %. Curah hujan rata-rata tahunan adalah 3.202 mm, bulan basah lebih besar dari bulan kering. Letak keberadaan dataran tinggi Dieng yang berada dibagian utara dari Kabupaten Banjarnegara ini turut mempengaruhi terhadap kejadian hujan yang terjadi.

Seringkali hujan yang turun diwilayah ini merupakan hujan orografis yang dipengaruhi oleh adanya pergerakan awan kearah perbukitan/ pegunungan. Kali Lumajang yang terletak di Kecamatan Wanadadi memiliki rentan waktu hujan

yang cukup panjang pada musim penghujannya, seperti yang tergambar pada grafik curah hujan rata-rata stasiun hujan Kecamatan Wanadadi pada tahun 1996 – 2005 di bawah ini :



Sumber : Pengolahan Data 2009

Gambar 4.1 Grafik Proyeksi Hujan Rata-rata Tahun 1996 – 2005

Berdasarkan data curah hujan di atas maka dapat deskripsikan bahwa daerah Kecamatan Wanadadi memiliki 7 bulan basah dari bulan Januari – April dan bulan Oktober hingga Desember. Sehingga pengambilan sampel sedimen pada bulan Maret dan April di Kali Lumajang yang terletak di Kecamatan Wanadadi adalah waktu yang cukup tepat. Hujan yang terjadi di daerah ini adalah terutama oleh adanya faktor perbukitan yang terdapat di bagian hulu dari Kali Lumajang atau terjadi peristiwa orografis.

4.2.2 Geologi dan Statigrafi

Geologi pada Daerah Aliran Kali Lumajang terdapat beberapa karakter geologi yang menyusunnya, antara lain: endapan undak, aluvium, anggota formasi ligung, anggota breksi formasi tapak, batuan gunung api jembangan, diorit, dan formasi rambatan. Endapan Undak merupakan paling dominan yaitu 45% dari seluruh luasan wilayah penelitian yang terdapat pada bagian selatannya.

4.2.3 Ketinggian

Berdasarkan atas nilai ketinggian yang didapat dari kontur peta topografi TNI-AD, Daerah Aliran Kali Lumajang terletak pada ketinggian diantara 225 m dpl sampai dengan 1287.5 m dpl.

Secara umum, Daerah Aliran Kali Lumajang dibagi menjadi 3 wilayah ketinggian, yaitu :

- a. Wilayah dataran rendah (ketinggian < 500 m dpl)
- b. Wilayah pertengahan (ketinggian 500 – 1000 mdpl)
- c. Wilayah Pegunungan (ketinggian > 1000 m dpl)

Berdasarkan hasil pengolahan data, wilayah ketinggian dataran rendah (< 500 m dpl) mendominasi 70,81 % wilayah Daerah Aliran Kali Lumajang. Wilayah dataran rendah ini tersebar pada bagian selatan hingga bagian tengah dari keseluruhan wilayah Kali Lumajang. Kemudian untuk wilayah pertengahan (ketinggian 500 – 1000 m dpl) meliputi kira-kira 26,7 % dari luas DA Kali Lumajang. Wilayah ketinggian ini tersebar dari bagian pertengahan DAS hingga bagian utara DAS. Kemudian wilayah yang terakhir adalah wilayah pegunungan dimana hanya terdapat sedikit saja pada bagian utara yaitu hanya meliputi 2,49 % saja dari keseluruhan luas DAS. Persebaran dan ilustrasi wilayah ketinggian ini terlampir pada Peta 2 di bagian lampiran.

Tabel 4.1 Statistik Wilayah Ketinggian DA Kali Lumajang.

Wilayah Ketinggian	Luasan (Ha)	Persentase (%)
225 - 500 m	1270.1	70.81
500 - 1000 m	478.9	26.70
> 1000 m	44.7	2.49
Total Luas	1793.7	100 %

Sumber : Pengolahan Data 2009

4.2.4 Lereng

Kemiringan lereng yang digunakan dalam penelitian ini berdasarkan klasifikasi menurut Anonymous (1981) yang dibuat oleh Sub Balai RLKT Banjarnegara Propinsi Jawa Tengah, dimana pengklasifikasian terbagi atas lima kelas diantaranya adalah :

- a. Kurang dari 8 %
- b. 8–15%
- c. 15–25%
- d. 25–45 %
- e. Lebih dari 45%

Daerah Aliran Kali Lumajang secara umum mempunyai kemiringan lereng yang sangat bervariasi, mulai dari kemiringan lereng kurang dari 8 % hingga

kemiringan lereng di atas 45 %. Kemiringan lereng dibawah 8 % mendominasi dan tersebar hampir merata dibagian selatan DA Kali Lumajang, kemiringan lereng kurang dari 8 % memiliki luasan sebesar 647,853 Ha dengan persentase luasan 35,19 % dari keseluruhan luas DAS. Kemudian kemiringan lereng 8 – 15 % juga cukup mendominasi pada sebagian wilayah selatan dan bagian pertengahan dari DA Kali Lumajang. Kemiringan lereng 8 – 15 % memiliki luas 577.177 Ha atau 31,35 % dari keseluruhan luas DAS. Kelas kemiringan lereng 15 – 25 % tersebar dan mendominasi pada bagian tengah dan sedikit bagian utara dengan luasannya 380,126 Ha atau 20,65 % dari luas DAS. Kemudian pada bagian utara didominasi oleh kelas kemiringan 25 – 45 % dengan luasan 184,442 Ha atau 10,02 %, untuk kelas lereng di atas 45 % terdapat pada bagian utara DA Kali Lumajang dimana tidak begitu luas yaitu hanya 51,541 Ha atau sekitar 2.8 % dari keseluruhan luas DAS. Untuk melihat distribusi tiap wilayah kelerengan selengkapnya dapat dilihat pada Peta 3.

Tabel 4.2 Statistik Wilayah Kemiringan DA Kali Lumajang

Kelas Lereng	Luasan (Ha)	Persentase (%)
0 - 8 %	647.853	35.19
8 - 15 %	577.177	31.35
15 - 25 %	380.126	20.65
25 - 45 %	184.442	10.02
> 45 %	51.541	2.80

Sumber : Pengolahan Data 2009

4.2.5 Bentuk Medan/bentang alam

Secara Umum bentuk medan di Banjaranegara di kelompokkan menjadi 3, yaitu: daerah pegunungan dengan relief bergelombang dan curam yang terdapat di wilayah bagian utara, wilayah dengan relief datar yang berada di bagian tengah, dan wilayah dengan relief curam yang berada di bagian selatan.

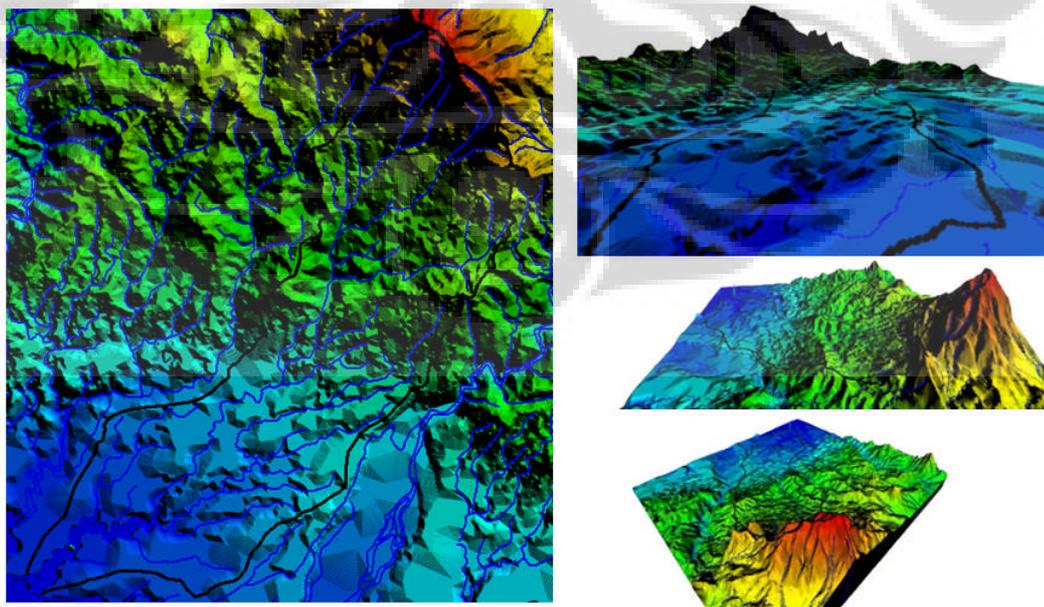
Dari hasil analisis ketinggian dan wilayah kelerengan yang terbentuk maka didapatkanlah beberapa kelas bentukan medan yang ada di DA Kali Lumajang. Terdapat 14 kelas bentukan medan yang menyusun DA Kali Lumajang yang sebelumnya terdiri atas 3 bagian utama yaitu wilayah dataran rendah, dataran pertengahan dan dataran pegunungan yang semuanya itu memiliki beberapa ciri

dan karakteristiknya lagi sehingga membentuk kelas-kelas topografi yang lebih detail. Keempatbelas bentuk medan tersebut diantaranya adalah sebagai berikut ini seperti yang terdapat dalam tabel 4.3 di bawah ini :

Tabel 4.3 Kelas Bentuk Medan

No.	Bentuk Medan	Luasan (ha)	Persentase (%)
1	Dataran Rendah Landai	578.072	32.05
2	Dataran Rendah Bergelombang	446.621	24.77
3	Dataran Rendah Berbukit	208.353	11.55
4	Dataran Rendah Berbukit Terjal	34.003	1.89
5	Dataran Rendah Berbukit Curam	12.474	0.69
6	Dataran Landai Pertengahan	66.334	3.68
7	Dataran Bergelombang Pertengahan	130.512	7.24
8	Dataran Perbukitan Pertengahan	126.559	7.02
9	Dataran Terjal Pertengahan	117.152	6.50
10	Dataran Curam Pertengahan	38.663	2.14
11	Dataran Pegunungan Landai	3.377	0.19
12	Dataran Pegunungan Bergelombang	11.444	0.63
13	Dataran Pegunungan Terjal	20.007	1.11
14	Dataran Pegunungan Curam	9.865	0.55

Sumber : Pengolahan Data 2009



Gambar 4.2 Ilustrasi Bentuk 3Dimensi Bentuk Medan DA Kali Lumajang(Pengolahan data 2009)

Pada tabel di atas dapat dilihat bahwa dari tiap-tiap wilayah bentukan medan terdapat wilayah yang mendominasi, seperti halnya saja pada wilayah dataran rendah di dominasi oleh bentukan medan dataran rendah landai yang tersebar pada bagian selatan DA Kali Lumajang yang merupakan daerah hilir dari DA Kali Lumajang, dengan luasan 578,072 Ha atau 32,05 % dari luas total DAS. Kemudian pada wilayah pertengahan didominasi oleh bentukan medan berupa dataran bergelombanng pertengahan serta dataran perbukitan pertengahan dimana memiliki luas masing-masing sebesar 130,512 Ha dan 126,559 Ha dengan sebaran yang hampir merata pada wilayah pertengahan hingga menuju ke arah utara/hulu DAS. Untuk wilayah pegunungan didominasi oleh bentuk medan berupa dataran pegunungan terjal yang mana terdapat di wilayah hulu/utara dari DA Kali Lumajang, dengan luasan 20,007 Ha. Untuk melihat distribusi tiap wilayah bentuk medan selengkapnya dapat dilihat pada Peta 4.

4.2.6 Jenis Tanah

Berdasarkan data dari Pusat Penelitian Tanah Tahun 1966 serta ditunjang oleh Peta Tanah skala 1 : 250.000, dapat diketahui jenis tanah yang terdapat diwilayah Kecamatan Wanadadi dan Banjarmangu Kabupaten Banjarnegara, yaitu sebagai berikut:

- a. Tanah andosol dengan asosiasinya berwarna coklat, coklat kekuning-kuningan, bersifat netral sampai asam. Produktivitas tanah sedang hingga tinggi, cocok untuk tegalan, kebun campuran dan hutan. Tanah ini memiliki tekstur pasir dengan nilai porositas sebesar 0,35.
- b. Tanah latosol berasosiasi dengan andosol, sifatnya agak asam hingga netral, warnanya beraneka ragam yaitu kelabu, coklat, hitam coklat kemerah-merahan. Tingkat kesuburan tanah sedang sampai tinggi. Sesuai untuk usaha pertanian, kebun campuran, pertanian sayur-sayuran dan hutan. Biasanya tanah ini memiliki tekstur pasir campuran halus.
- c. Tanah regosol berasosiasi dengan andosol, sifatnya agak asam hingga netral, asosiasi tanah ini memiliki tingkat porositas sebesar 0,31 dengan kandungan tekstur tanahnya berupa pasir campuran halus. Untuk melihat distribusi spasial dari jenis tanah DA Kali Lumajang terdapat pada Peta 5.

4.3 Bentuk DAS dan Pola Aliran

4.3.1 Bentuk DAS

Daerah aliran sungai yang dibatasi oleh batasa alam, seperti igir-igir, punggung pegunungan, akan mempunyai bentuk yang berbeda-beda antara daerah aliran yang satu dengan yang lain. Bentuk tersebut dipengaruhi oleh struktur geologi. Tiap bentuk DAS yang berbeda, mempunyai perbedaan sifat-sifatnya. Sosrodarsono dan takeda (1987 : 169-170) membagi bentuk daerah aliran sungai menjadi 4 yaitu:

1. DAS berbentuk bulu burung

Bentuk DAS seperti ini mempunyai ciri jalur daerah di kiri kanan sungai utama, anak-anak sungainya mengalir ke sungai utama tersebut. Debit banjir biasanya kecil disebabkan pleh waktu tiba banjir dari anak-anak sungai yang bersangkutan berbeda-beda. Sebaliknya , apabila terjadi banjir waktu terjadinya berlangsung lama.

2. DAS berbentuk radial

Bentuk DAS yang mempunyai ciri berbentuk kipas atau lingkaran, anak-anak sungainya mengalir ke suatu titik secara radial. Pada DAS seperti ini debit banjir yang besar terjadi di dekat titik pertemuan anak-anak sungainya.

3. DAS bebentuk pararel

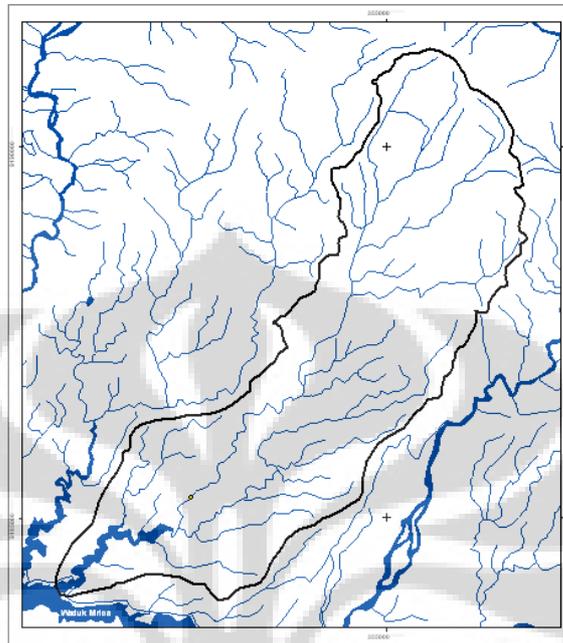
Bentuk das ini mempunyai dua jalur daerah aliran yang bersatu di bagian hilir. Biasanya banjir terjadi di bagian hilir titik pertemuan sungai-sungai.

4. DAS yang kompleks

Hanya beberapa daerah aliran sungai yang mempunyai bentuk atau corak seperti ini. DAS dengan bentuk seperti ini biasanya memiliki topografi dan struktur geologi yang sangat bervariasi.

Ditinjau dari segi bentuk DASnya, Daerah Aliran Kali Lumajang berbentuk bulu burung. Dari bentuk tersebut dapat diketahui bahwa daerah

tersebut merupakan wilayah kikisan dan memiliki potensi erosi dan sedimentasi yang cukup tinggi.



Gambar 4.3 Bentuk DA Kali Lumajang (Pengolahan Data 2009)

4.3.2 Pola Aliran Sungai

Bentuk permukaan bumi pada garis besarnya dapat dibedakan dalam bentuk kontruksional dan bentuk destruksional (Pudjiharta,1980). Bentuk kontruksional antara lain: volkan, lipatan, patahan, plateau, dan dataran. Bentuk destruksional misalnya : akibat dari aktifitas iklim/cuaca, sungai (air), es/salju, angin, ombak/gelombang, dan organisme. Dalam hal ini air adalah salah satu faktor terpenting dalam pembentukan bentang alam yang destruksional.

Hasil aktivitas air yang mengalir dapat dibedakan dalam 3 macam yaitu : bentuk erosional seperti lembah dan jurang, bentuk residual (sisa) seperti pegunungan, igir-igir , dan bentuk pengendapan seperti delta, dataran alluvial, dan dataran banjir.

Bentuk kontruksional seperti volkan, lipatan, patahan, dan sebagainya akan berpengaruh terhadap pola aliran yang berkembang pada daerah tersebut.

Daerah struktur batuan yang homogen, tidak ada variasi resistensi terhadap erosi, daerahnya relatif datar maka struktur demikian akan mempengaruhi arah aliran sungai.

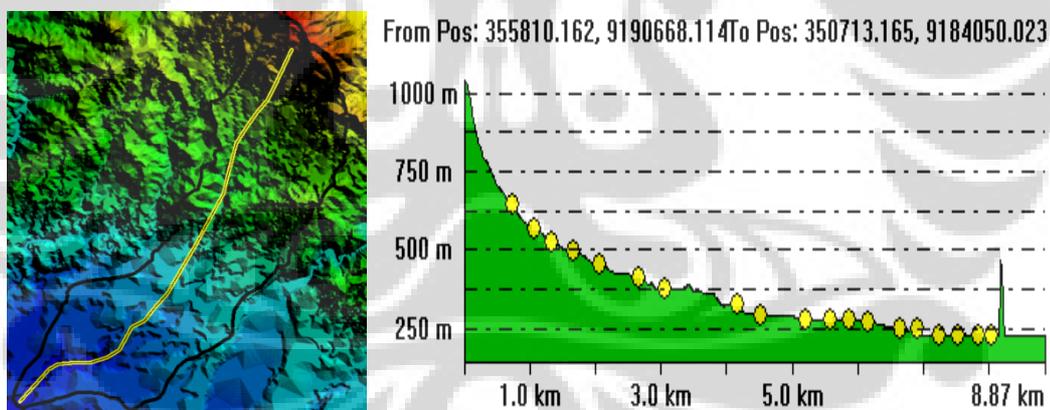
Apabila sungai mengalir dari segala arah, pola aliran disebut pola aliran dendritik, atau seperti tajuk pohon yang banyak cabangnya.

Apabila struktur daerah aliran merupakan struktur patahan yang mempunyai retakan-retakan/patahan yang saling berhubungan hampir tegak lurus, maka pola retakan-retakan tersebut akan mempengaruhi pola aliran. Pola aliran yang mengikuti retakan/patahan yang saling berhubungan saling tegak lurus disebut pola aliran rectangular.

Bila struktur daerah aliran adalah lipatan keras (batuan terlipat secara kuat), maka pola aliran yang berkembang pada daerah tersebut adalah trellis.

Pola aliran yang berkembang pada daerah dengan struktur dome dan volkan (kerucut) umumnya berpola radial, yaitu aliran yang berasal dari pusat (radial).

Ditinjau dari pola aliran sungainya, Daerah Aliran Kali Lumajang berpola Dendritik (Pola Tulang Daun). Kemudian di bawah ini adalah gambar yang mengilustrasikan tentang bagaimana gradient sungai Lumajang mulai dari hulunya hingga hilir.



Sumber : Pengolahan Data 2009

Gambar 4.4 Gradient sungai mulai dari hulu hingga hilir Daerah Aliran Kali Lumajang.

Ditinjau dari gambar di atas, hulu Kali Lumajang merupakan daerah pegunungan yang curam dan terdapat perbukitan yang cukup bergelombang pada bagian tengahnya serta dataran rendah yang landai pada bagian hilirnya. Dari gradient sungai tersebut juga dapat diasumsikan bahwa air yang mengalir dari bagian hulu Kali Lumajang itu akan mengalir dengan deras seiring dengan tingkat kemiringannya serta akan semakin melambat sampai dengan bagian hilirnya.

4.4 Hidrologi Kali Lumajang

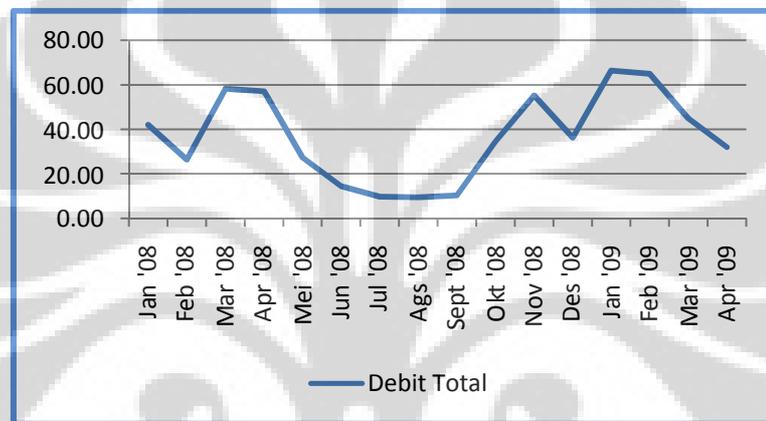
Dalam pengungkapan kejadian sedimentasi yang terjadi didalam sebuah aliran sungai, Analisis hidrologi serta sedimentasi sangatlah penting untuk dilakukan. Melalui analisis hidrologi sungai berupa analisis hidrograf aliran serta rating curve dari kejadian debit aliran sungai yang terjadi pada intensitas hujan tertentu akan memberikan gambaran yang faktual tentang keseimbangan hidrologi DAS tersebut. Selain itu dari analisa debit aliran DAS ini juga dapat dikembangkan dan dicari hubungannya dengan tingkat laju sedimentasi yang terjadi. Dengan begitu maka dapat diperkirakan seberapa besar hubungan debit aliran dengan laju sedimentasi dengan penurunan rumus empirisnya dan juga akan dapat diperkirakan seberapa besar kejadian sedimentasi yang akan terjadi dalam jangka waktu tertentu.

Untuk mengetahui bagaimana kondisi baik-buruknya aliran Kali Lumajang maka dilakukan analisa aliran sungai dengan cara menggambarkan bentuk debit aliran yang terjadi tiap waktunya, bentuk aliran tersebut digambarkan didalam hidrograf aliran sungai dimana hidrograf yang dimaksud adalah grafik yang menggambarkan hubungan antara besar aliran persatuan waktu ($m^3/detik$), yang biasa disebut debit aliran Q , dengan waktu t . Hidrograf yang menggambarkan suatu DAS yang baik adalah hidrograf yang menggambarkan hubungan yang tidak terlalu berbeda besar debit aliran pada saat musim penghujan dan musim kemarau atau rasio Q_{min} dengan Q_{maks} nya mendekati 1. Demikian pula dengan kandungan angkutan sedimen dalam aliran dapat menggambarkan kondisi suatu DAS. (Anwar, 2001).

Dari data AWLR Kali Lumajang yang diperoleh, debit aliran yang terjadi tiap bulannya pada Jan 2008 – April 2009 memiliki nilai rentang yang cukup tinggi antara debit maksimum yang terjadi pada musim penghujan dengan debit minimum pada musim kemarau. Debit maksimum terjadi pada bulan Januari 2009 yaitu sebesar $66,34 m^3/det$ dan debit minimum terjadi pada bulan Agustus 2008 yaitu sebesar $9,42 m^3/det$. Dari data tersebut maka didapat besarnya rasio debit minimum terhadap debit maksimum pada periode Januari 2008 – April 2009 yaitu :

$$\frac{Q_{\min}}{Q_{\max}} = \frac{9,42m^3 / dt}{66,34m^3 / dt} = 0,142$$

Dari rasio tersebut terlihat bahwa DA Kali Lumajang memiliki beda yang sangat jauh antara debit maksimum dengan debit minimumnya, dengan rasio 0.142. Nilai ini sangat kecil sekali dan jauh mendekati nilai 1 maka dapat dianalogikan bahwa DAS ini memiliki nilai keseimbangan debit aliran yang sangat buruk sehingga DAS ini dapat kering sekali pada musim kemarau dan meluap pada musim penghujan. Di bawah ini adalah hidrograf aliran DA Kali Lumajang.



Sumber : Pengolahan data tahun 2009

Gambar 4.5 Grafik Hidrograf DA Kali Lumajang

Tabel 4.4 Debit Aliran Kali Lumajang Periode Januari 2008 – April 2009

Bulan	Qw total	Qw rata-rata
Jan '08	42.03	0.15
Feb '08	26.38	0.11
Mar '08	58.15	0.19
Apr '08	57.06	0.19
Mei '08	27.29	0.11
Jun '08	14.46	0.06
Jul '08	9.66	0.03
Ags '08	9.42	0.03
Sept '08	10.34	0.03
Okt '08	34.49	0.12
Nov '08	55.22	0.19
Des '08	36.16	0.13
Jan '09	66.34	0.21
Feb '09	64.90	0.22
Mar '09	44.85	0.16
Apr '09	31.87	0.12

Sumber : Unit Hidrologi PT. IndoPower

4.5 Penggunaan Tanah

Secara umum penggunaan tanah yang terdapat di Daerah Aliran Kali Lumajang ditutupi oleh beberapa jenis penggunaan tanah diantaranya adalah hutan, perkampungan, sawah irigasi, tegalan dan juga sungai/danau serta telaga. Penggunaan tanah yang dihasilkan merupakan pengolahan dari updating peta penggunaan tanah berdasarkan peta Bakosurtanal tahun 1999 dan juga hasil interpretasi dari citra Quickbird kecamatan Wanadadi tahun 2007. Hasil penggunaan tanah terkoreksi dapat dilihat pada peta 1 dalam lampiran.

Berikut ini adalah tabel 4.5 Statistik Penggunaan Tanah DA Kali Lumajang.

Tabel 4.5 Penggunaan Tanah DA Kali Lumajang

Penggunaan Tanah	Luasan (Ha)	Persentase (%)
Hutan	122.45	6.82
Perkampungan	248.86	13.86
Sawah	454.69	25.32
Sungai/Danau/Telaga	21.66	1.21
Tegalan	948.01	52.79

Sumber : *Pengolahan Data Tahun 2009*

Untuk lebih jelas dan terperinci penggunaan tanah yang terdapat di Daerah Aliran Kali Lumajang akan dijabarkan dalam beberapa poin berikut ini :

- Hutan

Jenis penggunaan tanah berupa hutan ini menempati proporsi urutan ke empat dari keseluruhan penggunaan tanah yang terdapat di wilayah penelitian ini. Hutan memiliki luasan 122.45 Ha dengan persentase 6.82 % dari total luasan penggunaan tanah yang terdapat di Daerah Aliran Kali Lumajang. Letak sebaran hutan ini terdapat pada wilayah ketinggian di atas 1000 mdpl dengan bentukan medan pegunungan bergelombang hingga curam. Hutan yang terdapat dibagian hulu DA Kali Lumajang ini merupakan hutan heterogen yang memiliki kerapatan vegetasi yang cukup tinggi. Wilayah hutan ini juga terletak pada kelas kelerengan mulai dari 15 – 25 % hingga ke kelas lerang lebih dari 40 %.

- Permukiman atau Perkampungan.

Penggunaan tanah berupa pemukiman penduduk atau perkampungan tersebar secara merata di Daerah Aliran Kali Lumajang. Sebaran pemukiman penduduk ini tersebar dan mengelompok disepanjang jaringan jalan yang terbentuk di Daerah Aliran Kali Lumajang. Pemusatan pemukiman penduduk paling banyak memusat seiringan dengan tingkatan jenis jalan yang ada, yaitu menyebar mengikuti alur jalan tipe arteri. Secara keseluruhan wilayah pemukiman terletak pada wilayah ketinggian 0 – 500 m dpl hingga wilayah ketinggian 500 – 1000 m dpl, dengan kelas lerang mulai dari 0 hingga 25 % serta pada bentukan medan yang landai hingga berbukit. Luasan pemukiman secara keseluruhan memiliki luasan sebesar 248,86 Ha dengan persentase 13,86 % dari luas keseluruhan Daerah Aliran Kali Lumajang. Dengan terdapatnya wilayah pemukiman ini maka semakin banyak wilayah yang terbuka dan tidak tertutupi oleh vegetasi.

- Sawah

Penggunaan tanah berupa sawah cukup mendominasi di wilayah yang memiliki ketinggian 0 – 500 m dpl. Sawah ini terletak pada wilayah dataran rendah landai, dan polanya tersebar mengikuti pola aliran Kali Lumajang yang berada di wilayah hilir. Itu berarti menandakan bahwa sebagian besar sawah ini merupakan sawah irigasi. Penggunaan tanah berupa areal sawah memiliki luasan sebesar 454,69 Ha atau sekitar 25,32% dari luas keseluruhan DAS. Sawah ini rata-rata memiliki nilai kerapatan vegetasi antara 0,20 – 0,38 dan 0,39 – 0,50, angka itu menunjukkan bahwa sawah memiliki kerapatan vegetasi yang sangat jarang dan jarang sehingga apabila terletak pada bentukan medan yang bergelombang hingga curam maka sawah tersebut sangat berpotensi sekali sebagai daerah penghasil serta sumber material erosi bagi Daerah Aliran Kali Lumajang.

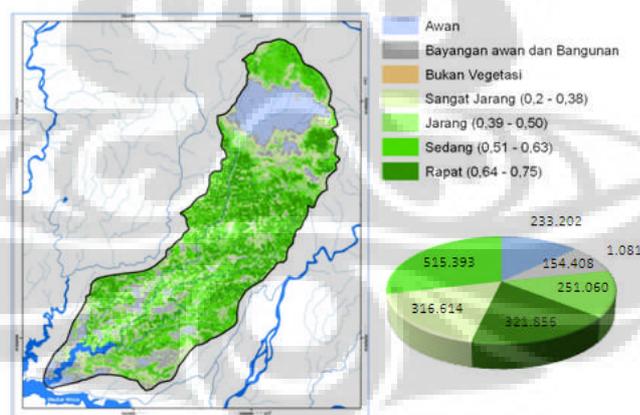
- Tegalan atau Perkebunan

Penggunaan tanah berupa perkebunan adalah penggunaan tanah yang sangat mendominasi Daerah Aliran Kali Lumajang dengan luasan area sebesar 948,01

Ha atau 52,79 % dari luas total. Distribusi dari tegalan ini juga hampir merata terdapat diseluruh wilayah Kali Lumajang. Tegalan terletak mulai dari wilayah dataran rendah (0 – 500 m dpl) hingga wilayah pertengahan atas yaitu pada ketinggian 500 – 1000 m dpl. Tegalan ini juga terletak pada bentuk medan yang cukup bervariasi, mulai dari dataran rendah landai hingga wilayah curam pertengahan. Tegalan yang ada di wilayah kajian secara umum ditumbuhi oleh tanaman salak pondoh yang juga menjadi komoditas unggulan Kabupaten Banjarnegara. Tegalan ini memiliki nilai kerapatan vegetasi sebesar 0,39 – 0,50; 0,51 – 0,63 hingga 0,64 – 0,75. Itu berarti terdapat 3 tingkatan kerapatan vegetasi yang ada di tegalan, yaitu jarang, sedang hingga rapat.

4.6 Nilai Indeks Kerapatan Vegetasi (NDVI)

Dari hasil interpretasi citra yang dilakukan, DA Kali Lumajang memiliki sebaran indeks vegetasi yang cukup beragam. Karena sebagian besar penggunaan tanah DA Kali Lumajang didominasi oleh pertanian dan perkebunan maka nilai indeks kerapatan vegetasi yang dominan adalah nilai dari tingkat jarang dan kerapatan sedang. Secara spasial, sebaran indeks vegetasi tersebut dapat dilihat dalam gambaran di bawah ini:



Sumber : Pengolahan data 2009

Gambar 4.5 Sebaran indeks vegetasi

Berdasarkan sebaran nilai indeks vegetasi di atas, kelas kerapatan vegetasi yang sangat jarang dan jarang tersebar pada bagian hilir hingga wilayah pertengahan utara DAS. Sebaran kedua kelas tersebut merupakan bagian dari penggunaan tanah berupa sawah dan tegalan, dimana tingkat kerapatan dari vegetasi yang tumbuh di atasnya berkisar 0,2 – 0,38 untuk kelas sangat jarang

dengan luasan 316,614 ha dan untuk kelas jarang memiliki nilai 0,39 – 0,50 dengan luasan 251,060 ha. Kedua kelas ini kebanyakan terletak pada disepanjang pinggiran DAS dan memiliki tingkat resiko erosi yang tinggi karena kerapatan vegetasi yang menutupi tanahnya sangat jarang dan memiliki kemiringan lereng yang berkisar 15 – 25 % dan 25 – 40 % sehingga air dapat dengan mudah menggerus tanah dan mengalirkannya kedalam aliran sungai sehingga menjadi material sedimen didalam DAS tersebut.

Kemudian untuk kelas indeks vegetasi yang sedang hingga rapat tersebar pada wilayah pertengahan serta hulu DAS. Rata-rata wilayah ini ditutupi oleh wilayah perkebunan dan terdapat hutan yang terganggu dibagian hulu sehingga wilayah ini memiliki nilai indek vegetasi yang cukup tinggi. Untuk kelas indeks vegetasi yang sedang memiliki luasan 515,393 ha, dan tersebar mendominasi wilayah pertengahan hingga hulu DAS. Kemudian kelas indeks vegetasi yang rapat tersebar diwilayah hutan primer dan perkebunan rapat pada bagian tengah dan hulu DAS dengan luasan 321,856 ha. Untuk melihat distribusi spasial yang lebih terperinci lagi dapat dilihat pada peta 6 di lampiran.

4.7 Wilayah Tingkat Bahaya Erosi Kali Lumajang

Wilayah tingkat bahaya erosi yang diperoleh dalam penelitian ini adalah merupakan hasil dari analisa USLE dan juga hasil analisa overlay yang divisualisasikan dalam sebuah gambaran peta sistem informasi geografis (SIG). Hasil yang diperoleh dari perhitungan rumus USLE adalah sebagai berikut ini :

- Nilai erosivitas hujan wilayah yang terbentuk berasal dari hasil perhitungan Energi kinetik dari Intensitas hujan 30 menit (EI_{30}) yang dikemukakan oleh Bols (1978). Besaran erosivitas di tiap wilayah DA Kali Lumajang ditentukan dari bentukan Polygon thiesen yang didapat dari beberapa titik stasiun pengukuran curah hujan yang berada disekeliling DAS dan akan menjadi peta iso-eroden. Dari tiap titik stasiun hujan tersebut dimasukan nilai besaran erosivitas hujan tahunan yang telah dihitung nilainya seperti tabel 5.9 di bawah ini:

Tabel 4.6 Tingkat erosivitas hujan tiap stasiun hujan

Kejadian Hujan	Intesitas Hujan per Stasiun			
	PBS (cm)	Singomerto (cm)	Wonodadi (cm)	Banjarmangu (cm)
Tahun 2008				
Rata-rata tahunan	25.49	27.00	25.53	25.74
CH max	88.4	102	75	78.6
Jumlah Hari Hujan	168	161	149	144
Erosivitas Hujan (R)	297.94	351.58	289.44	304.74

Sumber :Pengolahan data tahun 2009

Nilai erosivitas hujan wilayah didapatkan dari rumus persamaan Bols, yaitu:

$$EI_{30} = 6,12 (Rain)^{1,21} (Days)^{-0,47} (MaxP)^{0,53}$$

EI_{30} : erosivitas hujan rata-rata tahunan

$Rain$: curah hujan rata-rata tahunan (cm)

$Days$: jumlah hari hujan per tahun (hari)

$MaxP$: curah hujan maksimum rata-rata dalam 24 jam perbulan dalam kurun waktu 1 tahun.

DA Kali Lumajang memiliki dua nilai erosivitas hujan yang terbentuk dari polygon thiesen tiap stasiun hujan. Hal tersebut dapat dilihat pada peta 13 dalam lampiran. Berikut adalah tabel dari iso-eroden DA Kali Lumajang :

R	Total Area	Thiesn Km ²	Thiesn Rain
289.44	19654.94	3061.09086	45.077964
304.74	19654.94	5669.12033	87.896768

Rezim erosivitas hujan yang terdapat di wilayah hulu DAS hingga wilayah pertengahan adalah sebesar 304 cm per tahun dengan luasan wilayah sebesar 5669.12 km², dan pada bagian hilir hingga wilayah pertengahan memiliki nilai erosivitas hujan sebesar 289.44 cm/tahun dengan luasan wilayah 3061.09 km².

- K atau faktor erodibilitas tanah menunjukkan resisten partikel tanah terhadap pengelupasan dan transportasi partikel-partikel tanah oleh adanya energi kinetik air hujan. Nilai erodibilitas tiap-tiap jenis tanah akan berbeda-beda pada suatu daerah. Didalam DA Kali Lumajang terdapat tiga jenis tanah, diantaranya adalah andosol, regosol dan latosol. Ketiga jenis tanah ini

tersebar dan ada yang berasosiasi satu sama lainnya. Berikut ini adalah nilai dari tingkat erodibilitas tanah yang terdapat dialiran DA Kali Lumajang.

Tabel 4.7 Erodibilitas tanah

Jenis Tanah	Tekstur	Porositas	Erodibilitas	Luasan (ha)
Latosol dan Andosol	Pasir campuran halus	0.33	0.23	1090.253
Andosol dan Regosol	Pasir	0.35	0.29	483.467
Andosol	Pasir	0.35	0.35	219.999

Sumber :Pengolahan data tahun 2009

Jenis tanah andosol memiliki tingkat erodibilitas tanah yang cukup tinggi dibandingkan dengan jenis tanah lainnya hal tersebut dikarenakan jenis tanah ini memiliki tingkat porositas yang tinggi dengan teksturnya yang didominasi oleh pasir, jenis tanah ini memiliki nilai erodibilitas tanah sebesar 0,35 dengan luas arealnya sebesar 219,99 ha dan tersebar pada bagian hulu DAS dimana pada bagian ini didominasi oleh hutan. Lalu terdapat pula asosiasi dua jenis tanah yaitu asosiasi andosol dengan regosol dimana jenis tanah ini tersebar pada wilayah pertengahan DAS.

Jenis asosiasi tanah ini memiliki tekstur pasir dan porositas sebesar 0,35 dengan tingkat erodibilitas tanahnya 0,29 yang memiliki luas areal sebesar 483,467 ha. Kemudian jenis asosiasi tanah yang lainnya adalah asosiasi tanah latosol dengan andosol, jenis tanah ini mendominasi wilayah pertengahan hingga hilir DAS. Asosiasi tanah ini memiliki tekstur pasir campuran halus dengan porositas tanah sebesar 0,33, kemudian asosiasi tanah ini memiliki nilai erodibilitas sebesar 0,23 dengan luas areal sebesar 1090,253 ha. Pola spasial dari jenis tanah dan tingkat erodibilitas tanahnya terdapat pada peta 5 dalam lampiran.

- Ls atau faktor kelerengan, faktor indeks topografi L dan S, masing-masing mewakili pengaruh panjang dan kemiringan lereng terhadap besarnya erosi. Besarnya nilai Ls dapat diperoleh dengan menggunakan table dari Goldman. Besarnya nilai Ls pada table didasarkan pada keadaan panjang dan gradient kemiringan lereng di lapangan (chay asdak, 2002: 371).

Tabel 4.8 Indeks LS

No.	Kelas Lereng (%)	Luasan (Ha)	Indeks LS
1	0 – 8 %	647.853	0,4
2	8 – 15 %	577.177	1,4
3	15 – 25 %	380.126	3,1
4	25 – 45 %	184.442	6,8
5	>45 %	51.541	9,5

Sumber :Pengolahan data tahun 2009

Nilai C dan P dapat dilihat dari penggunaan tanah (pengelolaan tanaman) yang terdapat didalam DAS, dimana tiap-tiap penggunaan tanah tersebut akan memiliki nilai C yang berbeda-beda dan juga digunakan nilai indeks Vegetasi sebagai parameter tingkat kerapatan tanaman yang ada di DAS.

Tabel 4.9 Indeks CP tiap Penggunaan Tanah

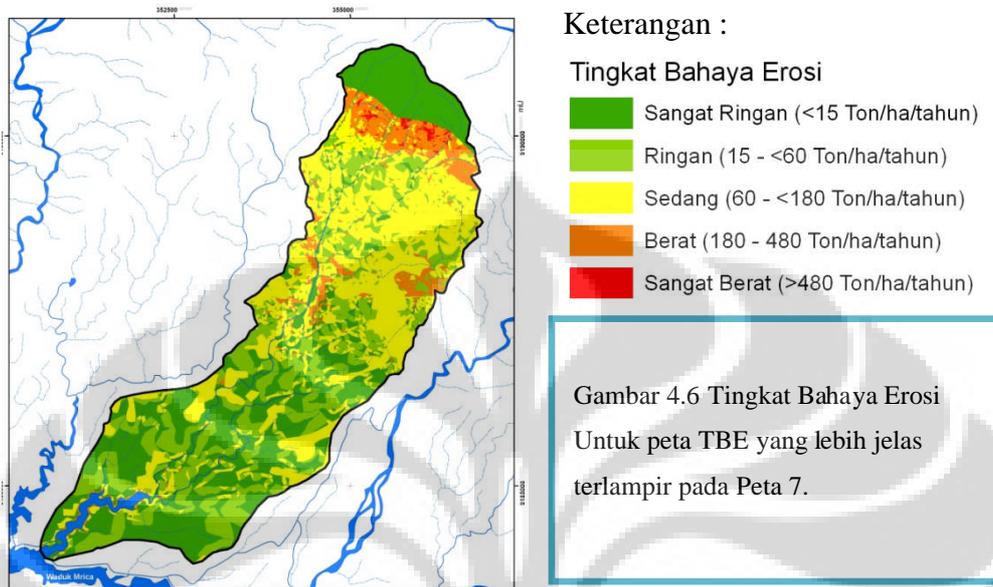
Penggunaan Tanah	CP	Luas (ha)
Hutan	0.001	122.4470
Perkampungan	0.000	248.8600
Sawah	0.347	454.6920
Sungai/Danau/Telaga	0.000	21.6600
Tegalan	0.500	948.0120

Sumber :Pengolahan data tahun 2009

Penggunaan tanah berupa hutan memiliki nilai C yang sangat kecil, hal tersebut dikarenakan vegetasi hutan memiliki ketahanan terhadap erosi yang sangat besar. Kemudian nilai C yang cukup besar adalah terdapat pada penggunaan tanah berupa tegalan dengan nilai C sebesar 0,5. Hal itu disebabkan karena kerapatan vegetasi yang ada di dalam tegalan cukup rendah dan jumlah tanah yang terbuka akan semakin luas, sehingga tanah akan lebih mudah tererosi.

Wilayah tingkat bahaya erosi yang terbentuk merupakan satu kesatuan dari perkalian nilai-nilai yang terdapat pada tiap variabel pembentuk. Tingkat bahaya erosi ini ditentukan dari besaran erosi total yang terjadi dalam satu tahun. Tingkat bahaya erosi yang tertinggi dan tinggi terdapat pada wilayah pertengahan mendekati hulu dimana wilayah ini memiliki karakteristik lereng yang curam dan penutupan tanahnya yang didominasi oleh tegalan dengan jenis tanahnya berupa

asosiasi antara andosol dan regosol yang memiliki tekstur pasir sehingga wilayah ini sangat rawan untuk tererosi berat tiap tahunnya.



Sumber : Pengolahan data tahun 2009

Tingkat bahaya erosi berat hingga sangat berat memiliki luasan areal masing-masing sebesar 129,336 ha dan 9,292 ha. Kemudian pada wilayah hilir DAS didominasi oleh tingkat bahaya erosi yang sangat ringan hingga ringan dimana wilayah ini memiliki karakteristik kelas lereng mulai dari yang landai hingga sedang, dengan nilai erosivitas hujannya sebesar 289,44 cm/tahun dan memiliki jenis tanah yang didominasi oleh asosiasi andsol dan latosol. Penggunaan tanah yang terdapat di wilayah ini sebagian besar ditutupi oleh sawah dan tegalan dengan luasan wilayahnya masing-masing sebesar 597,367 ha dan 446,478 ha.

Tabel 4.10 Tingkat Bahaya Erosi

TBE	Total Erosi (ton/ha/tahun)	Luas (ha)
Sangat Ringan	< 15 ton/ha/tahun	597.367
Ringan	15 - < 60 ton/ha/tahun	446.478
Sedang	60 - < 180 ton/ha/tahun	629.461
Berat	180 - < 480 ton/ha/tahun	129.336
Sangat Berat	> 480 ton/ha/tahun	9.292

Sumber : Pengolahan data tahun 2009

Kemudian pada wilayah pertengahan didominasi oleh tingkat bahaya erosi sedang, dimana pada wilayah ini tingkat kelerengannya dari sedang hingga curam dan memiliki jenis tanah asosiasi andosol dan regosol dengan jenis tanah ini memiliki erodibilitas tanah sebesar 0,29 serta terdapat dua tingkat erosivitas hujan yaitu 289,44 cm/tahun dan 304,74 cm/tahun, wilayah tingkat bahaya erosi sedang ini memiliki luas area sebesar 629,461 ha.



BAB 5

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Sedimen Terlarut Kali Lumajang

Suspended load atau konsentrasi suspended sedimen merupakan materi tanah hasil erosi yang terangkut dan tersuspensi/terlarut dan melayang di dalam aliran sungai. Konsentrasi material suspended load yang terkandung didalam aliran DA Kali Lumajang didapatkan dari hasil pengukuran (pengambilan sampel air) yang dilakukan pada waktu dan kondisi cuaca yang berbeda-beda, dimana nilai dari konsentrasi sedimen tersebut akan tergantung dari besaran erosi yang terjadi, curah hujan dan fluktuasi debit alirannya. Kemudian dari sampel tersebut dilakukan uji laboratorium untuk mendapatkan nilai kandungan sedimen yang ada didalamnya dengan metode ayakan sieves. Berikut akan dijabarkan hasil yang didapatkan dari pengukuran dan uji laboratorium serta hubungan antara debit aliran yang terjadi dengan laju sedimentasi yang ada di DA Kali Lumajang.

5.2.1 Konsentrasi Sedimen dan Debit per Kejadian

Konsentrasi sedimen atau Ks adalah berat material sedimen yang terlarut dalam air dengan satuan milligram/liter (mg/l). Besar kecilnya nilai konsentrasi sedimen ini biasanya berbanding lurus dengan nilai besaran tingkat curah hujan serta debit aliran yang terjadi didalam DAS tersebut. Kemudian nilai dari konsentrasi suspended load ini juga akan menentukan besaran laju sedimentasi yang akan terjadi. Data tabulasi di bawah ini menunjukkan kejadian curah hujan, debit aliran serta konsentrasi sedimen yang terjadi pada saat pengambilan sampel. Dari data tersebut dapat kita lihat bahwa pada hari ke-5 terjadi intensitas hujan yang sangat rendah (0,74 mm) dan tidak mempengaruhi kondisi debit aliran yang terjadi, itu artinya pada hari ini merupakan pengambilan sampel pada saat kondisi sungai normal/kering (debit tidak dipengaruhi hujan). Pada hari ke-5 ini debit aliran maksimum terjadi sebesar $1,35 \text{ m}^3/\text{det}$ dan nilai debit minimumnya sebesar $0,68 \text{ m}^3/\text{det}$, hal tersebut diiringi dengan besaran konsentrasi suspended loadnya sebesar; maksimum 1,22 mg/l dan minimumnya 0,56 mg/l kemudian pengambilan

sampel juga dilakukan pada saat kondisi hujan ringan/gerimis, misalnya saja pada pengambilan sampel hari ke-3 dengan intensitas hujannya sebesar 6,65 mm/hari. Pada pengambilan sampel hari ke-3 ini debit aliran maksimum dan minimum yang terjadi masing-masing memiliki nilai 1,64 m³/det dan 1,07 m³/det dengan nilai konsentrasi maksimum 1,67 mg/l dan minimumnya sebesar 0,98 mg/l.

Tabel 5.1 Rekapitulasi Kosentrasi Suspended Load per Hari Pengambilan Sampel

Hari Pengambilan Sampel	Jumlah sampel	Curah Hujan (mm)	Qw (m ³ /det)			Ks (mg/l)		
			max	min	rata-rata	max	min	rata-rata
Hari ke - 1	2	9.98	1.58	1.13	1.36	2.11	1.66	1.89
Hari ke - 2	4	6.6	1.64	0.95	1.41	2.18	0.98	1.57
Hari ke - 3	5	6.65	1.64	1.07	1.42	1.67	0.98	1.35
Hari ke - 4	8	35	3.24	1.83	2.47	7.54	1.37	5.22
Hari ke - 5	5	0.74	1.35	0.68	1.06	1.22	0.56	0.94
Hari ke - 6	10	47.35	6.22	2	3.14	33.24	4.25	9.77

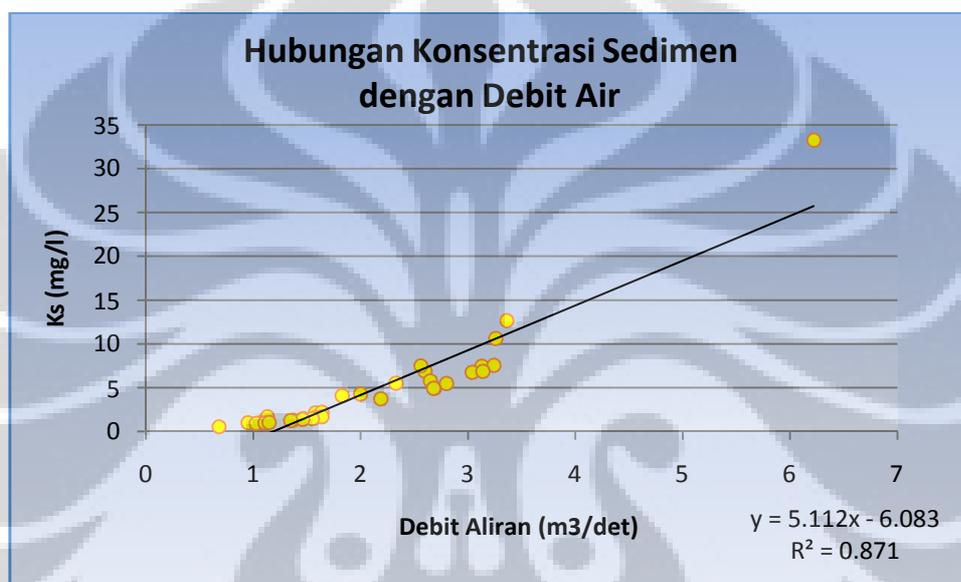
Sumber : Pengolahan Data tahun 2009

Kemudian untuk melengkapi kejadian hujannya, maka pengambilan sampel pada saat hujan lebat juga dilakukan yaitu pada hari pengambilan sampel ke-4 dan ke-6. Disini akan terlihat bahwa pada hari ke-6 curah hujan yang terjadi sebesar 47,35 mm hal ini menyebabkan aliran Kali Lumajang meluap dan terjadi fluktuasi debit yang cukup tinggi. Pada hari ke-6 ini nilai debit maksimumnya mencapai 6,22 m³/det dan debit minimumnya sebesar 2,0 m³/det hal itu dibarengi pula dengan kejadian konsentrasi suspended load yang ada. Nilai konsentrasi suspended load maksimum mencapai 33,24 mg/l dan nilai konsentrasi minimumnya sebesar 4,25 mg/l, hujan lebat juga terjadi apada hari pengambilan sampel ke-4 dimana pada saat itu terjadi hujan dengan intensitas hujan sebesar 35 mm. sedangkan debit aliran maksimum yang terjadi pada saat itu adalah sebesar 3,24 m³/det dan debit minimumnya sebesar 1,83 m³/det dengan tingkat konsentrasi sedimen maksimum mencapai 7,54 mg/l dan konsentrasi minimumnya sebesar 1,37 mg/l.

Dari data rekapitulasi nilai kandungan suspended load yang terdapat didalam aliran sungai per hari pengambilan sampel juga terlihat bahwa terdapat sebuah hubungan yang secara tabulasi menunjukkan terjadinya peningkatan debit

aliran dan curah hujan maka akan diiringi pula dengan peningkatan konsentrasi sedimen yang terdapat didalam aliran Kali Lumajang, untuk lebih mendalam lagi maka perlu adanya analisa korelasi regresi linear. Sehingga dapat diketahui dengan pasti seberapa besar pengaruh fluktuasi debit aliran dengan konsentrasi sedimen ataupun yang lebih kompleks lagi yaitu antara curah hujan, debit aliran dengan fluktuasi tingkat konsentrasi suspended load yang ada.

Berikut ini adalah grafik hubungan antara debit aliran dengan konsentrasi sedimen yang terjadi:



Gambar 5.1 Grafik Hubungan konsentrasi sedimen dengan debit air

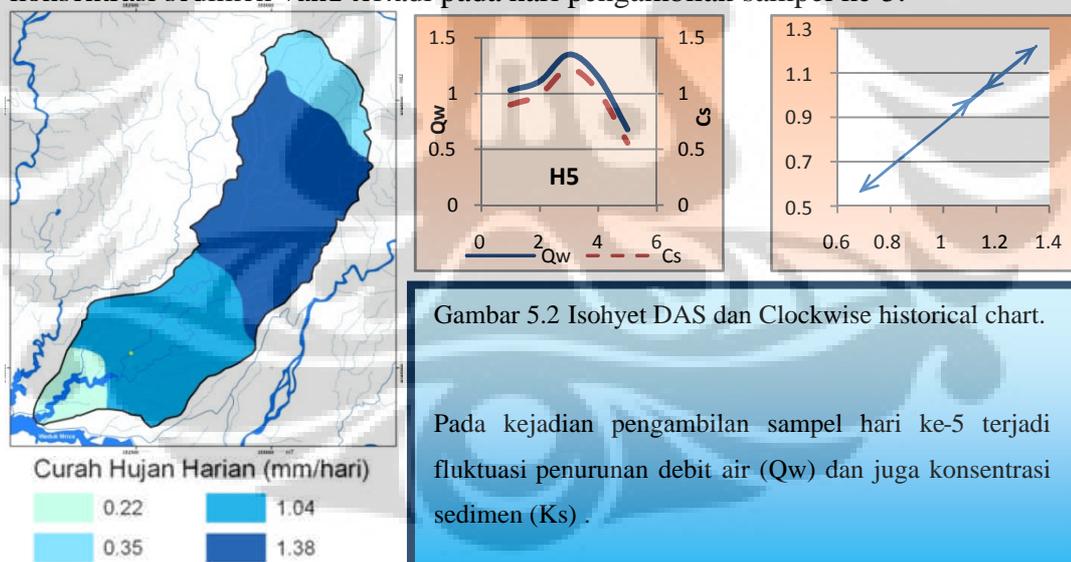
Sumber : Pengolahan data tahun 2009

Berdasarkan analisa regresi linear sederhana terlihat bahwa nilai korelasi (r) yang terjadi antara konsentrasi sedimen dengan debit air adalah 0,933 dengan tingkat signifikansi dibawah 1 % yaitu sebesar 0.0031 hal ini menandakan bahwa regresi ini diterima dan berhubungan kuat satu sama lainnya. Korelasi yang terbentuk antara kedua variabel ini cukup tinggi, dimana peningkatan konsentrasi sedimen yang terlarut dalam aliran sungai cukup besar dipengaruhi oleh kenaikan debit alirannya. Hasil analisis regresi linear ini didapatkan persamaan empiris $K_s = 5,112 Q_w - 6,083$ dengan koefisien determinasi sebesar 87,1 % yang menandakan bahwa 87,1 % nilai konsentrasi sedimen dapat ditentukan dari besarnya kenaikan debit air.

Peningkatan konsentrasi sedimen dengan fluktuasi debit yang terjadi juga dapat dijelaskan melalui clockwise historical chart (grafik kejadian waktu). Dimana dalam grafik ini akan terlihat bagaimana pengaruh peningkatan debit air terhadap tingkat konsentrasi sedimennya. Untuk menghasilkan gambaran yang baik mengenai fluktuasi konsentrasi sedimen dengan debit airnya maka akan dideskripsikan beberapa sampel yang pengambilannya pada tingkat curah hujan yang berbeda-beda :

- Kondisi sungai normal

Pengambilan sampel konsentrasi sedimen melayang pada kondisi sungai normal/tingkat curah hujan sangat kecil mendekati nol dilakukan adalah untuk mengetahui seberapa besar kejadian suspended sedimen yang mengalir pada saat normalnya. Pengambilan sampel pada kondisi sungai normal ini dilakukan pada hari pengambilan sampel ke-5 dimana curah hujan yang terjadi sebesar 0,74 mm, dengan begitu maka debit alirannya pun akan berjalan pada kondisi normal sungainya. Berikut ini adalah gambaran isohyet DAS dan fluktuasi debit serta konsentrasi sedimen yang terjadi pada hari pengambilan sampel ke-5.



Sumber : Pengolahan data 2009

Dari peta sebaran hujan di atas terlihat bahwa kondisi hujan yang cukup tinggi terjadi pada bagian pertengahan DAS dengan tingkat 1,38 mm dan pada wilayah titik pengamatan jumlah curah hujannya sebesar 1,04 mm kemudian curah hujan pada bagian hulunya sebesar 0,35 mm. Hal ini tentunya mempengaruhi terhadap fluktuasi debit dan kandungan konsentrasi sedimen yang

ada. Seperti pada grafik clockwise historical chart diatas pada saat pengambilan sampel pertama (H5S1) hingga sampel ketiga (H5S3) terjadi peningkatan debit air dari 1,03 hingga 1,35 m³/det, hal ini diikuti pula dengan peningkatan konsentrasi sedimen yang terjadi mulai dari 0,9 hingga 1,22 mg/l. kemudian setelah mencapai puncaknya debit air serta konsentrasi sedimen tersebut turun kembali hingga dari sampel ke empat sampel ke lima (H5S4 – H5S5). Dengan nilai debit aliran 1,15 hingga 0,68 m³/det dan konsentrasi sedimennya sebesar 1,02 – 0,56 mg/l. Korelasi yang terjadi antara kedua variabel pada hari pengambilan ke-5 ini terjalin sangat kuat yaitu sebesar $y = 0.985x - 0.111$, $r^2 = 0.999$. Hal ini menandakan bahwa kenaikan konsentarasasi sedimen 99 % dipengaruhi oleh kenaikan debitnya.

Tabel 5.2 Debit Aliran dan Konsentrasi Sedimen Pengambilan Hari ke-5

Sampel	Qw	Ks
H5S1	1.03	0.9
H5S2	1.11	0.99
H5S3	1.35	1.22
H5S4	1.15	1.02
H5S5	0.68	0.56

Sumber : Pengukuran Lapang dan Pengolahan Data 2009

- **Kondisi Hujan Ringan**

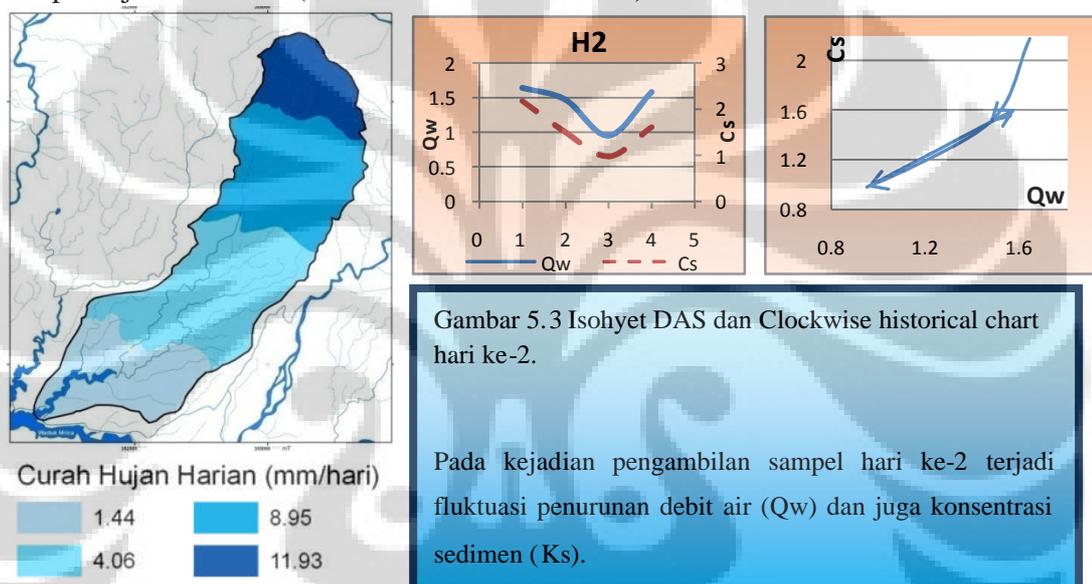
Pengambilan sampel pada saat kondisi hujan ringan dilakukan pada pengambilan sampel hari ke-1,2 dan hari ke-3 dalam hal ini proses pengambilan sampel hari ke-2 akan dijadikan sebagai contoh karena pada pengambilan hari pertama hanya dilakukan 2 kali pengambilan sampel. Pengambilan sampel pada saat hujan ringan ini dimaksudkan untuk melihat seberapa besar pengaruh hujan yang turun dengan fluktuasi debit aliran serta konsentrasi sedimen. Berikut ini adalah data yang didapatkan pada pengambilan sampel hari ke-2.

Tabel 5.3 Debit Aliran dan Konsentrasi Sedimen Pengambilan Hari ke-2

Sampel	Qw	Ks
H2S1	1.64	2.18
H2S2	1.47	1.5
H2S3	0.95	0.98
H2S4	1.58	1.61

Sumber : Pengukuran Lapang dan Pengolahan Data 2009

Dari data tabel 5.3 diatas terlihat bahwa debit aliran yang terjadi pada saat pengambilan pertama hingga pengambilan ketiga terjadi penurunan debit aliran dan konsentrasi sedimen dimana debit alirannya turun dari 1,64 hingga 0,95 m^3/det dan diiringi pula dengan penurunan konsentrasi sedimen dari 2,18 hingga 0,98 mg/l , namun pada saat pengambilan sampel ke-empat terjadi kenaikan debit aliran dan konsentrasi sedimen kembali yaitu 1,58 m^3/det dan 1,61 mg/l seperti pada gambar 5.2 yang menggambarkan pergerakan konsentrasi sedimen dan debit air perkejadian waktu (clockwise historical chart).



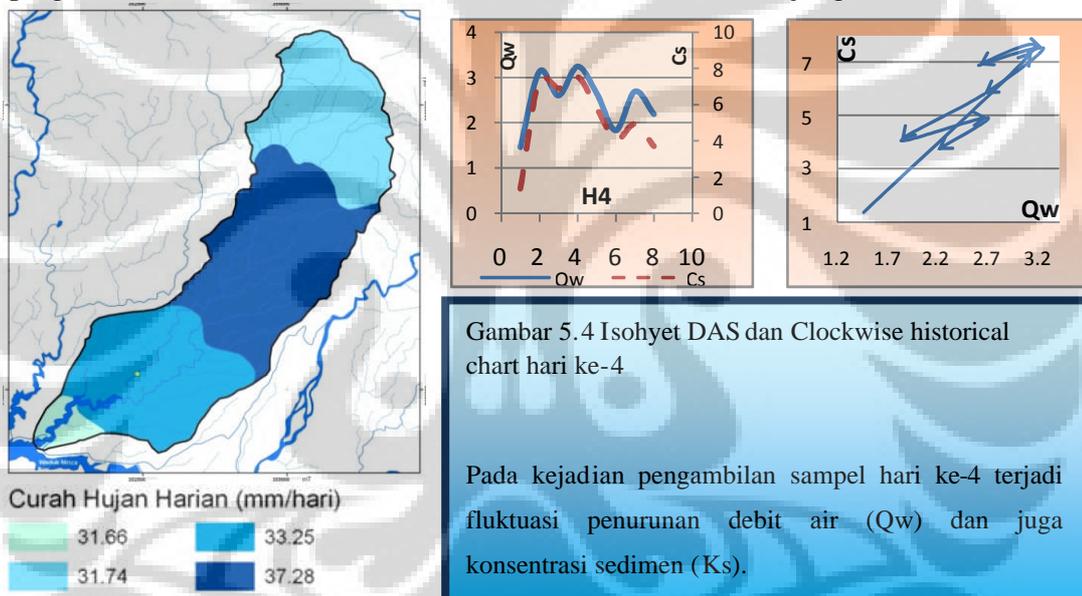
Sumber : Pengolahan data 2009

Pada gambar diatas, terlihat dengan jelas bahwa curah hujan pada titik pengambilan sampel sebesar 1,44 mm dan curah hujan tersebut semakin kearah hulu semakin besar mulai dari 4,06 hingga 11,93 pada bagian hulu. Hal ini mempengaruhi fluktuasi debit yang terjadi. Pada deskripsi sebelumnya telah dijelaskan bahwa terjadi penurunan debit aliran dari sampel pertama hingga sampel ke-3, hal tersebut dikarenakan curah hujan yang jatuh pada bagian pengamatan dan pada wilayah pertengahan tidak begitu besar sehingga debitnya terus menurun dan ketika debit limpasan dari bagian hulunya telah datang pada titik pengamatan maka debit alirannya meningkat kembali yaitu pada pengambilan sampel ke-4 (H2S4). Hal tersebut dikarenakan perbedaan waktu tempuh air dari hulu ke titik pengamatan. Korelasi yang terjadi antara debit dengan konsentrasi

sedimen pada pengambilan sampel hari kedua ini cukup kuat dengan persamaan $y = 1.394x - 0.399$, $r^2 = 0.795$.

- **Kondisi Hujan Lebat**

Pengambilan sampel juga dilakukan pada saat kondisi curah hujan tinggi. Hal ini dilakukan untuk melihat variasi kenaikan debit aliran dan tingkat konsentrasi sedimen yang terjadi didalam aliran Kali Lumajang. Hujan lebat terjadi pada hari pengukuran ke-4 dan hari ke-6. Dimana pada hari pengukuran tersebut memiliki intensitas hujan > 35 mm/hari. Berikut ini adalah gambaran sebaran hujan yang terjadi di tiap wilayah DAS dan gambaran mengenai pergerakan konsentrasi sedimen serta debit aliran Kali Lumajang.



Sumber : Pengolahan data 2009

Dari gambar di atas terjadi beberapa fluktuasi debit yang cukup menarik. Hal tersebut terjadi mulai dari awal pengukuran hingga pengukuran ke-5 (H4S1 – H4S4) dan cenderung menurun dari H4S5 – H4S8. Fluktuasi debit yang terjadi sebenarnya berpola meningkat namun terjadi kenaikan serta penurunan debit pada beberapa sampel. Hal tersebut dikarenakan perbedaan intensitas curah hujan yang terjadi per satuan waktunya, sehingga debit yang turun juga bervariasi. Pada awal pengukuran debit aliran masih dalam kondisi hujan yang tidak begitu besar sehingga debit aliran dan konsentrasinya pun kecil yaitu sebesar $1,46 \text{ m}^3/\text{det}$ dengan konsentrasi $1,37 \text{ mg/l}$ lalu cenderung meningkat hingga pada H4S4

dengan besar debit 3,24 m³/det dengan konsentrasinya pada nilai maksimal 7,54 mg/l kemudian selepas itu debit aliran dan konsentrasi sedimen cenderung menurun dari nilai debit 2,65 hingga 2,19 m³/det dengan penurunan konsentrasi sedimen sebesar 5,81 hingga 3,71 mg/l. Hal tersebut terjadi karena intensitas hujan yang terjadi semakin kecil sehingga debit aliran yang mengalir juga semakin kecil begitu pula dengan konsentrasi sedimen yang terkandung didalamnya. Dari hasil perhitungan maka tingkat korelasi yang terjadi antara debit dengan konsentrasi sedimen pada pengambilan sampel hari ke-4 ini dinyatakan dalam persamaan $y = 3.244x - 2.807, r^2 = 0.869$.

Tabel 5.4 Debit Aliran dan Konsentrasi Sedimen Pengambilan Hari ke-4

Sampel	Qw	Ks
H4S1	1.46	1.37
H4S2	3.13	7.42
H4S3	2.6	6.89
H4S4	3.24	7.54
H4S5	2.65	5.81
H4S6	1.83	4.07
H4S7	2.69	4.93
H4S8	2.19	3.71

Sumber : Pengukuran Lapangan dan Pengolahan Data 2009

5.2.2 Laju Sedimen Kali Lumajang per Kejadian

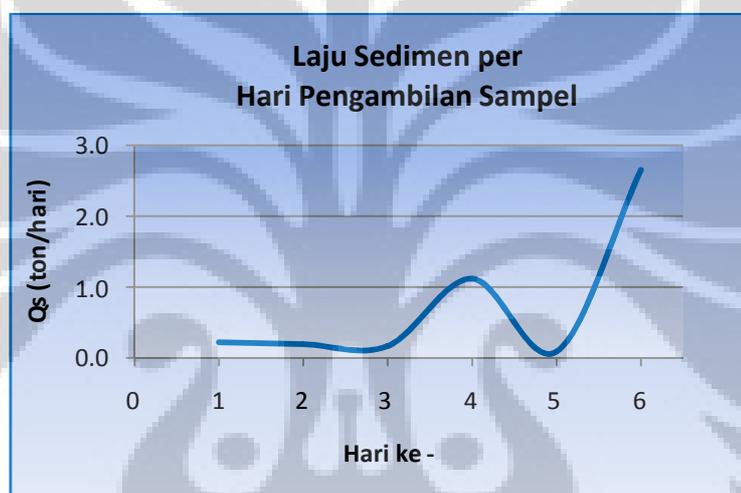
Seperti umumnya laju sedimentasi merupakan besaran muatan sedimen yang terangkut dalam aliran sungai persatuan waktu. Dalam hal ini laju sedimentasi yang terjadi disebuah aliran sungai sangat ditentukan sekali dari besarnya debit yang mengalir serta kandungan konsentrasi sedimennya. Laju sedimen memiliki hubungan keterkaitan antara debit aliran dan konsentrasi sedimen yang dijabarkan dalam rumus $Q_s = 0,0864 \times Q_w \times K_s$, dimana 0,0864 adalah merupakan konstanta pengali untuk mengetahui kejadian laju sedimen per harinya. Laju sedimen ini dapat digunakan sebagai analisis kerentangan suatu DAS dan menjelaskan seberapa besar jumlah sedimen yang terangkut persatuan waktu. Berikut ini adalah tabel 5.5 yang menjelaskan bagaimana laju sedimen yang terjadi per hari pengambilan sampel.

Tabel 5.5 Laju Sedimen per Hari Pengambilan Sampel

Hari Pengambilan Sampel	Qw (m ³ /det)			Ks (mg/l)			Qs Ton/hari
	max	min	rata-rata	max	min	rata-rata	
Hari ke - 1	1.58	1.13	1.36	2.11	1.66	1.89	0.221
Hari ke - 2	1.64	0.95	1.41	2.18	0.98	1.57	0.191
Hari ke - 3	1.64	1.07	1.42	1.67	0.98	1.35	0.165
Hari ke - 4	3.24	1.83	2.47	7.54	1.37	5.22	1.115
Hari ke - 5	1.35	0.68	1.06	1.22	0.56	0.94	0.086
Hari ke - 6	6.22	2	3.14	33.24	4.25	9.77	2.650

Sumber : Pengukuran Lapang dan Pengolahan Data 2009

Gambar 5.5 Grafik hubungan konsentrasi sedimen dengan debit air



Sumber : Pengolahan Data 2009

Dari tabel dan grafik laju sedimen diatas terlihat bahwa terjadi fluktuasi laju sedimen per hari pengambilan sampelnya. Hal tersebut terjadi karena perbedaan debit aliran dan konsentrasi sedimen yang terjadi per hari pengambilan sampel seperti yang telah dideskripsikan pada sub-bab sebelumnya. Terdapat dua puncak laju sedimen yang terjadi yaitu pada hari pengambilan sampel ke-4 dan ke-6 dimana pada kedua hari ini memiliki curah hujan yang tinggi yaitu > 35 mm/hari dengan besar laju sedimen yang terjadi sebesar 1,115 ton/hari dan 2,65 ton/hari, laju sedimen terendah terjadi pada saat pengambilan sampel hari ke-5 dimana pada saat tersebut Kali Lumajang berada pada kondisi aliran normal/kering (debit normal, tingkat curah hujan sangat rendah) dengan laju sedimen (Qs) sebesar 0,086 ton/hari.

Untuk mengetahui seberapa besar hubungan korelasi antara laju sedimen dengan debit aliran dan konsentrasi sedimen maka dilakukan analisis regresi. Seperti umumnya perhitungan regresi, laju sedimen (Q_s) juga dipengaruhi oleh variabel bebas yang dalam hal ini adalah debit aliran (Q_w) dan konsentrasi sedimen (K_s). Dalam pengolahan data didapatkan hubungan antara kedua variabel tersebut terhadap laju sedimentasi memiliki hubungan yang berbanding lurus. Angka korelasi yang ditunjukkan oleh kedua variabel tersebut sebesar 0.845 yang berarti korelasi positif yang tinggi dengan standar kesalahan untuk debit aliran dan konsentrasi muatan sedimen masing-masing sebesar 0.668 dan 0.114. Dari perhitungan yang telah dilakukan didapatkan rumus empiris antara ketiga variabel tersebut sebagai berikut :

$$Q_s = 0.515 C + 0.286 Q_w - 1.528 ; r = 0.845$$

5.4 Wilayah Sumber Material Sedimen Kali Lumajang

Sedimentasi adalah sebuah proses pengendapan material hasil erosi yang terangkut oleh aliran sungai pada daerah yang lebih rendah dari daerah lainnya atau daerah dimana kecepatan air telah mendekati nol sehingga konsentrasi sedimen yang ada dalam air terendapkan. Kandungan material sedimen sangat dipengaruhi sekali dari kandungan material jenis tanah yang tererosi yang berada disekitar wilayahnya. Oleh karena itu, jika kita ingin mengetahui berasal dari mana material yang ada dalam konsentrasi sedimen tersebut maka sangatlah penting bagi kita untuk mengetahui terlebih dahulu jenis erosi yang terjadi dan kemungkinan material yang akan tererosi dan akan menjadi konsentrasi sedimen dalam aliran sungai.

Berikut ini adalah tabel yang menerangkan tentang beberapa jenis erosi dan jenis material yang akan tererosi dan menjadi materi suspended sedimen dalam sungai.

Tabel 5.6 Jenis Erosi dan Jenis Materi Tererosi

Jenis Erosi	Jenis material tererosi	Sumber Materi
Erosi percik (splash erosion)	Fine silt dan fine clay	Bisanya materi yang tererosi percik ini hanya sedikit sekali yang menjadi materi suspended sedimen, dan walaupun ada pasti berasal dari wilayah terbuka disekitar badan sungai.
Erosi lembar (sheet erosion)	Sand, Fine silt, dan fine clay	Berasal dari wilayah terbuka dengan indeks vegetasi yang rendah dan memiliki kemiringan lereng 8 – 25 %.
Erosi alur (rill erosion)	Sand, Fine silt, dan fine clay	Terjadi pada wilayah yang memiliki indeks vegetasi rendah, kemiringan lereng 8 – 40 % dengan tingkat curah hujan > 25 mm dalam waktu yang cukup panjang.
Erosi parit atau erosi selokan (gully erosion)	Gravel, Sand, Fine silt dan Fine clay	Terjadi pada wilayah yang cukup kritis, dengan indek vegetasi yang rendah dan kemiringan lereng yang tinggi (25 – 45 dan > 45 %).
Erosi tebing sungai (stream bank erosion) atau erosi saluran (channel erosion)	Gravel dan sand.	Terdapat pada tebing sekitar sungai dengan indeks vegetasi rendah, kelerengan tinggi (25 – 45 dan > 45 %).

Sumber : Kartasapoetra (2000), Kirby dan morgan (1980), rahim (2000) dan van zuidam (1978)

Dengan mengetahui tinjauan teori tersebut, proses penentuan wilayah sumber material sedimen akan lebih mudah dilakukan. Analisa grain size akan

digunakan untuk mengetahui komposisi material penyusun sedimen yang terkandung didalam aliran Kali Lumajang. Namun terlebih dahulu harus dilakukan penginterpretasian citra untuk melihat sebaran tanah kosong, dimana tanah kosong ini adalah daerah yang paling mudah untuk tererosi. Keberadaan tanah kosong ini juga ditunjang dengan beberapa indikator penguat seperti kondisi indeks vegetasi, topografi wilayah (bentuk medan) dan TBE. Dengan begitu maka akan didapatkan sebuah wilayah sumber material sedimen.

Proses penentuan wilayah sumber material sedimen diawali dengan melihat sebaran wilayah terbuka dan wilayah penggunaan tanah yang memiliki nilai kerapatan vegetasi yang rendah dari citra quickbird lalu dipadupadankan dengan kondisi fisik dari wilayah tersebut. TBE akan digunakan untuk menemukan wilayah yang memiliki penggunaan tanah yang terbuka dengan tingkat bahaya erosi yang terjadi, sehingga terdeliniasi sebuah wilayah yang merupakan data awal wilayah sumber material erosi, kemudian untuk menguatkan asumsi tersebut wilayah yang telah terdeliniasi di overlaykan dengan peta tekstur tanah DAS dan didapatkanlah nilai kandungan tekstur tanah yang ada di wilayah tersebut.

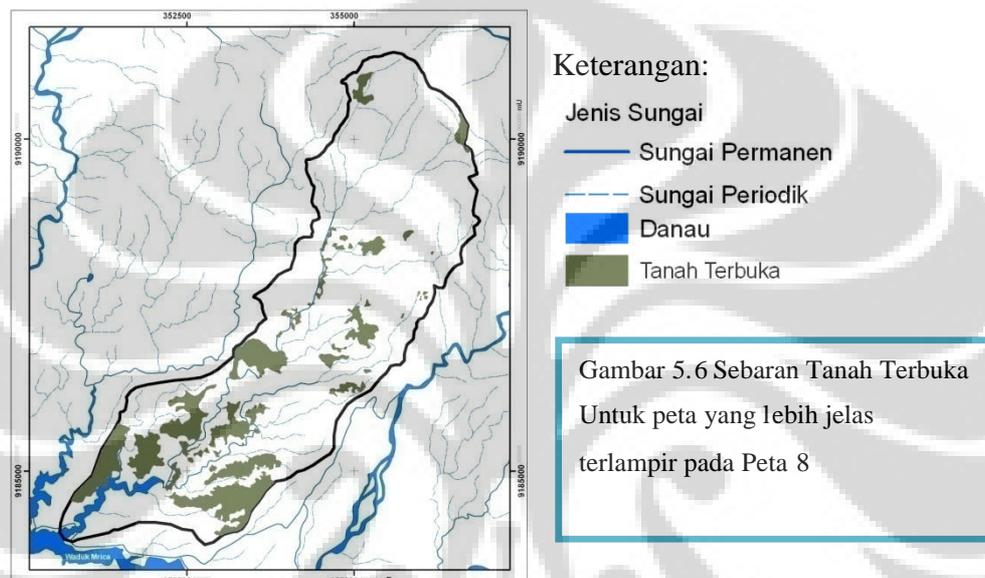
Data ini kemudian dicocokkan dengan kejadian suspended sedimen yang terjadi di DA Kali Lumajang untuk memvalidasi wilayah tersebut. Proses validasi ini pun merupakan proses inputing data dengan deskripsi faktor utama (NDVI, bentuk medan, dan TBE). Dengan begitu maka wilayah yang terbentuk adalah seperti dalam poin-poin dibawah ini yang menjelaskan tentang karakteristik wilayah sumber material sedimen DA Kali Lumajang.

- **Sebaran Tanah Terbuka**

Sebaran tanah terbuka didapatkan melalui dua cara, yaitu dengan cara penginterpretasian citra quickbird serta analisis NDVI. Penginterpretasian tanah terbuka ini sangat penting dalam penentuan wilayah sumber material sedimen karena pada bagian inilah tanah akan mudah tererosi dan menjadi sedimen dalam aliran sungai. Tanah terbuka yang terdapat dalam citra merupakan wilayah persawahan dan tegalan. Hal ini dapat dilihat dari bentuk dan pola yang tergambar dalam citra quickbird. Kemudian dari hasil NDVI tanah terbuka merupakan

wilayah yang memiliki nilai indeks kerapatan vegetasi yang rendah. Wilayah-wilayah yang menjadi sumber sedimen rata-rata memiliki nilai NDVI dari 0,2 hingga 0,5 dimana memiliki kelas NDVI dari sangat jarang hingga sedang. Dari kedua cara inilah maka didapatkan wilayah tanah terbuka yang berada di dalam DA Kali Lumajang.

Berikut ini adalah sebaran tanah terbuka yang merupakan hasil interpretasi citra quickbird.

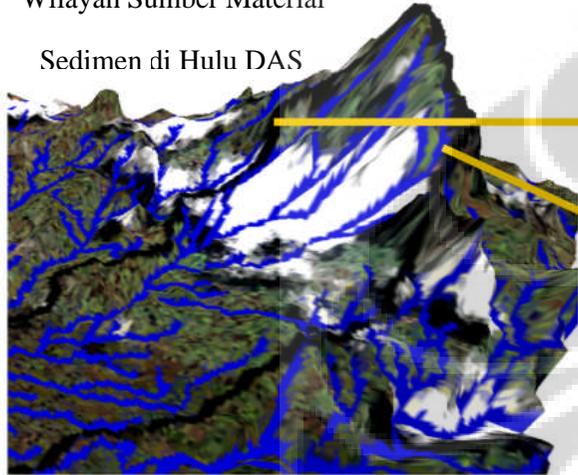


Sumber : Pengolahan data 2009

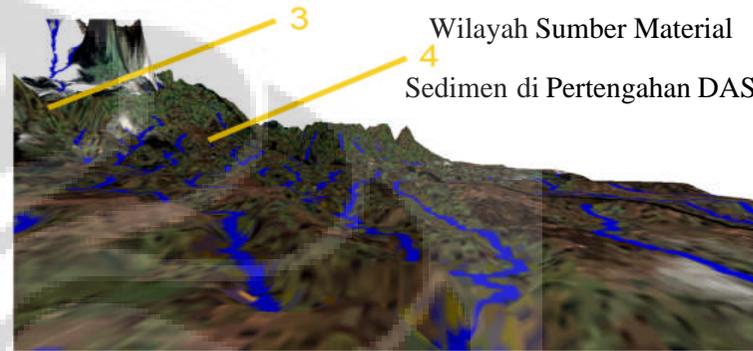
Sebaran wilayah tanah terbuka secara keseluruhan berada pada wilayah pinggiran sungai. Dimana pada bagian hilir sungai sebaran wilayah tanah terbuka ini mendominasi secara keseluruhan dari luas total wilayah tanah terbuka dengan luasan sebesar 188,46 ha dan sebagian besar merupakan persawahan terasering yang terdapat disekitar aliran sungai pada lereng sedang hingga curam. Kemudian pada bagian pertengahan DAS, sebaran wilayah tanah terbuka terdapat disepanjang aliran sungai utama pada bagian pinggiran badan sungai. Luasan wilayah sumber material sedimen pada bagian ini adalah sebesar 77,76 ha dimana secara umum ditutupi oleh penggunaan tanah berupa perkebunan serta sebagian sawah yang terletak pada bentuk medan bergelombang hingga curam. Kemudian pada bagian hulu wilayah tanah memiliki luas sebesar 14,3 ha yang tersebar pada wilayah bergelombang hingga curam dengan penggunaan tanahnya yang berupa perkebunan.

Gambar 5.7 Sebaran Tanah Terbuka dan Bentuk 3D Topografi DAS

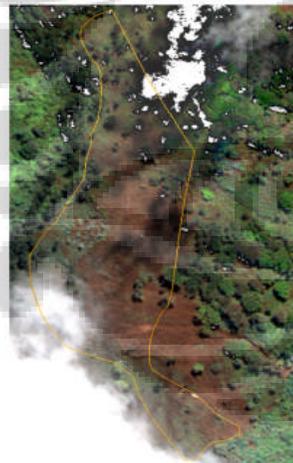
Wilayah Sumber Material
Sedimen di Hulu DAS



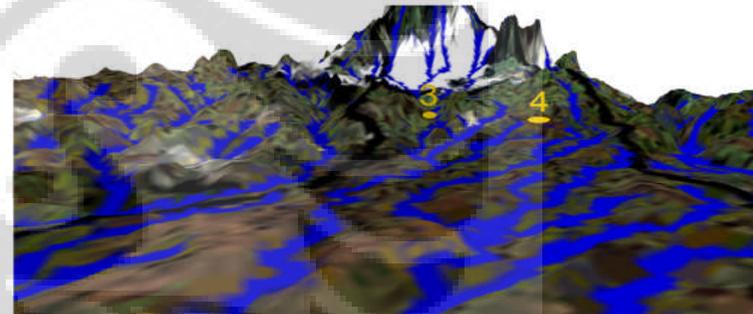
Wilayah Sumber Material
Sedimen di Pertengahan DAS



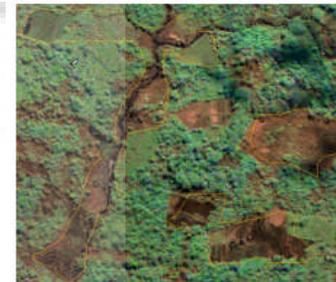
1



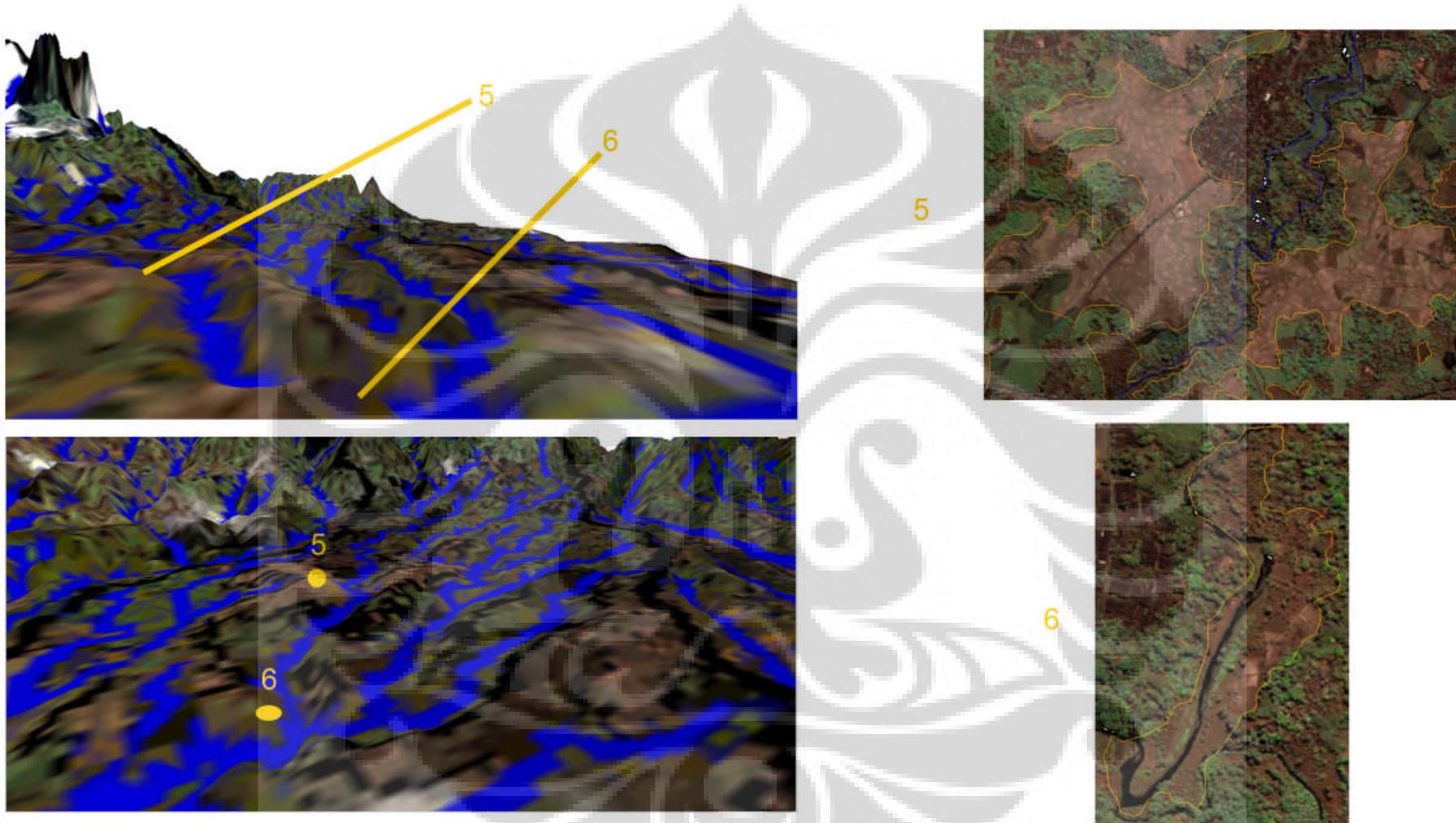
2



3



4



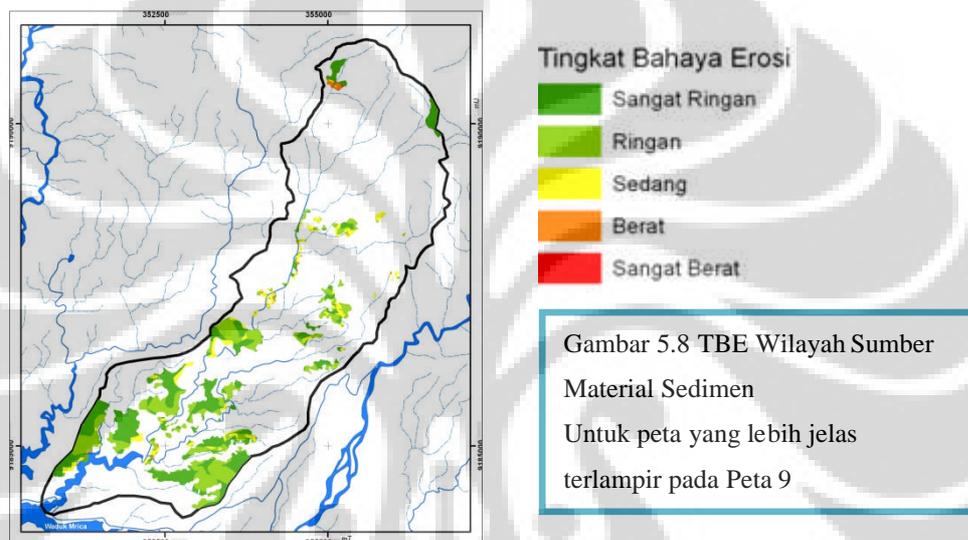
Wilayah Sumber Material

Sedimen di Hilir DAS

- Tingkat Bahaya Erosi pada Wilayah Sumber Material Sedimen

TBE memiliki peranan yang cukup besar dalam penentuan wilayah sumber material sedimen, hal ini dikarenakan dengan diketahuinya besaran TBE yang terjadi itu maka akan dapat diketahui pula seberapa besar nilai kerentangan wilayah tersebut akan tererosi sehingga akan menjadi pensuplai material kedalam aliran sungai.

Berikut adalah TBE yang terdapat didalam wilayah sumber material sedimen.



Sumber : Pengolahan data 2009

TBE yang terdapat pada wilayah sumber material ini terdiri dari tingkat sangat ringan hingga sangat berat. Sebaran tingkat sangat ringan hingga ringan tersebar merata di hampir seluruh bagian dan TBE dengan tingkat sedang hingga sangat berat, tersebar disekitar badan sungai dengan begitu maka tanah terbuka yang terdapat disekitar badan DAS dengan nilai TBE sedang hingga berat menjadi kunci sebagai wilayah sumber material sedimen.

Analisis grainsize sedimen adalah pendekatan yang digunakan untuk melihat kandungan material sedimen yang terjadi didalam aliran sungai. Dalam penentuan wilayah sumber material sedimen ini akan dilakukan sebuah analisis dari hasil pengujian laboratorium sampel air sehingga didapatkan sebuah persentase kandungan material seperti pasir, liat dan lempung (sand, silt, dan clay) yang akan dihubungkan dengan tingkat kejadian hujan pada saat pengambilan

sampel serta tingkat laju erosi yang didalamnya telah terkandung nilai material jenis tanah yang tererosi.

Tabel 5.7 Konsentrasi Material Suspended Sedimen

No. Sampel	C sedimen (mg/l)	Berat (mg)			Persentase (%)		
		Sand	Fine Silt	Fine Clay	Sand	Fine Silt	Fine Clay
H1S1	1.66	0.0365	0.2025	1.4210	2.20	12.20	85.60
H1S2	2.11	0.0506	0.2616	1.7977	2.40	12.40	85.20
H2S1	2.18	0.0042	0.3094	1.8663	0.19	14.19	85.61
H2S2	1.5	0.0103	0.2053	1.2845	0.68	13.68	85.63
H2S3	0.98	0.0176	0.1352	0.8271	1.80	13.80	84.40
H2S4	1.61	0.0075	0.2329	1.3697	0.46	14.46	85.07
H3S1	1.67	0.0291	0.2462	1.3948	1.74	14.74	83.52
H3S2	1.27	0.0221	0.1618	1.0862	1.74	12.74	85.53
H3S3	0.98	0.0190	0.1268	0.8343	1.94	12.94	85.13
H3S4	1.37	0.0239	0.2020	1.1441	1.74	14.74	83.51
H3S5	1.46	0.0068	0.1966	1.2566	0.47	13.47	86.07
H4S1	1.37	0.0288	0.1658	1.1753	2.11	12.11	85.79
H4S2	7.42	0.1566	0.8986	6.3647	2.11	12.11	85.78
H4S3	6.89	0.1192	0.9460	5.8247	1.73	13.73	84.54
H4S4	7.54	0.1973	0.8759	6.4668	2.62	11.62	85.77
H4S5	5.81	0.0756	0.7728	4.9615	1.30	13.30	85.40
H4S6	4.07	0.1216	0.5286	3.4198	2.99	12.99	84.03
H4S7	4.93	0.1365	0.6788	4.1147	2.77	13.77	83.46
H4S8	3.71	0.0745	0.4084	3.2272	2.01	11.01	86.99
H5S1	0.9	0.0050	0.1220	0.7731	0.55	13.55	85.90
H5S2	0.99	0.0000	0.1598	0.8302	0.00	16.14	83.86
H5S3	1.22	0.0187	0.1529	1.0484	1.53	12.53	85.93
H5S4	1.02	0.0048	0.1476	0.8676	0.47	14.47	85.06
H5S5	0.56	0.0000	0.0840	0.4760	0.00	15.00	85.00
H6S1	33.24	0.6939	4.0179	28.5281	2.09	12.09	85.82
H6S2	12.65	0.3175	1.4560	10.8765	2.51	11.51	85.98
H6S3	10.59	0.3289	1.1761	9.0849	3.11	11.11	85.79
H6S4	7.52	0.1695	0.9215	6.4291	2.25	12.25	85.49
H6S5	6.74	0.2553	0.8619	5.6228	3.79	12.79	83.42
H6S6	6.84	0.1668	0.7824	5.8908	2.44	11.44	86.12
H6S7	5.49	0.1366	0.6307	4.7227	2.49	11.49	86.02
H6S8	5.47	0.1376	0.7393	4.5931	2.52	13.52	83.97
H6S9	4.25	0.0454	0.5129	3.6917	1.07	12.07	86.86
H6S10	4.92	0.1386	0.5322	4.2493	2.82	10.82	86.37

Sumber :Pengolahan data tahun 2009

Berdasarkan data di atas, terlihat dengan jelas bahwa persentase material fine clay (liat halus) memiliki nilai persentase yang cukup besar dan cenderung stabil jumlahnya. Hal tersebut dikarenakan material clay ini merupakan bagian dari material penyusun tanah yang memiliki nilai diameter paling kecil sehingga dengan intensitas hujan yang rendah pun material fine clay akan mudah tererosi dan menjadi materi suspended sedimen didalam aliran sungai. Kemudian nilai kandungan pasir yang terdapat dalam sampel suspended sedimen bernilai cukup rendah, hal tersebut dikarenakan oleh besaran partikel pasir yang lebih besar dari yang lain. Besaran pasir yang terkandung didalam sampel suspended sedimen rata-ratanya adalah memiliki persentase sekitar 1.53 % dari keseluruhan sampel.

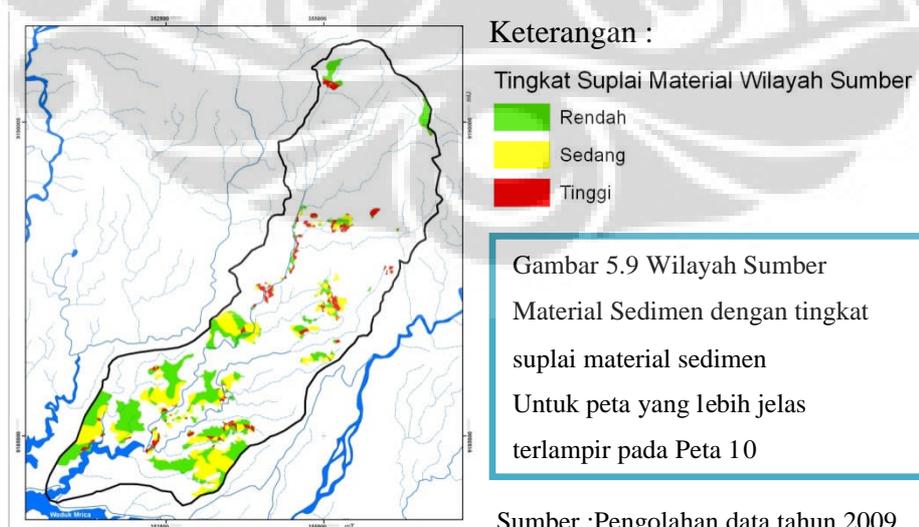
Berdasarkan analisa grain size ditunjukkan bahwa jenis material yang mendominasi kandungan konsentrasi suspended load yang mengalir di Kali Lumajang adalah sebagian besar disusun oleh material fine clay dan fine silt (Lempung dan liat) hal tersebut menandakan bahwa materi ini pada umumnya terdapat pada lapisan tanah paling atas dan sangat mudah tererosi dan dapat disimpulkan bahwa material ini berasal dari erosi permukaan (erosi lembar, erosi alur dan erosi parit) dimana akan lebih mudah terjadi pada wilayah yang terbuka (tanpa atau memiliki indeks vegetasi yang rendah). Sedangkan untuk materi pasir, tingkat kandungannya dalam konsentrasi suspended load sangat kecil, hal tersebut dikarenakan materi pasir letaknya lebih agak kedalam pada lapisan tanah sehingga memerlukan energi hujan yang lebih besar untuk mengikisnya.

Dengan begitu maka asumsi wilayah tanah terbuka sebagai wilayah sumber material sedimen telah diperkuat dengan hasil analisa grain size yang menunjukkan bahwa secara umum material sedimen yang terkandung adalah jenis material yang terdapat pada lapisan atas tanah dan akan lebih mudah menjadi material sedimen jika tanah tersebut terbuka/tanpa vegetasi atau dengan indeks vegetasi yang rendah. Untuk mengetahui seberapa besar wilayah tersebut berperan dalam mensuplai material kedalam aliran Kali Lumajang maka dilakukan analisis overlay dengan tingkat bahaya erosi yang terjadi. Sehingga akan didapatkan seberapa besar wilayah tersebut berperan dalam mensuplai material sedimen kedalam aliran Kali Lumajang.

Wilayah sumber material sedimen yang terbentuk didalamnya telah terdapat tingkat suplai material yang akan dihasilkan dari wilayah sumber material sedimen kedalam aliran Kali Lumajang. Secara umum tingkat suplai material yang dihasilkan dari wilayah sumber material terdiri dari tiga tingkatan yaitu rendah, sedang dan tinggi. Pada bagian hilir hingga selatan pertengahan DAS didominasi oleh wilayah sumber material sedimen dengan suplai rendah dengan luas wilayah sebesar 149,363 ha.

Kemudian wilayah sumber material sedimen yang memiliki tingkat suplai material sedang tersebar mulai dari bagian hilir hingga pertengahan dimana sebarannya terletak lebih mendekati badan sungai/terletak pada pinggiran sungai dengan bentuk medan bergelombang hingga curam. Luasan wilayah sumber material sedimen dengan tingkat suplai material sedang ini sebesar 104,976 ha. Lalu untuk wilayah sumber material sedimen yang memiliki tingkat suplai paling tinggi terletak merata mulai dari hulu hingga hilir. Wilayah ini memiliki karakteristik wilayah yang terbuka/tanpa tutupan vegetasi, terletak pada pinggiran sungai dengan bentuk medan curam dan memiliki TBE yang sangat tinggi. Wilayah ini memiliki luasan sebesar 25,974 ha dan merupakan wilayah yang paling banyak menyumbangkan materialnya untuk menjadi material sedimen dalam aliran Kali Lumajang.

Berikut adalah gambar 5.9 yang menjelaskan tentang distribusi spasial wilayah sumber sedimen Kali Lumajang :



BAB 6

KESIMPULAN

6.1 Kesimpulan

Korelasi yang terjadi antara konsentrasi sedimen dengan debit air besar korelasi yang terbentuk antara kedua variabel ini cukup tinggi, dimana peningkatan konsentrasi sedimen yang terlarut dalam aliran sungai cukup besar dipengaruhi oleh kenaikan debit alirannya. Kemudian variasi kenaikan konsentrasi sedimen yang ada di Kali Lumajang, 87,1 % dipengaruhi oleh besarnya kenaikan debit aliran yang terjadi.

Wilayah sumber material sedimen yang terbentuk adalah wilayah yang memiliki penggunaan tanah berupa tegalan, sawah dan tanah terbuka(sawah atau kebun yang baru panen atau belum ditanami) dengan nilai indeks vegetasi yang cukup rendah dan memiliki bentuk medan bergelombang hingga curam dengan aliran sungai dibawahnya ditambah lagi wilayah tersebut memiliki tingkat TBE yang kompleks mulai dari tingkat rendah hingga sangat tinggi. Dimana material fine silt dan clay mendominasi kandungan konsentrasi sedimen yang terkandung dalam aliran Kali Lumajang.

DAFTAR PUSTAKA

- Adzan, Donny dkk.(2008). *Kritisnya Kondisi Bendungan di Indonesia*. Diakses 8 Januari 2008, dari <http://air.bappenas.go.id/doc/pdf/makalah/>
- Anon. *Stream Corridor Restoration and Management*. 09 Maret 2009: 20.30 WIB. (<http://medinaswcd.org/streams.htm>).
- Anon. *QuickBird Satellite Images and Sensor Specifications*. 15 Februari 2009 : 15.40 WIB. (<http://www.satimagingcorp.com/satellitesensors/quickbird.html>).
- Arsyad, S. 1989. *Konservasi Tanah dan Air*. IPB Press. Bogor
- Asdak, chay. 2002. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gadjah Maa University Press, Yogyakarta.
- Bustomi, F., 2003. *Analisis Pemanfaatan dan Pengelolaan Air di Sistem Irigasi Kalibawang Kabupaten Kulon Progo*. Jurnal Ilmiah VISI, PSI-SDALP Universitas Andalas, Padang.
- Darmono, 2001. *Penggunaan Beberapa Metode Untuk Prediksi Laju Endapan Sedimen di Waduk PB Jenderal Sudirman*. Tesis, Program Studi Teknik Sipil, Jurusan Ilmu-Ilmu Teknik, Program Pasca Sarjana UGM, Yogyakarta.
- De Cesare, G., Schleiss, A., Hermann, F., 2001. *Impact of Turbidity Currents on Reservoir Sedimentation*. Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, Vol. 127, No. 1, pp. 6-16.
- Dicky Jamaludin Malik, 2006. *Perkiraan Umur Layanan Waduk Mrica Banjarnegara Jawa Tengah dengan Metode Kapasitas Tampung Mati (Dead Storage) dan Distribusi Sedimen (The Empirical Area Reduction)*. Tugas Akhir, Program Sarjana Teknik, Program Studi Teknik Sipil UNSOED, Purwokerto.
- Gordon, N.D., T.A.McMahon, dan B.L. Finlayson, 1992. *Stream Hidrology: An Introduction for Ecologists*. John Wiley & Sons. New York. 526 hal.

- Hartmann, S., 2004. *Sediment Management of Alpine Reservoirs Considering Ecological and Economical Aspects*. Proceedings of the Ninth International Symposium on River sedimentation, Yichang, China.
- Johnson, B.E., Julien, P.Y., Molnar, D.K., Watson, C.C., 2000. *The Two Dimensional Upland Erosion Model CASC2D-SED*. Journal of The American Water Resources Association, American Water Resources Association, Vol.36, No.1, pp. 31-42.
- Kironoto, B.A., 1997. *Hidraulika Transpor Sedimen*. Program Pasca Sarjana Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Linsey, R.K & Yoseph B. Franzini. 1979. *Water Resource Engineering (3rd edition)*. Newyork : Mc Graw-Hill.
- Manan, S. 1979. *Pengaruh Hutan dan Manajemen Daerah Aliran Sungai*. Fakultas Kehutanan IPB. Bogor
- Manfaluthi. 2001. *Perubahan Penggunaan Tanah Tahun 1980-2000 dan Tipe Usaha Tani Masyarakat Baduy di Desa Kanekes Kecamatan Leuwidamar, Lebak Banten*. Depok : Geografi FMIPA UI.
- Morain,S. Interpretation and mapping of natural vegetation:127-166. In John E. Estes & Leslie W. Senger (Eds). *Remote sensing-techniques for environmental analysis*. California: Hamilton Publishing Company. 1974
- Rina, Rifana. 2006. *Pola Perubahan Morfologi Dasar Waduk Jatiluhur Tahun 1995-2000*. Depok : Geografi FMIPA UI.
- Rokhman, K.A. 2006. *Konsentrasi Sedimen Melayang Ci Mandala Dan Ci Megamendung*. Skripsi Sarjana Geografi FMIPA UI. Depok
- Sandy, I.M. 1978. *Tanah Kritis. Publikasi No.48*. Direktorat Tata Guna Tanah. Departemen Dalam Negeri, Jakarta.
- Sandy, I.M. 1982. *Penggunaan Tanah di Indonesia. Publikasi No.75*. Direktorat Tata Guna Tanah. Departemen Dalam Negeri, Jakarta.

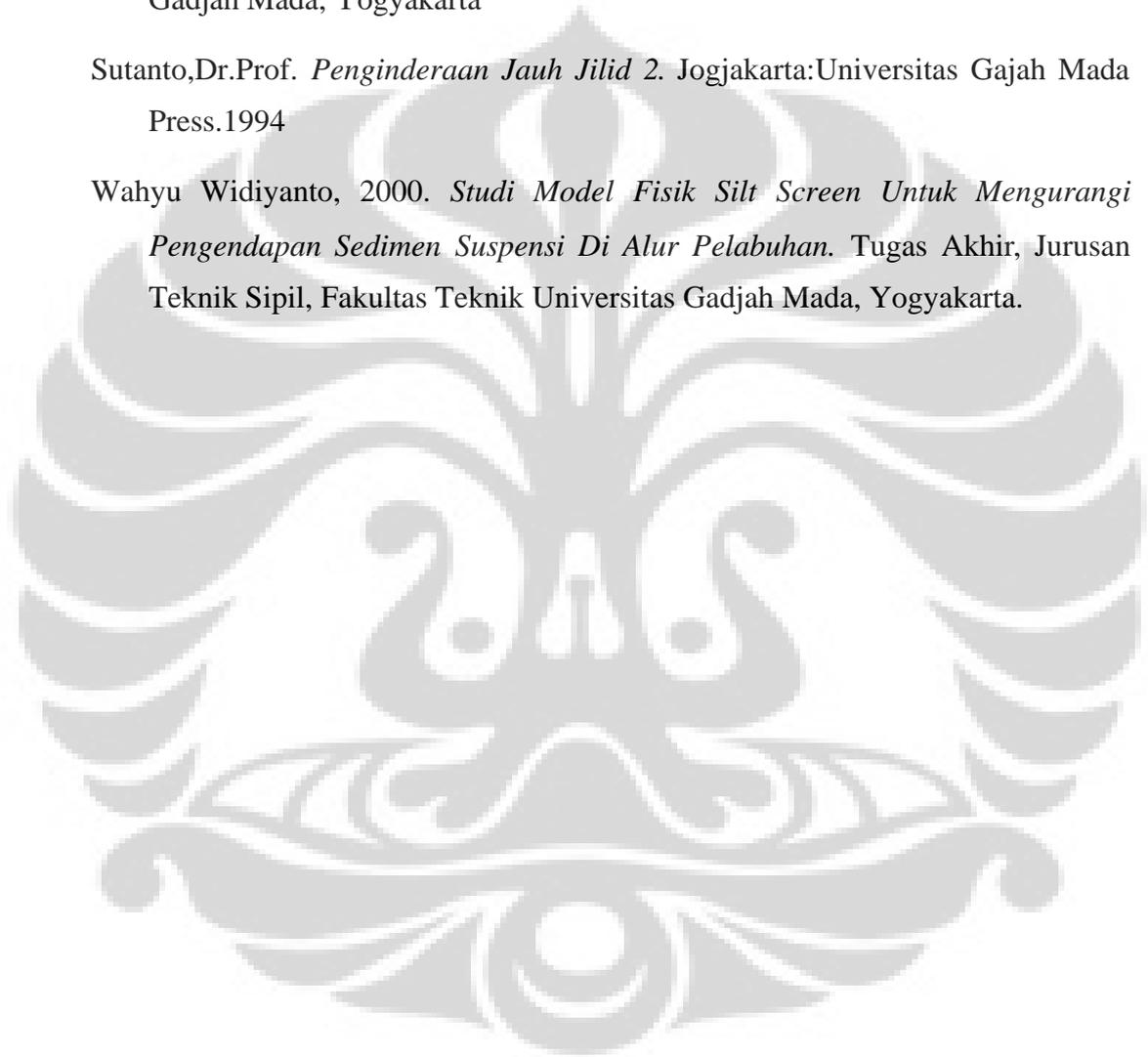
Sandy, I M. *Geografi Regional Republik Indonesia*. Jakarta:Jurusan Geografi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia. 1996

Soediby. 1993. *Teknik Bendungan*. Jakarta : PT Pradya Paramitha

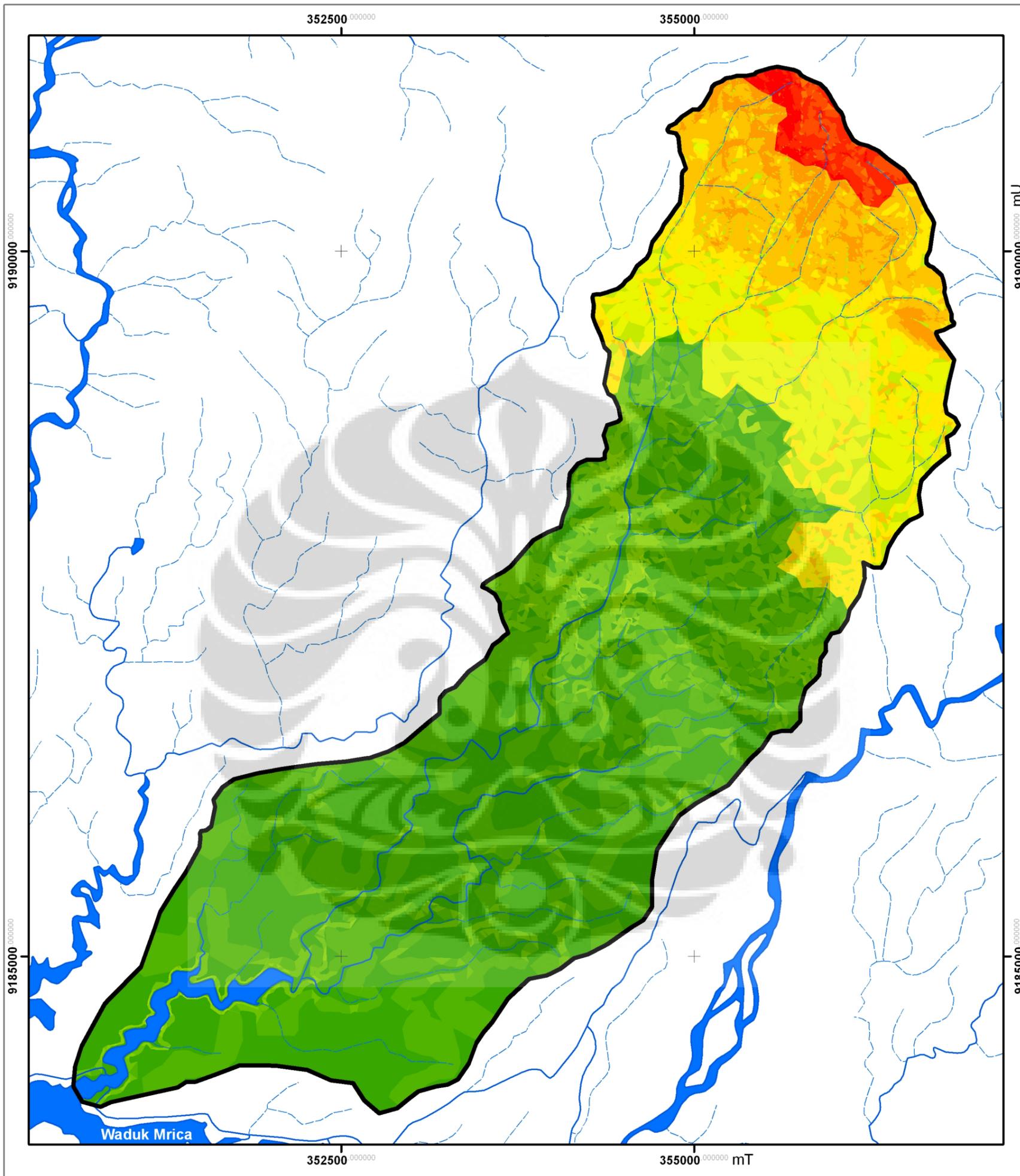
Sudjarwadi., 1987. *Teknik Sumber Daya Air* PAU Ilmu Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

Sutanto,Dr.Prof. *Penginderaan Jauh Jilid 2*. Jogjakarta:Universitas Gajah Mada Press.1994

Wahyu Widiyanto, 2000. *Studi Model Fisik Silt Screen Untuk Mengurangi Pengendapan Sedimen Suspensi Di Alur Pelabuhan*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.



**PETA 4. BENTUK MEDAN
DA KALI LUMAJANG KABUPATEN BANJARNEGARA
PROVINSI JAWA TENGAH**



Legenda

DA Kali Lumajang

Jenis Sungai

Sungai Permanen

Sungai Periodik

Danau

Bentuk Medan

Dataran Rendah Landai

Dataran Rendah Bergelombang

Dataran Rendah Berbukit

Dataran Rendah Berbukit Terjal

Dataran Rendah Berbukit Curam

Dataran Landai Pertengahan

Dataran Bergelombang Pertengahan

Dataran Perbukitan Pertengahan

Dataran Terjal Pertengahan

Dataran Curam Pertengahan

Dataran Pegunungan Landai

Dataran Pegunungan Bergelombang

Dataran Pegunungan Terjal

Dataran Pegunungan Curam

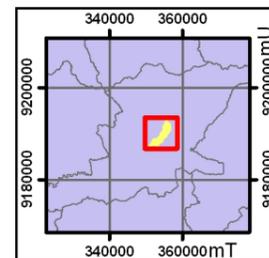
Sumber : Pengolahan Data Tahun 2009
Kartografer : Bibit Budi Pratama (0305060197)



0 275 550 1,100 M

Geomer Penelitian meliputi :
350800 - 356700 mT dan 9183750 - 920250 mU
Map Projection : UTM WGS-84 Zone 49S

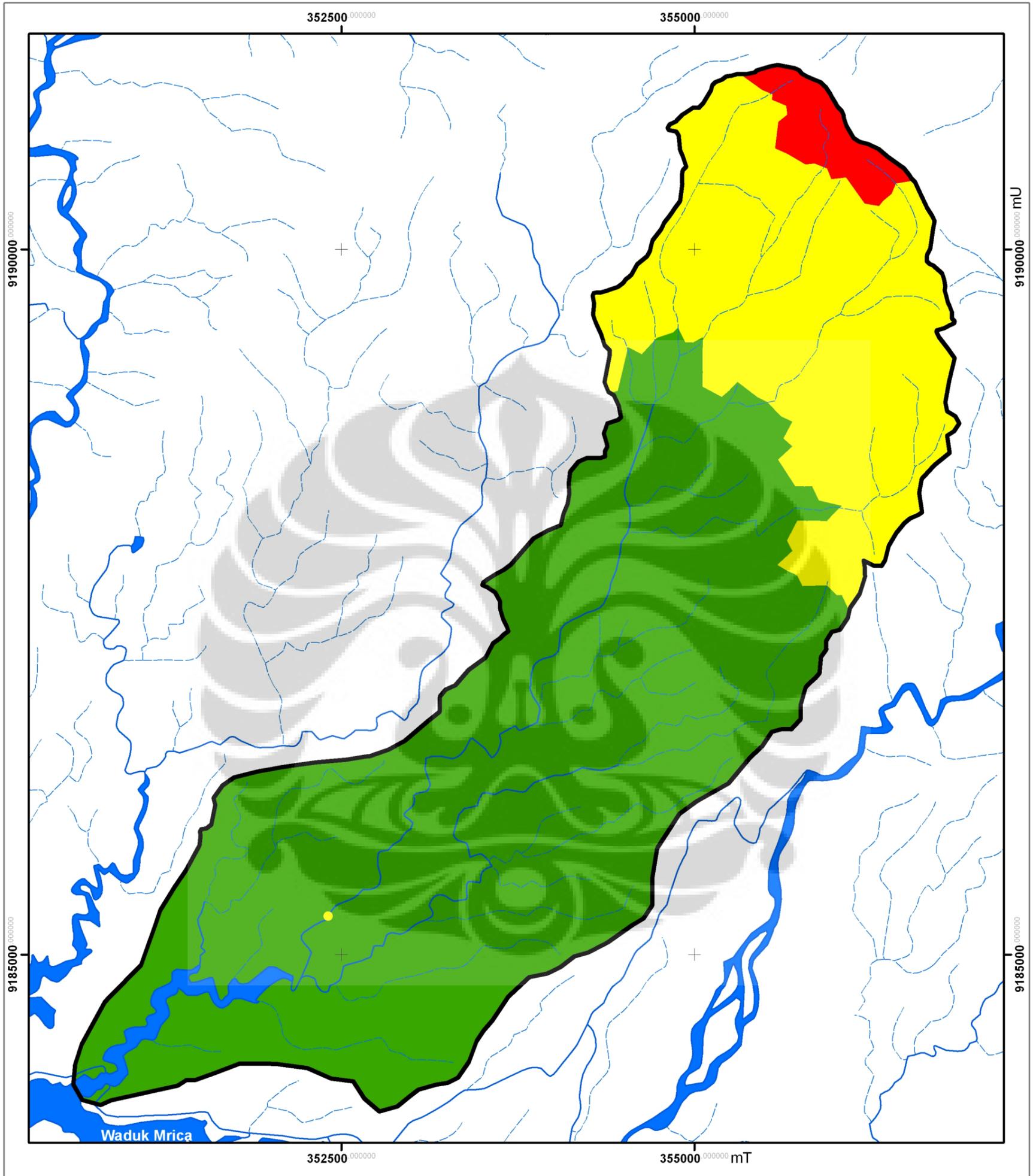
Inset Peta :



DEPARTEMEN GEOGRAFI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS INDONESIA
TAHUN 2009



**PETA 2. WILAYAH KETINGGIAN
DA KALI LUMAJANG KABUPATEN BANJARNEGARA
PROVINSI JAWA TENGAH**



Legenda

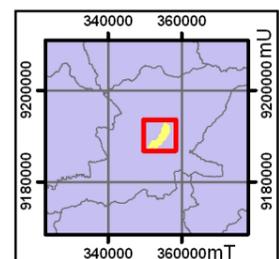
- | | |
|-----------------------|--------------------------------------|
| ● Titik Sampel | Kelas Ketinggian |
| ▭ DA Kali Lumajang | ■ Wilayah Dataran Rendah (0 - 500 m) |
| Jenis Sungai | ■ Wilayah Pertengahan (500 - 1000 m) |
| — Sungai Permanen | ■ Wilayah Pegunungan (> 1000 m) |
| - - - Sungai Periodik | |
| ■ Danau | |



0 275 550 1,100 M

Geomer Penelitian meliputi :
350800 - 356700 mT dan 9183750 - 920250 mU
Map Projection : UTM WGS-84 Zone 49S

Inset Peta :

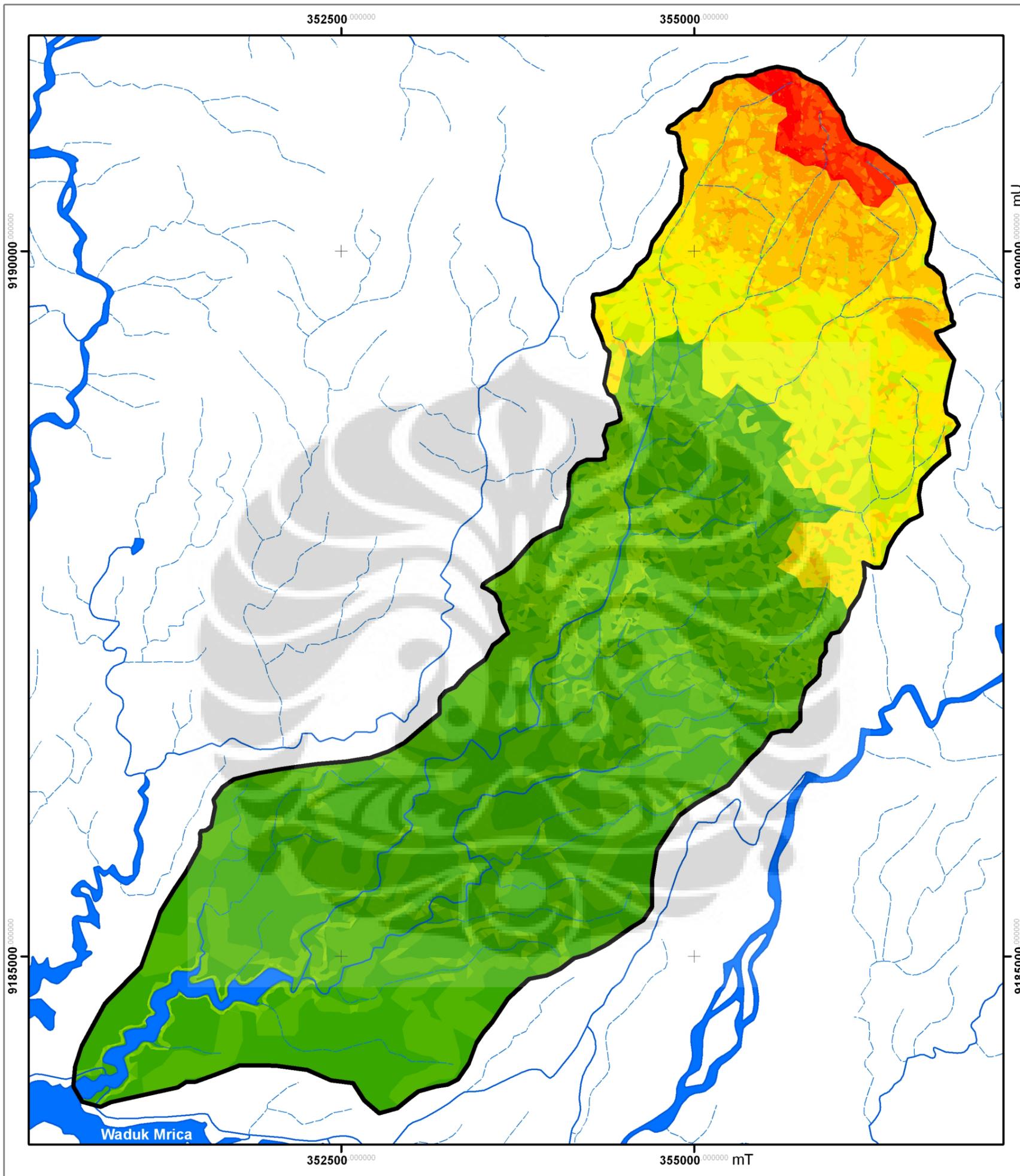


Sumber : Pengolahan Data Tahun 2009
Kartografer : Bibit Budi Pratama (0305060197)

DEPARTEMEN GEOGRAFI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS INDONESIA
TAHUN 2009



**PETA 4. BENTUK MEDAN
DA KALI LUMAJANG KABUPATEN BANJARNEGARA
PROVINSI JAWA TENGAH**



Legenda

- | | |
|--------------------------------|----------------------------------|
| DA Kali Lumajang | Dataran Landai Pertengahan |
| Jenis Sungai | Dataran Bergelombang Pertengahan |
| Sungai Permanen | Dataran Perbukitan Pertengahan |
| Sungai Periodik | Dataran Terjal Pertengahan |
| Danau | Dataran Curam Pertengahan |
| Bentuk Medan | Dataran Pegunungan Landai |
| Dataran Rendah Landai | Dataran Pegunungan Bergelombang |
| Dataran Rendah Bergelombang | Dataran Pegunungan Terjal |
| Dataran Rendah Berbukit | Dataran Pegunungan Curam |
| Dataran Rendah Berbukit Terjal | |
| Dataran Rendah Berbukit Curam | |

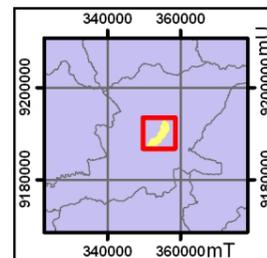
Sumber : Pengolahan Data Tahun 2009
Kartografer : Bibit Budi Pratama (0305060197)



0 275 550 1,100 M

Geomer Penelitian meliputi :
350800 - 356700 mT dan 9183750 - 920250 mU
Map Projection : UTM WGS-84 Zone 49S

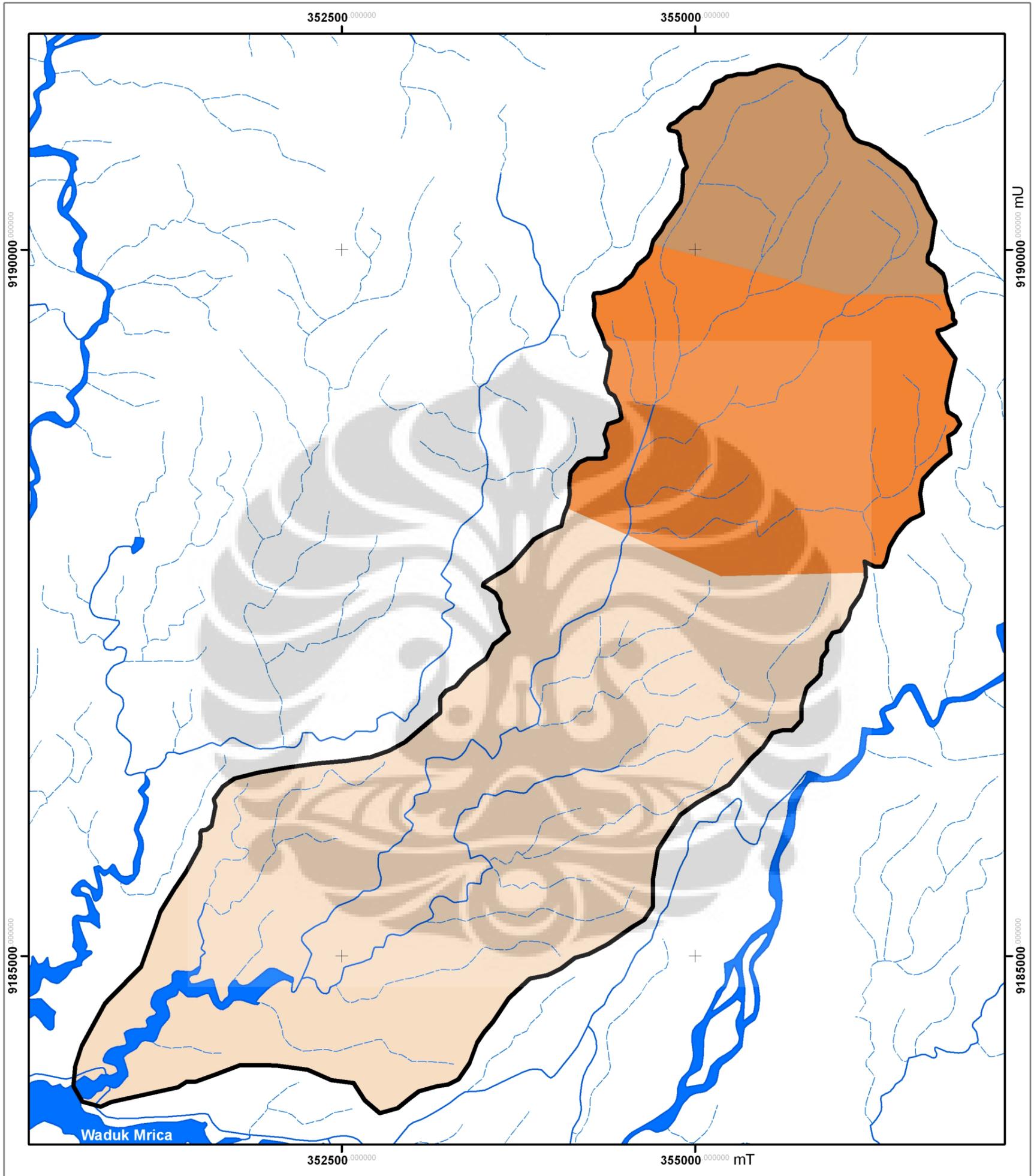
Inset Peta :



DEPARTEMEN GEOGRAFI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS INDONESIA
TAHUN 2009



**PETA 5. JENIS TANAH dan ERODIBILITAS TANAH
DA KALI LUMAJANG KABUPATEN BANJARNEGARA
PROVINSI JAWA TENGAH**



Legenda

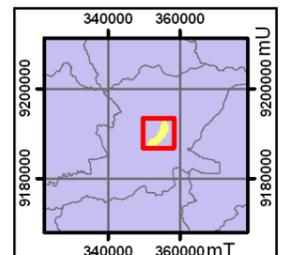
- | | |
|------------------|-------------------------------|
| DA Kali Lumajang | Jenis Tanah |
| Jenis Sungai | Andosol (K= 0,35) |
| Sungai Permanen | Andosol dan Regosol (K= 0,29) |
| Sungai Periodik | Latosol dan Andosol (K= 0,23) |
| Danau | |



0 275 550 1,100 M

Geomer Penelitian meliputi :
350800 - 356700 mT dan 9183750 - 920250 mU
Map Projection : UTM WGS-84 Zone 49S

Inset Peta :

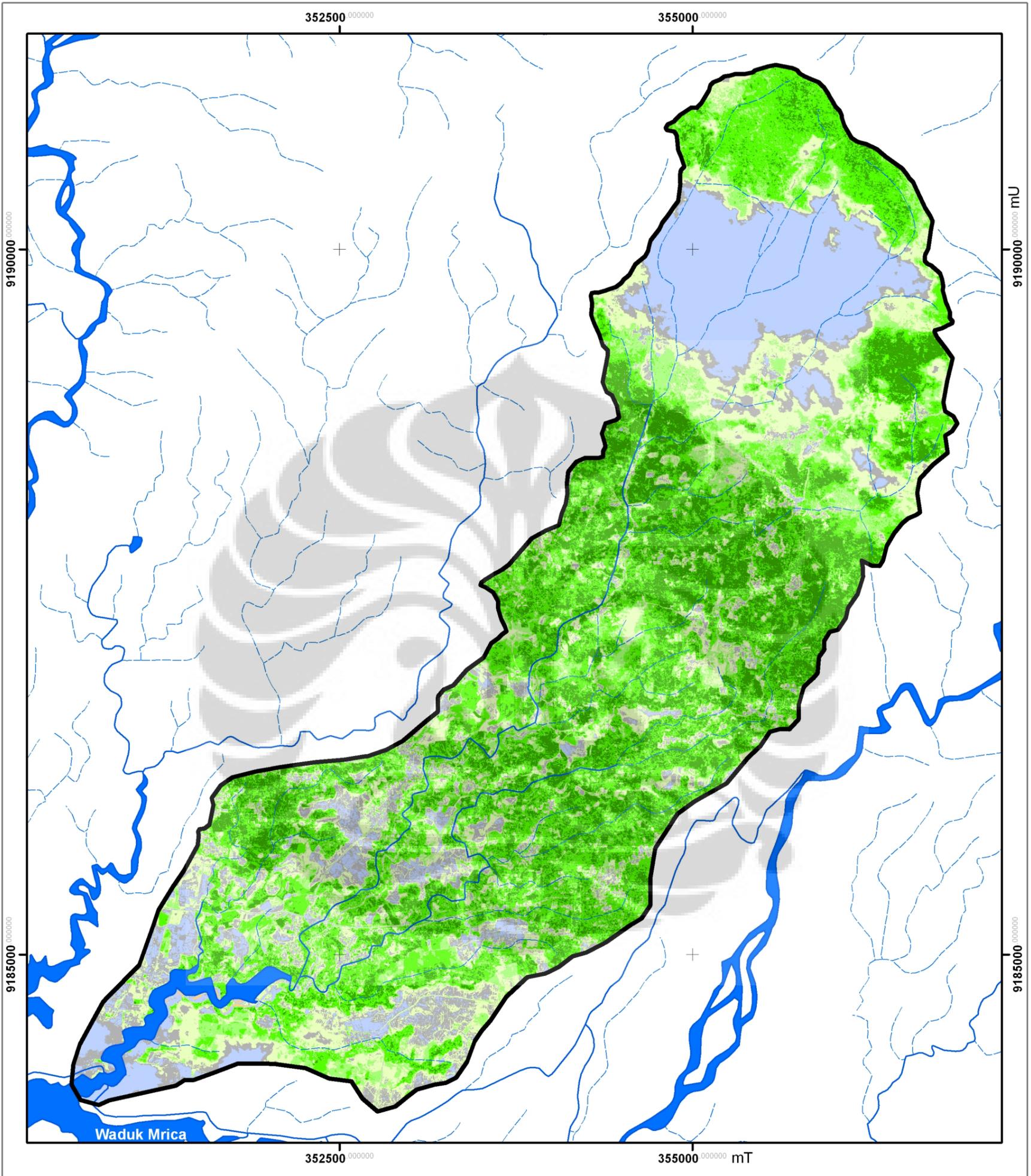


Sumber : Pengolahan Data Tahun 2009
Kartografer : Bibit Budi Pratama (0305060197)

DEPARTEMEN GEOGRAFI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS INDONESIA
TAHUN 2009



**PETA 6. INDEKS KERAPATAN VEGETASI (NDVI)
DA KALI LUMAJANG KABUPATEN BANJARNEGARA
PROVINSI JAWA TENGAH**



Legenda

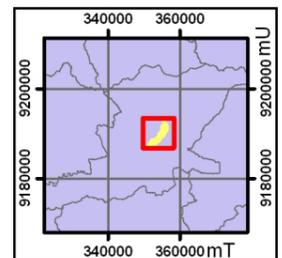
- | | |
|------------------|----------------------------|
| DA Kali Lumajang | KETERANGAN |
| Jenis Sungai | Awan |
| Sungai Permanen | Bayangan awan dan Bangunan |
| Sungai Periodik | Bukan Vegetasi |
| Danau | Sangat Jarang (0,2 - 0,38) |
| | Jarang (0,39 - 0,50) |
| | Sedang (0,51 - 0,63) |
| | Rapat (0,64 - 0,75) |



0 275 550 1,100 M

Geomer Penelitian meliputi :
350800 - 356700 mT dan 9183750 - 920250 mU
Map Projection : UTM WGS-84 Zone 49S

Inset Peta :

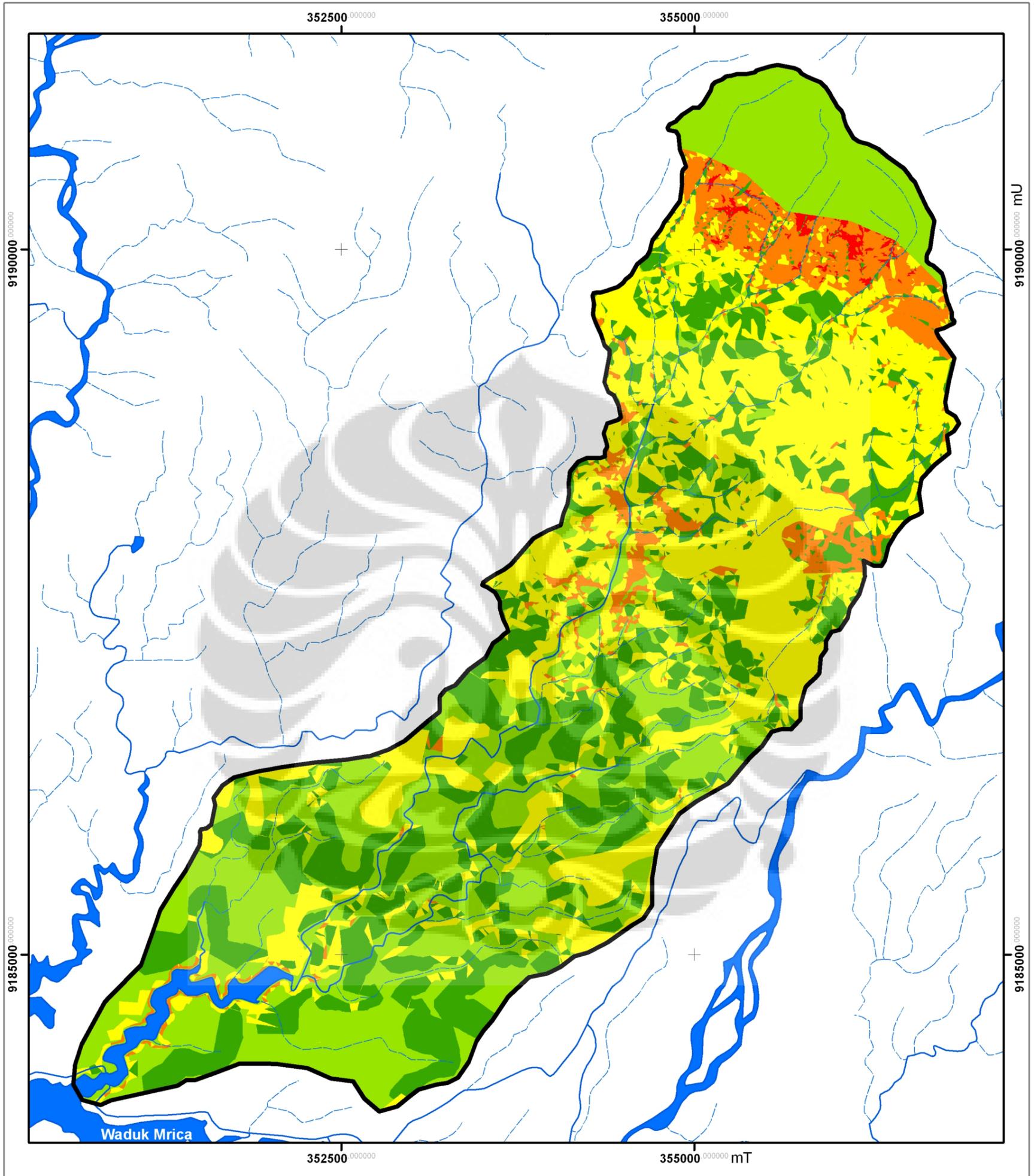


Sumber : Pengolahan Data Tahun 2009
Kartografer : Bibit Budi Pratama (0305060197)

DEPARTEMEN GEOGRAFI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS INDONESIA
TAHUN 2009



**PETA 7. TINGKAT BAHAYA EROSI TAHUN 2008
DA KALI LUMAJANG KABUPATEN BANJARNEGARA
PROVINSI JAWA TENGAH**



Legenda

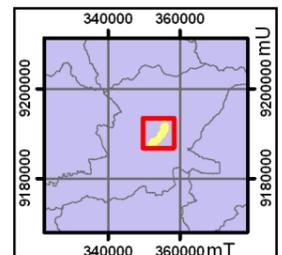
- | | |
|------------------|----------------------------------|
| DA Kali Lumajang | Tingkat Bahaya Erosi |
| Jenis Sungai | Sangat Ringan (<15 Ton/ha/tahun) |
| Sungai Permanen | Ringan (15 - <60 Ton/ha/tahun) |
| Sungai Periodik | Sedang (60 - <180 Ton/ha/tahun) |
| Danau | Berat (180 - 480 Ton/ha/tahun) |
| | Sangat Berat (>480 Ton/ha/tahun) |



0 275 550 1,100 M

Geomer Penelitian meliputi :
350800 - 356700 mT dan 9183750 - 920250 mU
Map Projection : UTM WGS-84 Zone 49S

Inset Peta :

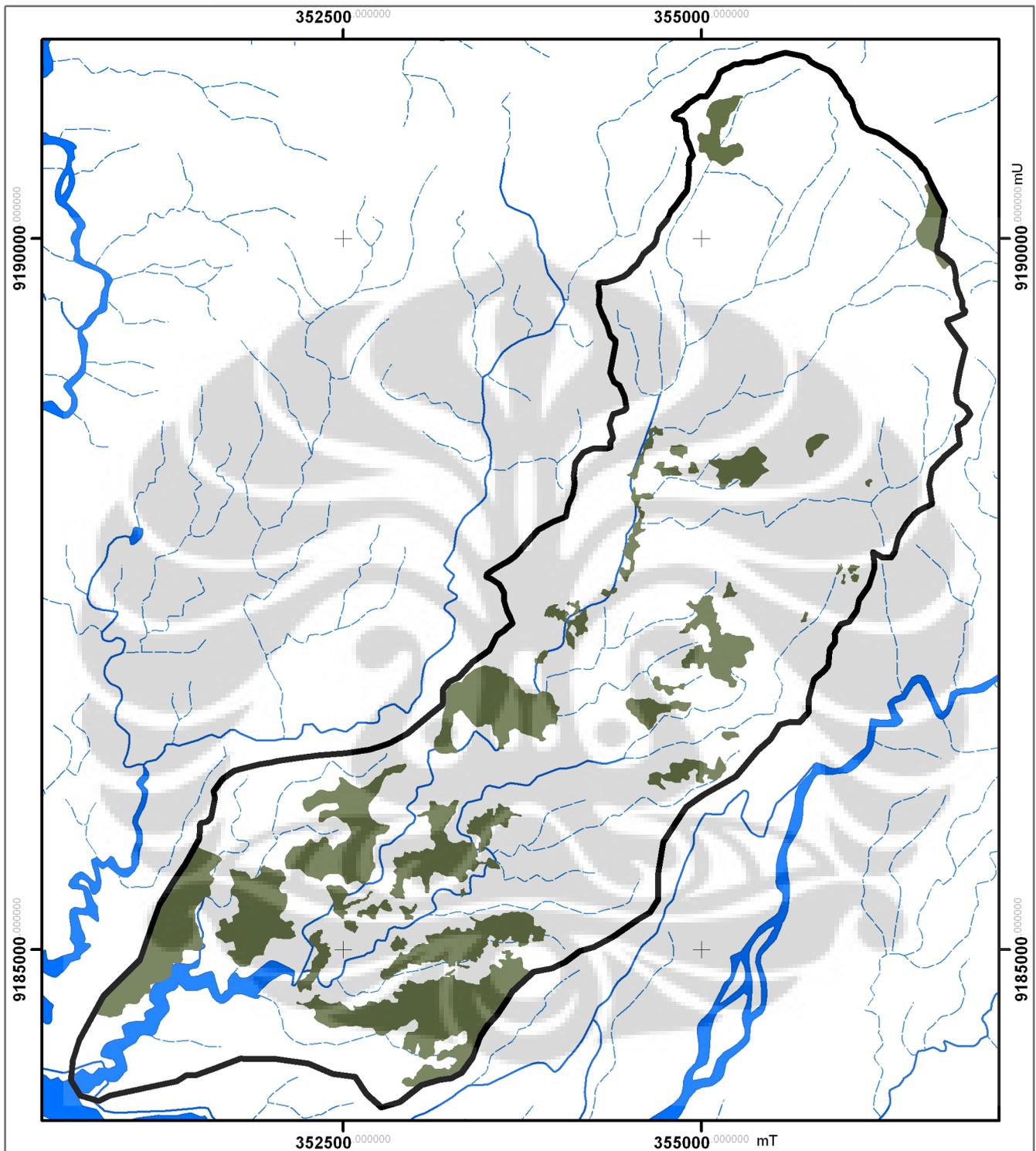


Sumber : Pengolahan Data Tahun 2009
Kartografer : Bibit Budi Pratama (0305060197)

DEPARTEMEN GEOGRAFI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS INDONESIA
TAHUN 2009

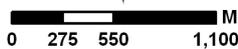


**PETA 8. TANAH TERBUKA
DA KALI LUMAJANG KABUPATEN BANJARNEGARA
PROVINSI JAWA TENGAH**



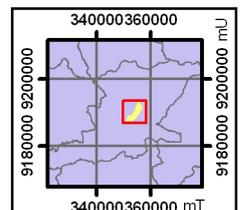
Legenda

- DA Kali Lumajang Jenis Sungai
- Danau
- Tanah Terbuka
- Sungai Permanen
- Sungai Periodik



Geomer Penelitian meliputi :
350800 - 356700 mT dan 9183750 - 920250 mU
Map Projection : UTM WGS-84 Zone 49S

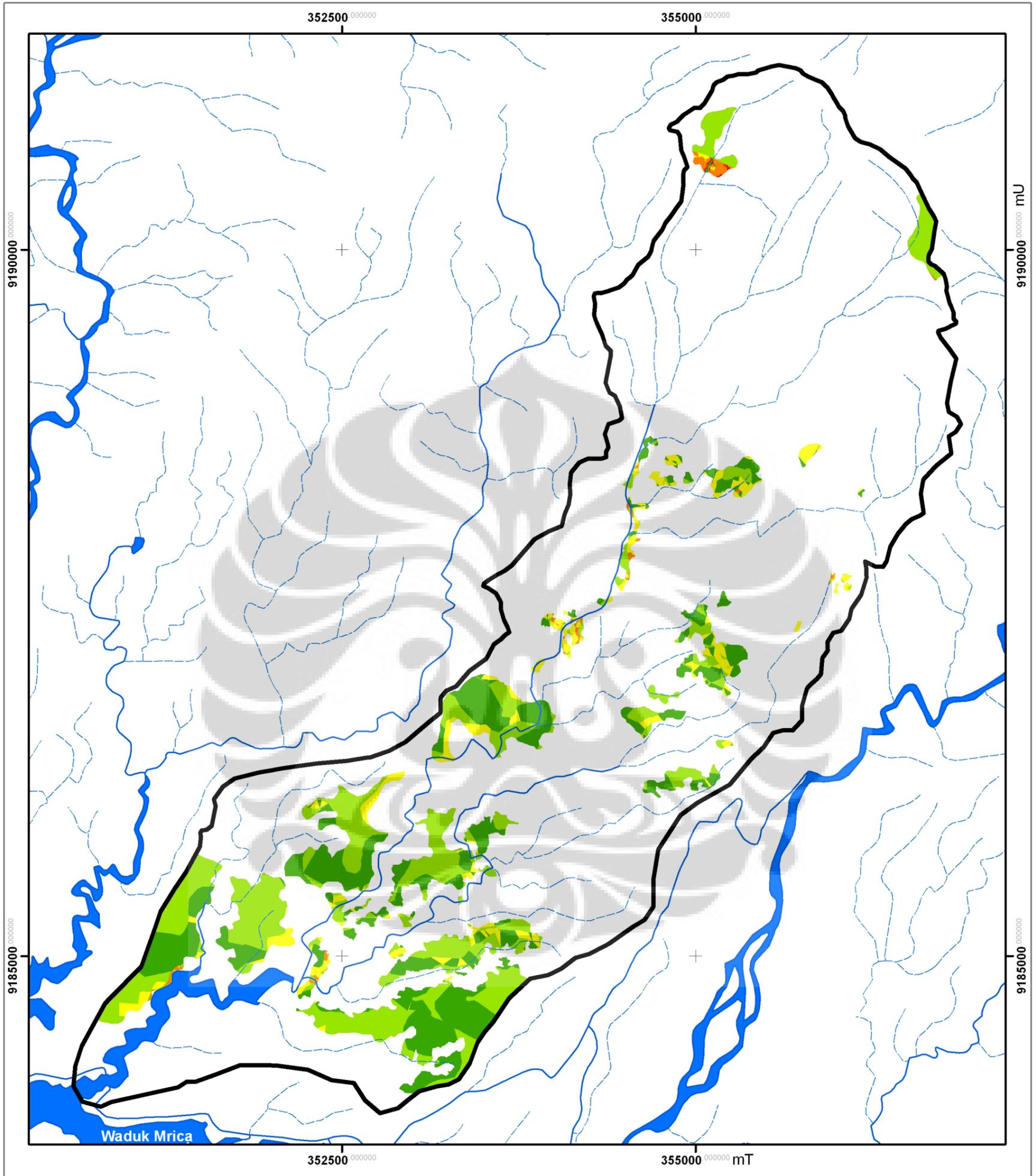
Inset Peta :



Sumber : Pengolahan Data Tahun 2009
Kartografer : Bibit Budi Pratama (0305060197)

DEPARTEMEN GEOGRAFI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS INDONESIA
TAHUN 2009

**PETA 9. TBE WILAYAH SUMBER MATERIAL SEDIMEN
DA KALI LUMAJANG KABUPATEN BANJARNEGARA
PROVINSI JAWA TENGAH TAHUN 2008**



Legenda

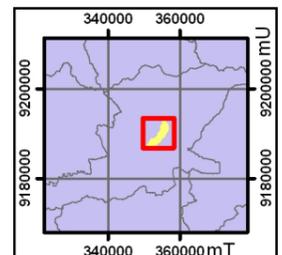
- | | |
|------------------|----------------------------------|
| DA Kali Lumajang | Tingkat Bahaya Erosi |
| Jenis Sungai | Sangat Ringan (<15 Ton/ha/tahun) |
| Sungai Permanen | Ringan (15 - <60 Ton/ha/tahun) |
| Sungai Periodik | Sedang (60 - <180 Ton/ha/tahun) |
| Danau | Berat (180 - 480 Ton/ha/tahun) |
| | Sangat Berat (>480 Ton/ha/tahun) |



0 275 550 1,100 M

Geomer Penelitian meliputi :
350800 - 356700 mT dan 9183750 - 920250 mU
Map Projection : UTM WGS-84 Zone 49S

Inset Peta :

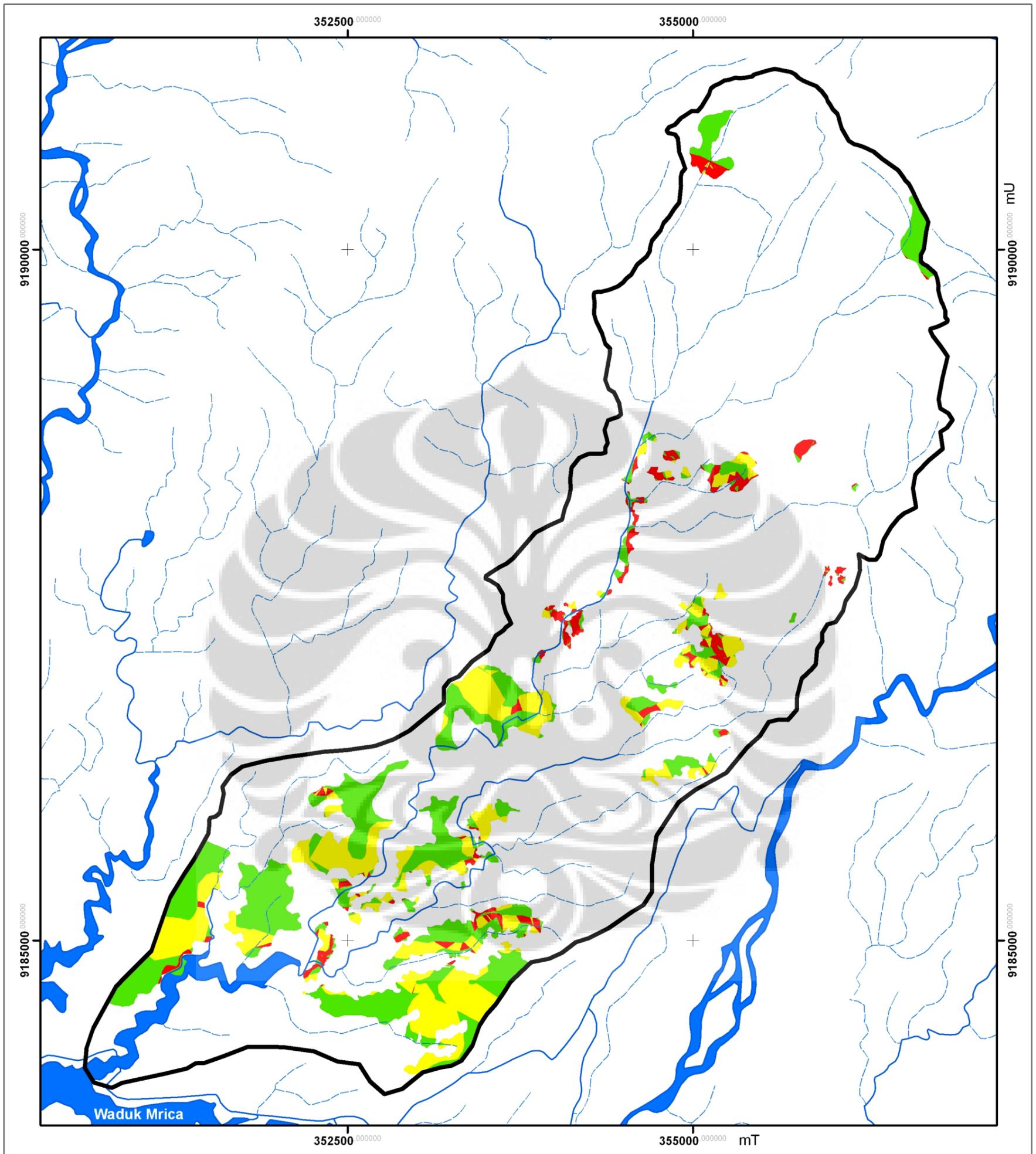


Sumber : Pengolahan Data Tahun 2009
Kartografer : Bibit Budi Pratama (0305060197)

DEPARTEMEN GEOGRAFI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS INDONESIA
TAHUN 2009



**PETA 10. WILAYAH SUMBER MATERIAL SEDIMEN
DA KALI LUMAJANG KABUPATEN BANJARNEGARA
PROVINSI JAWA TENGAH**



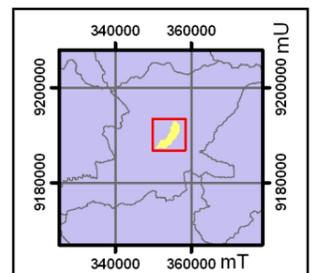
Legenda

- | | |
|------------------|--|
| DA Kali Lumajang | Tingkat Suplai Material Wilayah Sumber |
| Jenis Sungai | Rendah |
| Sungai Permanen | Sedang |
| Sungai Periodik | Tinggi |
| Danau | |



Geomer Penelitian meliputi :
350800 - 356700 mT dan 9183750 - 920250 mU
Map Projection : UTM WGS-84 Zone 49S

Inset Peta :



Sumber : Pengolahan Data Tahun 2009
Kartografer : Bibit Budi Pratama (0305060197)

DEPARTEMEN GEOGRAFI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS INDONESIA
TAHUN 2009

