

**ANALISIS LAJU EROSI DAN SEDIMENTASI WADUK  
WADASLINTANG PROVINSI JAWA TENGAH**



**INAYAH ROHMANIYAH**

**5415117403**

**Skripsi ini Ditulis untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan dalam  
Memperoleh Gelar Sarjana**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK BANGUNAN**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

**2015**

## ABSTRAK

INAYAH ROHMANIYAH. **Analisis Laju Erosi Dan Sedimentasi Waduk Wadaslintang Provinsi Jawa Tengah**. Skripsi. Jakarta: Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta, Januari 2016.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis laju erosi dan sedimentasi yang terjadi di Waduk Wadaslintang. Metode analisis laju erosi menggunakan rumus USLE dengan aplikasi Sistem Informasi Geografis (ArcGis dan MapInfo) untuk analisis spasial. Hasil dari analisis erosi dapat diketahui besarnya SDR (*Sediment Delivery Ratio*) dan laju sedimen yang masuk. Setelah itu membandingkan hasilnya dengan pengukuran *echo sounding*.

Parameter yang diukur yaitu peta curah hujan dari delapan stasiun, peta jenis tanah, peta kelas lereng dan peta penggunaan lahan serta konservasi lahan. Pada setiap peta dilakukan proses overlay untuk mendapatkan hasil akhir berupa sebaran erosi yang diklasifikasikan menjadi enam kelas yaitu sangat ringan, ringan, sedang, agak berat, berat dan sangat berat.

Hasil penelitian adalah besarnya laju erosi pada DAS Medono yaitu sebesar 331,65 ton/ha/thn, dengan laju erosi yang bervariasi berdasarkan persentase luas lahan yaitu 9.381 ha (50%); 1.697 ha (9%); 4.751 ha (25%); 1048 ha (6%); 519 ha (3%); 1.373 ha (7%). Sedimen berdasarkan pengukuran *echo sounding* sebesar 830.769 m<sup>3</sup>/thn dan sedimen berdasarkan perhitungan laju erosi sebesar 796.086 m<sup>3</sup>/thn. Sisa umur layan Waduk Wadaslintang berdasarkan hasil pengukuran *echo sounding* yaitu 30 tahun 6 bulan sedangkan berdasarkan perhitungan laju erosi yaitu 33 tahun.

**Kata Kunci:** Laju Erosi, Sedimentasi, Waduk.

## ABSTRACT

INAYAH ROHMANIYAH. *Erosion Rate Analysis And Sedimentation Wadaslintang Reservoir Province Of Central Java*. Askripsi. Jakarta: Civil Engineering, faculty of Engineering, State University of jakarta, January 2016.

*The objective this study was to analyze erosion rate and sedimentation in Wadaslintang Reservoir. Erosion analysis methode using USLE formula, using Geograpihc Information System (ArcGis and MapInfo) for spatial analysis. Results of the analysis erosion can generate the value of SDR (Sediment Delivery Ratio) and the rate on incoming sediment. Afterwards, the results then were compare with echo sounding measurements.*

*Rainfall data were collected from eight weather stations, soil, slope categories, and land cover maps. On each map, overlay process was done get the final result, is equal distribution erosion. The level was classified into six categories those were very light, light, medium, little heavy, heavy, and very heavy.*

*The result of this research is amount of erosion rate in Medono watershed is equal to 331,65 tons/ha/yr, with erosion rate varies, based on percentage area is 9.381 ha (50%); 1.697 ha (9%); 4.751 ha (25%); 1048 ha (6%); 519 ha (3%); 1.373 ha (7%). Sediment based on the measurement results of echo sounding is equal 830.769 m<sup>3</sup>/yr and sediment by erosion rate calculation is equal 796.086 m<sup>3</sup>/yr. The remaining live time for Wadaslintang Reservoir by measurement results of echo sounding is 30 years 6 mounth, while based on the erosion rate calculation is 33 years.*

**Key Word:** *Erosion Rate, Sedimentation, Reservoir.*

## HALAMAN PENGESAHAN

**NAMA DOSEN**

**TANDA TANGAN**

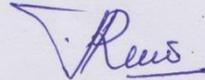
**TANGGAL**

Dr. Moch. Amron, M.Sc  
(Dosen Pembimbing I)



29/1/2016

Dra. Daryati, M.T  
(Dosen Pembimbing II)



9/2-2016

## PENGESAHAN PANITIA UJIAN SKRIPSI

**NAMA DOSEN**

**TANDA TANGAN**

**TANGGAL**

Dr. Gina Bachtiar, M.T  
(Ketua Penguji)



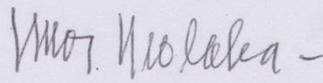
09/02-2016

Drs. Arris Maulana, S.T, M.T  
(Anggota Penguji)



5/2-2016

Prof. Dr. Amos Neolaka  
(Anggota Penguji)



29/1/2016

Tanggal Lulus : 26 Januari 2016

## HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis skripsi saya ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana, baik di Universitas Negeri Jakarta maupun di perguruan tinggi lain
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri dengan arahan dosen pembimbing
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan/atau dicantumkan dalam daftar pustaka
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, Januari 2016  
Yang membuat pernyataan



Inayah Rohmaniyah  
5415117403

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat, karunia dan hidayahnya, sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Analisis Laju Erosi dan Sedimentasi Waduk Wadaslintang Provinsi Jawa Tengah”. Yang merupakan salah satu persyaratan untuk meraih gelar Sarjana Pendidikan Teknik Bangunan pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.

Keterbatasan kemampuan saya dalam penelitian ini, menyebabkan saya sering menemukan kesulitan. Oleh karena itu skripsi ini tidaklah dapat terwujud dengan baik tanpa adanya bimbingan, dorongan, saran-saran dan bantuan dari berbagai pihak. Maka sehubungan dengan hal tersebut, pada kesempatan ini saya ingin menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. R. Eka Murti Nugraha, S.Pd, M.Pd. selaku Penasehat Akademik sekaligus sebagai Ketua Kaprodi Pendidikan Teknik Bangunan, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.
2. Dr. Gina Bachtiar, MT selaku ketua sidang skripsi sehingga sidang berjalan dengan lancar.
3. Dr. Moch. Amron, M.Sc. dan Dra. Daryati, M.T. selaku dosen pembimbing yang penuh kesabaran selalu membimbing dan memberikan semangat kepada saya hingga selesainya skripsi ini.
4. Prof. Dr. Amos Neolaka, M.Pd dan Drs. Arris Maulana, MT selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan dalam penyelesaian skripsi ini.

Terimakasih juga saya ucapkan kepada mama dan papa, saudara-saudara, dan teman-teman yang senantiasa mendoakan dan memberikan semangat. Tidak lupa juga saya ucapkan banyak terimakasih kepada PSDA III, SDA ESDM dan PSDA Probolo atas bantuannya dalam melengkapi data yang sangat dibutuhkan untuk penelitian ini. Semoga segala kebaikan, keikhlasan, kesabaran, doa dan bantuan yang diberikan kepada saya sebagai peneliti akan mendapat balasan yang berlipat ganda dari Allah SWT.

Saya menyadari bahwa skripsi ini belum sempurna, untuk itu saya mohon maaf apabila terdapat kekurangan dan kesalahan baik dari isi maupun tulisan. Akhir kata, saya berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi yang membacanya.

Jakarta, Januari 2016

Inayah Rohmaniyah  
5415117403

## DAFTAR ISI

|  |            |
|--|------------|
| <b>ABSTRAK .....</b>   | <b>i</b>   |
| <b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>                                     | <b>iii</b> |
| <b>HALAMAN PERNYATAAN.....</b>                                     | <b>iv</b>  |
| <b>KATA PENGANTAR.....</b>   | <b>v</b>   |
| <b>DAFTAR ISI.....</b>   | <b>vii</b> |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>  | <b>ix</b>  |
| <b>DAFTAR GAMBAR.....</b>  | <b>x</b>   |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>                                       | <b>xi</b>  |
| <br>   |            |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b>   |            |
| 1.1. Latar Belakang Masalah .....                                  | 1          |
| 1.2. Identifikasi Masalah.....                                     | 3          |
| 1.3. Pembatasan Masalah.....                                       | 4          |
| 1.4. Rumusan Masalah.....  | 4          |
| 1.5. Kegunaan Penelitian .....                                     | 4          |
| <br>   |            |
| <b>BAB II PENYUSUNAN DASAR TEORI</b>                               |            |
| 2.1. Laju Erosi.....   | 5          |
| 2.1.1. Definisi Laju Erosi .....                                   | 5          |
| 2.1.2. Proses Terjadinya Erosi.....                                | 5          |
| 2.1.3. Faktor – Faktor Penentu Erosi.....                          | 7          |
| 2.1.4. Bentuk-Bentuk Erosi .....                                   | 9          |
| 2.1.5. Prakiraan Erosi Metoda USLE .....                           | 11         |
| 2.1.6. Kelas Tingkat Bahaya Erosi (TBE).....                       | 18         |
| 2.2. Sedimentasi .....   | 19         |
| 2.2.1. Pengertian Sedimentasi .....                                | 19         |
| 2.2.2. Jenis-Jenis Sedimen.....                                    | 20         |
| 2.2.3. Perhitungan Sedimen.....                                    | 21         |
| 2.2.3.1. Inflow-Outflow.....                                       | 21         |
| 2.2.3.2. <i>Sediment Delivery Ratio</i> (SDR) .....                | 22         |
| 2.3. Pengertian Sistem Informasi Geografis (SIG) .....             | 23         |
| 2.3.1. Memperoleh Data SIG.....                                    | 24         |
| 2.3.2. Operasi Dasar SIG.....                                      | 25         |
| 2.3.3. Implementasi SIG Dalam teori USLE.....                      | 26         |
| 2.4. Analisis Distribusi Sedimen Dengan <i>Echo Sounding</i> ..... | 27         |
| 2.5. Akumulasi Endapan Sedimen Dan Umur Layan Waduk .....          | 29         |
| 2.6. Penelitian Relevan .....                                      | 29         |
| 2.7. Kerangka Berpikir.....  | 31         |
| <br>   |            |
| <b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>                               |            |
| 3.1. Tujuan Penelitian .....                                       | 33         |
| 3.2. Tempat dan Waktu Penelitian.....                              | 33         |
| 3.3. Metode Penelitian .....                                       | 34         |
| 3.4. Teknik Pengumpulan Data.....                                  | 34         |
| 3.4.1. Pengumpulan Data .....                                      | 34         |
| 3.4.2. Instrumen Penelitian.....                                   | 35         |

|  |    |
|--|----|
| 3.5. Teknik Analisis Data .....                                | 35 |
| 3.6. Diagram Alir Penelitian .....                             | 37 |
| <b>BAB IV HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN</b>                    |    |
| 4.1. Deskripsi Data.....                                       | 38 |
| 4.1.1. Data Primer.....  | 38 |
| 4.1.2. Data Sekunder .....                                     | 39 |
| 4.2. Analisis dan Hasil .....                                  | 41 |
| 4.2.1. Analisis Sedimen Berdasarkan <i>Echo Sounding</i> ..... | 41 |
| 4.2.2. Analisis Laju Erosi .....                               | 42 |
| 4.2.2.1. Analisis Erosivitas Hujan (R) .....                   | 43 |
| 4.2.2.2. Analisis Erodibilitas Tanah (K) .....                 | 46 |
| 4.2.2.3. Analisis Kemiringan dan Panjang Lereng (LS) .....     | 48 |
| 4.2.2.4. Analisis Penutup Lahan dan Pengelolaan Tanah (CP) ..  | 51 |
| 4.2.3. Klasifikasi Erosi .....                                 | 52 |
| 4.2.4. Analisis Sedimen .....                                  | 54 |
| 4.2.5. Analisis Sisa Umur Layan Waduk .....                    | 55 |
| 4.3. Pembahasan Hasil .....                                    | 57 |
| 4.4. Keterbatasan Penelitian.....                              | 58 |
| <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>                              |    |
| 5.1. Kesimpulan .....  | 59 |
| 5.2. Saran .....   | 60 |
| <b>DAFTAS PUSTAKA</b> .....                                    | 61 |
| <b>LAMPIRAN</b> .....  | 63 |
| <b>RIWAYAT HIDUP</b> .....                                     | 97 |

## DAFTAR TABEL

|  |    |
|--|----|
| Tabel 2.1. Bentuk-Bentuk Erosi Menurut Beberapa Ahli.....                  | 10 |
| Tabel 2.2. Faktor Erodibilitas K.....                                      | 13 |
| Tabel 2.3. Faktor Erodibilitas Tanah (K) Berdasarkan Penggunaan Lahan .... | 14 |
| Tabel 2.4 Kelas Kemiringan Lereng .....                                    | 14 |
| Tabel 2.5. Nilai $m$ .....   | 15 |
| Tabel 2.6. Nilai C Untuk Berbagai Jenis Tanaman Dan Pengolahan Tanaman     | 16 |
| Tabel 2.7. Nilai P Pada Beberapa Teknik Konservasi Tanah .....             | 17 |
| Tabel 2.8. Faktor Penggunaan Lahan dan Pengolahan Tanah (CP).....          | 18 |
| Tabel 2.9 Klasifikasi Erosi.....   | 18 |
| Tabel 2.10 Tabel Harga SDR.....  | 22 |
| Tabel 4.1 Longitude dan Latitude Titik Curah Hujan.....                    | 39 |
| Tabel 4.2 Hasil Pengukuran <i>Echo Sounding</i> .....                      | 41 |
| Tabel 4.3 Perubahan Kapasitas Tampung Waduk Wadaslintang.....              | 42 |
| Tabel 4.4 Nilai Sedimen.....   | 42 |
| Tabel 4.5 Data Curah Hujan Stasiun Wadaslintang.....                       | 44 |
| Tabel 4.6 Erosivitas Hujan.....  | 45 |
| Tabel 4.7 Nilai Erosivitas Per Area .....                                  | 46 |
| Tabel 4.8 Erodibilitas Tanah.....  | 48 |
| Tabel 4.9 Perhitungan Nilai Faktor LS .....                                | 51 |
| Tabel 4.10 Penggunaan Lahan DAS Medono.....                                | 51 |
| Tabel 4.11 Perhitungan Laju Erosi.....                                     | 53 |
| Tabel 4.12 Klasifikasi Erosi.....  | 54 |

## DAFTAR GAMBAR

|  |    |
|--|----|
| Gambar 1.1 Peta DAS Wawar .....                    | 2  |
| Gambar 2.1 Ilustrasi Poligon Thiessen .....        | 25 |
| Gambar 2.2 Ilustrasi Overlay .....                 | 26 |
| Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian .....            | 33 |
| Gambar 4.1 Peta Stasiun Curah Hujan.....           | 40 |
| Gambar 4.2 Peta Erosivitas Hujan .....             | 45 |
| Gambar 4.3 Peta Erodibilitas Tanah .....           | 47 |
| Gambar 4.4 Peta Kemiringan Lereng DAS Medono ..... | 50 |
| Gambar 4.5 Peta Tata Guna Lahan .....              | 52 |
| Gambar 4.6 Peta Sebaran Erosi.....                 | 53 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|            |   |    |
|------------|---|----|
| Lampiran 1 | Peralatan yang Digunakan.....                             | 64 |
| Lampiran 2 | Data Curah Hujan .....                                    | 65 |
| Lampiran 3 | Perhitungan Erosivitas.....                               | 69 |
| Lampiran 4 | Proses Create Points dengan Perangkat Lunak MapInfo ..... | 73 |
| Lampiran 5 | Proses Voronoi dengan Perangkat Lunak MapInfo.....        | 75 |
| Lampiran 6 | Proses Digitasi dengan Perangkat Lunak ArcGis.....        | 81 |
| Lampiran 7 | Input Data dengan Perangkat Lunak MapInfo .....           | 85 |
| Lampiran 8 | Proses Overlay .....                                      | 89 |
| Lmpiran 9  | Klasifikasi Erosi dengan MapInfo.....                     | 95 |

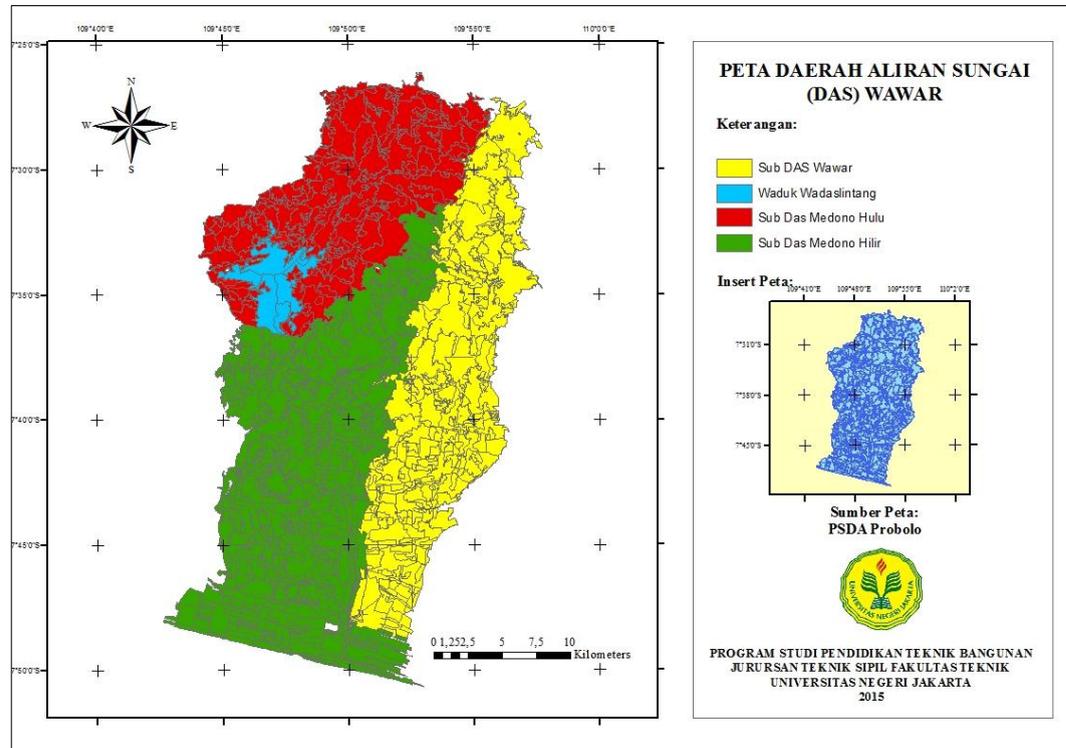
## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1. Latar Belakang Masalah**

Air merupakan sumber daya alam yang vital dan sangat diperlukan bagi kehidupan manusia untuk keperluan rumah tangga, keperluan industri, keperluan pertanian dan peternakan. Kebutuhan air saat ini semakin meningkat sejalan dengan laju pertumbuhan penduduk dan perkembangan ekonomi. Salah satu kebijakan untuk pembangunan bidang sumber daya air adalah dengan membangunnya waduk. Waduk pada umumnya dibangun untuk melestarikan sumber daya air dengan cara menyimpan air di saat kelebihan yang biasanya terjadi di saat musim hujan. Air yang datang melimpah pada musim hujan tersebut, ditampung dan disimpan serta dipergunakan secara tepat guna sepanjang tahun. Diharapkan pula banjir dapat dicegah serta kekurangan air pada saat musim kemarau tiba dapat diatasi.

Berdasarkan data dari Dinas Sumber Daya Air Energi Sumber Daya Mineral (SDA ESDM), Waduk Wadaslintang terletak di Desa Sumberejo Kecamatan Wadaslintang, Kabupaten Wonosobo, Provinsi Jawa Tengah. Waduk Wadaslintang terletak pada koordinat  $7^{\circ} 26' 32''$  LS –  $7^{\circ} 37' 23''$  LS dan  $109^{\circ} 44' 16,92''$  BT –  $109^{\circ} 55' 54''$  BT, berada sekitar 17 km sebelah utara Kota Prembun. Waduk ini dikelilingi oleh Bukit Kembanglangit, Bukit Tanggulasih, Bukit Wadas, Bukit siparuk, Gunung Medasih, Gunung Siwindu, Gunung Kedungbarung. Lokasi waduk berada pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Wawar tepatnya di DAS Medono. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 1.1.



**Gambar 1.1 Peta DAS Wawar**

*Sumber: PSDA Progo-Bogowonto-Luk Ulo (Probolo)*

Berdasarkan data dari Pos Penjagaan Pintu Klep Otomatis (PPKO) dan Pengelolaan Sumber Daya Air III (PSDA III), erosi yang terjadi di Daerah Tangkapan Hujan (DTH) Waduk Wadaslintang disebabkan oleh beberapa faktor seperti intensitas curah berkisar antara 1.800 mm/tahun – 5.800 mm/tahun dengan rata-rata 3.656 mm/tahun. Kondisi lereng yang relatif curam dengan puncak-puncak yang sempit berpotensi menimbulkan erosi. Hilangnya vegetasi penutup tanah yang timbul akibat kegiatan penebangan hutan, praktek pertanian, lahan pemukiman dan semak belukar mengakibatkan tingginya laju erosi di DTH Waduk Wadaslintang.

Proses terjadinya laju erosi yang diakibatkan aktivitas di bagian hulu waduk seperti perubahan tataguna lahan atau cara bercocok tanam yang tidak mengikuti kaidah-kaidah konservasi tanah dan air. Aktivitas tersebut akan mengakibatkan terkelupasnya lapisan tanah bagian atas dan terangkut ke tempat

yang lebih rendah, pengangkutan sedimen disebut sebagai transport sedimen. Transport sedimen yang terjadi dari tempat yang lebih tinggi ke tempat yang lebih rendah dapat menyebabkan pendangkalan waduk, sungai, saluran irigasi, dan terbentuknya tanah-tanah baru (*morfologi*). Berdasarkan data dari PPKO dan PSDA III, diperkirakan nilai sedimen sebesar 0,83 juta m<sup>3</sup>/tahun.

Mengingat pentingnya peranan daerah tangkapan hujan dan waduk Wadaslintang bagi masyarakat, upaya konservasi lahan di sekitar daerah rawan erosi harus segera dilakukan. Proses penanggulangan erosi diperlukan adanya data dasar berupa informasi tentang erosi di sekitar wilayah daerah tangkapan hujan. Untuk memperoleh data dasar dalam penetapan strategi penanggulangan erosi lahan di sekitar DTH waduk Wadaslintang, maka perlu adanya penelitian tentang prediksi erosi.

## **1.2. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dipaparkan di atas, maka dapat diambil beberapa identifikasi masalah adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi tata guna lahan Waduk Wadaslintang?
2. Berapa laju erosi dan sedimentasi Waduk Wadaslintang?
3. Berapa lama sisa usia guna Waduk Wadaslintang berdasarkan sedimentasi dan erosi?
4. Bagaimana kinerja Waduk Wadaslintang?
5. Bagaimana stabilitas tubuh bendungan Waduk Wadaslintang?
6. Bagaimana pola operasi Waduk Wadaslintang?

### 1.3. Pembatasan Masalah

Berdasarkan penelitian yang akan digunakan agar penelitian ini lebih terarah dalam meliputi:

1. Tempat penelitian ini mencakup koordinat  $7^{\circ} 26' 32''$  LS –  $7^{\circ} 37' 23''$  LS dan  $109^{\circ} 44' 16,92''$  BT –  $109^{\circ} 55' 54''$  BT.
2. Perhitungan sisa usia guna Waduk Wadaslintang hanya dengan pendekatan erosi dan sedimentasi.
3. Analisis erosi berasal dari permukaan tanah yang diakibatkan oleh air hujan atau erosi lembaran (*sheet erosion*).
4. Perhitungan sedimen hanya pada sedimen yang berada di dasar waduk.

### 1.4. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas permasalahan yang paling utama berkaitan dengan penelitian yaitu: Bagaimana laju erosi dan sedimentasi Waduk Wadaslintang Provinsi Jawa Tengah?

### 1.5. Kegunaan Penelitian

Beberapa manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Hasil dari penelitian ini diharapkan bisa menggambarkan keadaan sedimentasi Waduk Wadaslintang, karena sedimentasi tersebut akan mempengaruhi sisa usia guna waduk.
2. Hasil penelitian ini diharapkan bisa sebagai informasi bagi pengelola Waduk Wadaslintang untuk menangani masalah pada sedimentasi yang terjadi di Waduk Wadaslintang.

## **BAB II**

### **PENYUSUNAN DASAR TEORI**

#### **2.1. Laju Erosi**

##### **2.1.1. Definisi Laju Erosi**

Laju menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) adalah cepat (tentang gerak, lari, terbang, dan sebagainya). Laju dalam fisika adalah nisbah perubahan jarak per satuan waktu. Satuan waktu dapat berupa detik, menit, jam, hari atau tahun. Menurut Kartasapoetra (2010: 35) erosi dapat juga disebut pengikisan atau kelongsoran sesungguhnya merupakan proses penghanyutan tanah oleh desakan-desakan atau kekuatan air dan angin, baik yang berlangsung secara alamiah ataupun sebagai akibat tindakan/perbuatan manusia.

Menurut Hardiyatmo (2006: 385) erosi permukaan merupakan proses pengangkutan partikel tanah yang diakibatkan oleh hujan, angin atau es. Akibat tetesan air hujan secara terus menerus akan mengakibatkan permukaan tanah menjadi terlepas dari kesatuannya. Dari penjelasan di atas maka dapat disimpulkan pengertian laju erosi adalah ketebalan pelepasan, pengikisan atau terkelupasnya partikel tanah yang terjadi dalam satuan waktu dapat berupa detik, menit, jam, hari atau tahun. Proses pengikisan yang terjadi pada partikel tanah diakibatkan adanya benturan air hujan, angin maupun es, sehingga partikel tanah mengalami perpindahan yang diakibatkan oleh hal-hal tersebut.

##### **2.1.2. Proses Terjadinya Erosi**

Menurut Asdak (2014: 338) Dua penyebab utama terjadinya erosi adalah erosi karena sebab alamiah dan erosi karena aktivitas manusia. Erosi alamiah dapat terjadi karena proses pembentukan tanah dan proses erosi yang terjadi untuk mempertahankan keseimbangan tanah secara alami. Erosi karena faktor alamiah

umumnya masih memberikan media yang memadai untuk berlangsungnya pertumbuhan kebanyakan tanaman. Sedang erosi karena kegiatan manusia kebanyakan disebabkan oleh terkelupasnya lapisan tanah bagian atas akibat cara bercocok tanam yang tidak mengindahkan kaidah-kaidah konservasi tanah atau kegiatan pembangunan yang bersifat merusak keadaan fisik tanah antara lain pembuatan jalan di daerah kemiringan lereng besar.

Menurut Utomo (1994: 15) menyatakan bahwa proses erosi bermula dengan terjadinya penghancuran agregat-agregat tanah sebagai akibat pukulan air hujan. Agregat tanah yang telah hancur akan menyumbat pori-pori tanah, sehingga berakibat berkurangnya kapasitas infiltrasi tanah. Sebagai akibat lebih lanjut, air akan mengalir di permukaan tanah dan disebut sebagai limpasan permukaan tanah. Limpasan permukaan mempunyai energi untuk mengikis dan mengangkat partikel-partikel tanah yang telah dihancurkan. Selanjutnya jika tenaga limpasan permukaan sudah tidak mampu lagi mengangkat bahan-bahan hancuran tersebut, maka bahan-bahan ini akan diendapkan.

Dari penjelasan diatas maka dapat disimpulkan proses terjadinya erosi melalui 3 tahap, yaitu:

- a. Pengelupasan (*detachment*): Terjadi akibat titik-titik curah hujan yang menimpa permukaan tanah. Titik-titik curah hujan tersebut memiliki daya tampaan/energi kinetik yang berbeda-beda, ada yang keras dan ada pula yang lemah. Energi kinetik yang keras akan memecahkan bongkahan tanah menjadi butiran-butiran tanah yang kecil dan ada pula yang halus.
- b. Pengangkutan (*transportation*): butiran-butiran tanah yang kecil dan yang halus akan terangkat dan mengalir bersama aliran air menuruni lereng-lereng. Kemiringan lereng ini sangat berpengaruh terhadap derasnya aliran air.
- c. Pengendapan (*sedimentation*): butiran-butiran tanah yang terangkut oleh aliran air ketempat-tempat yang datar dimana kecepatan aliran air sangat berkurang maka butiran tanah tersebut akan menjadi sedimentasi.

### 2.1.3. Faktor – Faktor Penentu Erosi

Menurut Asdak (2014: 351) berkurangnya lapisan tanah bagian atas bervariasi tergantung pada tipe erosi dan faktor-faktor yang terlibat dalam proses erosi adalah iklim, sifat tanah, topografi, dan vegetasi penutup lahan. Keempat faktor yang dianggap menentukan besarnya erosi tersebut diuraikan satu persatu sebagai berikut:

#### 1. Iklim

Pengaruh iklim terhadap erosi dapat bersifat langsung atau tidak langsung. Pengaruh langsung melalui tenaga kinetis air hujan, terutama intensitas air hujan dan diameter butiran air hujan. Pada hujan yang intensif dan berlangsung dalam waktu lebih pendek, erosi yang terjadi biasanya lebih besar daripada hujan dengan intensitas lebih kecil dalam kurun waktu yang lama. Pengaruh iklim tidak langsung dipengaruhi oleh vegetasi tumbuhan. Sebaliknya, pada daerah dengan perubahan iklim besar, seperti di daerah kering, tumbuhan vegetasi terhambat oleh tidak memadainya intensitas hujan. Tetapi, sekali hujan turun intensitas hujan umumnya sangat tinggi.

#### 2. Sifat-sifat Tanah

Empat sifat tanah yang penting dalam menentukan erodibilitas tanah (mudah-tidaknya tanah tererosi) adalah:

- a. Tekstur tanah, biasanya berkaitan dengan ukuran dan porsi partikel-partikel tanah dan akan membentuk tipe tanah tertentu. Tiga unsur utama tanah adalah pasir (*sand*), debu (*silt*), dan liat (*clay*). Misalnya, tanah dengan unsur dominan liat, ikatan antar partikel-partikel tanah kuat dengan demikian tanah tidak mudah tererosi. Tanah dengan unsur dominan pasir

kemungkinan untuk terjadinya erosi rendah karena laju infiltrasi sehingga dapat menurunkan laju air larian. Sebaliknya pada tanah dengan unsur utama debu dan pasir lembut serta sedikit unsur organik, menyebabkan terjadinya erosi lebih rendah.

- b. Struktur tanah, adalah susunan partikel-partikel tanah yang membentuk agregat yang mempengaruhi kemampuan tanah dalam menyerap air tanah. Misalnya, struktur tanah granuler mempunyai kemampuan besar dalam meloloskan air larian dengan demikian, menurunkan laju air larian dan memacu pertumbuhan tanaman.
- c. Unsur organik yang terdiri dari limbah tanaman dan hewan sebagai hasil proses dekomposisi. Unsur organik cenderung memperbaiki struktur tanah yang bersifat meningkatkan permeabilitas tanah, kapasitas tampung air tanah, dan kesuburan tanah. Kumpulan unsur organik di atas permukaan tanah dapat menghambat kecepatan air larian. Dan dengan demikian akan menurunkan potensi terjadinya erosi.
- d. Permeabilitas tanah yaitu kemampuan tanah dalam meloloskan air. Unsur yang mempengaruhi permeabilitas tanah yaitu struktur tanah dan tekstur tanah. Tanah dengan permeabilitas tinggi menaikkan laju infiltrasi, dan dengan demikian, menurunkan laju air larian.

### 3. Topografi

Kemiringan dan panjang lereng adalah dua faktor yang menentukan karakteristik topografi suatu daerah aliran sungai. Kedua faktor tersebut penting pada proses terjadinya erosi karena mempengaruhi besarnya kecepatan dan volume air larian. Lereng bagian bawah lebih mudah tererosi daripada lereng

bagian atas karena momentum aliran lebih besar dan kecepatan air larian lebih terkonsentrasi ketika mencapai lereng bagian bawah. Daerah tropis vulkanik dengan topografi bergelombang dan curah hujan tinggi sangat potensial untuk terjadinya erosi dan tanah longsor. Oleh karenanya, dalam program konservasi tanah dan air di daerah tropis, usaha-usaha pelandaian permukaan tanah seperti pembuatan teras lahan-lahan pertanian, peruntukan tanah-tanah dengan kemiringan lereng besar untuk kawasan lindung seringkali dilakukan. Usaha tersebut dilakukan terutama untuk menghindari terjadinya erosi yang dipercepat dan meningkatnya tanah longsor.

#### 4. Vegetasi Penutup Tanah

Pengaruh vegetasi penutup tanah terhadap erosi adalah: 1) melindungi permukaan tanah dari tumbukan air, 2) menurunkan kecepatan dan volume air aliran, 3) menahan partikel-partikel tanah pada tempatnya melalui sistem perakaran dan seresah yang dihasilkan, dan 4) mempertahankan kemantapan kapasitas tanah dalam menyerap air (Asdak, 2014: 354).

#### **2.1.4. Bentuk-Bentuk Erosi**

Menurut Arsyad (2006: 242) erosi berdasarkan proses terjadinya dibedakan menjadi erosi normal dan erosi dipercepat. Erosi normal disebut juga erosi geologi atau erosi alami merupakan proses pengikisan kulit bumi yang terjadi secara alamiah. Erosi ini tidak berbahaya karena kecepatan kehilangan tanahnya lebih kecil atau sama dengan proses pembentukan tanah. Erosi dipercepat adalah proses pengikisan kulit bumi yang kecepatan kehilangan tanahnya sudah melebihi kecepatan proses pembentukan tanah. Hal ini terutama disebabkan oleh kesalahan dalam pengolahan tanah.

Menurut beberapa ahli, erosi berdasarkan bentuknya dapat dibedakan menjadi:

**Table 2.1. Bentuk-Bentuk Erosi Menurut Beberapa Ahli**

| No. | Hardiyatmo                 | Kartasapoetra              | Soemarto                   |
|-----|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| A   | <i>Splash erosion</i>      | <i>Sheet erosion</i>       | <i>Sheet erosion</i>       |
| B   | <i>Sheet erosion</i>       | <i>Rill erosion</i>        | <i>Gully erosion</i>       |
| C   | <i>Rill erosion</i>        | <i>Gully erosion</i>       | <i>Land slide</i>          |
| D   | <i>Gully erosion</i>       | <i>Stream bank erosion</i> | <i>Stream bank erosion</i> |
| E   | <i>Stream bank erosion</i> |                            |                            |

Sumber:Hardiyatmo, 2006; Kartasapoetra, 2010; Soemarto, 1986

Dari tabel diatas maka dapat disimpulkan bentuk-bentuk erosi dapat dibedakan menjadi enam yaitu: *splash erosion*, *sheet erosion*, *rill erosion*, *gully erosion*, *stream bank erosion* dan *land slide*. Berikut penjelasannya:

- a. Erosi Percikan (*Splash Erosion*) adalah proses terkelupasnya partikel-partikel tanah bagian atas oleh tenaga kinetik air hujan bebas atau sebagai air lolos.
- b. Erosi Lembaran (*Sheet Erosion*) adalah erosi yang terjadi ketika lapisan tipis permukaan tanah di daerah berlereng terkikis oleh kombinasi air hujan dan air larian.
- c. Erosi Alur (*Rill Erosion*) adalah erosi akibat pengikisan tanah oleh aliran air yang membentuk parit atau saluran air, di mana pada bagian tersebut telah terjadi konsentrasi aliran air hujan dipermukaan tanah. Aliran air menyebabkan pengikisan tanah, lama-kelamaan membentuk alur-alur dangkal pada permukaan tanah yang arahnya dari atas memanjang ke bawah.
- d. Erosi Parit (*Gully Erosion*) adalah kelanjutan dari erosi alur, yaitu terjadi bila alur-alur menjadi semakin lebar dan dalam yang membentuk parit dengan kedalaman yang dapat mencapai 1 sampai 2,5 meter atau lebih. Parit ini membawa air pada saat dan segera setelah hujan, dan tidak seperti erosi alur, parit tidak dapat lenyap oleh pengolahan tanah secara normal.

- e. Erosi Tebing Sungai (*Stream Bank Erosion*) adalah erosi yang terjadi akibat dari terkikisnya permukaan tanggul sungai dan gerusan sedimen di sepanjang dasar saluran. Erosi tipe ini harus ditinjau secara terpisah dari tipe-tipe erosi yang diakibatkan oleh air hujan. Erosi semacam ini dipengaruhi oleh variable hidrologi/hidrolik yang mempengaruhi sistem sungai.
- f. Erosi Longsor (*Land Slide*), tanah longsor merupakan bentuk erosi dimana pengangkutan atau gerakan massa tanah terjadi pada suatu saat dalam volume yang relatif besar. Ditinjau dari segi gerakannya, ada beberapa erosi akibat gerakan massa tanah yaitu: rayapan (*creep*), runtuhuan batuan (*rock fall*), aliran lumpur (*mudflow*). Longsoran terjadi sebagai akibat munculnya suatu volume tanah di atas suatu lapisan agak kedap air yang jenuh air. Lapisan kedua air dapat berupa tanah liat atau mengandung kadar tanah liat yang tinggi, atau dapat juga berupa lapisan batuan, seperti Napal liat (*clay shale*).

#### 2.1.5. Prakiraan Erosi Metoda *Universal Soil Loss Equation* (USLE)

USLE adalah suatu persamaan untuk memperkirakan kehilangan tanah yang telah dikembangkan oleh *Smith* dan *Wichmeier* tahun 1978 dimana pengukuran atau pengamatan dilakukan pada faktor-faktor yang mempengaruhi erosi, kemudian erosi dihitung dari faktor-faktor panjang lereng, kemiringan lereng, penutup permukaan tanah, pengelolaan tanah, tipe tanah, curah hujan (Hardiyatmo, 2006: 399). Persamaan USLE adalah sebagai berikut:

$$A = R.K.LS.C.P \quad (2.1)$$

Keterangan:

A = Laju erosi aktual rata-rata tahunan (ton/ha/tahun)

R = Indeks daya erosi curah hujan (erosivitas hujan)

- K = Indeks kepekaan tanah terhadap erosi (erodibilitas tanah)  
 LS = Faktor panjang (L) dan curamnya (S) lereng  
 C = Faktor tanaman (vegetasi)  
 P = Faktor usaha-usaha pencegahan erosi

### 1. Erosivitas Hujan

Menurut (Asdak, 2014: 358) faktor erosivitas hujan (R) merupakan perkalian antara energi dan intensitas hujan. Untuk menentukan angka R dihitung dari data curah hujan sebanyak mungkin dengan menggunakan persamaan:

$$R = \frac{EI}{100} \times X \quad (2.2)$$

Keterangan:

R = Erosivitas hujan

EI = Energi kinetik dan intensitas hujan

X = Jumlah tahun atau musim hujan yang digunakan sebagai dasar perhitungan

Cara menentukan EI dengan menggunakan rumus Bols (1978) dengan menggunakan data curah hujan dari beberapa tempat di Jawa.

$$EI = 6,12(Pm)^{1,21}(HH)^{-0,47}(Pmax)^{0,53} \quad (2.3)$$

Keterangan:

EI = Energi kinetik dan intensitas hujan

Pm = Curah hujan bulanan (cm)

HH = Hari hujan dalam satu bulan

Pmax = Hujan harian maksimum pada bulan yang bersangkutan (cm)

## 2. Erodibilitas Tanah

Menurut Suripin (2002: 360) faktor erodibilitas tanah (K) menunjukkan kepekaan partikel tanah terhadap pengelupasan dan transportasi partikel-partikel tanah tersebut oleh adanya energi kinetik air hujan. Besarnya kepekaan tanah tergantung pada topografi, kemiringan lereng dan besarnya gangguan oleh manusia. Besarnya erodibilitas atau kepekaan tanah juga ditentukan oleh karakteristik tanah seperti tekstur tanah, stabilitas agregat tanah, kapasitas infiltrasi, dan kandungan organik dan kimia tanah. Karakteristik tanah tersebut bersifat dinamis, selalu berubah, oleh karenanya, karakteristik tanah dapat berubah seiring dengan perubahan waktu dan tataguna lahan. Perubahan erodibilitas tanah yang signifikan berlangsung ketika terjadi hujan karena pada waktu tersebut partikel-partikel tanah mengalami perubahan orientasi dan karakteristik bahan kimia dan fisika tanah. Nilai K untuk beberapa jenis tanah di Indonesia yang disarankan oleh Departemen Kehutanan RI ditunjukkan dalam Tabel 2.2, Dinas Rehabilitasi Lahan & Konservasi Tanah (RLKT) dalam Tabel 2.3.

**Tabel 2.2. Faktor Erodibilitas K**

| No | Jenis Tanah          | Faktor erodibilitas (K) |
|----|----------------------|-------------------------|
| 1  | Latasol merah        | 0,12                    |
| 2  | Latasol merah kuning | 0,26                    |
| 3  | Latasol              | 0,31                    |
| 4  | Latasol coklat       | 0,23                    |
| 5  | Regosol              | 0,11                    |
| 6  | Lithosol             | 0,29                    |
| 7  | Grumusol             | 0,20                    |
| 8  | Alluvial             | 0,47                    |

*Sumber: Asdak (2014: 365)*

**Tabel 2.3 Faktor Erodibilitas Tanah (K) Berdasarkan Penggunaan Lahan**

| No | Penggunaan Lahan  | Nilai K |
|----|-------------------|---------|
| 1  | Pemukiman         | 0,40    |
| 2  | Kebun campuran    | 0,10    |
| 3  | Sawah tadah hujan | 0,02    |
| 4  | Tegalan           | 0,30    |
| 5  | Semak belukar     | 0,15    |
| 6  | Hutan produksi    | 0,04    |

Sumber: RLKT (Rehabilitasi Lahan & Konservasi Tanah).

### 3. Panjang Lereng ( $L$ ) dan Kemiringan Lereng ( $S$ )

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 sedimen. Pada umumnya, kemiringan lereng diperlakukan sebagai faktor yang seragam (Asdak, 2014: 365).

**Tabel 2.4. Kelas Kemiringan Lereng**

| Kelas Lereng | Lereng       | Kemiringan (%) |
|--------------|--------------|----------------|
| I            | Datar        | 0 – 3          |
| II           | Landai       | 3 – 8          |
| III          | Miring       | 8 – 15         |
| IV           | Agak curam   | 15 – 30        |
| V            | Curam        | 30 – 45        |
| VI           | Sangat curam | $\geq 45$      |

Sumber: Hardiyatmo, 2006.

Faktor panjang lereng ( $L$ ) didefinisikan secara matematik sebagai berikut:

$$L = \left( \frac{l}{22,1} \right) m \quad (2.4)$$

Keterangan:

$l$  = panjang kemiringan lereng (m)

$m$  = angka eksponen yang dipengaruhi oleh interaksi antara panjang lereng dan kemiringan lereng dan dapat juga dipengaruhi oleh karakteristik tanah, tipe vegetasi. Nilai  $m$  dapat ditunjukkan dalam Tabel 2.5.

**Tabel 2.5. Nilai  $m$**

| <b>Kemiringan Lereng (s)</b> | <b><math>m</math></b> |
|------------------------------|-----------------------|
| < 1%                         | 0,2                   |
| 1% ≤ s < 3%                  | 0,3                   |
| 3% ≤ s < 5%                  | 0,4                   |
| s ≥ 5%                       | 0,5                   |

*Sumber: Hardiyatmo, 2006:410*

Kemiringan mempengaruhi kecepatan dan volume limpasan permukaan. Pada dasarnya makin curam suatu lereng, jadi prosentase kemiringan semakin tinggi, maka semakin cepat laju limpasan permukaan juga semakin besar. Jadi dengan meningkatnya prosentase kemiringan, erosi akan semakin besar (Utomo, 1994: 53).

Faktor kemiringan lereng  $S$  diidentifikasi secara sistematis sebagai berikut:

$$S = \frac{(0,43+0,30s+0,04s^2)}{6,61} \quad (2.5)$$

Keterangan: s = kemiringan lereng aktual (%)

#### 4. Faktor Tanaman

Faktor tanaman (C) adalah perbandingan antara besarnya erosi dari lahan yang ditanami suatu jenis tanaman terhadap besarnya erosi tanah yang tidak ditanami dan diolah bersih (Arsyad, 2006: 254). Kemampuan tanaman untuk menutup tanah, sehingga menghampiri laju erosi, akan mempengaruhi besar kecilnya nilai C.

**Tabel 2.6. Nilai C Untuk Berbagai Jenis Tanaman dan Pengolahan Tanaman**

| <b>Jenis Tanaman/Tata Guna Lahan</b>                    | <b>Nilai C</b> |
|---|----------------|
| Tanaman rumput ( <i>Brancharia</i> sp.)                 | 0,290          |
| Tanaman kacang jogo                                     | 0,161          |
| Tanaman gandum  | 0,242          |
| Tanaman ubi kayu  | 0,363          |
| Tanaman kedelai   | 0,399          |
| Tanaman serai wangi                                     | 0,434          |
| Tanaman padi lahan kering                               | 0,560          |
| Tanaman padi lahan basah                                | 0,010          |
| Tanaman jagung  | 0,637          |
| Tanaman jahe, cabe                                      | 0,900          |
| Tanaman kentang ditanam searah lereng                   | 1,000          |
| Tanaman kentang ditanam searah kontur                   | 0,350          |
| Pola tanaman tumpang gilir + mulsa jerami (6 ton/ha/th) | 0,079          |
| Pola tanaman berurutan + mulsa sisa tanaman             | 0,347          |
| Pola tanaman berurutan                                  | 0,398          |
| Pola tanaman tumpang gilir + mulsa sisa tanaman         | 0,357          |
| Hutan produksi terbatas                                 | 0,200          |
| Ladang berpindah  | 0,400          |
| Tanah kosong diolah                                     | 1,000          |
| Tanah kosong tidak diolah                               | 0,950          |
| Hutan tidak terganggu                                   | 0,001          |
| Semak tidak terganggu                                   | 0,010          |
| Alang-alang permanen                                    | 0,020          |
| Alang-alang dibakar                                     | 0,700          |
| Sengon disertai semak                                   | 0,012          |
| Sengon tidak disertai semak dan tanpa seresah           | 1,000          |
| Pohon tanpa semak                                       | 0,320          |

*Sumber: Abdurachman, 1984 dalam Asdak, 2014*

Tabel 2.6 menunjukkan beberapa angka C yang diperoleh dari hasil penelitian Pusat Penelitian Tanah Bogor di beberapa daerah di Jawa. Pada penelitian ini, pengelolaan tanaman, pemilihan bibit, pengolahan tanah, waktu tanam, dan pemeliharaan semuanya sesuai dengan anjuran Dinas Pertanian. Angka C tersebut dapat dimanfaatkan sebagai prakiraan. Apabila dikehendaki angka C yang lebih akurat, maka perlu ditentukan sesuai dengan tingkat pengolahan tanaman dan keadaan setempat.

## 5. Konservasi Praktis (P)

Merupakan rasio tanah yang hilang bila usaha konservasi tanah dilakukan (teras, tanaman dalam kontur dan sebagainya) dengan tanpa usaha konservasi tanah. Tanpa konservasi tanah nilai  $P = 1$  (petak baku). Bila diteraskan, nilai  $P$  dianggap sama dengan  $P$  untuk *strip cropping*, sedang nilai  $LS$  didapat dengan menganggap panjang lereng sebagai jarak horizontal dari masing-masing teras. Nilai  $P$  pada beberapa teknik konservasi tanah dapat dilihat pada tabel berikut ini:

**Tabel 2.7. Nilai P pada Beberapa Teknik Konservasi Tanah**

| No | Jenis Teknik konservasi   | Nilai P |
|----|---|---------|
| 1  | Teras bangku:   |         |
|    | - Standard disain dan bangunan baik                             | 0,04    |
|    | - Standard disain dan bangunan sedang                           | 0,15    |
|    | - Standard disain dan bangunan rendah                           | 0,35    |
| 2  | Teras tradisional   | 0,04    |
| 3  | Penampang/pengolahan menurut kontur pada lereng:                |         |
|    | - 0 – 8%  | 0,5     |
|    | - 9 – 20%   | 0,75    |
|    | - >20%  | 0,90    |
| 4  | Penanaman rumput (Bahlia) dalam strip:                          |         |
|    | - Standard disain dan keadaan pertumbuhan baik                  | 0,04    |
|    | - Standard disain dan keadaan pertumbuhan tidak baik            | 0,40    |
| 5  | Penanaman Crotalaria dalam rotasi                               | 0,60    |
| 6  | Penggunaan mulsa (jerami 6 ton/ha/tahun)                        | 0,30    |
|    | (jerami 3 ton/ha/tahun)   | 0,50    |
|    | (jerami 1 ton/ha/tahun)   | 0,80    |
| 7  | Penanaman tanaman penutup tanah rendah pada tanaman perkebunan: |         |
|    | - Kerapatan tinggi  | 0,1     |
|    | - Kerapatan sedang  | 0,5     |

Sumber: Asdak, 2014:375

Dalam studi ini faktor CP didekati dengan faktor penggunaan lahan dan pengolahan tanah kriteria penggunaan lahan dan besarnya nilai CP dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 2.8. Faktor Penggunaan Lahan dan Pengolahan Tanah (CP)**

| No | Penggunaan Lahan  | Faktor CP |
|----|-------------------|-----------|
| 1  | Pemukiman         | 0,6       |
| 2  | Kebun campuran    | 0,3       |
| 3  | Sawah tadah hujan | 0,20      |
| 4  | Tegalan           | 0,75      |
| 5  | Semak belukar     | 0,12      |
| 6  | Hutan produksi    | 0,03      |

Sumber: *RLKT (Rehabilitasi Lahan & Konservasi Tanah). Buku II 1986 (dalam, Ma'wa, 2014)*

### 2.1.6. Kelas Tingkat Bahaya Erosi (TBE)

Menurut Arsyad (2006: 245) evaluasi bahaya erosi atau disebut juga tingkat bahaya erosi ditentukan berdasarkan perbandingan antara besarnya erosi tanah aktual dengan erosi tanah yang dapat ditoleransikan. Untuk mengetahui kejadian erosi pada tingkat membahayakan atau suatu ancaman degradasi lahan atau tidak, dapat diketahui dari tingkat bahaya erosi lahan tersebut.

Perkiraan erosi rata-rata tahunan dan kedalaman tanah dipertimbangkan dalam penentuan Tingkat Bahaya Erosi (TBE) pada setiap satuan lahannya kelas TBE diberikan pada tiap satuan lahan dengan menggunakan informasi kedalaman tanah dan perkiraan erosi tahunan dari USLE. Kelas TBE ditentukan dengan menggunakan tabel berikut:

**Tabel 2.9. Klasifikasi Erosi**

| Besarnya Erosi<br>(ton/ha/thn) | Klasifikasi Erosi |
|--------------------------------|-------------------|
| < 14,4                         | Sangat Ringan     |
| 14,5-29,3                      | Ringan            |
| 29,4-46,9                      | Sedang            |
| 47,0-63,0                      | Agak Berat        |
| 63,1-80,6                      | Berat             |
| >80,6                          | Sangat Berat      |

Sumber: [www.gis.nuarsa.info](http://www.gis.nuarsa.info) (22 November 2015)

## **2.2. Sedimentasi**

### **2.2.1. Pengertian Sedimentasi**

Sedimentasi adalah hasil proses erosi, baik berupa erosi permukaan, erosi parit, atau jenis erosi tanah lainnya. Sedimen umumnya mengendap dibagian bawah kaki bukit, di daerah genangan banjir, di saluran air, sungai dan waduk (Asdak, 2014: 392). Dari proses sedimentasi, hanya sebagian aliran sedimen di sungai yang diangkut keluar dari DAS, sedangkan yang lain mengendap dilokasi tertentu dari sungai.

Menurut Soemarto (1986: 384) sedimentasi dapat didefinisikan sebagai pengangkutan, melayangnya atau mengendapnya material fragmental oleh air. Sedimentasi adalah merupakan akibat dari adanya erosi, dan memberi dampak banyak, yaitu:

- a. Di sungai, pengendapan sedimen didasar sungai yang menyebabkan naiknya dasar sungai, kemudian menyebabkan tingginya muka air sehingga berakibat sering terjadi banjir yang menimpa lahan-lahan yang tidak dilindungi.
- b. Di saluran, apabila saluran irigasi atau saluran pelayaran dialiri oleh air yang penuh dengan sedimen maka akan terjadi pengendapan sedimen di dasar saluran. Hal ini menjadikan suatu permasalahan untuk mengeruk sedimen tersebut diperlukan biaya yang cukup besar sehingga menyebabkan terhentinya operasi saluran.
- c. Di waduk-waduk, pengendapan sedimen di waduk-waduk akan mengurangi volume efektifnya. Sebagian besar jumlah sedimen yang dialirkan oleh waduk adalah sedimen yang dialirkan oleh sungai-sungai yang mengalir kedalam waduk, hanya sebagian kecil yang berasal dari longsoran tebing-tebing waduk

oleh limpasan permukaan. Butir-butir yang kasar akan diendapkan di bagian hulu waduk, sedangkan yang halus diendapkan di dekat bendungan. Jadi, sebagian besar akan diendapkan di bagian volume aktif waduk dan sebagian dapat dibilas ke bawah, apabila terjadi banjir pada saat permukaan air waduk masih rendah.

- d. Di bendungan atau pintu-pintu air yang menyebabkan kesulitan dalam mengoperasikan pintu-pintu tersebut. Adanya pembentukan pulau-pulau pasir di sebelah hulu bendungan atau pintu air akan mengganggu aliran air yang melalui bendungan atau pintu air. Bahaya penggerusan terhadap bagian hilir bangunan terjadi apabila beban sedimen di sungai tersebut berkurang karena pengendapan di bagian hulu bendungan, maka aliran dapat mengangkut material alas sungai.

### **2.2.2. Jenis-Jenis Sedimen**

Menurut Loebis (1993: 219) air yang memasuki waduk membawa angkutan sedimen hasil erosi pada DAS yang kemudian sebagian akan mengendap di dalam waduk berupa:

1. *Wash load* adalah angkutan partikel halus yang berupa lempung dan debu, yang terbawa oleh aliran air sungai. Partikel ini akan terbawa aliran sampai ke laut, atau dapat juga mengendap pada aliran yang tenang atau pada air yang tergenang. Sumber utama dari *wash load* adalah hasil pelapukan lapisan atas batuan atau tanah di dalam daerah aliran sungai. Hasil pelapukan itu akan terbawa oleh aliran permukaan atau angin ke dalam sungai di dalam DAS tersebut.

2. *Suspended load*/sedimen layang dengan butiran yang lebih kasar, kira-kira beberapa per seratus sampai dengan beberapa per puluhan millimeter, yang diangkut dalam *suspensi*/keadaan melayang ke dalam waduk sebagian besar akan terendap di bagian hilir kolam waduk bersama dengan sebagian kecil *wash load*.
3. *Bed load*/sedimen dasar dengan besar butiran yang lebih kasar dari sedimen layang, menggelincir dan berguling (*translating and rolling*) pada dasar sungai. Hampir semua sedimen akan mengendap di kolam waduk bagian hulu serta pada dasar alur sungai pemasok air waduk.

### **2.2.3. Perhitungan Sedimen**

Menurut Soewarno (1991: 766) perkiraan akumulasi volume sedimen tahunan dapat dilakukan dengan metode yaitu metode inflow-outflow dan *Sediment Delivery Ratio*, penjelasannya berada pada sub bab 2.2.3.1 dan 2.2.3.2.

#### **2.2.3.1. Inflow-Outflow**

Perhitungan laju sedimentasi waduk dengan metode inflow-outflow ini berpengaruh terhadap kecepatan aliran. Apabila kemiringan permukaan air lebih kecil maka kecepatan aliran air berkurang. Gejala tersebut menyebabkan daya angkut aliran air terhadap sedimen menjadi berkurang dan cenderung mengendap di dalam waduk. Dalam mengukur laju sedimen waduk perlu diperhatikan debit sedimen yang masuk dan keluar waduk (*inflow-Outflow*) dan berat spesifik dari endapan sedimen (Soewarno, 1991: 778).

### 2.2.3.2. *Sediment Delivery Ratio (SDR)*

Menurut Suripin (2002: 81) SDR merupakan perbandingan antara sedimen yang terukur di *outlet* dan erosi di lahan biasa disebut Nisbah Pengangkutan Sedimen (NPS) atau SDR. Menurut Asdak (2014: 403) hasil sedimen tergantung pada besarnya erosi total di DAS dan tergantung pada transpor partikel-partikel tanah yang tererosi tersebut keluar dari daerah tangkapan air DAS. Untuk menentukan besarnya SDR adalah dengan menggunakan persamaan dibawah ini:

$$D = \frac{S_y}{T} \quad (2.6)$$

Keterangan:

D = nisbah pengangkutan sedimen atau SDR

S<sub>y</sub> = hasil sedimen yang diperoleh di *outlet* DAS

T = erosi total yang berasal dari daerah tangkapan air yang berlangsung di bagian atas *outlet*.

Besarnya harga SDR tergantung daripada luas DAS, kemiringan dan faktor-faktor lain yang mempengaruhi erosi dan pengangkutan sedimen di alur sungai. Untuk DAS yang datanya kurang dapat digunakan harga SDR pada tabel berikut ini:

**Tabel 2.10. Tabel Harga SDR**

| Luas DPS (km <sup>2</sup> ) | SDR (%) |
|-----------------------------|---------|
| 0,1                         | 53      |
| 0,5                         | 39      |
| 1,0                         | 35      |
| 5,0                         | 27      |
| 10,0                        | 24      |
| 50,0                        | 15      |
| 100,0                       | 13      |
| 200,0                       | 11      |
| 500,0                       | 8,5     |
| 26000,0                     | 4,9     |

*Sumber: Soewarno, 1991*

Nilai SDR mendekati 1% artinya semua tanah yang tererosi masuk ke dalam sungai hanya mungkin terjadi pada daerah aliran sungai kecil dan yang tidak mempunyai daerah-daerah datar atau yang memiliki lereng-lereng curam, banyak butir-butir tanah halus yang terangkut, kecepatan drainase yang tinggi, atau secara umum dikatakan tidak memiliki sifat yang cenderung menghambat pengendapan sedimen di daerah aliran (Arsyad, 2006:11).

Selain itu, besarnya SDR juga bisa didapat dengan menggunakan rumus Boyce (1975) yaitu:

$$SDR = 0,14 A^{-1,3} \quad (2.7)$$

Keterangan:

SDR = *Sediment Delivery Ratio* (SDR)

A = Luas DAS (ha)

### **2.3. Pengertian Sistem Informasi Geografis (SIG)**

Sistem Informasi Geografis meningkat tajam sejak tahun 1980-an. Peningkatan pemakaian sistem ini terjadi di kalangan pemerintah, militer, akademis, atau bisnis terutama di negara-negara maju. Perkembangan teknologi digital sangat besar peranannya dalam perkembangan penggunaan SIG di berbagai bidang. Hal ini dikarenakan teknologi SIG banyak mendasarkan pada teknologi digital sebagai alat analisis (Budiyanto, 2002:2).

SIG adalah sistem yang dirancang khusus untuk mengumpulkan, memeriksa, mengintegrasikan dan menganalisis informasi-informasi yang berhubungan dengan permukaan bumi dan didalamnya melibatkan teknologi komputer (Kusrini, 2007:7). SIG dalam penelitian ini adalah alat bantu untuk mengumpulkan, memeriksa, mengintegrasikan dan menganalisis data berupa peta-

peta tematik sekaligus data citra satelit Landsat menjadi informasi yang akurat tentang kondisi biofisik DTH Waduk Wadaslintang.

SIG merupakan sebuah sistem yang saling berangkaian satu dengan yang lain. Badan Koordinasi Survei dan Pemetaan Nasional (Bakosurtanal) menjabarkan SIG sebagai kumpulan yang terorganisir dari perangkat keras komputer, perangkat lunak, data geografi, dan personel yang didesain untuk memperoleh, menyimpan, memperbaiki, memanipulasi, menganalisis, dan menampilkan semua bentuk informasi yang berreferensi geografis. Dengan demikian, basis analisis dari SIG adalah data spasial dalam bentuk digital yang diperoleh melalui data satelit atau data lain terdigitasi (Budiyanto, 2002:3).

### **2.3.1. Memperoleh Data SIG**

Data SIG berupa data digital yang berformat *raster* dan *vektor*. Vektor menyimpan data digital dalam bentuk rangkaian koordinat (x,y). Titik disimpan sebagai sepasang angka koordinat dan poligon sebagai rangkaian koordinat yang membentuk garis tertutup. Resolusi dari data vektor tergantung dari jumlah titik yang membentuk garis. Raster menyatakan data garis dalam bentuk rangkaian bujursangkar yang disimpan sebagai pasangan angka menyatakan baris dan kolom dalam suatu matriks. Titik dinyatakan dalam suatu grid-cell, garis dinyatakan sebagai rangkaian grid-cells yang bersambung di semua sisi (Budiyanto, 2002:5).

Sistem informasi geografis dapat digunakan untuk mendiskripsikan obyek, fenomena atau proses yang terjadi dipermukaan bumi prinsip dasar sistem informasi geografis (SIG) adalah setiap data spasial/geografis berkaitan dengan letak (*positions*) dan atribut. Data yang berkaitan dengan letak geografis digambarkan sebagai titik (*point*), garis (*arc*) dan area (*poligon*). Sedangkan

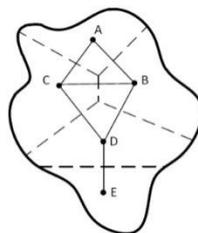
atribut menerangkan fenomena yang menyertai titik, garis dan poligon tersebut (Harjadi, 2010:9).

### 2.3.2. Operasi Dasar SIG

Pada analisis menggunakan beberapa operasi dasar yang terdapat pada MapInfo maupun ArcGis, yaitu:

#### 1. *Thiessen Polygon*

Merupakan analisis pembuatan poligon thiessen berdasarkan titik yang dijadikan acuan pembuatan poligon. Tahap pertama adalah *software* akan membuat garis-garis yang menghubungkan titik-titik tersebut. Ilustrasi poligon thiessen disajikan dalam gambar 2.1.



**Gambar 2.1. Ilustrasi Poligon Thiessen**

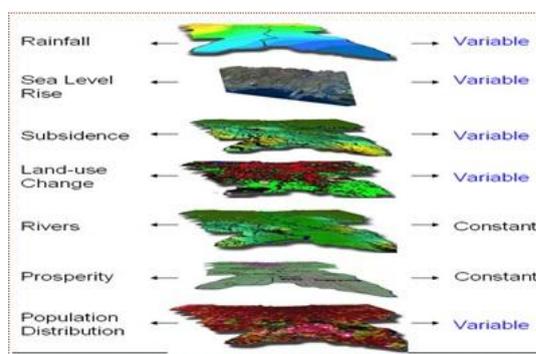
#### 2. Digitasi Peta

Digitasi merupakan usaha untuk menggambarkan kondisi bumi kedalam sebuah bidang datar dalam computer. Atau dapat disebut sebagai perubahan data peta *hardcopy* menjadi *softcopy*. Sumber data peta untuk digitasi dibagi menjadi beberapa bagian yaitu peta analog, *image remote sensing*, dan *image scanning*.

#### 3. *Overlay*

Overlay merupakan prosedur penting dalam analisis SIG (Sistem Informasi Geografis). Overlay adalah kemampuan untuk menempatkan grafissatu

peta diatas grafis peta yang lain dan menampilkan hasilnya di layar komputer atau pada plot. Misalkan peta lereng dan peta curah hujan, maka di peta barunya akan menghasilkan poligon baru berisi atribut lereng dan curah hujan. Ilustrasi overlay disajikan dalam gambar 2.2.



**Gambar 2.2. Ilustrasi Overlay**

### 2.3.3. Implementasi SIG Dalam Teori USLE

Pemanfaatan SIG untuk menghitung besaran erosi USLE tidak hanya sebatas dalam penentuan faktor (LS) saja, dalam hal ini juga dilakukan untuk penentuan faktor-faktor nilai dalam parameter USLE seperti faktor penutup lahan dan tindakan konservasi (CP), faktor tersebut umumnya dapat diperoleh dari data peta maupun data citra satelit yang juga di proses dan diolah dengan teknologi SIG, teknologi SIG merupakan wujud kemudahan dalam menentukan jenis tataguna lahan pada areal yang luas. SIG dengan data berupa foto udara dan citra satelit, maka penerapan metode gabungan untuk mengkaji erosi bentang lahan pada area yang luas dapat dilakukan dengan mudah dan efektif (Rahim, 2003:57). SIG umumnya memanfaatkan teknologi digital untuk melakukan analisis spasial baik ditinjau dari segi perolehan dan verifikasi, kompilasi, penyimpanan, pembaruan dan perubahan, manajemen dan pertukaran, manipulasi, penyajian sekaligus analisis (Budiyanto, 2002:3).

Teknologi SIG menggunakan data hasil pengukuran lapangan, diantaranya sebagai alat untuk mengolah data hujan menjadi peta hujan yang mengandung unsur geografis, sehingga nilai erosivitas (R) dapat dengan mudah dilakukan perhitungan bersama faktor-faktor lain seperti faktor jenis tanah (K). Contoh yang lain SIG digunakan dalam menghitung faktor panjang lereng (L) menggunakan data panjang lereng pada setiap bentuk lereng di daerah tangkapan air, berbeda dengan faktor kemiringan lereng (S) yang bisa diperoleh dengan mudah melalui data SIG (Rahman, 2008:2).

Dengan memanfaatkan SIG, hasil dari perhitungan nilai erosi dapat ditampilkan secara grafis dalam bentuk tampilan peta DTH. Tampilan grafis tersebut dapat dilengkapi dengan berbagai info yang berkaitan dengan DTH tersebut seperti nama jalan, nama suatu daerah, batas wilayah, luas wilayah, dan berbagai data atribut lainnya. Untuk merubah dan memasukkan sekaligus menambah data masukan baru dari data-data USLE, SIG ini sangat mudah. Terdapat beberapa yang menarik mengapa konsep SIG tersebut digunakan, bahkan diberbagai disiplin ilmu dikarenakan kemampuan SIG untuk menguraikan bentuk yang ada di permukaan bumi pada format layer data spasial. Dengan demikian permukaan tersebut dapat direkonstruksi kembali atau dimodelkan dalam bentuk nyata dengan menggunakan data ketinggian dan layer tematik termasuk hasil data-data USLE yang juga dapat disajikan dalam bentuk layer sehingga erosi dapat ditampilkan dalam peta DTH.

#### **2.4. Analisis Distribusi Sedimen Dengan *Echo Sounding***

Hasil sedimen tahunan atau musiman dapat juga ditentukan dari pengukuran terhadap perubahan dasar waduk yang dilewati oleh sungai tersebut.

Pengukuran perubahan dasar waduk ini biasanya dilakukan dengan menggunakan *echo sounding*. Prosedur pengukuran dilakukan dengan metode kontur dan metode jalur. Pemilihan metode tergantung pada kuantitas dan distribusi sedimen, ketersediaan peta dasar, tujuan survey dan ketelitian yang diharapkan. Metode kontur menggunakan prosedur pemetaan topografi, sedangkan metode jalur dilaksanakan dengan membuat profil melintang, alat duga sonik digunakan untuk pengukuran bagian daratnya. Metode kontur digunakan terutama sebelum waduk terisi air. Sedangkan metode jalur digunakan setelah waduk terisi air atau setelah penggenangan dan harus dilaksanakan secara teratur.

Pengukuran kedalaman dilakukan disetiap jalur untuk membuat profil kedalaman setiap jalur. Pengukuran kedalaman dapat dilakukan dengan cara manual ataupun dengan alat duga kedalaman otomatis. Alat duga kedalaman otomatis yang digunakan adalah *echosounder*, melalui transduser yang dipasang di samping badan perahu mengarah ke bawah dan dimasukkan ke dalam air menuju perairan. Transduser akan memancarkan gelombang elektromagnetik sampai dasar waduk, kemudian gelombang tersebut dipantulkan dan diterima kembali oleh transduser. Alat ini dipasangkan pada perahu yang berjalan disetiap jalur dari patok tetap pada tebing sungai yang satu ke tebing yang lain, maka *echosounder* akan merekam kedalaman waduk secara otomatis pada kertas grafik khusus.

Setelah diperoleh data kedalaman dan jarak tiap-tiap jalur sesuai dengan patok tetap, selanjutnya dapat dibuat peta kontur kedalaman waduk dengan cara interpolasi. Berdasarkan peta kontur ini maka dapat dihitung volume waduk. Volume waduk saat pengukuran dibandingkan volume waduk dari pengukuran periode sebelumnya maka akan diketahui besarnya sedimen yang terendapkan

dalam waduk. Perbandingan volume tersebut harus dihitung berdasarkan elevasi yang sama .

## 2.5. Akumulasi Endapan Sedimen Dan Umur Layan Waduk

Dalam pembuatan suatu waduk selalu direncanakan adanya tampungan mati dan tampungan efektif. Tampungan mati adalah suatu tempat untuk menampung sedimen yang terbawa aliran sungai selama umur waduk direncanakan. Umur layan waduk akan berakhir apabila tampungan mati telah terisi penuh dengan sedimen. Kapasitas tampungan waduk yang berkurang karena proses sedimentasi, tergantung dari:

1. Jumlah sedimen yang masuk
2. Prosentase dari jumlah sedimen yang mengendap
3. Berat jenis sedimen yang diendapkan

Bila jumlah sedimen yang masuk lebih besar dibanding kapasitas waduknya, maka usia guna waduk tersebut akan berkurang dari usia guna yang telah direncanakan. Pada umumnya penentuan umur waduk dilakukan dengan cara menghitung berapa lama tampungan mati terisi penuh sedimen. Adapun perhitungan umum waduk dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$T = \frac{\text{Volume tampungan mati}}{\text{Laju sedimen}} \quad (2.8)$$

Keterangan:

T = umur waduk (tahun)

## 2.6. Penelitian Relevan

Untuk mendukung penelitian ini, berikut dikemukakan hasil penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan penelitian ini:

1. Judul Penelitian : **“Studi Pendugaan Sisa Usia Guna Waduk Sengguruh Dengan Pendekatan Erosi Dan Sedimentasi”**

Penulis : Jannatul Ma’wa (2014)

Hasil Penelitian : Studi ini bertujuan untuk menghitung sisa usia guna Waduk Sengguruh agar waduk tetap beroperasi dengan usia guna rencana. Berdasarkan perhitungan erosi yang terjadi sisa usia guna waduk yaitu 1,02 tahun. Berdasarkan pengukuran *echo sounding* sisa usia guna waduk yaitu 0,63 tahun. Untuk melindungi Waduk Sengguruh dari penyusutan usia guna waduk akibat adanya sedimentasi perlu penanganan baik secara teknis maupun non teknis.

2. Judul Penelitian : **“Aplikasi Sistem Informasi Geografis (SIG) Untuk analisa Tingkat Bahaya Erosi Dan Kekritisan Lahan Pada DAS Badung Provinsi Bali”**

Penulis : Saikhul Islam

Hasil Penelitian : Hasil analisis diperoleh erosi sebesar 4,03-316,769 ton/ha/tahun yang berarti kehilangan tanah sebesar 0,363-28,538 mm/tahun. Berdasarkan analisis tingkat bahaya erosi yang terjadi yaitu, sangat ringan seluas 264,676 ha (4,84%), ringan: 2319,789 ha (42,422%), sedang: 414,91 ha (7,587%), berat: 2416,178 ha (44,184%), sangat berat: 52,85 ha (0,966%).

3. Judul Penelitian : **“Analisis Spasial Besaran Tingkat Erosi Pada Tiap Satuan Lahan Di Sub DAS Batang Kandis”**

Penulis : Rusnam

Hasil Penelitian : Pada sub DAS Batang Kandiskriteria tingkat bahaya erosi sangat tinggi adalah areal terkecil dengan laus 53,292 hektar atau sekitar

0,97% dari arela keseluruhan. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar di Sub Das Batang Kandis memiliki nilai erosi yang masih bisa ditoleransi.

4. Judul Penelitian : **“Studi Pendugaan Sisa Usia Guna Waduk Sutami dengan Pendekatan Sedimentasi”**

Penulis : Jafan Sidqi Fidari

Hasil Penelitian : Studi ini bertujuan untuk menghitung sisa usia guna Waduk Sutami dengan menggunakan tiga metode pendekatan. Berdasarkan hasil analisa sisa usia guna Waduk Sutami dengan menggunakan tiga metode pendekatan, maka dapat diketahui usia guna Waduk Sutami cenderung mengalami penurunan. Titik elevasi control (+233,3 m) dengan pendekatan elevasi dan volume memberikan hasil sisa usia guna 5 tahun dan 1,5 tahun, sedangkan pendekatan empiris dengan *trap efficiency* 97% memberikan hasil sisa usia guna 9 tahun.

## **2.7. Kerangka Berpikir**

Erosi merupakan suatu kejadian alamiah yang terjadi untuk mempertahankan keseimbangan tanah secara alami, sehingga tidak mungkin dihindari sama sekali. Terjadinya erosi ditentukan oleh faktor iklim baik bersifat langsung maupun tidak langsung. Pengaruh iklim secara langsung yang paling utama diakibatkan oleh intensitas curah hujan, curah hujan yang jatuh dapat mengikis permukaan tanah. Pengaruh iklim secara tidak langsung ditentukan oleh vegetasi penutup lahan, semakin rapat tumbuhan maka semakin efektif vegetasi tersebut dalam melindungi permukaan tanah terhadap ancaman erosi karena ia akan menurunkan besarnya tetesan air hujan ke permukaan tanah.

Erosi akan mengalami percepatan apabila suatu daerah aliran sungai memiliki kemiringan lereng yang curam dan panjang lereng yang tidak terputus. Kemiringan lereng sangat mempengaruhi terjadinya erosi, karena butiran tanah yang telah terkikis akan terangkat bersama aliran air menuruni lereng-lereng, apabila kemiringan lereng semakin landai maka laju aliran air berkurang hal ini akan menyebabkan sedimentasi. Apabila sedimentasi terjadi pada waduk, maka waduk akan mengalami penyusutan.

Seperti halnya pada Waduk Wadaslintang yang mengalami penyusutan akibat erosi dan sedimentasi sehingga waduk tidak dapat dimanfaatkan secara optimal. Mengingat fungsi Waduk Wadaslintang yang berperan penting dalam sektor pertanian dan pembangkit listrik. Maka perlu adanya pemeliharaan waduk guna untuk mempertahankan dalam sektor pertanian dan pembangunan wilayah.

Karena kejadian erosi yang tidak mungkin dihindari sehingga mengakibatkan adanya sedimentasi di dalam waduk, dengan demikian penelitian ini patut dilakukan guna untuk menganalisis erosi dan sedimentasi di wilayah Sub DAS Medono hulu yang mengakibatkan usia guna Waduk Wadaslintang berkurang. Selanjutnya mengumpulkan data-data sekunder yang mencakup data curah hujan selama sepuluh tahun terakhir, peta topografi, peta jenis tanah, peta tata guna lahan dan data lain yang terkait. Setelah itu menganalisis data-data sekunder sehingga didapat nilai erosi dengan SIG menggunakan perangkat lunak ArcGis dan MapInfo, selanjutnya menghitung sedimentasi dengan cara mengalikan SDR dan erosi. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui laju erosi dan sedimentasi Waduk Wadaslintang.

## BAB III

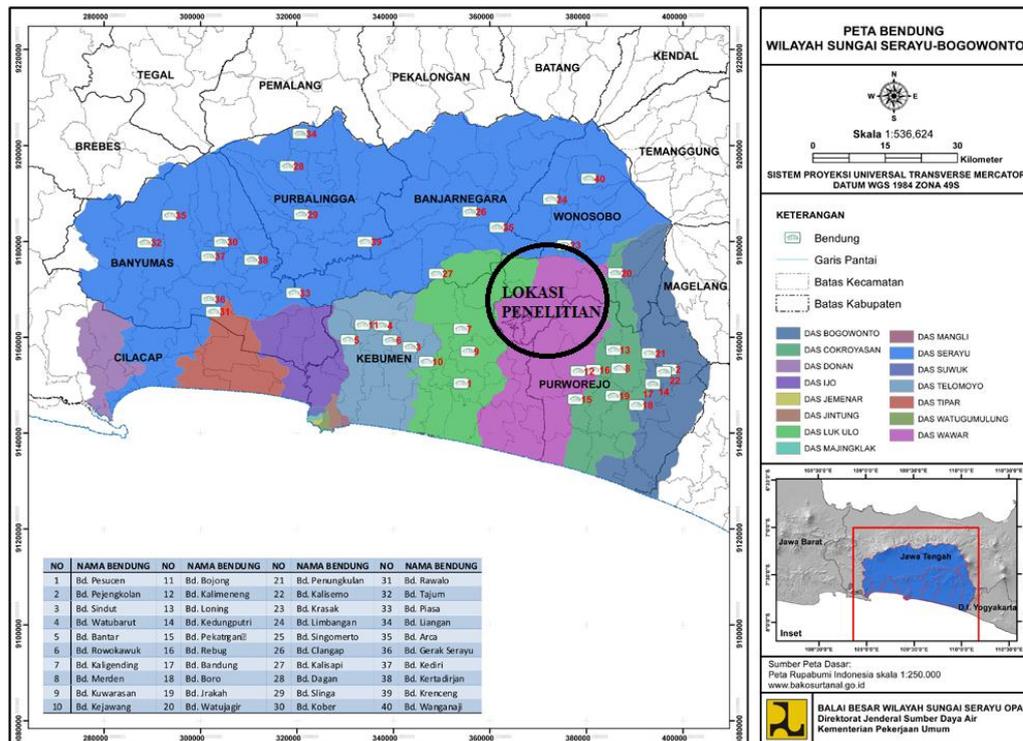
### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini untuk menganalisis laju erosi dan sedimentasi Waduk Wadaslintang dan untuk mengetahui sebaran erosi yang terjadi di hulu bendungan dengan Sistem Informasi Geografis.

#### 3.2. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada Waduk Wadaslintang dikhususkan pada daerah tangkapan hujan waduk. Waktu penelitian terhitung dari tanggal 9 Juni s/d 9 Agustus.



**Gambar 3.1** Peta Lokasi Penelitian

Sumber:BBWS Serayu Opak

### 3.3. Metode Penelitian

Metode yang akan dilakukan dalam penelitian ini menggunakan dua metode yaitu metode survei dan metode analisis. Metode survei adalah metode yang digunakan untuk suatu penelitian dengan cara pengamatan secara langsung ke lokasi yang akan diteliti. Sedangkan metode analisis menggunakan rumus *Universal Soil Loss Equation* (USLE) dengan Sistem Informasi Geografis, aplikasi yang digunakan MapInfo dan ArcGis.

### 3.4. Teknik Pengumpulan Data

Dalam pengumpulan data yang diperlukan, penulis mendapatkan data primer mengenai berat isi tanah hasil erosi di sekitar DTH Waduk Wadaslintang, sebagai acuan dalam melakukan konversi nilai satuan Ton kedalam  $m^3$ . Untuk data sekunder sebagai input berupa peta topografi, peta jenis-jenis tanah, data *echo sounding*, dan data hidrologi berupa data curah hujan harian 10 tahun. Data-data tersebut terdapat dari berbagai instansi-instansi, yaitu dari PPKO dan PSDA, SDA ESDM, PSDA Progo-Bogowonto-Luk Ulo (Probolo).

#### 3.4.1. Pengumpulan Data

Sebelum memulai pengumpulan dan pengolahan data, yang harus segera dilakukan dengan tujuan untuk mengefektifkan waktu dan pekerjaan. Ada beberapa tahap meliputi kegiatan-kegiatan berikut:

1. Studi pustaka terhadap materi untuk menentukan garis besarnya.
2. Menentukan kebutuhan data.
3. Mendata instansi-instansi terkait yang dapat dijadikan narasumber.
4. Pengadaan persyaratan administratif untuk analisis data.
5. Survey lokasi untuk mendapatkan gambaran umum kondisi sebenarnya.

### 3.4.2. Instrumen Penelitian

Dalam analisis ini menggunakan beberapa metode pengumpulan data yang dilakukan, yaitu dengan cara:

#### 1. Observasi

Observasi merupakan instrumen penelitian dengan cara melakukan pengamatan langsung ke lokasi untuk mengetahui kondisi Waduk Wadaslintang dan juga mendapatkan data primer melalui uji lab sehingga diketahui berat isi tanah. Data sekunder berupa data *echo sounding* dari PPKO, data curah hujan dan peta jenis tutupan lahan dari PSDA Probolo, peta topografi dari SDA ESDM dan peta jenis-jenis tanah diperoleh melalui aplikasi SIG.

#### 2. Dokumentasi

Dokumentasi didapatkan dengan cara mengumpulkan berbagai data yang berasal dari literatur, jurnal, dokumen, buku-buku referensi atau buku-buku sumber yang mempunyai hubungannya dengan objek kajian.

### 3.5. Teknik Analisis Data

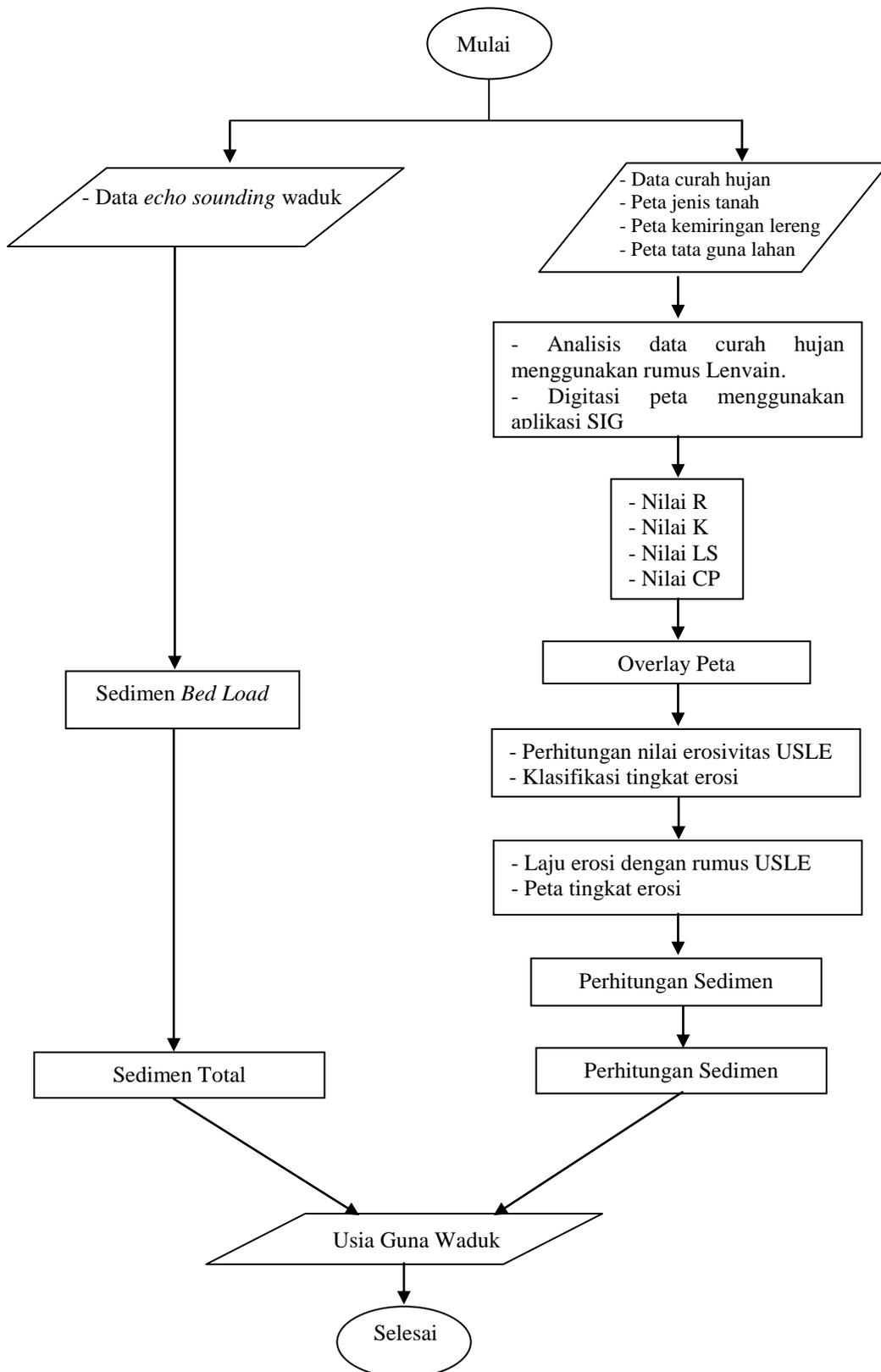
Data yang sudah didapat melalui literatur, observasi maupun wawancara, maka dilakukan prosedur analisis sebagai berikut:

1. Melakukan perhitungan dengan menggunakan data dari hasil pengukuran *echo sounding*, dari pengukuran tersebut bisa diketahui besarnya sedimentasi.
2. Menghitung laju erosi dengan menggunakan rumus *Universal Soil Loss Equation* (USLE).
3. Menghitung faktor-faktor yang terdapat pada rumus USLE yaitu erosivitas hujan (R) berdasarkan data curah hujan selama 10 tahun, menentukan nilai erodibilitas tanah (K) berdasarkan peta jenis-jenis tanah yang nilainya

disesuaikan dengan tabel 2.2, menghitung nilai panjang dan kemiringan lereng (LS) berdasarkan peta kontur, penggunaan lahan dan pengelolaan tanah (CP) berdasarkan peta jenis penutup lahan nilainya disesuaikan dengan tabel 2.2 dan 2.8.

4. Digitasi peta dan menginput nilai R.K.LS.CP ke dalam perangkat lunak Sistem Informasi Geografis.
5. Overlay peta, yaitu metode tumpang susun dengan menggabungkan nilai R, nilai K, nilai LS dan nilai CP melalui aplikasi SIG.
6. Tahapan overlay akan menghasilkan peta sebaran erosi.
7. Analisis USLE digunakan untuk memperoleh nilai total erosi dengan cara mengalikan faktor R, K, LS dan CP.
8. Analisis SDR, dengan menggunakan analisis hasil laju erosi dan data luas DAS sehingga dapat menghitung rasio pengangkutan sedimen yang terjadi.
9. Konversi nilai satuan, karena hasil erosi dari rumus USLE dinyatakan dalam satuan (Ton/Ha/Th) sedangkan hasil pengukuran *echosounding* dinyatakan dalam satuan meter kubik ( $m^3/Th$ ).
10. Perhitungan berkurangnya kapasitas waduk: perhitungan mengenai berkurangnya kapasitas tampungan waduk berdasarkan nilai akumulasi sedimen yang terjadi di waduk.
11. Selanjutnya menghitung sisa usia guna waduk, perhitungan sisa usia guna waduk hasil dari pengukuran *echo sounding* dan analisis hasil perhitungan erosi maka dilakukan perhitungan untuk memprediksi sisa usia guna waduk.

### 3.6. Diagram Alur Penelitian



## BAB IV

### HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Deskripsi Data

Dalam melakukan analisis laju erosi dan sedimentasi dapat digunakan data primer dan sekunder. Berikut penjelasannya:

##### 4.1.1. Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh peneliti secara langsung dari objek yang diteliti dengan menggunakan alat ukur atau alat pengambilan data untuk menjawab pertanyaan penelitian. Dalam penelitian ini data primer yang dicari berupa berat isi tanah untuk mengkonversikan satuan berat (Ton) kedalam volume ( $m^3$ ), tahapan untuk memperoleh data primer sebagai berikut:

1. Mengambil tanah hasil erosi di daerah DTH waduk, kemudian dikeringkan menggunakan oven pada suhu  $115^{\circ}C$  selama 12 jam atau hingga tanah dalam kondisi kering.
2. Mengukur volume tanah hasil erosi dengan wadah berukuran  $25\text{ cm}^3$ .
3. Menimbang tanah kering hasil erosi dalam ukuran volume tersebut, setiap  $25\text{ cm}^3$  tanah kering memiliki berat sebesar 10,5 kg.
4. Merubah ukuran volume  $\text{cm}^3$  kedalam satuan  $\text{m}^3$  kemudian hasilnya diketahui bahwa setiap  $1\text{ m}^3$  terdapat 16 kaleng ukuran  $25\text{ cm}^3$ , artinya dalam  $1\text{ m}^3 = 16 \times 10,5\text{ kg}$  tanah kering hasil erosi, maka hasilnya  $168\text{ kg} = 0,168\text{ ton}$ .

Alat-alat yang digunakan dapat dilihat pada lampiran 1.

#### 4.1.2. Data Sekunder

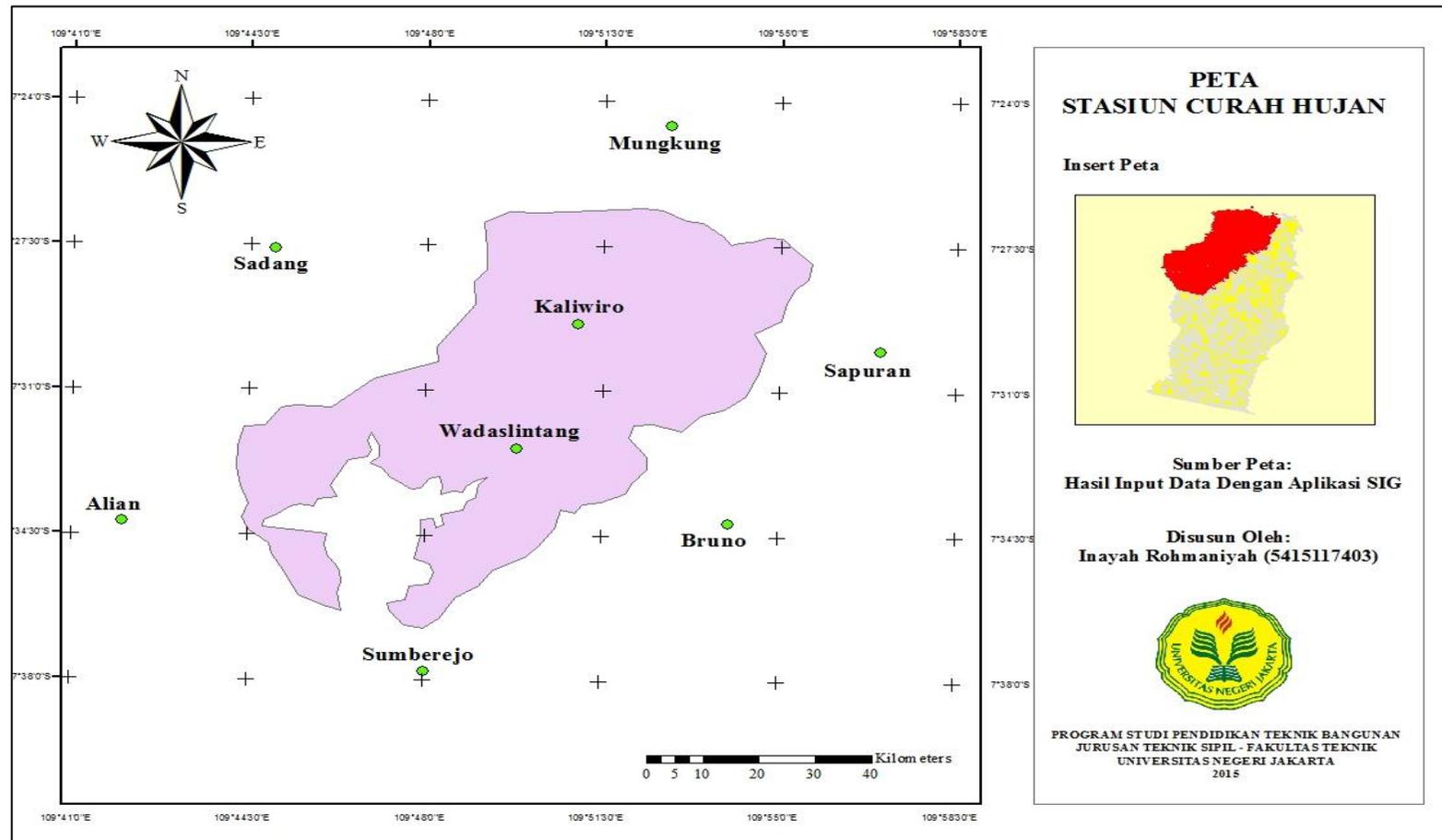
Data sekunder merupakan sumber data yang diperoleh peneliti secara tidak langsung atau melalui perantara. Data sekunder dalam penelitian ini adalah:

1. Data *echo sounding* dari tahun 1987, 1993, 2008, dan 2013 diperoleh dari PPKO.
2. Peta topografi diperoleh dari SDA ESDM, peta jenis-jenis tanah diperoleh melalui aplikasi SIG, peta penutup lahan diperoleh dari PSDA Progo-Bogowonto-Luk Ulo (Probolo).
3. Data curah hujan diperoleh dari PSDA Probolo selama 10 tahun mulai dari tahun 2004 sampai tahun 2013, data curah hujan diambil dari delapan stasiun yaitu stasiun curah hujan Wadaslintang, Kaliwiro, Mungkung, Sapuran, Bruno, Sumberejo, Alian, Sadang. Letak stasiun curah hujan berdasarkan longitude dan latitude dapat dilihat pada tabel 4.1 dan peta stasiun curah hujan dapat dilihat pada gambar 4.2.

**Tabel 4.1. Longitude dan Latitude Titik Curah Hujan**

| No | Longitude | Latitude | Nama Stasiun |
|----|-----------|----------|--------------|
| 1  | 109,83    | -7,54    | Wadas        |
| 2  | 109,85    | -7,49    | Kaliwiro     |
| 3  | 109,88    | -7,41    | Mungkung     |
| 4  | 109,95    | -7,5     | Sapuran      |
| 5  | 109,9     | -7,57    | Bruno        |
| 6  | 109,8     | -7,63    | Sumberejo    |
| 7  | 109,7     | -7,57    | Alian        |
| 8  | 109,75    | -7,46    | Sadang       |

*Sumber: PSDA Progo-Bogowonto-Luk Ulo (Probolo)*



**Gambar 4.1** Peta Stasiun Curah Hujan  
*Sumber: Hasil input data dengan perangkat lunak ArcGis*

## 4.2. Analisis dan Hasil

### 4.2.1. Analisis Sedimen Berdasarkan *Echo Sounding*

Sejak selesai dibangun pada tahun 1987, Waduk Wadaslintang mengalami penyusutan kapasitas yang terjadi akibat sedimentasi. Untuk mengetahui besarnya sedimentasi yang masuk ke waduk maka diadakan pengukuran *echo sounding*. Pengukuran *echo sounding* pada Waduk Wadaslintang dilakukan oleh Perum Jasa Tirta. Pertamakali pengukuran *echo sounding* pada tahun 1987 selanjutnya pada tahun 1993 semenjak tahun 2008 dan seterusnya pengukuran *echo sounding* dilakukan lima tahun sekali.

Hasil pengukuran *echo sounding* dapat dilihat pada Tabel 4.2, dari tabel tersebut bisa diketahui penurunan kapasitas waduk dan besarnya volume sedimen yang masuk dapat dilihat pada tabel 4.3 dan 4.4.

**Tabel 4.2. Hasil Pengukuran *Echo Sounding***

| TMA<br>(m) | Volume Tahun (Juta m <sup>3</sup> ) |      |      |      |
|------------|-------------------------------------|------|------|------|
|            | 1987                                | 1993 | 2008 | 2013 |
| 185        | 569                                 | 440  | 447  | 446  |
| 180        | 493                                 | 379  | 382  | 380  |
| 175        | 427                                 | 324  | 323  | 322  |
| 170        | 369                                 | 274  | 271  | 272  |
| 165        | 315                                 | 229  | 225  | 227  |
| 160        | 266                                 | 191  | 183  | 187  |
| 155        | 220                                 | 157  | 149  | 153  |
| 150        | 179                                 | 127  | 119  | 123  |
| 145        | 140                                 | 102  | 93   | 96,9 |
| 140        | 110                                 | 79,2 | 72,6 | 74,5 |
| 135        | 85,2                                | 60   | 54,6 | 55,8 |
| 130        | 65,1                                | 44,3 | 40,2 | 40,3 |
| 125        | 49,9                                | 31,7 | 27,7 | 27,5 |
| 124        | 46,9                                | 29,5 | 25,7 | 25,3 |

*Sumber: PSDA*

**Tabel 4.3. Perubahan Kapasitas Tampungan Waduk Wadaslintang**

| Tahun | Volume Tampungan                  |       | Volume Tampungan               |       |
|-------|-----------------------------------|-------|--------------------------------|-------|
|       | Efektif<br>(Juta m <sup>3</sup> ) | %     | Mati<br>(Juta m <sup>3</sup> ) | %     |
| 1987  | 569                               | 100   | 46,9                           | 100   |
| 1993  | 440                               | 77,33 | 29,5                           | 62,90 |
| 2008  | 447                               | 78,56 | 25,7                           | 54,80 |
| 2013  | 446                               | 78,38 | 25,3                           | 53,94 |

*Sumber: Hasil Perhitungan*

**Tabel 4.4. Nilai Sedimen**

| Tahun             | Volume (Juta m <sup>3</sup> ) |           | Volume Sedimen (m <sup>3</sup> ) | Volume Efektif (Juta m <sup>3</sup> ) |
|-------------------|-------------------------------|-----------|----------------------------------|---------------------------------------|
|                   | El. 185 m                     | El. 124 m |                                  |                                       |
| 1987              | 569                           | 46,9      |                                  | 522,1                                 |
| 1993              | 440                           | 29,5      | 17.400.000                       | 410,5                                 |
| 2008              | 447                           | 25,7      | 3.800.000                        | 421,3                                 |
| 2013              | 446                           | 25,3      | 400.000                          | 420,7                                 |
| Pengurangan Vol.  | 22%                           | 46%       |                                  |                                       |
| Jumlah Sedimen    |                               |           | 21.600.000                       |                                       |
| Rata-rata Sedimen |                               |           | 830.769                          |                                       |

*Sumber: Hasil Perhitungan*

Dilihat dari tabel 4.3 volume tampungan waduk mengalami perubahan dari 100% menjadi 78,38% pada volume tampungan efektif dan pada volume tampungan mati menjadi 53,94%. Berdasarkan tabel 4.4 jumlah sedimen yang berada di dalam waduk pada tahun 1987 sampai 2013 sebesar 21.600.000 m<sup>3</sup> dan nilai sedimen rata-rata per tahun sebesar 830.769 m<sup>3</sup>/thn. Akibat adanya sedimentasi tersebut kapasitas tampungan waduk mengalami penyusutan pada elevasi 185 m sebesar 22% sedangkan pada elevasi 124 m sebesar 46%.

#### **4.2.2. Analisis Laju Erosi**

Analisis yang di gunakan dalam penelitian ini dengan cara menggabungkan antara hasil perhitungan USLE, analisis *overlay* peta dan klasifikasi tingkat erosi, untuk lebih jelasnya adalah sebagai berikut:

1. Perhitungan USLE digunakan untuk memperoleh nilai total erosi disekitar DTH Waduk Wadaslintang. Dengan menghitung setiap faktor erosivitas hujan (R), erodibilitas tanah (K), panjang dan kemiringan lereng (LS), penutup lahan dan pengelolaan tanah (CP).
2. Proses *overlay* peta, dilakukan untuk mengetahui sebaran erosi yang terjadi di setiap unit lahan melalui perangkat lunak MapInfo. Dengan cara menggabungkan peta R, K, LS dan CP serta menghitung laju erosi.
3. Klasifikasi tingkat erosi, dilakukan untuk mengelompokkan berdasarkan tipe dan tingkatan erosi.

#### **4.2.2.1. Analisis Erosivitas Hujan (R)**

Menghitung data curah hujan dengan mengikuti langkah-langah sebagai berikut:

1. Mengumpulkan data curah hujan dari stasiun hujan yang ada di dalam dan di luar DTH yang terdekat. Data curah hujan pada stasiun Wadaslintang dapat dilihat pada Tabel 4.5, selengkapnya data curah hujan setiap stasiun tercantum pada Lampiran 2.
2. Menghitung erosivitas hujan stasiun wadaslintang dengan menggunakan persamaan 2.2 dan 2.3, hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 4.6, selengkapnya tercantum pada Lampiran 3.
3. Membuat peta erosivitas hujan dengan menggunakan perangkat lunak MapInfo, data yang diperlukan yaitu data curah hujan hasil perhitungan dan titik koordinat (longitude dan latitude).

4. Dari data tersebut dilakukan proses *Creat Point* yaitu proses mem-plot lokasi stasiun hujan kedalam peta berdasarkan koordinat geografisnya, langkah-langkahnya dapat dilihat pada Lampiran 4.
5. Setelah dilakukan proses *creating point*, dilanjutkan dengan proses *voronoi* yaitu membatasi daerah penelitian berdasarkan titik curah hujan menjadi unit-unit, langkah-langkahnya dapat dilihat pada Lampiran 5.
6. Hasil dari proses *voronoi* yaitu peta erosivitas yang dapat dilihat pada gambar 4.3.
7. Dari peta erosivitas dapat diketahui nilai erosivitas per area dilihat pada Tabel 4.7.
8. Peta erosivitas siap dilakukan proses *Overlay* dengan peta lainnya.

**Tabel 4.5. Data Curah Hujan Stasiun Wadaslintang (mm)**

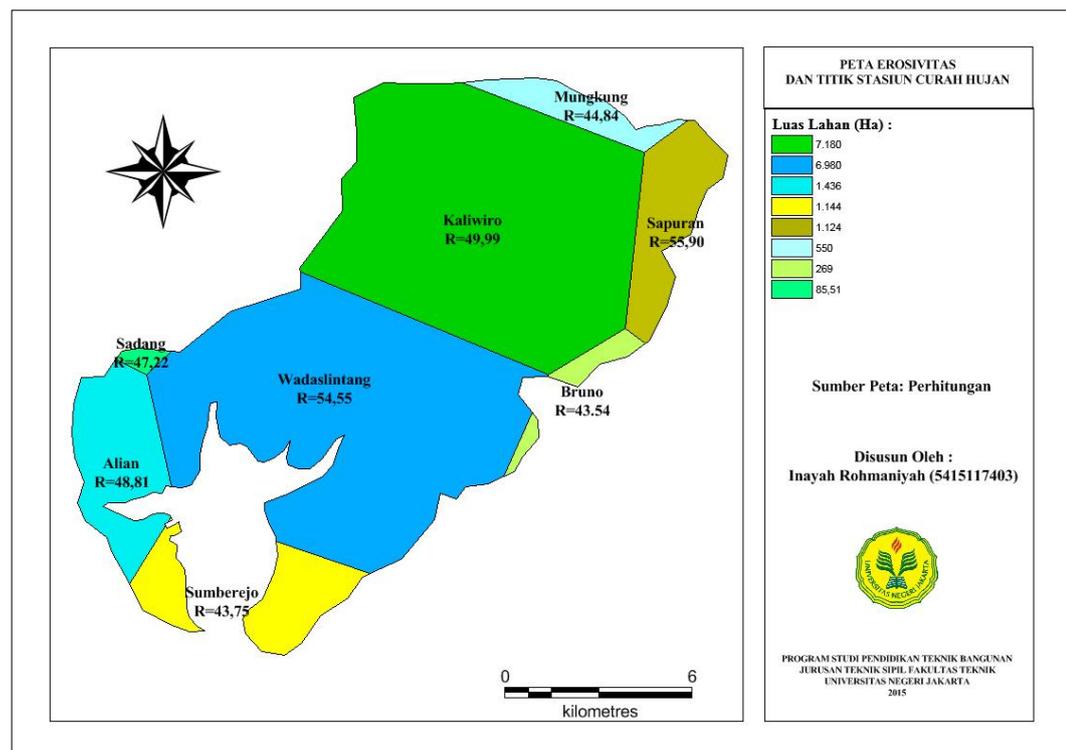
| THN  | BULAN |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | Max Tahun |
|------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----------|
|      | JAN   | FEB | MAR | APR | MEI | JUN | JUL | AGS | SEP | OKT | NOV | DES |           |
| 2004 | 614   | 249 | 276 | 198 | 232 | 181 | 0   | 1   | 8   | 299 | 345 | 696 | 696       |
| 2005 | 456   | 382 | 357 | 256 | 231 | 96  | 82  | 5   | 217 | 424 | 628 | 830 | 830       |
| 2006 | 518   | 386 | 350 | 270 | 210 | 113 | 25  | 0   | 68  | 221 | 464 | 771 | 771       |
| 2007 | 278   | 386 | 350 | 485 | 177 | 30  | 0   | 6   | 3   | 223 | 444 | 626 | 626       |
| 2008 | 525   | 496 | 388 | 335 | 206 | 6   | 0   | 0   | 8   | 246 | 944 | 335 | 944       |
| 2009 | 469   | 412 | 206 | 334 | 136 | 103 | 26  | 5   | 58  | 111 | 399 | 365 | 469       |
| 2010 | 475   | 516 | 533 | 193 | 633 | 236 | 306 | 45  | 656 | 835 | 551 | 545 | 835       |
| 2011 | 378   | 440 | 356 | 440 | 372 | 0   | 1   | 0   | 1   | 39  | 557 | 515 | 557       |
| 2012 | 519   | 328 | 208 | 365 | 213 | 25  | 7   | 6   | 3   | 1   | 529 | 583 | 583       |
| 2013 | 544   | 411 | 367 | 382 | 353 | 366 | 0   | 0   | 9   | 120 | 348 | 615 | 615       |

*Sumber: PSDA*

Tabel 4.6. Erosivitas Hujan Stasiun Wadaslintang

| Tahun             | Max Bulan |      | Hari | Pmax |      | EI     | R            |
|-------------------|-----------|------|------|------|------|--------|--------------|
|                   | mm        | cm   |      | mm   | cm   |        |              |
| 2004              | 696       | 69,6 | 184  | 81   | 8,1  | 271,23 | 27,12        |
| 2005              | 830       | 83,0 | 209  | 77   | 7,7  | 307,76 | 30,78        |
| 2006              | 771       | 77,1 | 174  | 80   | 8,0  | 313,09 | 31,31        |
| 2007              | 626       | 62,6 | 131  | 97   | 9,7  | 307,95 | 30,79        |
| 2008              | 944       | 94,4 | 169  | 140  | 14,0 | 545,52 | 54,55        |
| 2009              | 469       | 46,9 | 154  | 84   | 8,4  | 186,47 | 18,65        |
| 2010              | 835       | 83,5 | 253  | 153  | 15,3 | 407,77 | 40,78        |
| 2011              | 557       | 55,7 | 170  | 160  | 16,0 | 308,40 | 30,84        |
| 2012              | 583       | 58,3 | 163  | 55   | 5,5  | 188,74 | 18,87        |
| 2013              | 615       | 61,5 | 174  | 140  | 14,0 | 320,39 | 32,04        |
| <b>R Maksimum</b> |           |      |      |      |      |        | <b>54,55</b> |

Sumber: Hasil Perhitungan



Gambar 4.2. Peta Erosivitas Hujan

Sumber: Hasil input data dengan MapInfo

**Tabel 4.7. Nilai Erosivitas Per Area**

| Stasiun   | Luas Area(Ha) | Koefisien Luas | Erosivitas Hujan (R) |
|-----------|---------------|----------------|----------------------|
| Wadas     | 6980          | 37,19%         | 54,55                |
| Kaliwiro  | 7180          | 38,26%         | 49,99                |
| Mungkung  | 550           | 2,93%          | 44,84                |
| Sapuran   | 1124          | 5,99%          | 55,90                |
| Bruno     | 269           | 1,43%          | 43,54                |
| Sumberejo | 1144          | 6,10%          | 43,75                |
| Alian     | 1436          | 7,65%          | 48,81                |
| Sadang    | 85,51         | 0,46%          | 47,22                |
| Jumlah    | 18769         | 100%           |                      |
|           |               | Rata-rata      | 48,58                |

Sumber: Hasil Perhitungan

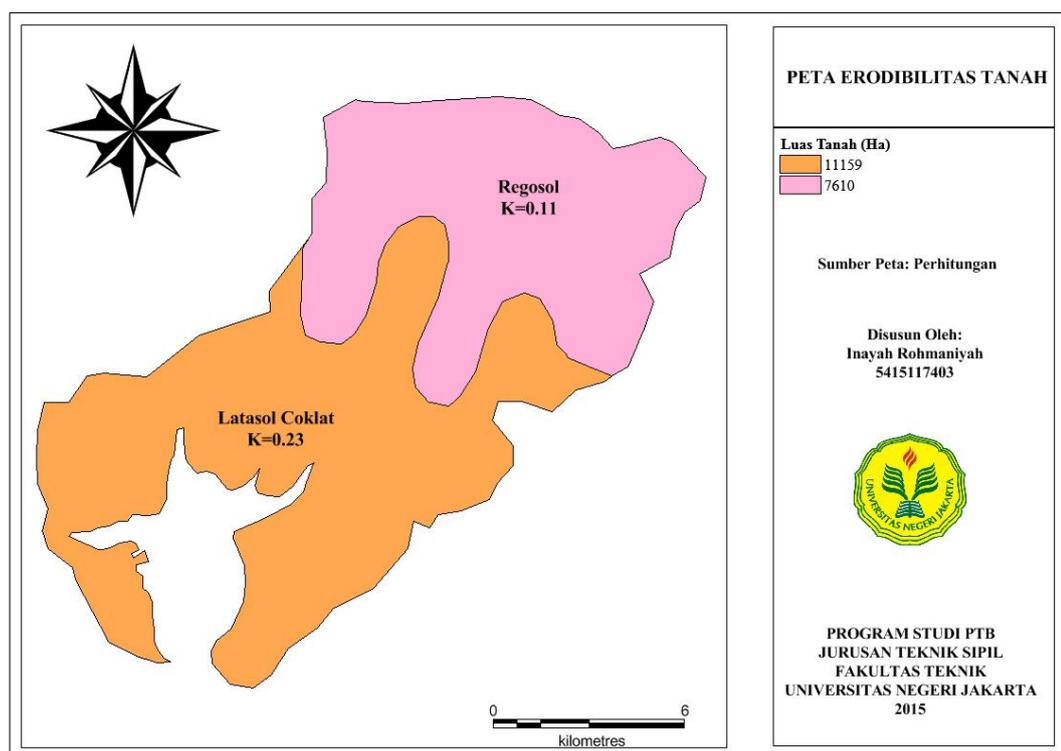
Dapat dilihat pada tabel 4.7 area yang paling luas yaitu pada stasiun curah hujan Kaliwiro dengan luas area 7.180 ha atau 38,26% dan pada stasiun Sadang memiliki luas area yang paling kecil yaitu 85,51 ha atau 0,46% dari luas keseluruhan.

#### 4.2.2.2. Analisis Erodibilitas Tanah (K)

Erodibilitas tanah merupakan kepekaan tanah terhadap erosi. Semakin tinggi nilai erodibilitas tanah semakin mudah tanah tersebut tererosi. Peta erodibilitas tanah pada daerah penelitian dalam bentuk *image remote sensing (Soft Data)* atau data yang didapat dari pencitraan jarak jauh. Peta jenis tanah yang diperoleh dari pencitraan jarak jauh seluruh wilayah provinsi Jawa Tengah sedangkan dalam penelitian ini hanya fokus pada daerah DAS Medono maka perlu adanya proses digitasi peta.

Untuk membuat peta erodibilitas tanah dengan mengikuti langkah-langkah sebagai berikut:

1. Pertama kali yang dilakukan adalah proses digitasi peta, yaitu proses mengkonversi obyek geografis. Proses digitasi dilakukan dengan perangkat lunak ArcGis, langkah-langkahnya dapat dilihat pada lampiran 6.
2. Peta hasil proses digitasi belum dilengkapi dengan nilai K untuk melengkapinya dapat menggunakan perangkat lunak MapInfo, langkah-langkahnya dapat dilihat pada lampiran 7.
3. Untuk menentukan nilai K disesuaikan dengan tabel 2.2.
4. Peta hasil digitasi dan data tabular dapat dilihat pada gambar 4.4 dan tabel 4.8.
5. Peta erodibilitas siap di lakukan proses Overlay dengan peta lainnya.



**Gambar 4.3. Peta Erodibilitas Tanah**

*Sumber: Hasil Digitasi*

**Tabel 4.8. Erodibilitas Tanah**

| Jenis Tanah    | Luas (Ha) | Koefisien Luas (%) | Nilai K |
|----------------|-----------|--------------------|---------|
| Regosol        | 7610      | 40,55              | 0,11    |
| Latasol Coklat | 11159     | 59,45              | 0,23    |
| Jumlah         | 18769     | 100,00             |         |
|                |           | Rata-rata          | 0,17    |

*Sumber: Hasil Perhitungan*

Sesuai dengan gambar 4.3 dan tabel 4.8 tentang penyebaran jenis tanah di wilayah DAS Medono. Pada DAS Medono memiliki dua jenis tanah yaitu Regosol dan Latasol Coklat kedua jenis tanah tersebut memiliki nilai faktor erodibilitas yang berbeda.

#### **4.2.2.3. Analisis Kemiringan dan Panjang Lereng (LS)**

Untuk menghitung faktor LS tahapan-tahapan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Menentukan nilai panjang lereng (l) dengan cara mengukur panjang aliran sungai (m) pada peta topografi. Hasil pengukuran ada pada Tabel 4.9.
2. Menentukan kemiringan lereng (s), kemiringan lereng biasanya diperoleh dari interpretasi peta topografi. Berikut ini adalah contoh menentukan kemiringan lereng diatas peta topografi:
  - a. Peta topografi skala 1:25.000
  - b. Interval garis kontur 8 m (beda tinggi antara dua kontur berdekatan adalah 8 m).
  - c. Jarak antara dua kontur berdekatan di atas peta 4 cm. Artinya, jarak sebenarnya di lapangan adalah 1.000 m.

- d. Dengan demikian, kemiringan lereng antara dua garis kontur tersebut adalah:

$$s = (8/1000) \times 100\% = 0,8\%$$

- e. Hasil yang lain dapat dilihat pada Tabel 4.9.

3. Untuk menghitung panjang dan kemiringan lereng dapat digunakan persamaan (2.4) dan (2.5).

Contoh perhitungan:

Kemiringan lereng ( $s$ ) = 0,8% dan nilai  $m = 0,2$

Nilai  $m$  = angka eksponen dapat dilihat pada Tabel 2.5

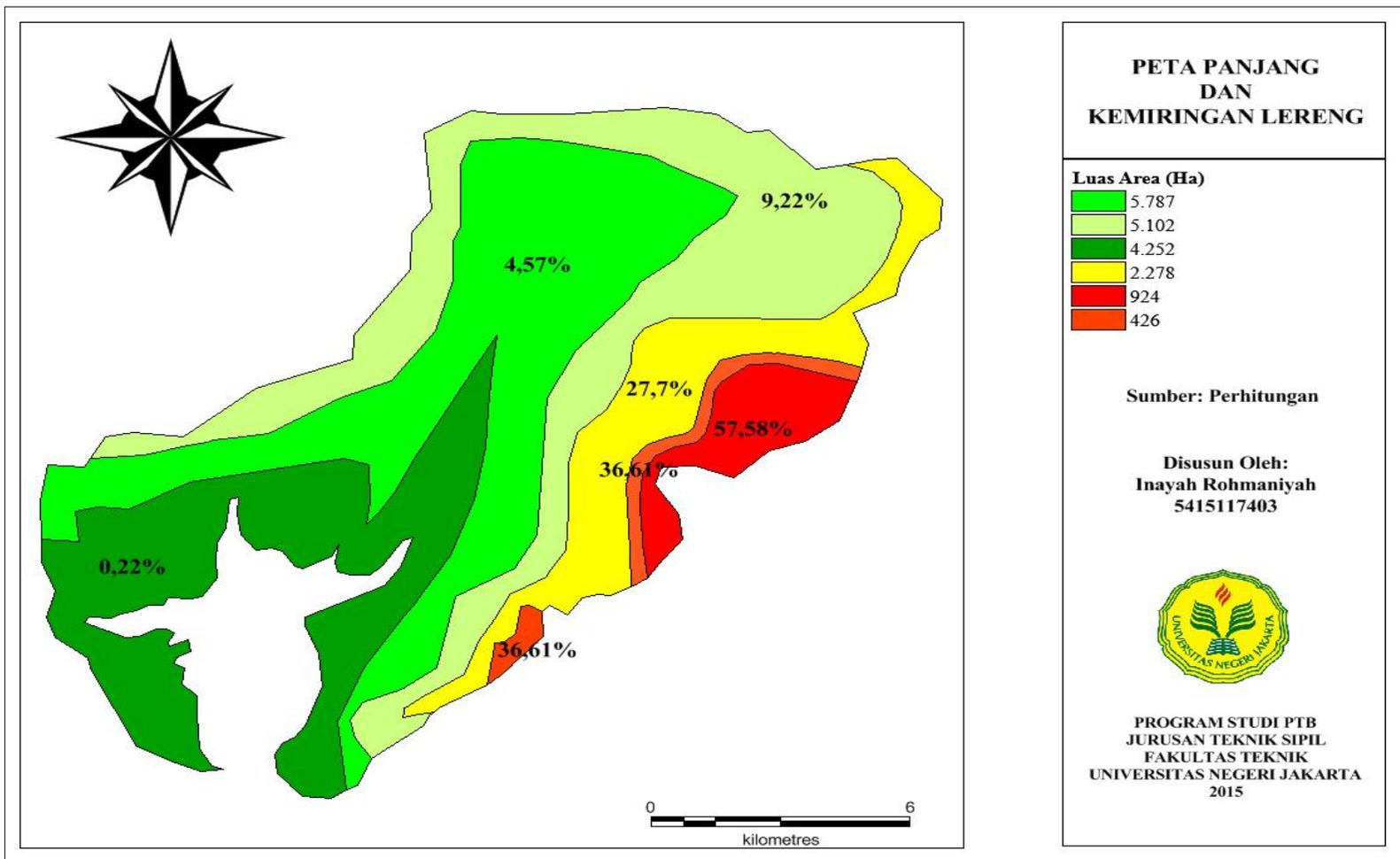
Panjang kemiringan lereng ( $l$ ) = 937,5 m

$$LS = \left( \frac{l}{22,1} \right)^m \left( \frac{0,43 + 0,30s + 0,04s^2}{6,61} \right)$$

$$LS = \left( \frac{937,5}{22,1} \right)^{0,2} \left( \frac{0,43 + (0,30 \times 0,8) + (0,04 \times 0,8^2)}{6,61} \right) = 0,22$$

Hasil lainnya dapat dilihat pada Tabel 4.9.

4. Membuat peta kemiringan lereng, didapat peta kontur kabupaten Wonosobo karena pada peta kontur tidak diketahui luasnya maka perlu adanya proses digitasi. Langkah-langkah digitasi sama seperti pada Lampiran 6.
5. Peta hasil proses digitasi belum dilengkapi data tabular, untuk menginput data tabular dapat dilihat pada Lampiran 6.
6. Data tabular dan peta hasil digitasi dapat dilihat pada Tabel 4.9. dan Gambar 4.5.
7. Peta kemiringan lereng siap di lakukan proses Overlay dengan peta lainnya.



**Gambar 4.4. Peta Kemiringan Lereng DAS Medono**

*Sumber: Hasil Digitasi*

**Tabel 4.9. Perhitungan Nilai Faktor LS**

| Kelas Kelerengan (%) | l (m)   | s (%)  | LS     | Luas (Ha) | Koef. Luas |
|----------------------|---------|--------|--------|-----------|------------|
| 0-3%                 | 937,5   | 0,8    | 0,22   | 4.252     | 23%        |
| 3-8%                 | 1836,54 | 5,53   | 4,57   | 5.787     | 31%        |
| 8-15%                | 1100    | 11,06  | 9,22   | 5.102     | 27%        |
| 15-30%               | 965,48  | 22,63  | 27,70  | 2.278     | 12%        |
| 30-45%               | 256     | 38,45  | 36,61  | 426       | 2%         |
| ≥45%                 | 250     | 49,47  | 57,58  | 924       | 5%         |
| Jumlah               | 5345,52 | 127,94 | 135,91 | 18.769    | 100%       |
| Rata-rata            | 1527,29 | 21,32  | 22,65  |           |            |

*Sumber: Hasil Perhitungan*

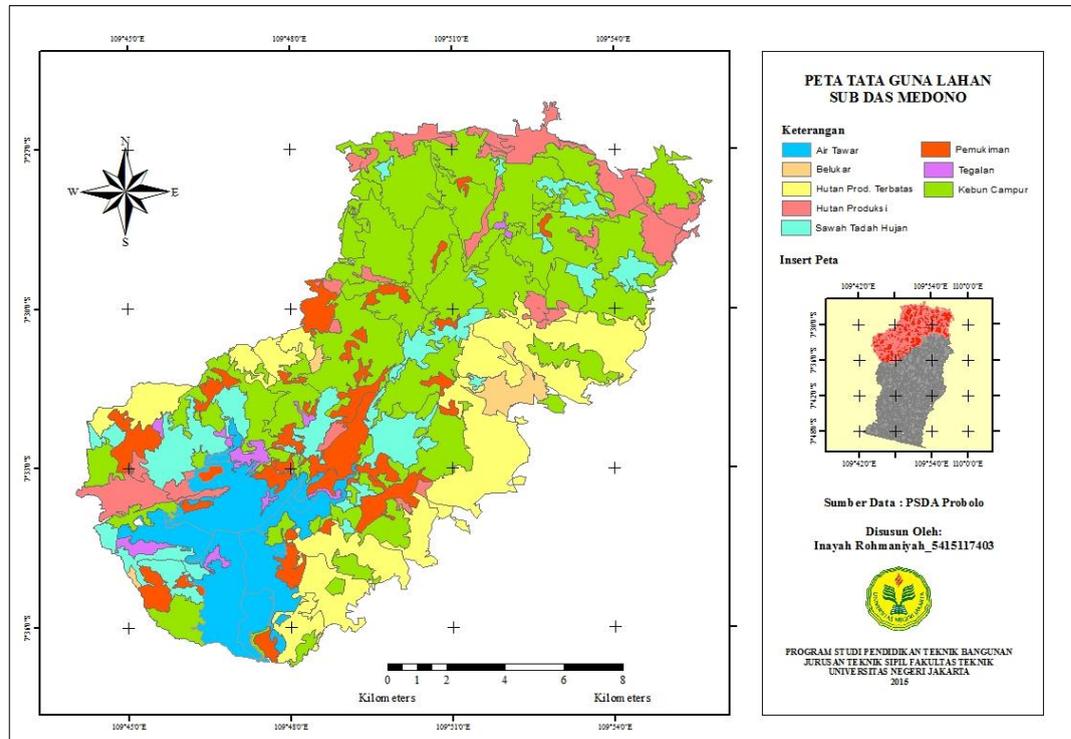
#### 4.2.2.4. Analisis Penutup Lahan dan Pengelolaan Tanah (CP)

Faktor penggunaan lahan (C) ialah perbandingan antara besarnya erosi dari lahan yang ditanami suatu jenis tanaman terhadap besarnya erosi tanah yang ditanami. Faktor pengelolaan tanah (P), yaitu perbandingan antara besarnya erosi dari lahan dengan suatu tindakan konservasi tertentu terhadap besarnya erosi pada lahan yang diolah tanpa tindakan konservasi. Data faktor penggunaan lahan dan pengelolaan tanah (CP) di wilayah DAS Medono diperoleh dari PSDA Progo-Bogowonto-Luk Ulo (Probolo) yang didalamnya sudah terdapat data jenis-jenis tanaman tetapi belum terdapat nilai CP. Untuk mendapatkan nilai CP dapat disesuaikan dengan Tabel 2.8, hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.10. Peta tataguna lahan dapat dilihat pada Gambar 4.5. Peta sudah siap di Overlay.

**Tabel 4.10. Penggunaan Lahan DAS Medono**

| Tataguna Lahan      | Luas (Ha) | Koef. Luas | Nilai CP |
|---------------------|-----------|------------|----------|
| Hutan prod terbatas | 3760,93   | 20,04%     | 0,18     |
| Sawah tadah hujan   | 2146,47   | 11,44%     | 0,20     |
| Pemukiman           | 1902,31   | 10,14%     | 0,6      |
| Kebun campur        | 8581,17   | 45,72%     | 0,3      |
| Hutan produksi      | 1742,94   | 9,29%      | 0,25     |
| Tegalan             | 305,5     | 1,63%      | 0,75     |
| Semak Belukar       | 329,67    | 1,76%      | 0,12     |
| Jumlah              | 18769     | 100%       | 2,40     |
|                     |           | Rata-rata  | 0,34     |

*Sumber: PSDA Probolo*



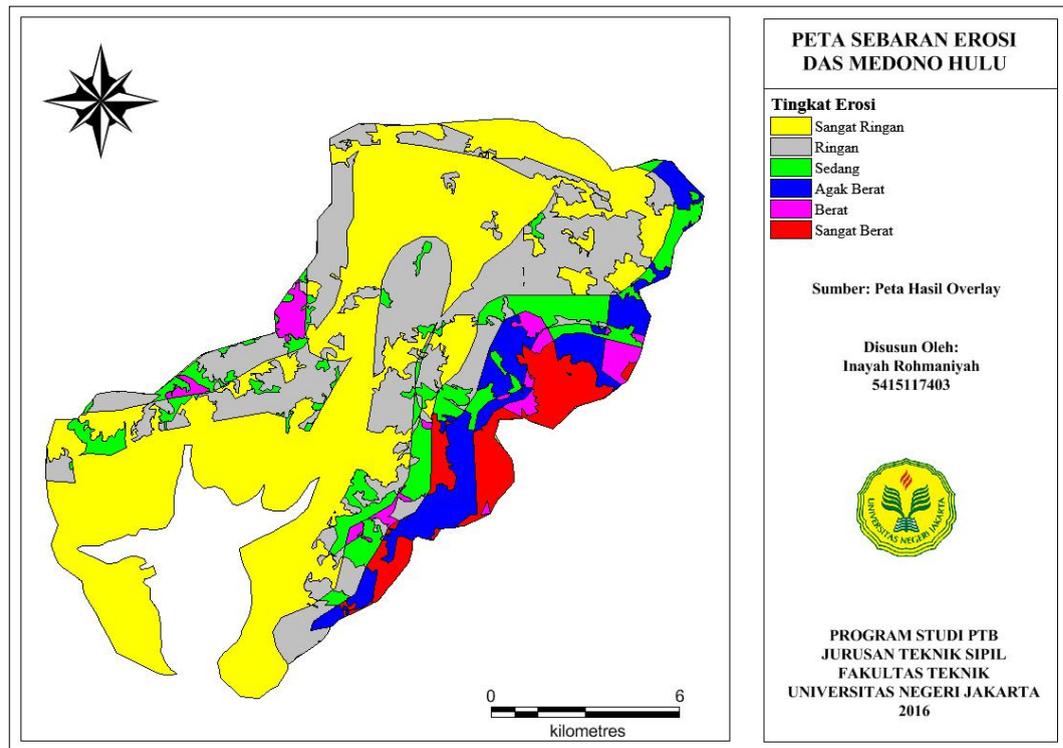
**Gambar 4.5. Peta Tata Guna Lahan**  
 Sumber: PSDA Progo-Bogowonto-Luk Ulo (Probolo)

#### 4.2.3. Klasifikasi Erosi

Setelah dilakukan perhitungan pada masing-masing faktor (R, K, LS dan CP), maka nilai erosi pada wilayah DAS Medono dapat dihitung. Sebelum proses klasifikasi erosi thapan yang perlu dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Proses *overlay* peta adalah menggabungkan keempat peta faktor R, K, LS dan CP, dari proses *overlay* dihasilkan peta sebaran erosi yang dapat dilihat pada Gambar 4.6. Langkah-langkah proses *overlay* dengan perangkat lunak MapInfo tercantum pada Lampiran 9.
2. Perhitungan laju erosi dilakukan bersamaan pada saat proses *overlay*. Data tabular hasil *overlay* dapat dilihat pada Tabel 4.11.

3. Dilanjutkan dengan proses klasifikasi erosi yang dibantu dengan perangkat lunak MapInfo. Hasil klasifikasi pada Tabel 4.12, langkah-langkah klasifikasi dengan MapInfo tercantum pada Lampiran 10.



**Gambar 4.6. Peta Sebaran Erosi**

*Sumber: Hasil Overlay Dengan Perangkat Lunak Map Info*

**Tabel 4.11. Perhitungan Laju Erosi**

| No     | R     | K    | Nilai LS | Nilai CP | Laju Erosi<br>(ton/ha/thn) |
|--------|-------|------|----------|----------|----------------------------|
| 1      | 44,97 | 0,17 | 5,90     | 0,25     | 11,28                      |
| 2      | 48,86 | 0,23 | 7,33     | 0,22     | 18,12                      |
| 3      | 49,87 | 0,20 | 11,23    | 0,36     | 40,32                      |
| 4      | 52,94 | 0,11 | 27,70    | 0,38     | 61,30                      |
| 5      | 44,96 | 0,17 | 36,61    | 0,28     | 78,35                      |
| 6      | 53,48 | 0,14 | 44,50    | 0,37     | 123,28                     |
| Jumlah |       |      |          |          | 332,64                     |

*Sumber: Hasil Perhitungan dari Program*

**Tabel 4.12. Klasifikasi Erosi**

| Klasifikasi   | Luas (Ha) | Koef. Luas | Laju Erosi (ton/ha/thn) |
|---------------|-----------|------------|-------------------------|
| Sangat Ringan | 9.381     | 50%        | 11,28                   |
| Ringan        | 1.697     | 9%         | 18,12                   |
| Sedang        | 4.751     | 25%        | 40,32                   |
| Agak Berat    | 1.048     | 6%         | 61,30                   |
| Berat         | 519       | 3%         | 78,35                   |
| Sangat Berat  | 1.373     | 7%         | 123,28                  |
| Jumlah        | 18769     | 100%       | 332,64                  |
|               |           | Rata-rata  | 55,44                   |

*Sumber: Hasil Perhitungan dari Program*

Dilihat dari Tabel 4.11 laju erosi minimum 11,28 ton/ha/thn dan erosi maksimum 123,28 ton/ha/thn dengan total laju erosi pada seluruh DTH sebesar 332,64 ton/ha/thn. Pada tabel 4.12 jika dirata-rata laju erosi 55,44 ton/ha/thn berdasarkan tabel 2.9 laju erosi termasuk dalam klasifikasi agak berat.

#### 4.2.4. Analisis Sedimen

Untuk menghitung besaran sedimen yang mengendap di dalam waduk dapat mengikuti langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menghitung SDR dapat menggunakan persamaan 2.7, perhitungannya sebagai berikut:

$$SDR = 0,41.A^{-0,3}$$

Ket: A = Luas area DAS Medono yaitu 18.769 ha

$$SDR = 0,41 \times (18.769)^{-0,3}$$

$$SDR = 0,02142 = 2,14\%$$

2. Karena tidak semua erosi mengendap di dalam waduk maka perlu adanya perhitungan sedimen dasar yang diperoleh dari perhitungan erosi. Dapat menggunakan persamaan 2.6, berikut perhitungannya:

$$S_Y = SDR \times T$$

Ket: T = hasil analisis laju erosi dengan menggunakan rumus USLE sebesar 332,64 ton/ha/thn.

$$S_Y = 0,0214 \times 332,64 \text{ ton/ha/thn}$$

$$S_Y = 7,12 \text{ ton/ha/thn}$$

3. Mengubah satuan dari berat ke volume, untuk mengetahui volume sedimen tahunan, caranya sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Volume sedimen tahunan} &= \frac{S_Y}{\text{berat sedimen}} \\ &= \frac{7,12 \text{ ton/ha/thn}}{0,168 \text{ ton/m}^3} = 42,41 \text{ m}^3/\text{ha/thn} \\ &= 42,41 \times 18.769 = 795.908 \text{ m}^3/\text{thn} \end{aligned}$$

Dari ketiga tahapan perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa sedimen yang akan mengendap di dalam waduk berdasarkan luas DAS sebesar 2,14% dari total erosi sehingga sedimen yang akan mengendap didalam waduk sebesar 7,12 ton/ha/thn atau 795.908 m<sup>3</sup>/thn.

#### 4.2.5. Analisis Umur Layan Waduk

Tingkat sedimen yang terjadi sangat berpengaruh terhadap keberlangsungan waduk. Berdasarkan perhitungan dan data pada pembahasan sebelumnya kemudian dilakukan untuk memperkirakan kenaikan sedimen pada tampungan mati Waduk Wadslintang, kemudian diperkirakan berapa waktu yang diperlukan sedimen mampu memenuhi volume tampungan mati tersebut.

Adapun data teknis yang dipergunakan dalam operasi Waduk Wadaslintang antara lain:

#### Data Teknis Waduk Wadaslintang:

Volume efektif waduk : 569.000.000 m<sup>3</sup>

|                                 |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| Volume mati waduk               | : 46.900.000 m <sup>3</sup> |
| Elevasi muka air tinggi         | : HWL Elev. 185 m           |
| Elevasi muka air rendah         | : LWL Elev. 124 m           |
| Usia rencana waduk              | : 100 tahun                 |
| Umur operasi waduk (tahun 2013) | : 26 Tahun                  |

Untuk mengetahui sisa umur layan Waduk Wadaslintang maka dilakukan perhitungan dengan menggunakan:

**a) Berdasarkan Pengukuran *echo sounding***

|                                    |  |
|------------------------------------|--|
| Sedimen rata-rata per tahun        | = 830.769 m <sup>3</sup> /thn  |
| Total sedimen selama operasi waduk | = 830.769 m <sup>3</sup> /thn x 26 thn<br>= 21.599.994 m <sup>3</sup>                  |
| Sisa volume tampungan mati         | = 46.900.000 m <sup>3</sup> – 21.599.994 m <sup>3</sup><br>= 25.300.000 m <sup>3</sup> |
| Sisa usia guna waduk               | = $\frac{25.300.000}{830.769} = 30,5 \text{ Tahun}$                                    |

**b) Berdasarkan Perhitungan Erosi**

|                                    |  |
|------------------------------------|--|
| Sedimen rata-rata per tahun        | = 795.908 m <sup>3</sup> /thn  |
| Total sedimen selama operasi waduk | = 795.908 m <sup>3</sup> /thn x 26 thn<br>= 20.693.615 m <sup>3</sup>                  |
| Sisa volume tampungan mati         | = 46.900.000 m <sup>3</sup> – 20.693.615 m <sup>3</sup><br>= 26.206.385 m <sup>3</sup> |
| Sisa usia guna waduk               | = $\frac{26.206.385}{795.908} = 33 \text{ Tahun}$                                      |

Dari kedua metode yang digunakan yaitu pengukuran berdasarkan *echo sounding* didapat umur layan waduk 30,5 tahun atau 30 tahun 6 bulan dan perhitungan laju erosi 33 tahun.

### 4.3. Pembahasan Hasil

Setelah dilakukan analisis di daerah waduk Wadaslintang diperoleh volume sedimen berdasarkan pengukuran *echo sounding* pada elevasi 124 m tahun 1987 sampai tahun 1993 sebesar 17.400.00 m<sup>3</sup>, tahun 1993 sampai tahun 2008 sebesar 3.800.000 m<sup>3</sup>, tahun 2008 sampai tahun 2013 sebesar 400.000 m<sup>3</sup>, volume sedimen mengalami penyusutan hal tersebut terjadi karena telah ada upaya untuk menanggulangi erosi yang menyebabkan sedimentasi dengan cara melakukan konservasi lahan dan dibangunnya bendungan pengendali sedimen. Dari tahun 1987 sampai tahun 2013 total sedimen yang berada di dalam waduk sebesar 21.600.000 m<sup>3</sup> dengan rata-rata sedimen selama waduk beroperasi sebesar 830.769 m<sup>3</sup>.

Analisis laju erosi menggunakan rumus USLE dengan alat bantu perangkat lunak diperoleh peta sebaran erosi dan nilai laju erosi. Hasil analisis diperoleh laju erosi dengan klasifikasi sangat ringan sebesar 11,28 ton/ha/thn dengan luas area 9.381 ha, terdapat didaerah dengan kemiringan 0,22% sampai 9,22%, jenis penutup lahan yang paling dominan yaitu kebun campur, sawah tadah hujan dan pemukiman. Laju erosi dengan klasifikasi sangat berat sebesar 123,28 ton/ha/thn, terjadi didaerah dengan kemiringan 57,58%, jenis tanah yaitu latasol, jenis penutup lahan yaitu pemukiman dan hutan produksi terbatas. Total erosi sebesar 332,64 ton/ha/thn dengan rata-rata laju erosi sebesar 55,44 ton/ha/thn. Rata-rata laju erosi berdasarkan tabel 2.9 termasuk dalam klasifikasi erosi agak berat, maka perlu adanya upaya untuk mengurangi laju erosi dengan cara konservasi tanah baik secara vegetasi, sipil mekanik atau kimiawi dengan menambahkan zat kimia yang berfungsi sebagai pengikat partikel tanah sehingga tanah tidak mudah

tererosi. Dalam upaya konservasi tanah didahulukan pada wilayah yang memiliki tingkat erosi sangat berat agar hasil penanganan benar-benar efektif dan efisien. Dari hasil erosi diperoleh sedimen sebesar 7,12 ton/ha/thn atau 795.908 m<sup>3</sup>/thn.

Dalam umur rencana waduk, waduk akan penuh oleh sedimen dalam jangka waktu 100 tahun atau pada tahun 2087. Berdasarkan hasil dari pengukuran *echo sounding* sisa umur layan waduk yaitu 30,5 tahun (30 tahun 6 bulan) atau waduk akan berakhir pada tahun 2043 dan berdasarkan perhitungan erosi sisa umur layan waduk yaitu 33 tahun. Sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa umur waduk berkurang dari waktu yang direncanakan karena terjadinya erosi dan sedimentasi. Maka perlu adanya penanganan dalam menjaga agar waduk tetap dapat beroperasi yaitu dengan cara pengerukkan.

#### **4.4. Keterbatasan Penelitian**

Dalam penelitian ini, penulis menghadapi beberapa keterbatasan yang dapat mempengaruhi kondisi dari penelitian yang dilakukan. Adapun keterbatasan tersebut antara lain:

1. Tidak diperolehnya data grafik hasil pengukuran *echo sounding* sehingga tidak diketahui model endapan yang terjadi di waduk.
2. Tidak adanya peta penutup lahan pada tahun 1987 sehingga tidak diketahui perubahan tata guna lahan yang terjadi.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis laju erosi dan sedimentasi maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Dengan total laju erosi yang terjadi pada DTH waduk Wadaslintang sebesar 332,64 ton/ha/thn dengan klasifikasi sangat ringan sampai sangat berat dan nilai laju erosi berkisar antara 11,28-123,28 ton/ha/thn, maka kesimpulannya adalah perlu adanya konservasi lahan terutama di daerah yang memiliki laju erosi sangat berat.
2. Besarnya sedimentasi yang masuk ke Waduk Wadaslintang dari analisis laju erosi sebesar 7,12 ton/ha/thn atau jika dikonversikan kedalam satuan volume sebesar 795.908 m<sup>3</sup>/thn, sedimen dari pengukuran *echo sounding* sebesar 830.769 m<sup>3</sup>/thn, maka kesimpulannya adalah perlu adanya pengerukkan sedimen yang berada di waduk Wadaslintang.

#### 5.2. Saran

Berdasarkan analisis yang dilakukan maka dapat diberikan beberapa saran antara lain:

1. Perlu adanya konservasi lahan di sekitar wilayah daerah tangkapan hujan waduk Wadaslintang. Dalam proses konservasi lahan baik secara vegetasi, sipil mekanik atau kimiawi dengan menambahkan zat kimia, khususnya pada wilayah yang mengalami tingkat erosi sangat berat agar hasil penanganan benar-benar efektif dan efisien.

2. Konservasi lahan secara vegetasi dapat dilakukan dengan cara melakukan penanaman kembali pada lahan yang vegetasinya masih rendah, seperti di daerah pemukiman.
3. Konservasi lahan secara sipil mekanik dapat dilakukan dengan cara pembuatan teras tangga dengan kemiringan lereng  $< 40\%$ , apabila kemiringan lereng  $> 40\%$  dengan cara membuat teras gulud.
4. Konservasi lahan secara kimiawi dengan menambahkan zat kimia yang berfungsi sebagai pengikat partikel tanah sehingga tanah tidak mudah tererosi.
5. Untuk melindungi waduk Wadaslintang terhadap sedimentasi dapat dilakukan pengerukkan, walaupun fungsi pengerukkan inihanya bersifat memperpanjang operasi waduk.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, S. 2006. *Konservasi Tanah dan Air*. Bogor: IPB Press.
- Asdak, Chay. 2014. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Budiyanto, Eko. 2002. *Sistem Informasi Geografis Menggunakan ArcView GIS*. Yogyakarta: Andi.
- Fidari, Jafan Sidqi. 2012. *Studi Pendugaan Sisa Usia Guna Waduk Sutami Dengan Pendekatan Sedimentasi* [Skripsi]. Malang: Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya.
- Hardiyatmo, Hary Christiady. 2006. *Penanganan Tanah Longsor dan Erosi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Harjadi, Beny. 2010. *Analisis Sumber Erosi dan Sedimentasi Di DTW Kedung Ombo Dengan Citra Satelit Sistem Informasi Geografis*. Surakarta: Balai Penelitian Kehutanan Solo.
- Islam, Saikhul. *Aplikasi Sistem Informasi Geografis (SIG) Untuk Analisa Tingkat Bahaya Erosi Dan Kekritisan Lahan Pada DAS Badung Provinsi Bali* [Skripsi]. Malang: Universitas Brawijaya.
- Kartasapoetra. 2010. *Teknologi Konservasi Tanah dan Air*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Kusrini. 2007. *Evaluasi Kemampuan Lahan Dengan Menggunakan Sistem Informasi Geografis Di Sub DAS Kreo DAS Garang Provinsi Jawa Tengah* [Skripsi]. Semarang: Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang.
- Loebis, Joesron. 1993. *Hidrologi Sungai*. Jakarta: Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- Ma'wa, Jannatul. 2014. *Studi Pendugaan Usia Guna Waduk Sengguruh Dengan Pendekatan Erosi Dan Sedimentasi* [Skripsi]. Malang: Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya.
- Nuarsa, I Wayan. 2009. Klasifikasi Erosi. *Tutorial SIG:216*. [www.gis.nuarsa.info](http://www.gis.nuarsa.info) [22 November 2015].
- Rahman. 2008. *Prediksi Erosi Dengan Metode USLE Menggunakan Sistem Informasi Geografis Berbasis Pikel Di Daerah Tangkapan Danau Buayan*. Bandung: Pusat Penelitian Lingkungan Hidup Bandung
- Rahim, Efendi. 2003. *Pengendalian Erosi Tanah Dalam Rangka Pelestarian Lingkungan Hidup*. Jakarta: Bumi Aksara.

Rusnam. 2013. *Analisis Spasial Besaran Tingkat Erosi Pada Tiap Satuan Lahan Di Sub DAS Batang Kandis* [Skripsi]. Padang: Universitas Andalas.

Soemarto. 1986. *Hidrologi Teknik*. Surabaya: Usaha Nasional.

Soewarno. 1991. *Hidrologi Pengukuran Dan Pengolahan Lahan Data Aliran Sungai Hidrometri*. Bandung: Nova.

Suripin. 2002. *Pelestarian Sumberdaya Tanah dan Air*. Yogyakarta : Andi.

Utomo, Wani Hadi. 1994. *Erosi dan Konservasi Tanah*. Malang: Penerbit IKIP Malang.

# LAMPIRAN

## Lampiran 1.

## Peralatan yang Digunakan

| No | Nama Alat                   | Gambar   | Keterangan                                 |
|----|-----------------------------|--|--|
| 1  | Kotak Ukur dan Sendok semen |    | Kotak ukur berukuran 25cm setiap sisinya   |
| 2  | Timbangan                   |   |  |
| 3  | Oven                        |  | Oven dengan suhu $\pm 100^{\circ}\text{C}$ |

## Lampiran 2.

## Data Curah Hujan (mm)

## 1. Stasiun Wadaslintang

| THN  | BULAN |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | Max Tahun |
|------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----------|
|      | JAN   | FEB | MAR | APR | MEI | JUN | JUL | AGS | SEP | OKT | NOV | DES |           |
| 2004 | 614   | 249 | 276 | 198 | 232 | 181 | 0   | 1   | 8   | 299 | 345 | 696 | 696       |
| 2005 | 456   | 382 | 357 | 256 | 231 | 96  | 82  | 5   | 217 | 424 | 628 | 830 | 830       |
| 2006 | 518   | 386 | 350 | 270 | 210 | 113 | 25  | 0   | 68  | 221 | 464 | 771 | 771       |
| 2007 | 278   | 386 | 350 | 485 | 177 | 30  | 0   | 6   | 3   | 223 | 444 | 626 | 626       |
| 2008 | 525   | 496 | 388 | 335 | 206 | 6   | 0   | 0   | 8   | 246 | 944 | 335 | 944       |
| 2009 | 469   | 412 | 206 | 334 | 136 | 103 | 26  | 5   | 58  | 111 | 399 | 365 | 469       |
| 2010 | 475   | 516 | 533 | 193 | 633 | 236 | 306 | 45  | 656 | 835 | 551 | 545 | 835       |
| 2011 | 378   | 440 | 356 | 440 | 372 | 0   | 1   | 0   | 1   | 39  | 557 | 515 | 557       |
| 2012 | 519   | 328 | 208 | 365 | 213 | 25  | 7   | 6   | 3   | 1   | 529 | 583 | 583       |
| 2013 | 544   | 411 | 367 | 382 | 353 | 366 | 0   | 0   | 9   | 120 | 348 | 615 | 615       |

Sumber: PSDA Progo-Bogowonto-Luk Ulo (Probolo)

## 2. Stasiun Kaliwiro

| THN  | BULAN |     |     |       |       |     |     |     |     |     |     |     | Max Tahun |
|------|-------|-----|-----|-------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----------|
|      | JAN   | FEB | MAR | APR   | MEI   | JUN | JUL | AGS | SEP | OKT | NOV | DES |           |
| 2004 | 660   | 372 | 433 | 283   | 120   | 49  | 77  | 0   | 19  | 37  | 492 | 945 | 945       |
| 2005 | 398   | 383 | 376 | 327   | 46    | 194 | 128 | 155 | 192 | 135 | 140 | 958 | 958       |
| 2006 | 702   | 544 | 353 | 476   | 265,5 | 5   | 4   | 0   | 0   | 0   | 107 | 879 | 879       |
| 2007 | 232   | 526 | 560 | 575   | 200   | 134 | 37  | 0   | 2   | 96  | 413 | 666 | 666       |
| 2008 | 478   | 270 | 409 | 322   | 100   | 44  | 0   | 4   | 38  | 303 | 0   | 339 | 478       |
| 2009 | 746   | 256 | 228 | 525,5 | 263   | 0   | 0   | 0   | 0   | 50  | 625 | 339 | 746       |
| 2010 | 626   | 390 | 688 | 289   | 632   | 159 | 226 | 0   | 510 | 373 | 398 | 480 | 688       |
| 2011 | 316   | 316 | 486 | 530   | 357   | 38  | 226 | 0   | 510 | 373 | 398 | 480 | 530       |
| 2012 | 783   | 411 | 265 | 265   | 296   | 83  | 0   | 0   | 0   | 173 | 398 | 468 | 783       |
| 2013 | 267   | 392 | 338 | 262   | 43    | 0   | 14  | 0   | 510 | 373 | 398 | 480 | 510       |

Sumber: PSDA Progo-Bogowonto-Luk Ulo (Probolo)

## Lampiran 2.

## Data Curah Hujan (mm)

## 3. Stasiun Mungkung

| THN  | BULAN |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | Max Tahun |
|------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----------|
|      | JAN   | FEB | MAR | APR | MEI | JUN | JUL | AGS | SEP | OKT | NOV | DES |           |
| 2004 | 576   | 338 | 352 | 254 | 343 | 203 | 82  | 61  | 19  | 213 | 223 | 791 | 791       |
| 2005 | 648   | 581 | 446 | 561 | 142 | 0   | 0   | 0   | 0   | 59  | 494 | 578 | 648       |
| 2006 | 481   | 682 | 847 | 670 | 476 | 88  | 82  | 386 | 134 | 303 | 476 | 496 | 847       |
| 2007 | 534   | 448 | 737 | 497 | 213 | 228 | 2   | 43  | 0   | 15  | 556 | 539 | 737       |
| 2008 | 534   | 455 | 635 | 418 | 69  | 18  | 0   | 0   | 0   | 75  | 419 | 433 | 635       |
| 2009 | 536   | 741 | 465 | 313 | 194 | 317 | 156 | 0   | 0   | 205 | 736 | 334 | 741       |
| 2010 | 472   | 576 | 512 | 365 | 0   | 95  | 0   | 0   | 0   | 475 | 566 | 316 | 576       |
| 2011 | 359   | 504 | 535 | 65  | 40  | 125 | 0   | 0   | 0   | 0   | 38  | 421 | 535       |
| 2012 | 78    | 475 | 623 | 721 | 218 | 427 | 203 | 21  | 198 | 467 | 540 | 487 | 721       |
| 2013 | 653   | 620 | 400 | 739 | 154 | 63  | 0   | 0   | 0   | 72  | 264 | 364 | 739       |

Sumber: PSDA Progo-Bogowonto-Luk Ulo (Probolo)

## 4. Stasiun Sapuran

| THN  | BULAN |     |     |     |     |     |     |     |     |      |     |     | Max Tahun |
|------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----------|
|      | JAN   | FEB | MAR | APR | MEI | JUN | JUL | AGS | SEP | OKT  | NOV | DES |           |
| 2004 | 548   | 243 | 278 | 456 | 107 | 208 | 67  | 0   | 55  | 429  | 711 | 220 | 711       |
| 2005 | 578   | 596 | 635 | 174 | 224 | 69  | 0   | 0   | 2   | 68   | 355 | 589 | 635       |
| 2006 | 267   | 169 | 139 | 313 | 213 | 353 | 30  | 11  | 4   | 347  | 815 | 480 | 815       |
| 2007 | 499   | 618 | 568 | 226 | 64  | 48  | 23  | 87  | 5   | 697  | 747 | 441 | 747       |
| 2008 | 353   | 646 | 103 | 175 | 136 | 11  | 0   | 0   | 1   | 9    | 103 | 239 | 646       |
| 2009 | 223   | 424 | 526 | 922 | 301 | 646 | 275 | 107 | 267 | 717  | 657 | 482 | 922       |
| 2010 | 792   | 421 | 516 | 391 | 395 | 49  | 6   | 61  | 4   | 484  | 397 | 503 | 792       |
| 2011 | 369   | 528 | 644 | 360 | 255 | 113 | 3   | 61  | 78  | 515  | 829 | 484 | 829       |
| 2012 | 459   | 338 | 762 | 495 | 117 | 223 | 216 | 3   | 19  | 1005 | 689 | 371 | 1005      |
| 2013 | 299   | 256 | 352 | 337 | 116 | 2   | 19  | 0   | 7   | 2    | 739 | 898 | 898       |

Sumber: PSDA Progo-Bogowonto-Luk Ulo (Probolo)

## Lampiran 2.

## Data Curah Hujan (mm)

## 5. Stasiun Bruno

| THN  | BULAN |     |     |     |       |     |     |     |     |     |     |     | Max<br>Bulan |
|------|-------|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------------|
|      | JAN   | FEB | MAR | APR | MEI   | JUN | JUL | AGS | SEP | OKT | NOV | DES |              |
| 2004 | 413   | 216 | 368 | 354 | 324   | 418 | 100 | 207 | 3   | 119 | 396 | 404 | 418          |
| 2005 | 674   | 478 | 269 | 238 | 31    | 21  | 0   | 0   | 0   | 59  | 544 | 337 | 674          |
| 2006 | 462   | 404 | 332 | 594 | 260   | 203 | 153 | 405 | 271 | 676 | 586 | 318 | 676          |
| 2007 | 292   | 157 | 302 | 256 | 138   | 75  | 0   | 56  | 32  | 42  | 415 | 584 | 584          |
| 2008 | 469   | 233 | 615 | 251 | 34    | 0   | 5   | 0   | 0   | 8   | 129 | 196 | 615          |
| 2009 | 481   | 671 | 458 | 271 | 204   | 403 | 81  | 0   | 9   | 636 | 470 | 381 | 671          |
| 2010 | 481   | 522 | 447 | 167 | 33    | 31  | 51  | 23  | 0   | 723 | 457 | 324 | 723          |
| 2011 | 209   | 516 | 45  | 54  | 69    | 0   | 0   | 0   | 0   | 7   | 75  | 247 | 516          |
| 2012 | 265   | 305 | 561 | 501 | 117   | 442 | 251 | 79  | 217 | 538 | 650 | 533 | 650          |
| 2013 | 701   | 243 | 515 | 369 | 294,5 | 94  | 6   | 5   | 3   | 245 | 563 | 372 | 701          |

Sumber: PSDA Progo-Bogowonto-Luk Ulo (Probolo)

## 6. Stasiun Sumberejo

| THN  | BULAN |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | Max<br>Bulan |
|------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------------|
|      | JAN   | FEB | MAR | APR | MEI | JUN | JUL | AGS | SEP | OKT | NOV | DES |              |
| 2004 | 464   | 254 | 582 | 157 | 329 | 81  | 203 | 4   | 16  | 74  | 638 | 662 | 662          |
| 2005 | 265   | 623 | 307 | 249 | 147 | 173 | 107 | 96  | 138 | 402 | 507 | 734 | 734          |
| 2006 | 479   | 407 | 273 | 501 | 270 | 57  | 14  | 0   | 0   | 21  | 67  | 558 | 558          |
| 2007 | 169   | 509 | 332 | 488 | 446 | 51  | 0   | 6   | 3   | 223 | 444 | 595 | 595          |
| 2008 | 190   | 272 | 372 | 244 | 20  | 6   | 0   | 0   | 9   | 246 | 844 | 335 | 844          |
| 2009 | 469   | 407 | 211 | 334 | 136 | 104 | 26  | 5   | 58  | 111 | 399 | 365 | 469          |
| 2010 | 475   | 516 | 533 | 193 | 633 | 236 | 306 | 45  | 656 | 855 | 551 | 553 | 855          |
| 2011 | 378   | 440 | 356 | 440 | 372 | 31  | 1   | 0   | 1   | 43  | 561 | 515 | 561          |
| 2012 | 533   | 328 | 208 | 375 | 213 | 25  | 7   | 6   | 3   | 383 | 529 | 583 | 583          |
| 2013 | 545   | 411 | 367 | 382 | 353 | 366 | 173 | 6   | 9   | 120 | 346 | 615 | 615          |

Sumber: PSDA Progo-Bogowonto-Luk Ulo (Probolo)

## Lampiran 2.

## Data Curah Hujan (mm)

## 7. Stasiun Alian

| THN  | BULAN |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | Max<br>Bulan |
|------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------------|
|      | JAN   | FEB | MAR | APR | MEI | JUN | JUL | AGS | SEP | OKT | NOV | DES |              |
| 2004 | 455   | 142 | 279 | 208 | 92  | 277 | 122 | 157 | 10  | 86  | 384 | 279 | 455          |
| 2005 | 387   | 258 | 145 | 467 | 9   | 0   | 0   | 0   | 0   | 69  | 401 | 355 | 467          |
| 2006 | 473   | 270 | 323 | 263 | 317 | 111 | 140 | 410 | 217 | 778 | 652 | 335 | 778          |
| 2007 | 392   | 251 | 427 | 373 | 114 | 127 | 0   | 47  | 63  | 48  | 472 | 773 | 773          |
| 2008 | 646   | 440 | 577 | 290 | 52  | 5   | 0   | 0   | 0   | 32  | 92  | 203 | 646          |
| 2009 | 787   | 693 | 595 | 132 | 94  | 358 | 130 | 0   | 0   | 630 | 673 | 523 | 787          |
| 2010 | 491   | 476 | 459 | 156 | 77  | 26  | 45  | 32  | 0   | 825 | 434 | 508 | 825          |
| 2011 | 233   | 374 | 70  | 118 | 62  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 38  | 164 | 374          |
| 2012 | 169   | 238 | 452 | 368 | 196 | 407 | 297 | 91  | 193 | 501 | 601 | 542 | 601          |
| 2013 | 604   | 165 | 533 | 290 | 383 | 0   | 22  | 40  | 0   | 138 | 248 | 323 | 604          |

Sumber: PSDA Progo-Bogowonto-Luk Ulo (Probolo)

## 8. Stasiun Sadang

| THN  | BULAN |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | Max<br>Bulan |
|------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------------|
|      | JAN   | FEB | MAR | APR | MEI | JUN | JUL | AGS | SEP | OKT | NOV | DES |              |
| 2004 | 382   | 273 | 411 | 411 | 220 | 149 | 118 | 160 | 65  | 204 | 481 | 568 | 568          |
| 2005 | 797   | 510 | 381 | 322 | 16  | 0   | 25  | 0   | 5   | 97  | 509 | 409 | 797          |
| 2006 | 489   | 445 | 330 | 577 | 273 | 150 | 154 | 435 | 268 | 759 | 710 | 419 | 759          |
| 2007 | 560   | 320 | 437 | 372 | 146 | 125 | 0   | 66  | 35  | 31  | 431 | 827 | 827          |
| 2008 | 636   | 424 | 670 | 383 | 46  | 0   | 5   | 0   | 0   | 39  | 243 | 350 | 670          |
| 2009 | 530   | 734 | 696 | 274 | 244 | 316 | 53  | 6   | 2   | 582 | 624 | 491 | 734          |
| 2010 | 397   | 569 | 537 | 253 | 55  | 36  | 59  | 21  | 18  | 840 | 745 | 579 | 840          |
| 2011 | 237   | 620 | 68  | 122 | 76  | 0   | 3   | 0   | 16  | 21  | 104 | 333 | 620          |
| 2012 | 277   | 438 | 466 | 440 | 173 | 502 | 441 | 152 | 251 | 627 | 796 | 643 | 796          |
| 2013 | 798   | 316 | 471 | 390 | 275 | 33  | 0   | 58  | 0   | 346 | 410 | 528 | 798          |

Sumber: PSDA Progo-Bogowonto-Luk Ulo (Probolo)

## Lampiran 3.

## Perhitungan Erosivitas

## 1. Perhitungan Erosivitas Stasiun Wadaslintang

| Tahun             | Max Bulan |      | Hari | Pmax |      | EI     | R            |
|-------------------|-----------|------|------|------|------|--------|--------------|
|                   | mm        | cm   |      | mm   | cm   |        |              |
| 2004              | 696       | 69,6 | 184  | 81   | 8,1  | 271,23 | 27,12        |
| 2005              | 830       | 83,0 | 209  | 77   | 7,7  | 307,76 | 30,78        |
| 2006              | 771       | 77,1 | 174  | 80   | 8,0  | 313,09 | 31,31        |
| 2007              | 626       | 62,6 | 131  | 97   | 9,7  | 307,95 | 30,79        |
| 2008              | 944       | 94,4 | 169  | 140  | 14,0 | 545,52 | 54,55        |
| 2009              | 469       | 46,9 | 154  | 84   | 8,4  | 186,47 | 18,65        |
| 2010              | 835       | 83,5 | 253  | 153  | 15,3 | 407,77 | 40,78        |
| 2011              | 557       | 55,7 | 170  | 160  | 16,0 | 308,40 | 30,84        |
| 2012              | 583       | 58,3 | 163  | 55   | 5,5  | 188,74 | 18,87        |
| 2013              | 615       | 61,5 | 174  | 140  | 14,0 | 320,39 | 32,04        |
| <b>R Maksimum</b> |           |      |      |      |      |        | <b>54,55</b> |

Sumber: Perhitungan

## 2. Perhitungan Erosivitas Stasiun Kaliwiro

| Tahun             | Max Bulan |      | Hari | Pmax |      | EI     | R            |
|-------------------|-----------|------|------|------|------|--------|--------------|
|                   | mm        | cm   |      | mm   | cm   |        |              |
| 2004              | 945       | 94,5 | 174  | 106  | 10,6 | 464,92 | 46,49        |
| 2005              | 958       | 95,8 | 171  | 116  | 11,6 | 499,87 | 49,99        |
| 2006              | 879       | 87,9 | 142  | 109  | 10,9 | 475,60 | 47,56        |
| 2007              | 666       | 66,6 | 161  | 60   | 6,0  | 233,54 | 23,35        |
| 2008              | 478       | 47,8 | 125  | 83   | 8,3  | 209,13 | 20,91        |
| 2009              | 746       | 74,6 | 129  | 68   | 6,8  | 317,70 | 31,77        |
| 2010              | 688       | 68,8 | 231  | 75   | 7,5  | 230,74 | 23,07        |
| 2011              | 530       | 53,0 | 185  | 90   | 9,0  | 205,73 | 20,57        |
| 2012              | 783       | 78,3 | 135  | 137  | 13,7 | 477,98 | 47,80        |
| 2013              | 510       | 51,0 | 171  | 85   | 8,5  | 197,69 | 19,77        |
| <b>R Maksimum</b> |           |      |      |      |      |        | <b>49,99</b> |

Sumber: Perhitungan

## Lampiran 3.

## Perhitungan Erosivitas

## 3. Perhitungan Erosivitas Stasiun Mungkung

| Tahun             | Max Bulan |      | Hari | Pmax |      | EI     | R     |
|-------------------|-----------|------|------|------|------|--------|-------|
|                   | mm        | cm   |      | mm   | cm   |        |       |
| 2004              | 791       | 79,1 | 152  | 105  | 10,5 | 397,47 | 39,75 |
| 2005              | 648       | 64,8 | 140  | 105  | 10,5 | 324,57 | 32,46 |
| 2006              | 847       | 84,7 | 189  | 70   | 7,0  | 314,38 | 31,44 |
| 2007              | 737       | 73,7 | 165  | 61   | 6,1  | 263,27 | 26,33 |
| 2008              | 635       | 63,5 | 127  | 67   | 6,7  | 261,30 | 26,13 |
| 2009              | 741       | 74,1 | 201  | 100  | 10,0 | 313,86 | 31,39 |
| 2010              | 576       | 57,6 | 160  | 59   | 5,9  | 194,75 | 19,48 |
| 2011              | 535       | 53,5 | 73   | 168  | 16,8 | 448,45 | 44,84 |
| 2012              | 721       | 72,1 | 208  | 59   | 5,9  | 225,90 | 22,59 |
| 2013              | 739       | 73,9 | 154  | 59   | 5,9  | 268,06 | 26,81 |
| <b>R Maksimum</b> |           |      |      |      |      |        | 44,84 |

Sumber: Perhitungan

## 4. Perhitungan Erosivitas Stasiun Sapuran

| Tahun             | Max Bulan |       | Hari | Pmax |      | EI     | R     |
|-------------------|-----------|-------|------|------|------|--------|-------|
|                   | mm        | cm    |      | mm   | cm   |        |       |
| 2004              | 711       | 71,1  | 129  | 72   | 7,2  | 308,97 | 30,90 |
| 2005              | 635       | 63,5  | 135  | 93   | 9,3  | 302,10 | 30,21 |
| 2006              | 815       | 81,5  | 156  | 88   | 8,8  | 370,73 | 37,07 |
| 2007              | 747       | 74,7  | 179  | 166  | 16,6 | 437,81 | 43,78 |
| 2008              | 646       | 64,6  | 104  | 158  | 15,8 | 461,76 | 46,18 |
| 2009              | 922       | 92,2  | 225  | 98   | 9,8  | 383,62 | 38,36 |
| 2010              | 792       | 79,2  | 185  | 125  | 12,5 | 398,11 | 39,81 |
| 2011              | 829       | 82,9  | 174  | 150  | 15,0 | 476,95 | 47,69 |
| 2012              | 1005      | 100,5 | 190  | 141  | 14,1 | 559,04 | 55,90 |
| 2013              | 898       | 89,8  | 143  | 128  | 12,8 | 529,70 | 52,97 |
| <b>R maksimum</b> |           |       |      |      |      |        | 55,90 |

Sumber: Perhitungan

## Lampiran 3.

## Perhitungan erosivitas

## 5. Perhitungan Erosivitas Stasiun Bruno

| Tahun             | Max Bulan |      | Hari | Pmax |      | EI     | R     |
|-------------------|-----------|------|------|------|------|--------|-------|
|                   | mm        | cm   |      | mm   | cm   |        |       |
| 2004              | 418       | 41,8 | 141  | 125  | 12,5 | 208,74 | 20,87 |
| 2005              | 674       | 67,4 | 105  | 104  | 10,4 | 387,70 | 38,77 |
| 2006              | 676       | 67,6 | 170  | 113  | 11,3 | 324,20 | 32,42 |
| 2007              | 584       | 58,4 | 137  | 107  | 10,7 | 292,03 | 29,20 |
| 2008              | 615       | 61,5 | 101  | 105  | 10,5 | 355,21 | 35,52 |
| 2009              | 671       | 67,1 | 158  | 110  | 11,0 | 327,83 | 32,78 |
| 2010              | 723       | 72,3 | 133  | 136  | 13,6 | 435,39 | 43,54 |
| 2011              | 516       | 51,6 | 72   | 122  | 12,2 | 364,65 | 36,47 |
| 2012              | 650       | 65   | 220  | 109  | 10,9 | 268,70 | 26,87 |
| 2013              | 701       | 70,1 | 170  | 103  | 10,3 | 322,52 | 32,25 |
| <b>R Maksimum</b> |           |      |      |      |      |        | 43,54 |

Sumber: Perhitungan

## 6. Perhitungan Erosivitas Stasiun Sumberejo

| Tahun             | Max Bulan |      | Hari | Pmax |      | EI     | R     |
|-------------------|-----------|------|------|------|------|--------|-------|
|                   | mm        | cm   |      | mm   | cm   |        |       |
| 2004              | 662       | 66,2 | 158  | 145  | 14,5 | 373,38 | 37,34 |
| 2005              | 734       | 73,4 | 165  | 105  | 10,5 | 349,35 | 34,93 |
| 2006              | 558       | 55,8 | 132  | 116  | 11,6 | 293,54 | 29,35 |
| 2007              | 595       | 59,5 | 138  | 97   | 9,7  | 282,59 | 28,26 |
| 2008              | 844       | 84,4 | 148  | 106  | 10,6 | 437,54 | 43,75 |
| 2009              | 469       | 46,9 | 155  | 84   | 8,4  | 185,90 | 18,59 |
| 2010              | 855       | 85,5 | 255  | 153  | 15,3 | 418,06 | 41,81 |
| 2011              | 561       | 56,1 | 164  | 170  | 17,0 | 326,71 | 32,67 |
| 2012              | 583       | 58,3 | 174  | 55   | 5,5  | 183,04 | 18,30 |
| 2013              | 615       | 61,5 | 194  | 140  | 14,0 | 304,42 | 30,44 |
| <b>R Maksimum</b> |           |      |      |      |      |        | 43,75 |

Sumber: Perhitungan

## Lampiran 3.

## Perhitungan Erosivitas

## 7. Perhitungan Erosivitas Stasiun Alian

| Tahun             | Max Bulan |      | Hari | Pmax |      | EI     | R            |
|-------------------|-----------|------|------|------|------|--------|--------------|
|                   | mm        | cm   |      | mm   | cm   |        |              |
| 2004              | 455       | 45,5 | 134  | 60   | 6,0  | 160,56 | 16,06        |
| 2005              | 467       | 46,7 | 118  | 126  | 12,6 | 260,64 | 26,06        |
| 2006              | 778       | 77,8 | 205  | 165  | 16,5 | 430,11 | 43,01        |
| 2007              | 773       | 77,3 | 143  | 115  | 11,5 | 417,46 | 41,75        |
| 2008              | 646       | 64,6 | 95   | 102  | 10,2 | 382,09 | 38,21        |
| 2009              | 787       | 78,7 | 165  | 69   | 6,9  | 304,27 | 30,43        |
| 2010              | 825       | 82,5 | 155  | 143  | 14,3 | 488,13 | 48,81        |
| 2011              | 374       | 37,4 | 69   | 107  | 10,7 | 235,09 | 23,51        |
| 2012              | 601       | 60,1 | 175  | 96   | 9,6  | 254,43 | 25,44        |
| 2013              | 604       | 60,4 | 135  | 79   | 7,9  | 260,79 | 26,08        |
| <b>R Maksimum</b> |           |      |      |      |      |        | <b>48,81</b> |

Sumber: Perhitungan

## 8. Perhitungan Erosivitas Stasiun Sadang

| Tahun             | Max Bulan |      | Hari | Pmax |      | EI     | R            |
|-------------------|-----------|------|------|------|------|--------|--------------|
|                   | mm        | cm   |      | mm   | cm   |        |              |
| 2004              | 568       | 56,8 | 186  | 84   | 8,4  | 215,13 | 21,51        |
| 2005              | 797       | 79,7 | 149  | 115  | 11,5 | 424,90 | 42,49        |
| 2006              | 759       | 75,9 | 225  | 102  | 10,2 | 309,65 | 30,97        |
| 2007              | 827       | 82,7 | 175  | 106  | 10,6 | 394,56 | 39,46        |
| 2008              | 670       | 67   | 133  | 73   | 7,3  | 285,53 | 28,55        |
| 2009              | 734       | 73,4 | 167  | 122  | 12,2 | 376,13 | 37,61        |
| 2010              | 840       | 84   | 184  | 146  | 14,6 | 465,34 | 46,53        |
| 2011              | 620       | 62   | 98   | 90   | 9,0  | 335,29 | 33,53        |
| 2012              | 796       | 79,6 | 229  | 206  | 20,6 | 472,15 | 47,22        |
| 2013              | 798       | 79,8 | 171  | 82   | 8,2  | 333,42 | 33,34        |
| <b>R Maksimum</b> |           |      |      |      |      |        | <b>47,22</b> |

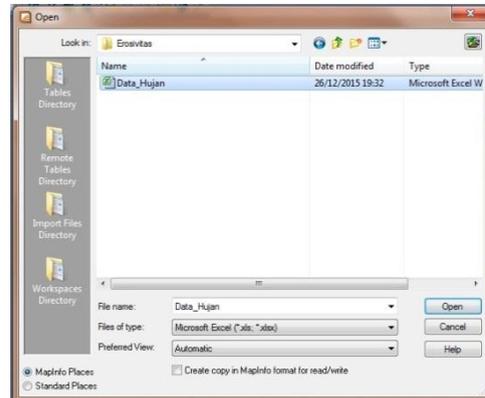
Sumber: Perhitungan

## Lampiran 4.

## Proses Create Points dengan Perangkat Lunak MapInfo

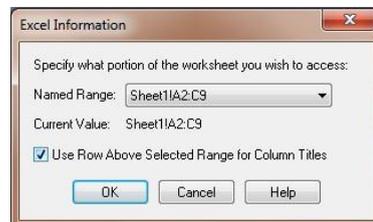
Langkah-langkah yang mesti dilakukan adalah:

1. Buka file Data\_Hujan dengan format Microsoft Excel dengan Menu **File-Open** seperti kotak dialog berikut.



Gambar kotak dialog open data Excel

2. Klik Open, kotak dialog Excel Information akan muncul sebagai berikut.



Gambar kotak dialog Excel Information

3. Klik OK dua kali, data akan ditampilkan sebagai berikut

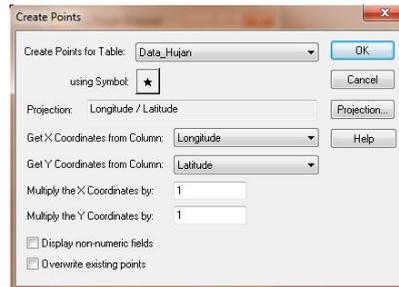
| Longitude | Latitude | Erosivitas |
|-----------|----------|------------|
| 109,83    | -7,54    | 48,7782    |
| 109,85    | -7,49    | 53,0478    |
| 109,88    | -7,41    | 47,216     |
| 109,95    | -7,5     | 53,7962    |
| 109,9     | -7,57    | 43,1704    |
| 109,8     | -7,63    | 47,7219    |
| 109,7     | -7,57    | 41,0577    |
| 109,75    | -7,46    | 54,1497    |

Gambar tampilan data hujan pada window browse

Lampiran 4.

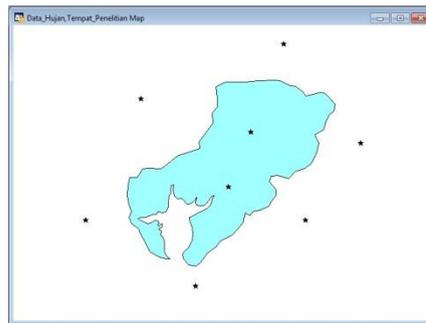
### Proses Create Points Dengan Perangkat Lunak MapInfo

4. Dari menu **T**abel pilih **C**reate **P**oint. Kotak dialog berikut muncul.



Gambar kotak dialog Create Points

5. Lengkapi kotak dialog tersebut seperti gambar di atas, klik OK. Untuk menampilkan sebaran titik-titik curah hujan, pilih menu **W**indow-**N**ew **M**ap **W**indow.



Gambar sebaran stasiun curah hujan dengan latar belakang tempat penelitian

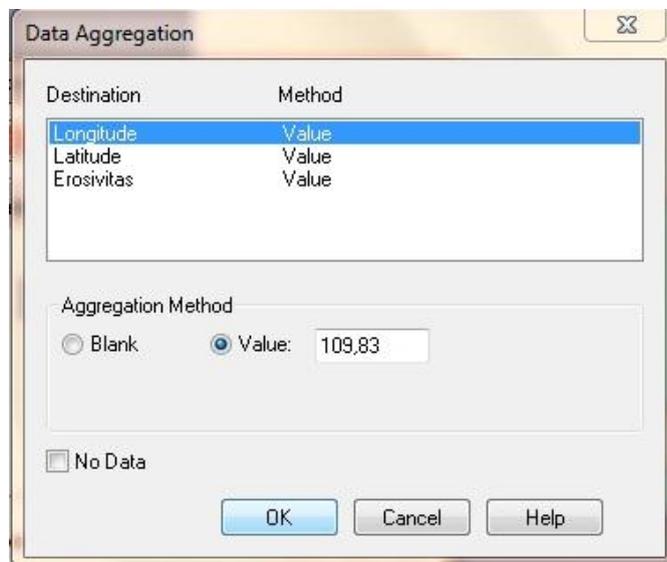
6. Agar dapat digunakan untuk proses lebih lanjut, data hujan yang berasal dari data Excel harus disimpan dalam format MapInfo. Aktifkan window 'Data\_Hujan', kemudian gunakan menu **S**ave **C**opy **A**s. Gunakan nama 'Peta\_Hujan' sebagai nama baru.
7. Aktifkan peta 'Tempat\_Penelitian' kemudian dari menu **F**ile pilih **S**ave **C**opy **A**s. Gunakan nama Erosivitas\_Hujan sebagai nama file copiannya.
8. Sebelum proses voronoi dilakukan tutup seluruh tabel yang terbuka, pilih menu **F**ile-**C**lose **A**ll.

## Lampiran 5.

## Proses Voronoi dengan Perangkat Lunak MapInfo

Urutan proses voronoi untuk menghasilkan peta erosivitas hujan adalah sebagai berikut:

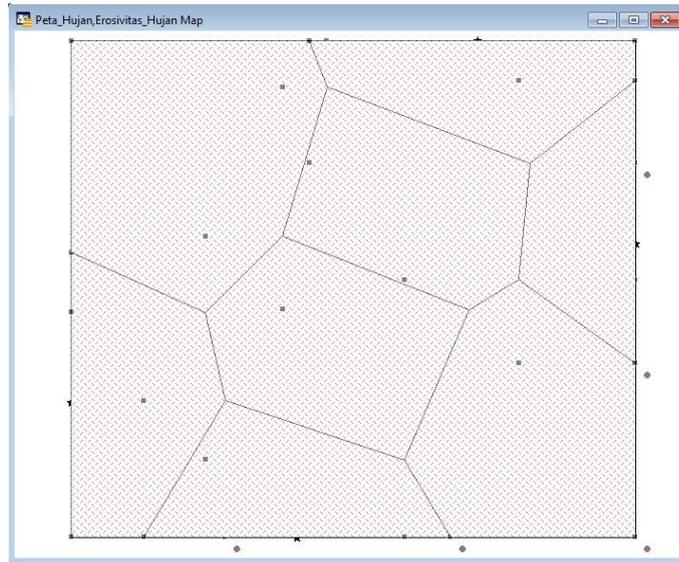
1. Melalui menu **File-Open**, buka file 'Peta\_Hujan' dan 'Erosivitas\_Hujan'.
2. Dari layer control, ubah properti layer 'Peta\_Hujan' menjadi *Editable*.
3. Pilih/Select semua titik stasiun curah hujan. Anda dapat menggunakan menu **Query-Select All from Peta\_Hujan**.
4. Pilih menu **Objects-Voronoi**. Kotak dialog berikut muncul.



Gambar kotak dialog *Voronoi Field Values*

Lampiran 5.

5. Klik OK. Tampilan hasil proses voronoi adalah sebagai berikut.

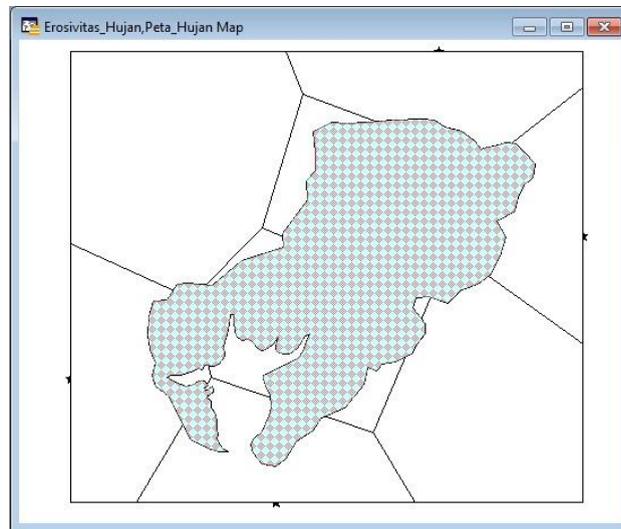


Gambar peta hasil proses voronoi

6. Proses selanjutnya adalah memasukkan data erosivitas hujan dari peta hasil voronoi ke peta Erosivitas\_Hujan. Disini akan menggunakan proses **Split**. Pertama-tama ubah urutan layer pada layer control, urutan pertama adalah layer Erosivitas Hujan dalam posisi *Editable* dan layer kedua adalah Peta\_Hujan.
7. Pilih semua data pada peta Erosivitas\_Hujan dengan menggunakan menu **Query-Select All from Erosivitas\_Hujan**.

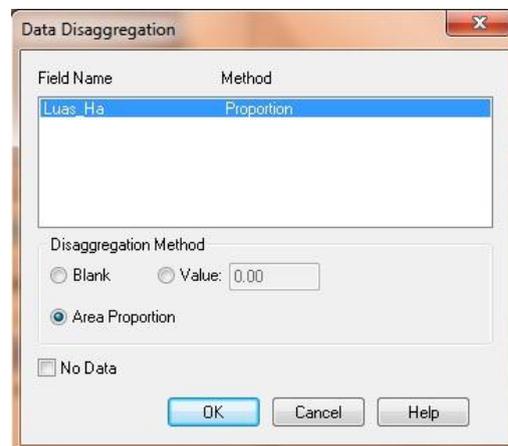
Lampiran 5.

8. Dari menu **Objects** pilih **Set Target**. Tampilan peta akan menjadi sebagai berikut.



Gambar tampilan peta Erosivitas\_Hujan pada saat di-set target

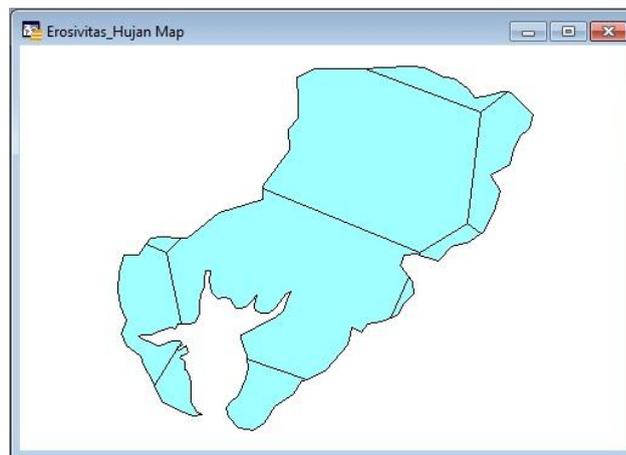
9. Pilih semua unit pada Peta\_Hujan dengan select tool. Dari menu **Objects** pilih **Split**. Kotak dialog berikut akan muncul.



Gambar kotak dialog *Data Disaggregation*

Lampiran 5.

10. Pilih metode disagregasi Area Proportion, klik OK. Sekarang daerah penelitian telah dibagi menjadi daerah Erosivitas Hujan. Tampilan peta Erosivitas\_Hujan pada window peta adalah sebagai berikut.

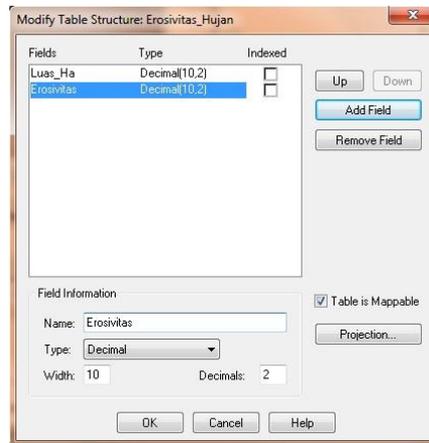


Gambar tampilan peta erosivitas hujan

Setelah proses Split, lakukanlah packing data terhadap tabel Erosivitas\_Hujan untuk refreshing data. Gunakan menu **Table-Maintenance-Pack Table.**

11. Peta erosivitas hujan di atas belum dilengkapi data tabular nilai erosivitas hujan dari Peta\_Hujan. Untuk itu tabel Erosivitas\_Hujan perlu dimodifikasi dengan menambahkan satu field lagi dengan nama Erosivitas, tipe data Desimal, lebar 10 digit, dan angka di belakang desimal dua digit seperti gambar berikut.

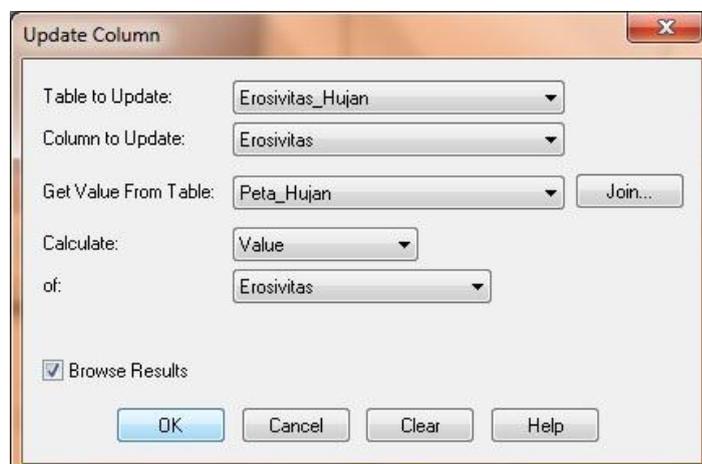
## Lampiran 5.



Gambar modifikasi tabel Erosivitas\_Hujan

Bila ada konfirmasi penyimpanan tabel Erosivitas\_Hujan saat modifikasi struktur tabel, pilih save.

12. Lakukanlah update kolom untuk mengisi kolom Erosivitas pada tabel Erosivitas\_Hujan dari tabel Peta\_Hujan, gunakan menu **Table-Update Column**. Lengkapi kotak dialog update kolom seperti gambar di bawah ini.



Gambar kotak dialog Update column

## Lampiran 5.

Klik join, gunakan operator geografi *contain* seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar kotak dialog Join

13. Setelah proses selesai tampilan data tabular Erosivitas\_Hujan adalah sebagai berikut.

| Luas_Ha  | Erosivitas | Nama_Stasiun |
|----------|------------|--------------|
| 1.436,00 | 48,81      | Alian        |
| 85,51    | 47,22      | Sadang       |
| 1.144,00 | 43,75      | Sumberejo    |
| 6.980,00 | 54,55      | Wadaslinta   |
| 7.180,00 | 49,99      | Kaliwiro     |
| 550,00   | 44,84      | Mungkung     |
| 269,00   | 43,54      | Bruno        |
| 1.124,00 | 55,90      | Sapuran      |

Gambar tampilan data tabular Erosivitas\_Hujan

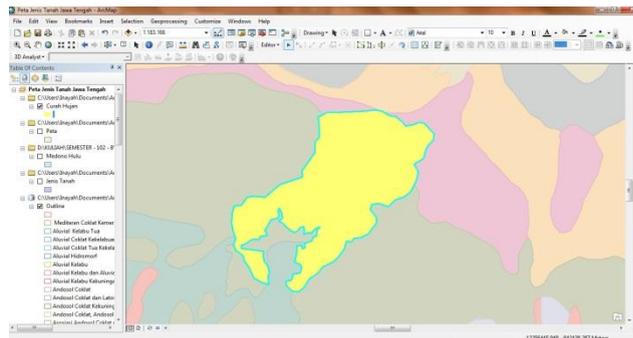
14. Proses pembuatan peta erosivitas hujan telah selesai. Peta erosivitas\_Hujan ini nantinya akan di-overlay dengan peta Erodibilitas\_tanah dan Peta\_LS untuk memperoleh peta erosi potensial.

## Lampiran 6.

## Proses Digitasi dengan Perangkat Lunak ArcGis

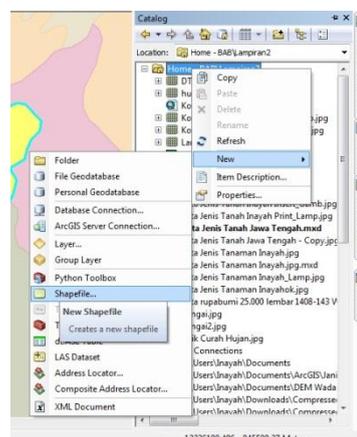
1. Masukkan peta jenis tanah provinsi Jawa Tengah dan peta DAS Medono

bagian Hulu dengan cara klik Add Data . Seperti gambar berikut.



Gambar peta jenis tanah provinsi Jawa Tengah dan DAS Medono

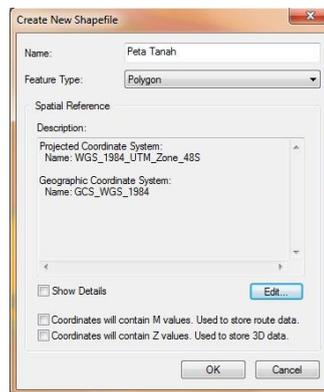
2. Membuat shapfile yang akan menampung data hasil digitasi. Caranya klik catalog dan klik kanan pada folder tempat penyimpanan (kotak Catalog) data, pilih **New-Shapfile**. Maka akan muncul kotak **Creat New Shapfile**.



Gambar Catalog

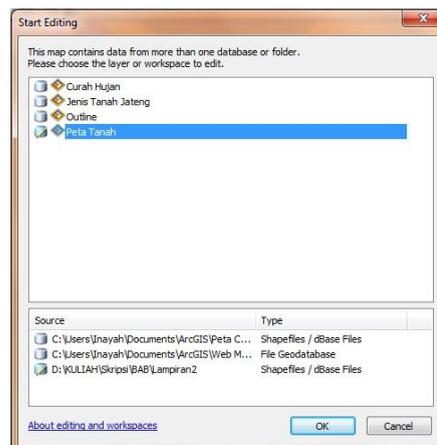
## Lampiran 6.

3. Pada dialog **Create New Shapefile**, ketikkan nama 'Peta Tanah'. Pilih polygon pada Feature Type. Dan klik Edit di bagian bawah kotak Spatial Reference, Klik select, pilih sistem koordinat yang sesuai dan klik Add.



Gambar Creat New Shapfile

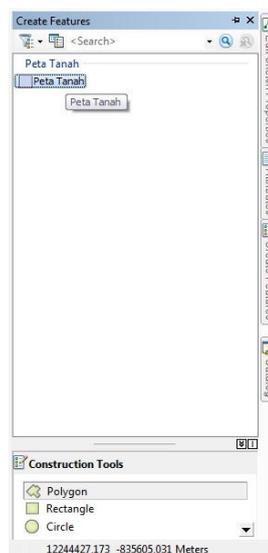
4. Klik tombol editor pada toolbar editor lalu pilih Start Editing.



Gambar Star Editing

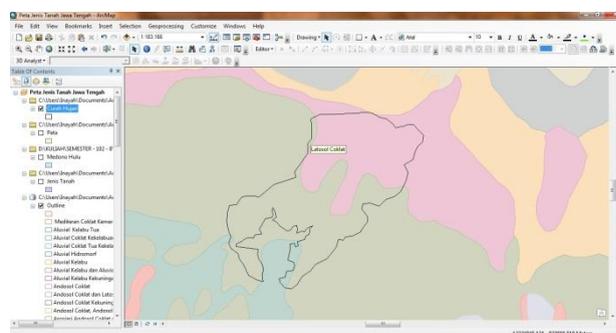
## Lampiran 6.

- Pastikan Creat Future Target yang telah diberi nama 'Peta Tanah'. Klik tombol polygon untuk memulai digitasi. Zoom ke salah satu obyek peta jenis tanah provinsi Jawa Tengah hingga cukup jelas untuk didigitasi.



Gambar Creat Future

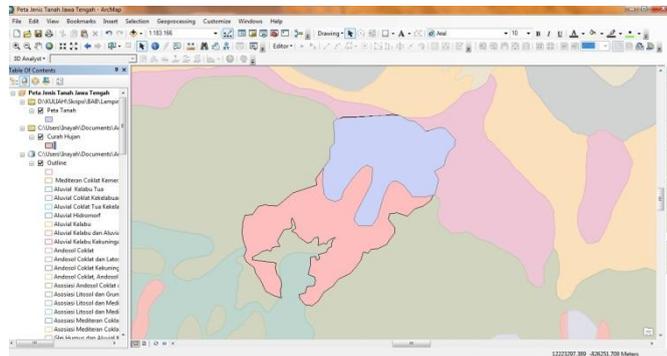
- Dengan mengikuti garis DAS Medono dan peta jenis tanah.



Gambar Peta DAS Medono dan peta jenis tanah

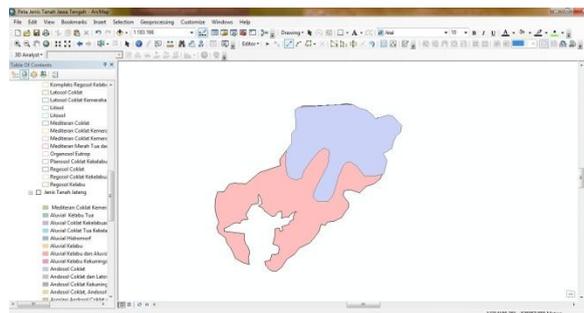
- Hasil digitasi dapat dilihat pada gambar sebagai berikut.

## Lampiran 6.



Gambar Jenis tanah DAS Medono hasil digitasi

## 8. Non aktifkan peta jenis tanah provinsi Jawa Tengah.



Gambar Peta Tanah

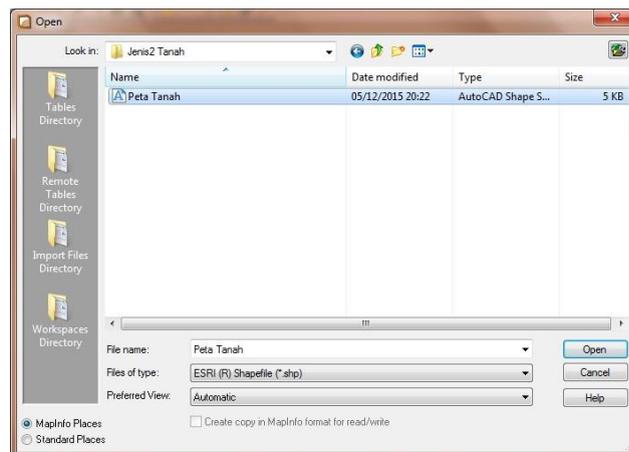
Peta tersebut belum terdapat nilai K, untuk menginputnya menggunakan perangkat lunak MapInfo.

## Lampiran 7.

## Input Data dengan Perangkat Lunak MapInfo

Langkah-langkah menginput data nilai K kedalam peta hasil digitasi sebagai berikut:

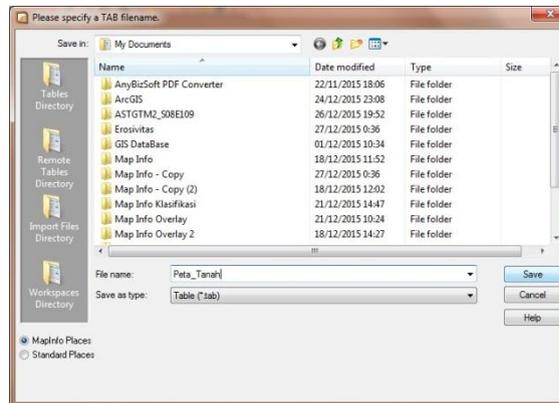
1. Buka file Peta Tanah dengan format Shp (karena hasil dari ArcGis berformat Shp) dengan Menu **File-Open** pada bagian File of type cari ESRI (R) Shapefile (\*.shp) seperti kotak dialog berikut.



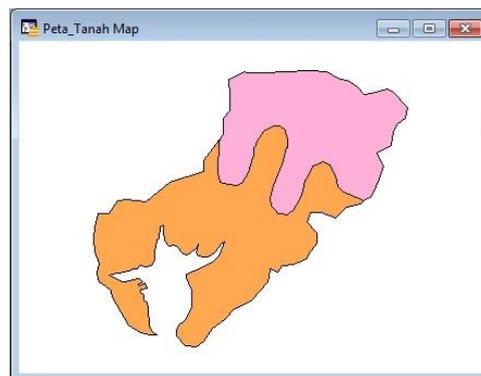
Gambar kotak dialog open data shp

2. Klik open, lalu akan muncul kotak dialog *Please specify a TAB filename* pada kotak file name beri nama Peta\_Tanah secara otomatis akan mengubah format shp menjadi format MapInfo (\*.tab) seperti gambar berikut kemudian Klik save.

## Lampiran 7.

Gambar kotak dialog *Please specify a TAB filename*

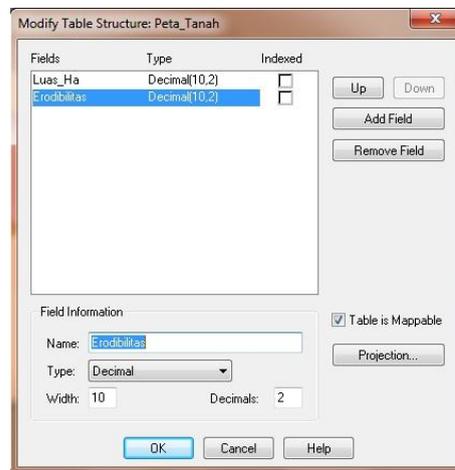
## 3. Maka akan muncul Peta\_Tanah



Gambar peta tanah

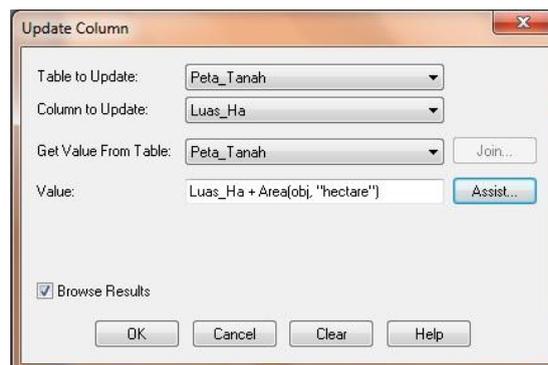
4. Pada Peta\_Tanah belum dilengkapi dengan data tabular untuk melengkapinya dengan cara membuat table, klik **Table-Maintenance-Tabel Structure**.
5. Pada **Tabel Structure** tambahkan dua fiel dengan nama Luas\_Ha dan Erodibilitas, tipe data Desimal, lebar 10 digit, dan angka di belakang desimal dua digit seperti gambar berikut lalu klik OK.

## Lampiran 7.



Gambar modifikasi tabel Peta\_Tanah

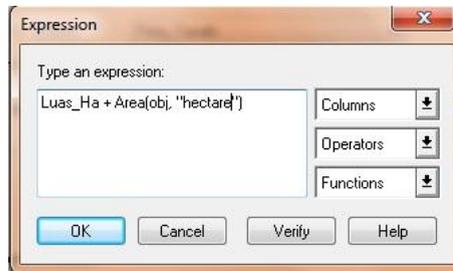
6. Lakukanlah update kolom untuk mengisi kolom Luas\_Ha pada tabel Peta\_Tanah dari tabel Peta\_Tanah, gunakan menu **Table-Update Column**. Lengkapi kotak dialog update kolom seperti gambar di bawah ini.



Gambar Update Column Peta\_Tanah

Klik Assist, klik **Column** pilih **Luas\_Ha**-klik **Opertor** pilih tanda (+)-klik **Function** pilih **area** pada gambar di bawah ini. Lalu klik OK.

## Lampiran 7.



Gambar Expression

7. Lakukanlah update kolom untuk mengisi kolom Erodibilitas pada tabel Peta\_Tanah, gunakan **Layer Control**-klik kanan pada Peta\_Tanah-klik **Browse Tabel** input nilai K pada kolom Erodibilitas secara manual.
8. Setelah proses selesai tampilan data tabular Peta\_tanah adalah sebagai berikut.

| Luas_Ha   | Erodibilitas |
|-----------|--------------|
| 7.634,90  | 0,11         |
| 11.185,37 | 0,23         |

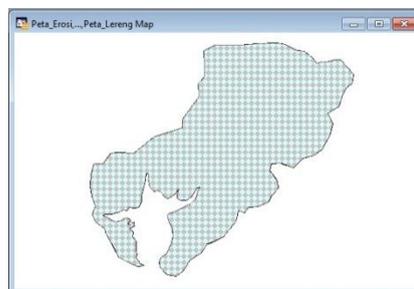
Gambar data Tabular Peta\_Tanah

## Lampiran 8.

## Proses Overlay

Langkah-langkah overlay peta dengan menggunakan perangkat lunak MapInfo sebagai berikut:

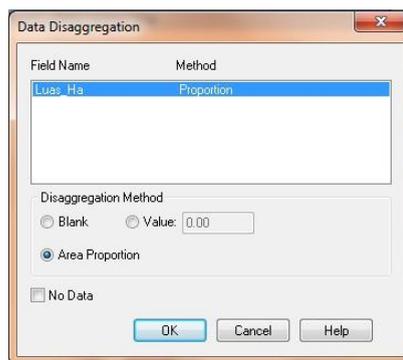
1. Sebelum melakukan overlay copy salah satu peta untuk menampung hasil overlay, disini peta yang akan digandakan yaitu peta faktor LS yang bernama 'Peta\_Lereng' menjadi peta 'Peta\_Erosi' melalui menu **File-Save Copy As**.
2. Melalui menu **File-Open** buka kelima file yang akan dioverlay ('Erosivitas\_Hujan', 'Peta\_Tanah', 'Peta\_Lereng', 'Peta\_CP', Peta\_Erosi').
3. Melalui layer control, atur susunan layer sehingga layer 'Peta\_Erosi' menjadi paling atas, kemudian diikuti oleh peta 'Erosivitas\_Hujan'. Ubah properti layer 'Peta\_Erosi' menjadi *editable*.
4. Pilih menu **Query – Select All from Peta\_Erosi** untuk menandai semua objek pada peta erosi. Kemudian dari Menu **Objects** pilih **Set Target**. Tampilan peta akan nampak seperti gambar di bawah ini.



Gambar tampilan Peta\_Erosi yang di Set Target.

Lampiran 8.

5. Ubah kembali susunan layer control, gunakan layer 'Erosivitas\_Hujan' di urutan teratas. Pilih semua objek pada layer erosivitas hujan dengan menggunakan menu **Q**uery pilih **S**elect **A**ll from **E**rosivitas\_ **H**ujan.
6. Ambil menu **O**bjects – **S**plit. Kotak dialog berikut akan muncul.

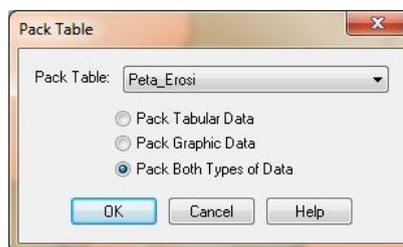


Gambar kotak dialog disagregasi data

Isikan metode disegregasi seperti pada gambar di atas, Klik Ok. Tunggu sampai proses *Creating Object* selesai.

7. Lakukanlah proses packing data pada Peta\_Erosi untuk refresing data.

Gunakan menu **T**ablet – **M**aintenance – **P**ack **T**able seperti tabel berikut.



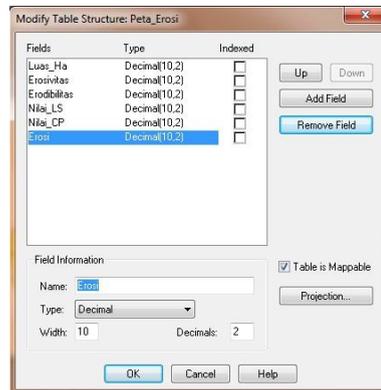
Gambar kotak dialog packing data

Lampiran 8.

Klik Save bila muncul konfirmasi untuk menyimpan data.

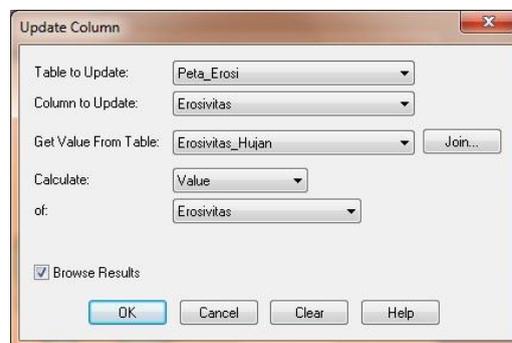
8. Setelah proses packing selesai, perangkat lunak MapInfo akan mengeluarkan tabel Peta\_Erosi dari layer control. Sementara kita masih memerlukan untuk proses overlay yang kedua dengan peta tanah. Untuk itu aktifkan layer control, kemudian tambahkan layer Peta\_Erosi melalui Add. Buat kembali susunan layer agar Peta\_Erosi menjadi paling atas dan dalam posisi *Editable*.
9. Gunakan prosedur di atas untuk melanjutkan everlay pada peta 'Peta\_Tanah' dan 'Peta\_CP'.
10. Bila diperhatikan data tabular Peta\_Erosi, hanya terdapat informasi LS saja. Sedangkan untuk menghitung erosi potensial kita juga memerlukan nilai Erosivitas, Erodibilitas dan CP, yang selanjutnya nilai tersebut akan dikalikan. Untuk itu tabel Peta\_Erosi perlu dimodifikasi untuk menambahkan beberapa field diantaranya erosivitas, erodibilitas, CP, dan erosi. Gunakan menu **Table – Maintenance – Table **S**tructure. Lengkapi kotak dialog modifikasi struktur tabel sehingga tampak seperti gambar berikut.**

## Lampiran 8.



Gambar kotak dialog modifikasi struktur tabel Peta\_Erosi

11. Lakukanlah update kolom erosivitas dan erodibilitas yang diambil dari tabel Erosivitas\_Hujan dan Peta\_tanah. Gunakan menu **Table – Update Column**. Lengkapi kotak dialog *Update column* seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar Kotak dialog Update Column Erosivitas

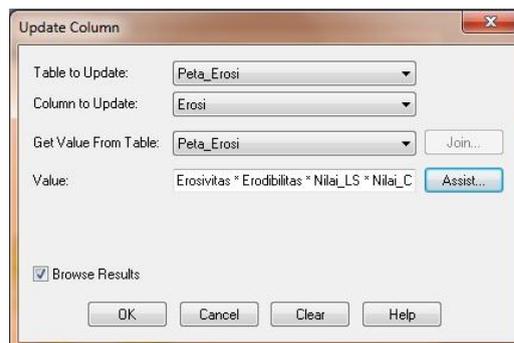
Isikan kotak dialog dengan operator geografi Contains seperti gambar di bawah ini

## Lampiran 8.



Gambar Kotak dialog Join Erosivitas \_Hujan dan Peta\_Erosi

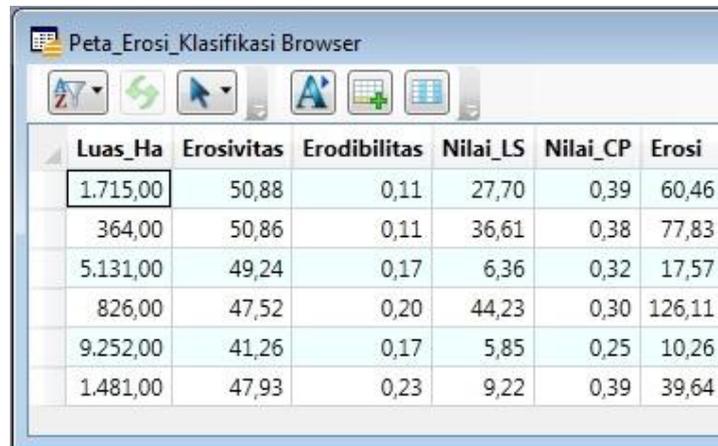
12. Lakukan update column seperti prosedur diatas untuk mengisi nilai erodibilitas dan CP.
13. Bila keempat komponen erosi telah terisi data, sekarang kita akan mengkalkulasi besarnya erosi potensial dengan cara mengalikan nilai erosivitas, erodibilitas, dan nilai LS. Gunakan update colom untuk melakukan proses ini. Rumus yang digunakan seperti gambar berikut.



Gambar Update kolom untuk kalkulasi erosi potensial

Tampilan data tabular setelah dilakukan kalkulasi erosi adalah sebagai berikut.

Lampiran 8.



| Luas_Ha  | Erosivitas | Erodibilitas | Nilai_LS | Nilai_CP | Erosi  |
|----------|------------|--------------|----------|----------|--------|
| 1.715,00 | 50,88      | 0,11         | 27,70    | 0,39     | 60,46  |
| 364,00   | 50,86      | 0,11         | 36,61    | 0,38     | 77,83  |
| 5.131,00 | 49,24      | 0,17         | 6,36     | 0,32     | 17,57  |
| 826,00   | 47,52      | 0,20         | 44,23    | 0,30     | 126,11 |
| 9.252,00 | 41,26      | 0,17         | 5,85     | 0,25     | 10,26  |
| 1.481,00 | 47,93      | 0,23         | 9,22     | 0,39     | 39,64  |

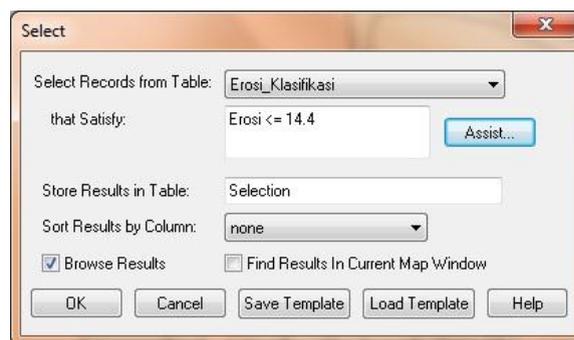
Gambar tampilan data tabular setelah kalkulasi nilai erosi potensial

## Lampiran 9.

## Klasifikasi Erosi dengan MapInfo

Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

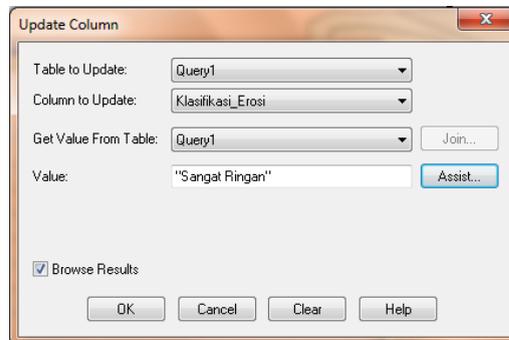
1. Mengklasifikasikan nilai erosi potensial tersebut berdasarkan tabel 2.9.
2. Select kelas pertama, yaitu erosi yang lebih kecil atau sama dengan 14,4 ton/ha/thn. Pilih menu **Query-Select**. Lengkapi kotak dialog Select seperti gambar berikut.



Gambar dialog select

3. Sekarang erosi yang lebih kecil atau sama dengan 14,4 yang telah disimpan pada Query1 dilakukan update kolom 'Klasifikasi' dengan nilai 'Sangat Ringan'. Pilih menu **Table-Update Column**. Tabel yang di-update pada langkah ini adalah Query1 bukan Peta\_Erosi. Perhatikan kotak dialog berikut.

## Lampiran 9.



Gambar kotak dialog update kolom klasifikasi sangat ringan

4. Lakukan hal yang sama untuk lima kelas berikutnya. Gunakan tabel berikut untuk ekspresi Select.

Tabel ekspresi yang digunakan untuk update kolom klasifikasi

| Klasifikasi  | Ekspresi                                | Update Tabel | Nilai          |
|--------------|---|--------------|----------------|
| Ringan       | Erosi $\geq$ 14,5 and Erosi $\leq$ 29,3 | Query2       | “Ringan”       |
| Sedang       | Erosi $\geq$ 29,4 and Erosi $\leq$ 46,9 | Query3       | “Sedang”       |
| Agak berat   | Erosi $\geq$ 47 and Erosi $\leq$ 63     | Query4       | “Agak berat”   |
| Berat        | Erosi $\geq$ 63,1 and Erosi $\leq$ 80,6 | Query5       | “Berat”        |
| Sangat berat | Erosi $>$ 80,6                          | Query6       | “Sangat berat” |

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



**INAYAH ROHMANIYAH**, dilahirkan di Pasar Minggu-Jakarta Selatan pada tanggal 12 Oktober 1992. Penulis merupakan anak kedua dari dua bersaudara dari pasangan Supriyadi dan Nur Hamadah.

Jenjang pendidikan formal yang telah dilalui penulis antara lain Taman Kanak-kanak (TK) Rosari Pasar Minggu tahun 1996-1998, Sekolah Dasar Negeri Rejamulya 02 Cilacap tahun 1998-2004, Madrasah Tsanawiyah dan Madrasah Aliyah Wathoniyah Islamiyah Banyumas tahun 2004-2010. Tahun 2011 penulis diterima sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Jakarta melalui jalur Mandiri.

Semasa kuliah, penulis telah mengikuti kegiatan Praktik Kerja Lapangan di PT. Pulauintan Baja Perkasa Konstruksi pada proyek pembangunan office dan apartemen L'Avenue tahun 2014 dan Praktik Keterampilan Mengajar dengan mengajar mata pelajaran Teknologi Beton di SMK Negeri 26 Jakarta tahun 2014. Kegiatan kemahasiswaan yang pernah diikuti penulis antara lain kerohanian FSI Al-Biruni Fakultas Teknik UNJ tahun 2012-2013 dan Himpunan Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil UNJ tahun 2013-2014.

Untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta, penulis menyelesaikan skripsi dengan judul “Analisis Laju Erosi Dan Sedimentasi Waduk Wadaslintang Provinsi Jawa Tengah” dibawah bimbingan Dr. Moch. Amron, M.Sc dan Dra. Daryati, M.T.