

**STUDI PENDUGAAN SISA USIA GUNA WADUK SEMPOR  
DI KABUPATEN KEBUMEN PROVINSI JAWA TENGAH**



**Disusun Oleh:**

**ALIF ROSLIANA**

**5415116456**

**PENDIDIKAN TEKNIK BANGUNAN**

**TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

**2016**

## ABSTRAK

ALIF ROSLIANA. **Studi Pendugaan Sisa Usia Guna Waduk Sempor Kabupaten Kebumen Provinsi Jawa Tengah**. Skripsi. Jakarta: Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta, Januari 2016.

Tujuan dari penelitian ini untuk mendapatkan pendugaan sisa usia guna Waduk Sempor agar pihak pengelola maupun pemerintah setempat dapat mempersiapkan langkah-langkah untuk memperpanjang usia guna Waduk Sempor agar sesuai dengan usia rencana.

Penelitian ini menggunakan metode analisis dengan perhitungan *Universal Soil Loss Equation* (USLE) dengan data yang diperoleh dari data laporan curah hujan dan observasi. Teknik pengumpulan data yang peneliti lakukan adalah ,mengumpulkan data curah hujan, peta topografi, peta jenis tanah, peta penutup lahan. Nilai dari faktor – faktor yang dipakai dalam perhitungan dengan metode USLE selanjutnya digunakan untuk memperkirakan besarnya potensi erosi. Analisa *trap efficiency* untuk memperoleh nilai sedimen total yang masuk waduk. Lalu melakukan perhitungan sisa usia guna waduk berdasarkan nilai – nilai yang diperoleh dari perhitungan yang dilakukan pada tahapan sebelumnya.

Hasil analisis yang telah dilakukan adalah Waduk Sempor dengan kondisi tata guna lahan bagian hilir terdiri dari hutan produksi, hutan lindung, kebun campur, dan tegalan, kemiringan tanah bagian hulu 20,54% (agak curam), menghasilkan erosivitas hujan 52,96, erodibilitas tanah 0,09, menghasilkan potensi erosi sebesar 1,17 ton/ha/tahun, dengan sisa kapasitas tampungan mati sebesar 0,042 juta m<sup>3</sup> atau sedang berada dalam kondisi kritis, maka setelah dilakukan analisis dengan metode empiris, diperkirakan sisa usia waduk adalah 3,62 tahun. Sedangkan berdasarkan hasil uji *echo sounding*, sisa usia guna Waduk Sempor sekitar 3 tahun.

**Kata kunci** : usia guna, waduk, erosi, sedimentasi

## **ABSTRACT**

**ALIF ROSLIANA. *Useful Life Remaining Estimation Study of Sempor Reservoir in Kebumen, Central Java*. A Thesis. Jakarta: Civil Engineering, Faculty of Engineering, State University of Jakarta, January 2016.**

*This study aims to get an estimate of the useful life remaining of Sempor Reservoir that the manager and local government scan prepare to extend the life of the reservoir in order to match the Sempor Reservoir master plan.*

*This study uses the calculation method of the Universal Soil Loss Equation (USLE) with data obtained from the literature, observation and interviews, the procedures that researchers did was process rainfall data, topographic maps, soil types maps, land cover maps, land use data, and visual observation data to obtain the value factor that used in calculating the USLE method. The Sediment delivery ratio (SDR) to determine the amount of sediment entering the reservoir. Trap efficiency analysis to obtain the value of the total sediment entering the reservoir. Then perform the calculation of the remaining life for the reservoir based on the value that derived from the calculation made on the previous stages.*

*Result from this research is Reservoir Sempor with land use conditions downstream part consist to production forest, protected forest, mixed garden, and the upstream slope 20.54% (rather steep), produces rain erosivitas 52,96, soil erodibility 0.09, resulting in a potential erosion of 1.17 tonnes/ha/year, with the rest of the dead storage capacity of 0,042 million m<sup>3</sup>, or are incritical condition, then after analysis byt he empirical method, estimated remaining life of the reservoir is 3,62 year or 4 years. While based on the test results of echo sounding, the rest of the age to Sempor Reservoir about 3 years.*

**Keywords :** *usefull life, reservoir, sediment, erotion*

## HALAMAN PENGESAHAN

<b>NAMA DOSEN</b>	<b>TANDA TANGAN</b>	<b>TANGGAL</b>
Dr. Moch. Amron, M.Sc (Dosen Pembimbing I)	.....	.....
Dra. Daryati, M.T (Dosen Pembimbing II)	.....	.....

## PENGESAHAN PANITIA UJIAN SKRIPSI

<b>NAMA DOSEN</b>	<b>TANDA TANGAN</b>	<b>TANGGAL</b>
Dr. Gina Bachtiar, M.T (Ketua Penguji)	.....	.....
Drs. Arris Maulana, S.T, M.T (Anggota Penguji)	.....	.....
Prof. Dr. Amos Neolaka (Anggota Penguji)	.....	.....

Tanggal Lulus : 26 Januari 2015

## 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, 26 Januari 2016

Yang Membuat Pernyataan

Alif Rosliana

5415116456

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat, karunia dan hidayahnya, sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “**Studi Pendugaan Sisa Usia Guna Waduk Sempor Kabupaten Kebumen 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 karenanya 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. Bapak R. Eka Murti Nugraha, M.Pd. Selaku Kaprodi Pendidikan Teknik Bangunan, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta dan sebagai Penasehat Akademik Prodi S1 Non Regular 2011.
2. Dr. Gina Bachtiar, M.T, selaku ketua sidang skripsi.
3. Bapak Dr. Moch. Amron, M.Sc selaku dosen pembimbing materi yang penuh kesabaran selalu membimbing dan memberikan semangat kepada saya hingga selesainya skripsi ini.
4. Ibu Dra. Daryati, M.T, selaku dosen pembimbing metodologi yang penuh kesabaran selalu membimbing dan memberikan semangat kepada saya hingga selesainya skripsi ini.
5. Bapak Prof. Dr. Amos Neolaka, selaku dosen penguji.
6. Bapak Drs. Arris Maulana, M.T, selaku dosen penguji.
7. Kepada Ibu dan Bapak penulis yang selalu memberikan dukungan sepenuhnya.

Terima kasih juga saya ucapkan kepada Bapak dan Ibu, saudara-saudara, keluarga besar Teknik Sipil UNJ, teman-teman Pendidikan Teknik Bangunan Tahun 2011 yang senantiasa mendoakan dan memberikan semangat. Tidak lupa juga saya ucapkan banyak terimakasih kepada instansi Balai Besar Wilayah

Sungai Progo-Bogowonto-Lukulo, Pos Penjagaan Pintu Klep Otomatis Sempor, Balitbang Tanah, Dinas Energi Sumber Daya Air dan Mineral Kabupaten Kebumen dan Kementrian Kehutanan dan Pertanian Kabupaten Kebumen, dan masih banyak lagi pihak maupun institusi yang tidak saya sebutkan satu persatu atas bantuannya dalam melengkapi data yang sangat dibutuhkan untuk penelitian ini maupun membimbing saya dalam menyelesaikan skripsi 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

Alif Rosliana

NRM.5415116456

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>ABSTRAK</b> .....	ii
<b>ABSTRACT</b> .....	iii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	x
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	4
1.3 Pembatasan Masalah .....	5
1.4 Rumusan Masalah .....	5
1.5 Tujuan Penelitian .....	5
<b>BAB II DASAR TERORI</b>	
2.1 Pengertian Waduk .....	6
2.2 Tampungan - tampungan dalam waduk .....	7
2.3 Usia Waduk .....	9
2.4 Perhitungan Laju Sedimentasi Waduk .....	9
2.4.1 Metode Inflow –Outflow .....	10
2.4.2 Metode Empiris dengan Perhitungan Laju Erosi Menggunakan Metode <i>Universal Soil Loss Equation</i> (USLE) .....	11
2.4.2.1 Erosivitas Hujan (R) .....	12
2.4.2.2 Erodibilitas Tanah (K) .....	12
2.4.2.3 Kemiringan dan Panjang Lereng (LS) .....	12
2.4.2.4 Pengelolaan Tanaman (C) dan Tindakan Manusia dalam Konservasi Tanah (P) .....	13
2.4.2.5 Perhitungan Debit Sedimen .....	14
2.5 Perhitungan SDR (Sediment Delivery Ratio) .....	15
2.6 Perhitungan Efisiensi Tampungan .....	16
2.7 Akumulasi Endapan Sedimen dan Usia Guna Waduk .....	17
2.8 Batimetri ( <i>Echo Sounding</i> ) .....	18
2.9 Data Teknis Waduk Sempor .....	19
2.10 Penelitian Relevan .....	23
2.11 Kerangka Berpikir .....	25
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Tujuan Penelitian .....	27
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian .....	27
3.3 Metode Penelitian .....	28
3.4 Teknik Pengumpulan Data .....	28
3.4.1 Pengumpulan Data .....	28
3.4.2 Metode Pengumpulan Data .....	29



3.5	Analisa Data .....	30
3.6	Diagram Alur Penelitian.....	31
<b>BAB IV HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN</b>		
4.1	Deskripsi Data .....	32
4.2	Analisis dan Hasil Sisa Usia Guna Waduk Sempor .....	56
4.3	Pembahasan Hasil Penelitian	
4.4	Keterbatasan Penelitian .....	60
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>		
5.1	Kesimpulan.....	63
5.2	Saran .....	63
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		64
<b>LAMPIRAN .....</b>		65

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b>	Nilai K untuk beberapa jenis tanah di Indonesia.....	12
<b>Tabel2.2</b>	Perkiraan nilai CP dari berbagai jenis tata guna tanah di Jawa .....	14
<b>Tabel2.3</b>	Tabel Harga SDR.....	16
<b>Tabel 4.1</b>	Perhitungan nilai Erosivitas Hujan.....	32
<b>Tabel 4.2</b>	NilaiK untuk beberapa jenis tanah di Indonesia.....	39
<b>Tabel 4.3</b>	Perhitungan nilai faktor CP.....	51
<b>Tabel 4.4</b>	Hubungan luas DAS dengan nilai SDR.....	53
<b>Tabel 4.5</b>	Hasil Pengukuran <i>Echo Sounding</i> .....	57

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1.</b>	Gambaran umum waduk.....	6
<b>Gambar 2.2</b>	Pengumpulansedimentasi di dalam waduk.....	15
<b>Gambar 3.1.</b>	Peta Lokasi Penelitian.....	27
<b>Gambar 4.1.</b>	Peta Jenis Tanah Jawa Tengah.....	33
<b>Gambar 4.2.</b>	Peta Kontur Kecamatan Tambak - Gombang.....	34
<b>Gambar 4.3.</b>	Peta Kontur Desa Donorojo.....	51
<b>Gambar 4.4.</b>	Peta tata gunalahan wilayah Sempor.....	58
<b>Gambar 4.5.</b>	Gerbang masuk Obyek Wisata Waduk Sempor.....	58
<b>Gambar 4.6.</b>	Obyek Wisata Waduk Sempor (a).....	58
<b>Gambar 4.7.</b>	Obyek Wisata Waduk Sempor (b).....	58
<b>Gambar 4.8.</b>	Obyek Wisata Waduk Sempor (c).....	59
<b>Gambar 4.9.</b>	Obyek Wisata Waduk Sempor (d).....	59
<b>Gambar 4.10</b>	PLTA Waduk Sempor (a).....	60
<b>Gambar 4.11</b>	PLTA Waduk Sempor (b).....	60
<b>Gambar 4.12</b>	Grafik rencana pola operasi Waduk Sempor.....	61

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1</b>	Peta Kontur Waduk Sempor Hasil Uji <i>Echo Sounding</i> .....	65
<b>Lampiran 2</b>	Data Pethitungan Curah Hujan Tahunan.....	66
<b>Lampiran 3</b>	Data Hasil Uji Lab Waduk Sempor.....	76
<b>Lampiran 4</b>	Surat Izin Penelitian Skripsi.....	81
<b>Lampiran 5</b>	Surat Izin Penelitian Skripsi.....	82
<b>Lampiran 6</b>	Surat Izin Penelitian Skripsi.....	83
<b>Lampiran 7</b>	Surat Izin Penelitian Skripsi.....	84
<b>Lampiran 8</b>	Surat Izin Penelitian Skripsi.....	85

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Indonesia merupakan negara dengan mayoritas penduduknya bekerja sebagai petani. Berdasarkan data sensus penduduk yang dirilis Badan Pusat Statistik pada bulan Februari tahun 2010 menyatakan, 39,88% penduduk Indonesia bekerja di sektor pertanian, maka dari itu Indonesia dapat dikatakan sebagai negara agraris. Karena banyaknya aktivitas pertanian yang menjadi mata pencaharian di Indonesia maka sistem irigasi sangat dibutuhkan untuk mengairi lahan- lahan pertanian.

Salah satu sarana irigasi yang berhubungan erat dengan aktivitas pertanian adalah waduk. Waduk banyak dibangun di Indonesia pada suatu alur sungai yang memiliki banyak manfaat, antara lain alat penampung air untuk keperluan penyediaan air irigasi, industri, pembangkit listrik tenaga air, dan pengendali banjir. Waduk banyak dibangun di Indonesia terutama di Pulau Jawa, waduk -waduk juga digunakan sebagai tempat penyimpanan suplay air pada musim kemarau sehingga lahan- lahan pertanian disekitarnya dapat panen minimal dua kali dalam setahun.

Sebagai salah satu contoh waduk yang ada di Indonesia adalah Waduk Sempor di Kabupaten Kebumen, Jawa Tengah. Waduk Sempor terletak di Desa Sempor, Kecamatan Sempor, Kabupaten Kebumen, Provinsi Jawa Tengah. Terletak pada 109° 51' 15,3" BT dan 07° 43' 14,8" LS di daerah aliran Sungai Kalimandi, Kabupaten Kebumen 7 km sebelah utara kota Gombong (Syariman, 2014). Waduk Sempor terletak di sebelah selatan kaki Pegunungan Serayu.

Manfaat Bendungan Sempor adalah untuk irigasi, pembangkit tenaga listrik, dengan daya yang dihasilkan 6.000.000 KWh setiap tahunnya, irigasi terhadap lahan pertanian seluas 5.985 ha, pengendalian banjir Kecamatan Gombong, penyediaan air minum untuk Gombong, Karanganyar, Kebumen sebanyak 150 liter/detik, perikanan darat bebas dan dengan keramba, serta pariwisata dan olah raga air (Syariman, 2014: 27).

Sungai Kali Mandi mengalir dari mata air yang berada di Bukit Igir Sigendon, Igir Padurekso, Desa Donorojo, Desa Sokarini, Desa Karangjati di utara di kaki Gunung Serayu Selatan melintasi Desa Sempor, Krewed, Kalibeji, Selokerto dan bermuara di Samudra Indonesia (Narcon,1998). Dataran rendah sebelah selatan Pegunungan Serayu disebut juga wilayah Kedu Selatan, yakni wilayah kecamatan Sempor sampai sekitar kecamatan Kutoarjo. Hal yang tidak mungkin dihindari adalah bahwa masuknya aliran sungai ke dalam waduk membawa angkutan sedimen dan mengendap sehingga menyebabkan pendangkalan waduk. Penumpukan sedimen di dalam waduk akan menyebabkan berkurangnya kapasitas waduk secara bertahap sehingga dapat menyebabkan fungsi waduk sebagai penampung air akan semakin berkurang.

Sejak awal waduk sempor berfungsi pada tahun 1978 sampai sekarang, masalah laju sedimentasi merupakan salah satu masalah yang perlu diperhatikan. Sedimen yang masuk ke dalam waduk sebagian besar berasal dari erosi tanah yang terjadi di DAS (Daerah Aliran Sungai) yang masuk ke dalam waduk melalui alur sungai menuju ke dalam waduk.

Waduk sempor telah mengalami pendangkalan akibat material sedimentasi yang mengendap didalamnya. Dapat dilihat dari data *Echo Sounding* yang dilakukan pada tahun 1978 sampai 2014. Pada tahun 1978, volume tampungan mati pada Waduk Sempor 5,5 juta m<sup>3</sup>. Sedangkan pada 2014 sisa volume tampungan mati pada Waduk Sempor 0,42 juta m<sup>3</sup>. (Syariman, 2014 : 27)

Disebutkan pada halaman berita Pikiran Rakyat Online, Minggu, [14/9/2014], Dewan Sumber Daya Air Jawa Tengah Eddy Wahono mengatakan kondisi demikian menyebabkan 2500 hektar di tujuh kecamatan di Kabupaten Kebumen mengalami kekeringan. Kondisi cadangan air menurun drastis di Waduk Sempor Kebumen Jawa Tengah. Disebutkan pada halaman berita ANTARA, Sabtu, [24/10/2015], kemarau panjang mengakibatkan debit air Waduk Sempor tersisa sekitar 7,1 juta m<sup>3</sup> dan menyebabkan penutupan saluran irigasi karena tidak mencapai batas volume minimal 25 juta m<sup>3</sup> untuk bisa dialirkan. Musim tanam I 2015/2016 di daerah Kebumen terutama di daerah irigasi Waduk Sempor terancam mundur menyusul minimnya cadangan air di waduk tersebut.

Hal ini berakibat pada berkurangnya kapasitas Waduk Sempor. Dampak yang ditimbulkan secara langsung adalah berkurangnya usia guna Waduk Sempor karena mengalami penyusutan kapasitas tampung yang disebabkan endapan material sedimen yang dibawa oleh aliran Sungai Kalimandi ke dalam Waduk Sempor. Sisa kapasitas tampungan mati Waduk Sempor adalah 0,042 juta m<sup>3</sup> mendorong peneliti untuk melakukan studi pendugaan sisa usia guna Waduk Sempor untuk memperkirakan sisa usia guna Waduk Sempor, sehingga hasil dari studi pendugaan sisa usia guna Waduk Sempor dapat digunakan sebagai acuan bagi pengelola Waduk

Sempor untuk mempersiapkan sarana dan prasarana apa yang diperlukan dalam mengadakan normalisasi pada Waduk Sempor agar sisa usia guna waduk sesuai dengan usia guna rencana Waduk Sempor.

## **1.2 Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah yang dapat diidentifikasi adalah sebagai berikut:

1. Berapa lama sisa usia guna Waduk Sempor berdasarkan metode *Universal Soil Loss Equation* (USLE)?
2. Berapa volume minimal Waduk Sempor supaya fungsi utama dari Waduk Sempor tetap terlaksana?
3. Apa upaya konservasi yang harus dilakukan untuk memperpanjang usia guna waduk sesuai umur rencana?
4. Apakah aktivitas wisatawan mempengaruhi sedimentasi pada Waduk Sempor?

## **1.3 Pembatasan Masalah**

Batasan penelitian yang akan digunakan agar penelitian ini lebih terarah dalam meliputi perhitungan sisa usia guna Waduk Sempor hanya dengan pendekatan erosi dan sedimentasi yang terjadi di hulu Sungai Kalimandi.

Pembahasan mengenai vegetasi penutup lahan hanya berdasarkan data dari peta penutup lahan, tidak melihat kompleksitas vegetasi yang ada di lapangan.



#### **1.4 Rumusan Masalah**

Dari uraian latar belakang di atas permasalahan yang paling utama berkaitan dengan penelitian yaitu bagaimana pendugaan sisa usia guna Waduk Sempor berdasarkan perhitungan metode empiris dengan menggunakan metode USLE?

#### **1.5 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari studi ini yaitu:

1. Bagi peneliti : Sebagai syarat untuk mendapatkan gelar sarjana pendidikan di Universitas Negeri Jakarta jurusan Teknik Sipil.
2. Bagi pengelola waduk : Sebagai informasi untuk pihak pengelola waduk berupa perkiraan sisa usia guna Waduk Sempor .
3. Bagi pembaca : Untuk memberikan referensi dan informasi tambahan bagi penelitian hidrologi lainnya.

## **BAB II**

### **DASAR TEORI**

#### **2.1 Pendugaan Sisa Usia Guna Waduk**

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), umur (usia) adalah lama waktu ada (sejak diadakan). Menurut Kementrian Pekerjaan Umum Indonesia usia bangunan adalah jangka waktu bangunan dapat memenuhi fungsi keandalan bangunan sesuai persyaratan yang ditetapkan. Dari beberapa definisi diatas dapat disimpulkan bahwa sisa umur manfaat bangunan adalah periode waktu dihitung sejak tanggal estimasi usia rencana hingga berakhirnya umur manfaat aset (bangunan) sesuai dengan fungsinya. Jadi dapat disimpulkan sisa usia guna waduk adalah periode waktu dihitung sejak tanggal estimasi nilai hingga berakhirnya jangka waktu waduk dapat memenuhi fungsi keandalan waduk sesuai persyaratan yang ditetapkan sejak awal diadakan (beroperasi).

Menurut Peraturan Pemerintah nomor 37 tahun 2010 tentang bendungan, waduk adalah wadah buatan yang terbentuk sebagai akibat dibangunnya bendungan. Struktur ini menghambat aliran sungai sehingga menciptakan danau buatan atau waduk. Menurut Kementrian Pekerjaan Umum Indonesia bendungan atau waduk adalah bangunan yang berupa tanah, batu beton, atau pasangan batu yang dibangun selain untuk menahan dan menampung air dapat juga dibangun untuk menampung limbah tambang atau lumpur. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, waduk adalah kolam besar tempat penyimpanan air sediaan untuk berbagai kebutuhan atau mengatur pembagian air dan sebagainya.

Dalam melakukan pendugaaan sisa usia guna waduk, ada beberapa tahap yang harus dilakukan, antara lain:

- a. Memperkirakan besarnya potensi erosi dengan analisis menggunakan metode USLE,
- b. Memperkirakan besarnya material sedimen yang terbawa aliran sungai, dengan cara interpolasi *sediment delivery ratio* (SDR),
- c. Memperkirakan besarnya material sedimen yang masuk ke waduk, dengan menggunakan analisis sedimen *yield*,
- d. Memperkirakan banyaknya material sedimen yang mengendap dan memadat di dasar waduk dengan menggunakan data dari hasil uji lab,
- e. Memperkirakan besarnya efisiensi tampungan dari waduk,
- f. Memperkirakan sisa tampungan mati waduk memperkirakan sisa usia guna waduk.

## **2.2 Fungsi dan Tampungan dalam Waduk**

Beberapa waduk dibangun dengan tujuan untuk memenuhi fungsi lebih dari satu. Berdasarkan fungsinya, waduk diklasifikasikan menjadi dua jenis yaitu :

### **1. Waduk Eka Guna (*Single Purpose*)**

Waduk eka guna adalah waduk yang dioperasikan untuk memenuhi satu kebutuhan saja, misalnya untuk kebutuhan air irigasi, air baku atau PLTA. Pengoperasian waduk eka guna lebih mudah dibandingkan dengan waduk multi guna dikarenakan tidak adanya konflik kepentingan di dalam. Pada waduk eka guna pengoperasian yang dilakukan hanya mempertimbangkan pemenuhan satu kebutuhan.

## 2. Waduk Multi Guna (*Multi Purpose*)

Waduk multi guna adalah waduk yang berfungsi untuk memenuhi berbagai kebutuhan, misalnya waduk untuk memenuhi kebutuhan air, irigasi, air baku dan PLTA. Kombinasi dari berbagai kebutuhan ini dimaksudkan untuk dapat mengoptimalkan fungsi waduk dan meningkatkan kelayakan pembangunan suatu waduk.

Kapasitas tampungan adalah merupakan ruang pada suatu waduk yang menampung sejumlah air dalam jumlah tertentu, menurut ciri fisiknya, kapasitas tampungan waduk dibagi menjadi beberapa bagian antara lain:

Bagian – bagian pokok sebagai ciri fisik suatu waduk menurut (Mulyanto, 1991 : 34) adalah sebagai berikut :

1. Tampungan berguna (*usefull storage*), adalah volume tampungan diantara permukaan genangan minimum Low Water Level
2. Tampungan tambahan (*surcharge storage*) adalah volume air diatas genangan normal selama banjir. Untuk beberapa saat debit meluap melalui pelimpah. Kapasitas tambahan ini biasanya tidak terkontrol, dengan pengertian adanya hanya pada waktu banjir dan tidak dapat dipertahankan untuk penggunaan selanjutnya.
3. Tampungan mati (*dead storage*) adalah volume air yang terletak dibawah permukaan genangan minimum, dan air ini tidak dimanfaatkan dalam pengoperasian waduk.

### 2.3 Perhitungan Laju Sedimentasi Waduk

Waduk dibangun pada alur sungai sebagai alat penampung air mempunyai banyak manfaat, antara lain untuk keperluan penyediaan air irigasi, pembangkit listrik, pengendali banjir. Masuknya aliran sungai yang mengangkut material sedimen ke dalam waduk tidak dapat dihindari. Akumulasi sedimen dalam waduk akan mengurangi kapasitas waduk secara bertahap sehingga menyebabkan fungsi waduk sebagai penampung air semakin berkurang. Ada tiga metode untuk

menentukan akumulasi sedimen dalam waduk, yaitu metode *Inflow–Outflow*, metode empiris, dan *echo sounding*.

#### **2.4.1 Metode *Inflow –Outflow***

Pengaruh waduk terhadap aliran sungai asli adalah pengaruhnya terhadap kecepatan aliran akan lebih lambat dan kemiringan permukaan air akan lebih kecil gejala tersebut menyebabkan adanya daya angkut sungai terhadap sedimen menjadi berkurang dan cenderung mengendap di dalam waduk. Dengan demikian waduk dapat dipandang sebagai suatu media untuk mengukur angkutan sedimen total dari sungai-sungai yang alirannya masuk waduk. Dalam mengukur laju sedimentasi waduk perlu diperhatikan :

- a. Debit sedimen yang masuk waduk (*inflow*)
- b. Debit sedimen yang terendap dalam waduk, volume yang terendap menggambarkan antara debit sedimen yang masuk (*inflow*) dan debit sedimen yang keluar (*outflow*)
- c. Berat spesifik dari endapan sedimen

Perhitungan laju sedimentasi waduk dengan metode *inflow outflow* ini, sedimen yang masuk waduk selalu dinyatakan dalam ton/tahun. Besarnya volume sedimen yang keluar dari waduk tergantung dari dari banyak faktor antara lain ukuran butirnya, luas waduk, debit yang keluar waduk, sifat bahan sedimen, letak outlet waduk. Volume yang ditempati sedimen dalam waduk akan tergantung dari berat spesifik dan material yang diendapkannya.

## 2.4.2. Metode Empiris dengan Perhitungan Laju Erosi Menggunakan Metode *Universal Soil Loss Equation* (USLE)

USLE adalah suatu persamaan untuk memperkirakan kehilangan tanah yang telah dikembangkan oleh *Smith* dan *Wichmeier* tahun 1978. Apabila dibandingkan dengan persamaan kehilangan tanah lainnya. USLE mempunyai kelebihan yaitu variable-variabel yang berpengaruh terhadap besarnya kehilangan tanah dapat diperhitungkan secara terperinci dan terpisah. Sampai saat ini USLE masih dianggap rumus yang paling mendekati kenyataan, sehingga lebih banyak digunakan. Berdasarkan persamaan kehilangan tanah yang dikemukakan oleh *Wischmeier* dan *Smith* (1978) (Mulyanto, 2008: 41), dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$A = R.K.LS.C.P$$

Keterangan:

- A = Jumlah tanah yang hilang rata-rata setiap tahun (ton/ha/tahun)
- R = Indeks daya erosi curah hujan (erosivitas hujan) (KJ/ha)
- 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

### 2.4.2.1 Erosivitas Hujan (R)

Berdasarkan data curah hujan bulanan, faktor erosivitas hujan (R) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$R = \frac{EI}{100} X$$

Keterangan:

R = Erosivitas hujan bulanan (KJ/ha)

EI = Energi kinetik hujan dan intensitas hujan

X = Jumlah musim hujan

#### 2.4.2.2 Erodibilitas Tanah (K)

Indeks kepekaan tanah terhadap erosi atau erodibilitas tanah (K) merupakan jumlah tanah yang hilang rata-rata setiap tahun. semakin tinggi nilai K, tanah semakin peka terhadap erosi. (Mulyanto, 2008: 44)

**Tabel 2.1** Nilai K untuk beberapa jenis tanah di Indonesia

NO	JENIS TANAH	BAHAN INDUK	NILAI K
1	Latosol darmaga (haplortnox)	Tuff vulkan	0.03
2	Latosol (haplortnox)	Tuff vulkan	0.09
3	Latosol merah (humox)	Breksi berkapur	0.26
4	Latosol coklat ( epiguic tropodults)		0.31
5	Regosol (typic dytropept)		0.31
6	Andosol batu		0.08-0.10
7	Litosol (litnic eutripept)		0.16 (clay) 0.26 (siltyclay)

Sumber : Arsyad, 2010

#### 2.4.2.3 Kemiringan dan Panjang Lereng (LS)

Faktor panjang lereng (L), menyatakan efek dari panjang lereng terhadap erosi. Sedangkan S menyatakan efek dari kecuraman lereng terhadap erosi. Kemiringan dan panjang lereng dapat ditentukan melalui peta Topografi. Nilai L dan S dapat dihitung dengan rumus dibawah, dimana L dalam meter dan S dalam persen (Asdak, 2014: 79). Berikut rumus yang digunakan untuk mencari L :

$$L = \left( \frac{X}{22} \right)^m$$

Keterangan:

X = panjang lereng (m)

m = konstanta,

0,5 untuk kecuraman >5%

0,4 untuk kecuraman 3,5% – 4,5%

0,3 untuk kecuraman 1% - 3%

0,2 untuk kecuraman <1%

Berikut rumus yang digunakan untuk mencari S :

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

Keterangan :

S = kemiringan lereng

s = nilai kecuraman / kemiringan lereng aktual (%)

#### **2.4.2.4 Pengelolaan Tanaman (C) dan Tindakan Manusia dalam Konservasi Tanah (P)**

Faktor pengelolaan tanaman (C) adalah perbandingan antara kehilangan tanah dari lahan yang diusahakan untuk penanaman dengan suatu sistem pengolahan, terhadap kehilangan tanah apabila lahan tersebut diolah secara terus menerus tetapi tanpa ditanami. Faktor tindakan manusia dalam pengawetan tanah (P) adalah perbandingan antara besarnya erosi tanah yang hilang pada lahan dengan tindakan pengawetan tertentu terhadap besarnya erosi tanah apabila pada lahan tersebut tanpa tindakan pengawetan tanah (Soewarno, 1995 : 775). Perkiraan faktor CP dapat dilihat pada tabel dibawah ini :



**Tabel 2.2** Perkiraan nilai CP dari berbagai jenis tata guna tanah di Jawa

No.	Jenis Penggunaan Tanah	Nilai C x P
1.	Hutan tak terganggu	0,001
	Tanpa undergrowth	0.003
	Tanpa undergrowth dan seresah	0.005
2.	Semak tak terganggu	0.010
	Sebagai rumput	0.100
3.	Kebun campuran	0.020
	Kebonan	0.070
	Kebun pekarang	0.200
4.	Perkebunan penutup tanah sempurna	0.010
	Perkebunan penutup tanah sebagian	0.070
5.	Perumputan penutup tanah sempurna	0.010
	Ditumbuhi alang – alang	0.020
	Pembakaran alang – alang	0.060
	Jenis serau	0.650
6.	Tanaman pertanian umbi – umbi bakar	0.630
	Tanaman pertanian Biji – bijian	0.510
	Tanaman pertanian Kacang – kacangan	0.360
	Tanaman pertanian Campuran	0.430
	Tanaman pertanian Padi irigasi	0.190

(Soewarno,1991: 775)

## 2.5 Perhitungan SDR (Sediment Delivery Ratio)

*Sediment Delivery Ratio* (SDR) merupakan perbandingan jumlah antara sedimen yang betul-betul terbawa oleh aliran sungai masuk ke dalam waduk terhadap jumlah tanah yang tererosi pada suatu daerah aliran sungai/daerah tangkapan waduk. Besar nilai SDR antara nol sampai dengan satu atau dinyatakan dalam persen (%). Besarnya nilai SDR dalam perhitungan hasil sedimen suatu DAS umumnya ditentukan dengan menggunakan tabel hubungan antara luas DAS dan besarnya SDR. Berikut merupakan tabel dari hubungan antara luas DAS dan besarnya Sediment delivery ratio (SDR) :

**Tabel 2.3.** Tabel Harga SDR

Luas DAS (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

(Suwarno, 1991)

Menurut Asdak (2014), metode analisis terhadap perhitungan hasil sedimen yang digunakan dalam menentukan besarnya perkiraan hasil sedimen (*sediment yield*) dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$S_Y = E_A (SDR) A$$

Di mana:

$S_Y$  = Hasil sedimen persatuan luas (ton/tahun)

$E_A$  = Erosi total tiap satuan luas (ton/ha/tahun)

SDR = Sedimen Delivery Ratio

A = Luas DAS (ha)

## 2.6 Perhitungan Efisiensi Tampungan

Umur sebuah waduk ditentukan oleh sedimen yang mengendap di dalam *dead storage* (tampungan mati). Kemampuan waduk untuk menampung sedimen disebut efisiensi tampungan (*Trap Efficiency*), dinyatakan sebagai presentase dari sedimen total yang mengendap di waduk terhadap sedimen yang masuk waduk. (Soewarno, 1991 :751). Menentukan nilai *Trap Efficiency* dapat digunakan rumus Brune, yaitu:

$$Y = 100 \left( 1 - \frac{1}{1 + ax} \right)^n$$

Keterangan :

$Y$  = efisiensi tampungan

$x$  = perbandingan kapasitas waduk dengan debit masukan

$a$  = konstanta,  $a = 100$ , untuk rata – rata

$a = 65$ , untuk minimum

$a = 130$ , untuk selubung

$n$  = konstanta,  $n = 1,5$ , untuk rata – rata

$n = 2,0$ , untuk minimum

$n = 1,0$ , untuk selubung

## 2.7 Akumulasi Endapan Sedimen dan Usia Guna Waduk

Kapasitas tampungan waduk yang berkurang karena proses sedimentasi, tergantung dari jumlah sedimen yang masuk prosentase dari jumlah sedimen yang mengendap. Bila jumlah sedimen yang masuk lebih besar dibandingkan kapasitas waduknya, maka usia guna waduk tersebut akan berkurang dari usia guna yang telah direncanakan. Pada umumnya umur waduk ditentukan dengan cara menghitung berapa lama tampungan mati terisi penuh sedimen. Adapun perhitungan umur waduk dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$T = \frac{V}{V_s \times E}$$

Keterangan:

$T$  = Umur waduk (tahun)

$V$  = Kapasitas tampungan waduk ( $m^3$ )

$V_s$  = Volume angkutan sedimen ( $m^3$ /tahun)

E = Efisiensi tangkapan waduk (%)

### **2.8. Batimetri (*Echo Sounding*)**

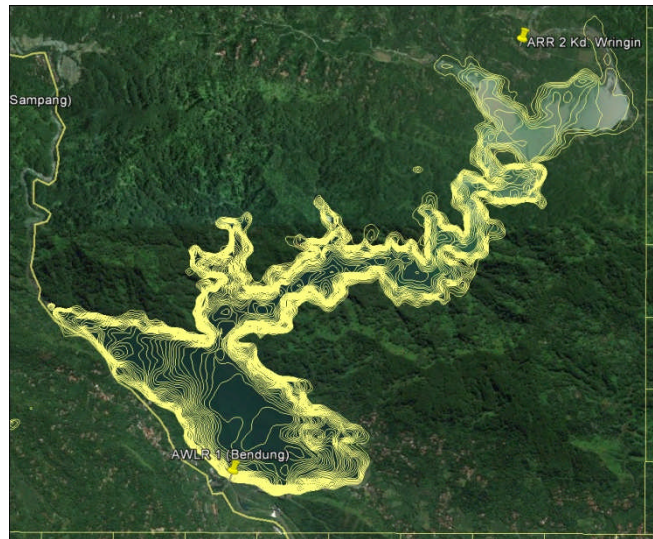
Hasil sedimen tahunan atau musiman dapat juga ditentukan dari pengukuran terhadap perubahan dasar waduk yang dilewati oleh sungai tersebut. Pengukuran perubahan dasar waduk ini disebut dengan *echo sounding*.

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.

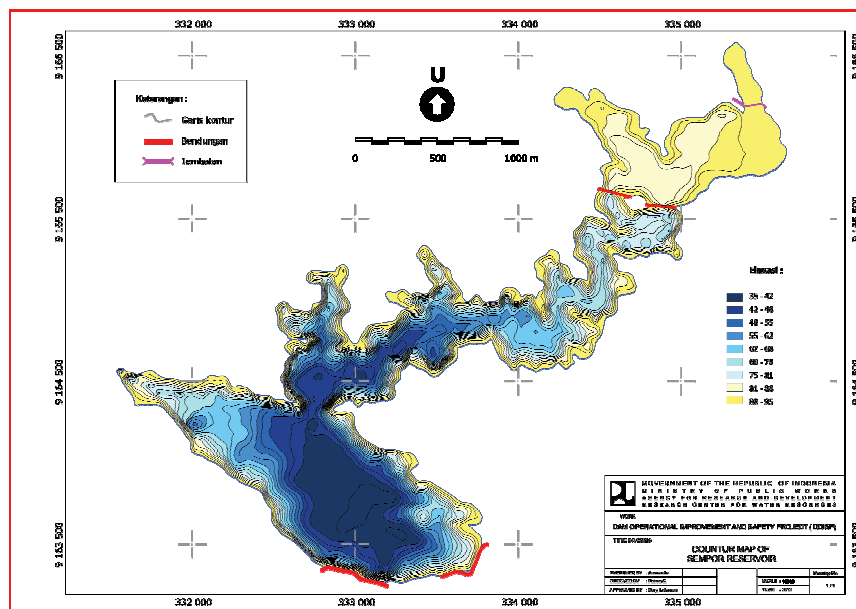
Dari hasil pengukuran *echo sounding* ini digunakan untuk mengetahui besarnya laju sedimentasi yang terjadi yang selanjutnya digunakan untuk memprediksi berapa sisa usia guna waduk.

### **2.9. Data Teknis Waduk Sempor**

Waduk Serbaguna Sempor yang terletak di sungai Kalimandi, desa Sempor, Kecamatan Sempor, Kabupaten Kebumen kira-kira 7 km sebelah utara kota Gombong memiliki data teknis sebagai berikut :



**Gambar 2.3.** Foto udara Waduk Sempor



**Gambar 2.4.** Kontur Waduk Sempor

Kapasitas Waduk maksimum : 52.000.00 m<sup>3</sup>

Kapasitas Waduk efektif : 46.500.000 m<sup>3</sup>

Muka air banjir : + 73,7 m

Muka air tinggi : + 72 m

Muka air rendah : + 43 m

Daerah genangan : 270 ha

## a. Bendungan Utama

Tipe Bendungan : *Rockfill* dam dengan inti kedap air

Volume tubuh bendungan : 1.600.000 m<sup>3</sup>

Tinggi tubuh bendungan : 54 m

Panjang mercu bendungan : 220 m

Lebar mercu bendungan : 10 m

Elevasi mercu bendungan : + 77 m

## b. Bendungan beton

Volume : 14 m<sup>3</sup>

Tinggi : 17 m

Panjang : 137 m

Lebar : 5,6 m

## c. Bendungan Pembantu

Tipe bendungan : *Earth fill*

Volume : 100.000 m<sup>3</sup>

Panjang : 227 m

Lebar mercu : 6 m

Tinggi bendungan : 12 m

## d. Bangunan Pelimpah

Tipe : Saluran peluncur dengan mercu pelimpah bebas

Elevasi mercu : + 72 m

Saluran peluncur panjang : 166 m

Saluran peluncur lebar : 12 m

Kapasitas : 500 m<sup>3</sup>/detik

## e. Terowongan Pengelak

- Diameter	: 3,5 m
Kapasitas	: 80 m <sup>3</sup> /detik
Panjang	: 126 m
- Diameter	: 7 m
Kapasitas	: 320 m <sup>3</sup> /detik
Panjang	: 180 m

## f. Bangunan Pengambilan

Konstruksi	: Pipa baja diameter 2 x 0,9 m
Diameter	: 1,6 m
Panjang	: 168 m
Kapasitas	: 11 m <sup>3</sup> /detik
Pengatur air	: <i>Hollowjet valves</i>

## g. PLTA

Jenis turbin	: <i>Francis, horizontal shaft, single runner</i>
Daya terpasang	: 1,1MW
Produksi tahunan	: 6.000.000 KWH
Tinggi terjun	: 30 m

## h. Bangunan Pembagi

Debit	: m <sup>3</sup> /detik
Lokasi	: Bojong
Lebar	: 44,15 m
Tinggi	: 1 m
Kapasitas pintu barat	: 0,55 m <sup>3</sup> /detik

Kapasitas pintu timur : 12 m<sup>3</sup>/detik

i. Jaringan Saluran Induk

- Saluran Induk Sempor Barat

Panjang : 8,16 Km

Kapasitas : 0,55 m<sup>3</sup>/detik

Luas lahan irigasi : 500 ha

- Saluran Induk Sempor Timur

Panjang : 23,865 Km

Kapasitas : 12 m<sup>3</sup>/detik

Luas lahan irigasi : 5.985 ha

Manfaat utama : Memberikan suplay irigasi kepada daerah irigasi (Bojong barat, Bantar, Bojong Timur, Watubarut, Rowokawuk, Sindut, Kejawang).

Manfaat lain : Tenaga listrik dengan produksi minimal 6.000.000 KWH (pada saat ada pengaliran air irigasi saja)

## 2.10 Penelitian Relevan

Penelitian relevan yang diperoleh untuk memenuhi syarat-syarat penulisan adalah :

**JANNATUL MA'WA. Studi Pendugaan Sisa Usia Guna Waduk Sengguruh dengan Pendekatan Erosi Dan Sedimentasi.** Skripsi, Universitas Brawijaya, 2014. Sampai saat ini, waduk sudah beroperasi selama 24 tahun dengan usia guna rencana yaitu 50 tahun. Studi ini bertujuan untuk mengetahui sisa usia guna Waduk Sengguruh. Perhitungan berkurangnya usia guna waduk menggunakan dua metode yaitu dari hasil erosi menggunakan USLE (*Universal Soil Loss Equation*) sehingga nanti bisa diketahui besarnya SDR (*Sediment Delivery Ratio*)



dan laju sedimen yang masuk. Setelah itu membandingkan hasilnya dengan pengukuran *echo sounding* yang dilakukan Perum Jasa Tirta I, Malang. Besarnya erosi pada Sub DAS Lesti yaitu sebesar 131,098 ton/ha/thn dan untuk DAS Brantas Hulu 552,312 ton/ha/thn. Dengan total erosi sebesar 684,410 ton/ha/thn dengan luas area 1548 km<sup>2</sup>. Sisa usia guna Waduk Sengguruh berdasarkan perhitungan erosi yaitu 1,02 tahun sedangkan berdasarkan hasil pengukuran *echosounding* yaitu 0,63 tahun.

**RENDRA ARIF YUDIARSO. Upaya Konservasi Waduk Selorejo Berdasarkan Perkembangan Peta Penggunaan Lahan Dalam Kurun Waktu Tahun 2000–2011.** Tesis, Universitas Brawijaya, 2014. Waduk Selorejo merupakan salah satu waduk yang dikelola oleh Perum Jasatirta I. Waduk Selorejo direncanakan dengan usia guna efektif 50 tahun, dan sampai dengan tahun 2011 (data terakhir sebagai acuan) waduk ini telah beroperasi selama 38 tahun. Studi ini dilakukan untuk mengetahui besarnya inflow sedimen yang masuk ke waduk, berapa usia guna Waduk Selorejo yang tersisa dari besarnya inflow sedimen tersebut, serta upaya konservasi yang dilakukan untuk mempertahankan usia efektif waduk. Menghitung usia guna Waduk digunakan rumus empiris menurut Linsley. Hasil dari studi ini adalah dari pendekatan empiris diperoleh sisa usiaguna waduk 10.99 tahun (dari 12 tahun sisa usiaguna efektif waduk), pendekatan empiris dengan efisiensi jerat metode *Churchill* diperoleh sisa usiaguna waduk 17.66 tahun.

## **2.11 Kerangka Berpikir**

Waduk adalah bangunan yang berfungsi untuk menampung air, mengairi lahan pertanian, pembangkit listrik tenaga air, olah raga air, pariwisata serta

sumber air minum. 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. Usia guna waduk akan berakhir apabila tampungan mati telah terisi penuh dengan sedimen. Melihat banyaknya fungsi dari waduk tersebut, penting bagi kita untuk menjaga kondisi waduk tetap dalam keadaan baik supaya dapat dioperasikan secara optimal.

Sisa usia guna sebuah waduk ditentukan oleh sisa volume kapasitas tampungan matinya. Sisa tampungan mati yang ada saat ini jauh dari sisa tampungan mati pada umur rencana saat Waduk Sempor dibangun. Permasalahan yang timbul pada waduk adalah masuknya material sedimen yang terangkut aliran sungai ke dalam waduk mengendap dan menyebabkan pendangkalan waduk. Penumpukan sedimen di dalam waduk akan menyebabkan berkurangnya kapasitas tampungan mati waduk secara bertahap sehingga dapat menyebabkan fungsi waduk sebagai penampung air akan semakin berkurang.

Sisa usia guna waduk berhubungan erat dengan erosi sungai yang terjadi pada sungai yang berada di atasnya. Hal ini dapat dilihat dari material erosi yang terangkut dan mengalir di sungai. Erosi dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya iklim yaitu curah hujan, topografi tingkat kemiringan, jenis vegetasi di sekitar sungai dan upaya konservasi lahan di sekitar sungai. Besarnya erosi rata-rata pertahun dapat diperoleh dengan menggunakan data dari hasil perhitungan erosi, data konsentrasi sedimen dan dari nilai besarnya luas DAS. Kemudian nilai yang diperoleh dari perhitungan tersebut digunakan untuk menentukan besarnya debit sedimen yang masuk dengan menggunakan nilai SDR yang diperoleh dari

hasil perhitungan. Analisa *trap efficiency* dilakukan untuk memperoleh nilai sedimen total yang masuk waduk dengan nilai sedimen yang mengisi tampungan mati waduk agar dapat digunakan untuk menduga sisa usia waduk. Hasil pendugaan usia waduk dan hasil uji *echo sounding* dibandingkan dengan sisa usia rencana waduk dan menentukan langkah-langkah yang diperlukan untuk menyesuaikan sisa usia waduk sesuai dengan sisa usia rencana.

## BAB III

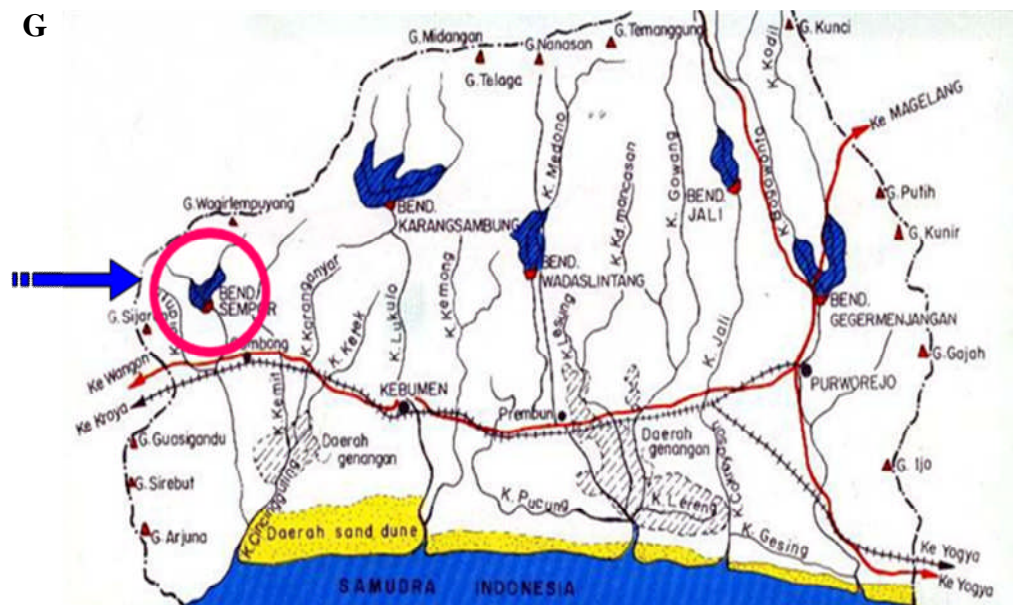
### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menduga sisa usia guna Waduk Sempor dengan pendekatan erosi dan sedimentasi. Apakah kapasitas *dead storage* pada Waduk Sempor masih mampu menampung material sedimen yang masuk ke waduk sesuai dengan umur rencana Waduk Sempor dengan kondisi erosi dan sedimentasi pada saat ini.

#### 3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada Waduk Sempor khususnya wilayah DAS Telomoyo, Sungai Kali Mandi bagian hulu. Waktu penelitian yang dilakukan adalah 6 Mei 2015 s/d 6 Januari 2016.



Gambar 3.1. Lokasi Waduk Sempor

### **3.3 Metode Penelitian**

Metode penelitian yang dipilih adalah metode penelitian kuantitatif yang bersifat survey lapangan dan metode analisis. Dalam hal ini analisis dilakukan dengan mengutip sumber dari buku, jurnal, berita dan juga observasi langsung ke lokasi yang akan dikaji.

### **3.4 Teknik Pengumpulan Data**

Dalam pengumpulan data yang dibutuhkan untuk perhitungan ini, penulis mendapatkan beberapa data dari sumber yang berbeda. Untuk data primer mengenai aktivitas wisatawan dan lingkungan di Waduk Sempor, penulis melakukan survey lapangan. Untuk data sekunder mengenai curah hujan didapat dari Balai Besar Wilayah Sungai Probolo, peta tata guna lahan, data hasil uji *echo sounding*, data debit harian didapat dari PPKO Waduk Sempor, peta kontur dan peta tata guna lahan didapat dari dinas SDA ESDM.

#### **3.4.1. Pengumpulan Data**

Sebelum mengumpulkan dan mengolah data, terdapat tahapan persiapan yang perlu dilaksanakan. Tahapan-tahapan persiapannya adalah sebagai berikut:

1. Studi pustaka terhadap materi untuk menentukan garis besar dari penelitian yang akan diangkat.
2. Mengidentifikasi data-data yang diperlukan dalam penelitian.
3. Menentukan instansi terkait yang dapat dijadikan narasumber dan memperoleh data penelitian.
4. Membuat surat izin penelitian.

5. Survey lokasi untuk mendapatkan gambaran umum mengenai kondisi eksisting objek penelitian.

### **3.4.2. Instrumen Penelitian**

Untuk mendapatkan data-data yang diperlukan dalam penelitian ini maka penulis melakukan pengumpulan data, antara lain dengan cara:

1. Metode Dokumen

Metode dokumen dilakukan dengan cara mengumpulkan, mengidentifikasi dan mengolah sumber pustaka perencanaan yang dapat berupa berita, jurnal, riset, data tertulis, laporan, dan sumber lain yang relevan dengan objek penelitian.

2. Metode Observasi

Metode observasi dalam pengumpulan data adalah dengan melakukan pengamatan langsung terhadap lokasi penelitian untuk mengetahui kondisi eksisting, dan juga untuk mendapatkan data primer dan sekunder antara lain:

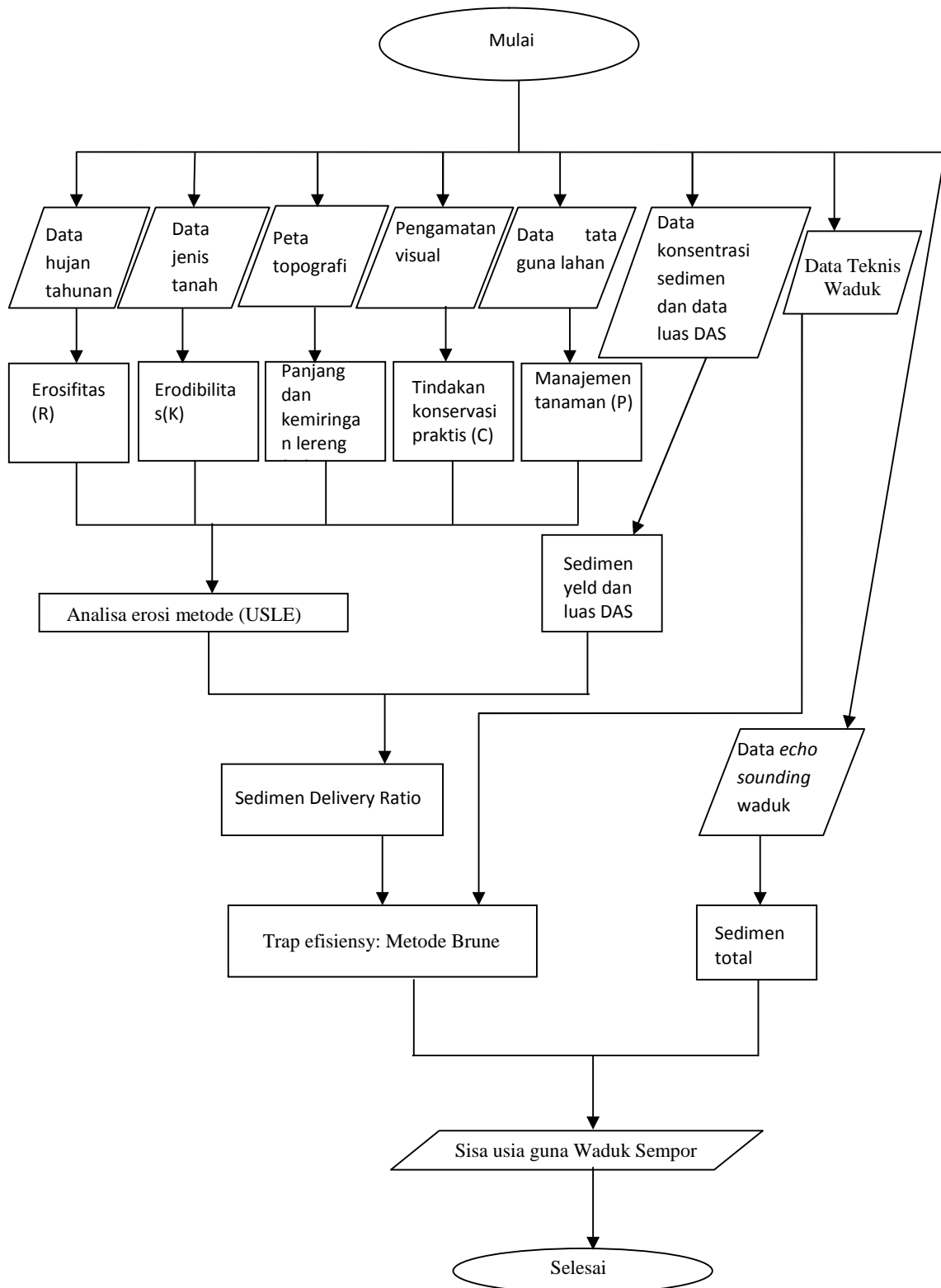
- a. Data curah hujan bulanan selama 10 tahun terakhir dari 5 stasiun hujan terdekat dengan lokasi penelitian yaitu titik stasiun hujan Gombang, Somagede, Sampang, Sempor, dan Kedungwringin
- b. Data dan informasi gambaran umum objek penelitian dari kantor Penjagaan Pintu Klep Otomatis (PPKO) Sempor
- c. sumber referensi dan perhitungan yang terkait dengan waduk dari buku karangan Soewarno, Mulyanto, dan Asdak.

### 3.5 Teknik Analisis

Sedangkan untuk memperkirakan besarnya laju erosi dan sedimentasi pada Waduk Sempor perhitungan yang dilakukan menggunakan metode empiris *Universal Soil Loss Equation* (USLE) yang dikembangkan oleh Wischmeir dan Smith untuk memperkirakan besarnya potensial erosi. Berikut ini adalah beberapa langkah yang perlu dilaksanakan untuk memperkirakan sisa usia guna Waduk Sempor, antara lain :

1. Mengolah data curah hujan, peta topografi, peta jenis tanah, peta penutup lahan, data tata guna lahan, dan data pengamatan visual untuk mendapatkan nilai faktor – faktor yang dipakai dalam perhitungan dengan metode USLE.
2. Memperkirakan besarnya *sediment delivery ratio* (SDR) dengan menggunakan data dari perhitungan erosi dan dari nilai besarnya luas DAS untuk menentukan besarnya sedimen yang masuk waduk.
3. Melakukan analisa untuk menentukan besarnya sedimen yang mengendap ke dasar waduk.
4. Analisa *trap efficiency*. Pada tahapan ini kita memperoleh nilai sedimen total yang masuk waduk dengan nilai sedimen yang mengisi tampungan mati waduk agar dapat digunakan untuk menghitung usia waduk dan peningkatan volume sedimen.
5. Perhitungan sisa usia guna waduk berdasarkan nilai – nilai yang diperoleh dari perhitungan yang dilakukan pada tahapan sebelumnya.

### 3.6. Diagram Alur Penelitian



**Bagan 3.1** .Alur Penelitian

Sumber: Penulis



## **BAB IV**

### **HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Deskripsi Data**

Untuk menentukan sisa usia guna dari waduk sempor perlu dilakukan analisis dengan metode empiris dapat digunakan data primer dan sekunder. Data dasar yang sangat dibutuhkan dalam memperkirakan sisa usia guna Waduk Sempor yang diperoleh dari instansi maupun dengan berdasarkan pengamatan langsung. Data dan persyaratan untuk menentukan sisa usia guna dari waduk sempor dijelaskan sebagai berikut:

- (1) Data permasalahan dan data kuantitatif pada lokasi Waduk Sempor yang meliputi kapasitas tampungan mati yang tersisa dari Waduk Sempor, debit yang masuk dan keluar, dan data konsentrasi sedimen Waduk Sempor.
- (2) Data keadaan fungsi, sistem, geometri dan Waduk Sempor.
- (3) Data daerah pengaliran sungai meliputi hidrologi, kontur tanah Kecamatan Tambak-Gombang dan tata guna lahan, dan jenis tanah Jawa Tengah

#### **4.2. Analisis dan Hasil**

Untuk menentukan sisa usia guna dari waduk sempor perlu dilakukan analisis dengan metode empiris sebagai berikut:

##### **4.2.1. Menduga besarnya Erosi Menggunakan Metode *Universal Soil Loss Equation* (USLE)**

Untuk mendapatkan perkiraan besarnya nilai erosi, perlu ditentukan terlebih dahulu faktor – faktor dari rumus USLE seperti :

### 1. Erosivitas Hujan (R)

Untuk dapat menghitung nilai erosivitas hujan, diperlukan beberapa nilai seperti erosivitas hujan rata-rata tahunan, curah hujan maksimal tahunan, jumlah hari hujan per tahun, curah hujan maksimum harian dalam sebulan. Perhitungan erosivitas hujan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 2 halaman 66 sampai dengan 73.

$$EI_{30} = 6,12 (\text{RAIN})^{1,21} (\text{DAYS})^{-0,47} (\text{MAXP})^{0,53}$$

$EI_{30}$  = erosivitas hujan rata-rata tahunan

RAIN = curah hujan maksimal tahunan (cm)

DAYS = jumlah hari hujan per tahun (hari)

MAXP = curah hujan maksimum harian dalam sebulan (cm)

$$R = EI_{30}/100 \times X$$

X = banyaknya tahun yang ditinjau sebagai acuan perhitungan

**Tabel 4.1.** Perhitungan nilai Erosivitas Hujan

Stasiun	Nilai R
Gombang	49,53
Somagede	50,45
Sempor	54,19
Sampang	56,96
Kedungwringin	53,69
Rerata	52,96

Sumber : Hasil Perhitungan

Nilai faktor R diperoleh dari perhitungan data curah hujan di Stasiun Gombang, Sempor, Kedungwringin, Somagede, dan Sampang selama 10 tahun. Nilai faktor R ini diperlukan dalam menentukan besarnya potensi erosi yang terjadi di wilayah hulu waduk sempor. Dari perhitungan diatas didapatkan nilai faktor R sebesar 52,96.

## 2. Erodibilitas Tanah (K)

Jenis tanah di sekitar sungai kalimandi adalah Latosol Merah dengan bahan induk tuff vulkan, bentuk tanah membulat, daya serap tanah tinggi sehingga air mudah meresap ke dalam tanah. Berdasarkan tabel 4.2 nilai K yang diperoleh adalah 0,09.

**Tabel 4.2.** Nilai K untuk beberapa jenis tanah di Indonesia

NO	JENIS TANAH	NILAI K
1	Latosol ( <i>Haplortnox</i> )	0.09
2	Latosol merah ( <i>Humox</i> )	0.12
4	Latosol coklat	0.31
5	Regosol ( <i>Typic Dytropept</i> )	0.31
6	Andosol batu	0.08-0.10
7	Litosol ( <i>Litnic Eutripept</i> )	0.16 (clay) 0.26 (siltyclay)

Sumber : Arsyad, 2010

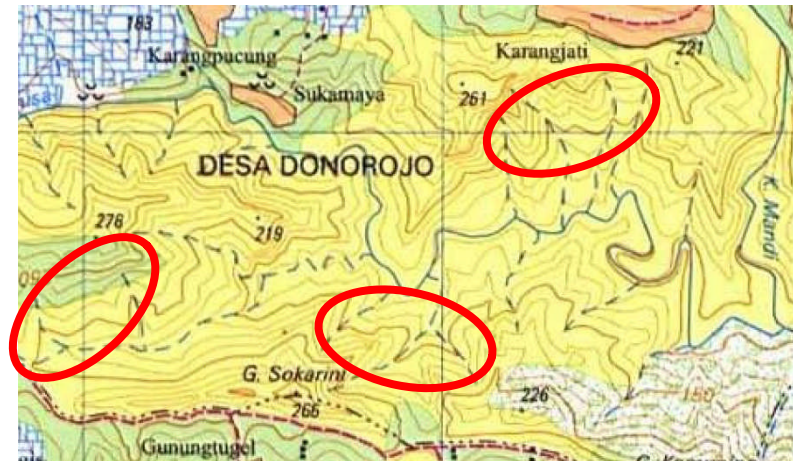


**Gambar 4.1.** Peta Jenis Tanah Jawa Tengah (Sumber : Badan Pertanahan)

## 3. Perhitungan Kemiringan dan Panjang Lereng (LS)



**Gambar 4.2 .** Peta Kontur Tambak - Gombang



**Gambar 4.3.** Peta Kontur Desa Donorojo

a. Desa Donorojo

Mata air 1, dari peta kontur diperoleh data:

Jumlah garis kontur = 12

Jarak antar kontur = 12,5 m

Beda tinggi = (Jumlah garis kontur) x (jarak antar kontur)  
 = 12 x 12,5 = 150 m

Jarak kedua titik pada peta = 4,8 cm

Skala peta = 1 : 25.000

Jarak sebenarnya = (Jarak kedua titik pada peta) x (skala peta)  
 = 4,8 x 25.000 = 1.200 m

Menghitung besarnya kemiringan lereng aktual (s)

$$s = \frac{\text{beda tinggi}}{\text{jarak sebenarnya}} \times 100\%$$

$$s = \frac{150}{1200} \times 100\%$$

$s = 12,5 \%$ , maka nilai m yang digunakan adalah 0,5

Menghitung besarnya faktor panjang lereng (L)

Diketahui : Panjang Lereng = 1.200 m

$$L = \left( \frac{\text{panjang lereng}}{22} \right)^{0,5}$$

$$L = \left( \frac{1200}{22} \right)^{0,5}$$

$$L = 7,38 \text{ m}$$

Menghitung besarnya nilai faktor kemiringan lereng (S)

Diketahui :  $s = 12,5$

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

$$S = \frac{(0,43 + (0,30 \times 12,5) + (0,04 \times 12,5^2))}{6,61}$$

$$S = 0,0071$$

Perhitungan Nilai LS

Diketahui :  $L = 7,38$

$$S = 0,0071$$

$$LS_1 = 7,38 \times 0,0071 = 0,0523$$

Mata air 2, dari peta kontur diperoleh data:

Jumlah garis kontur = 6

Jarak antar kontur = 12,5 meter

beda tinggi = (Jumlah garis kontur) x (Jarak antar kontur)

$$= 6 \times 12,5 = 150 \text{ m}$$

Jarak kedua titik pada peta = 2,2 cm

$$\text{Skala pada peta} = 1 : 25000$$

$$\text{jarak sebenarnya} = (\text{Jarak kedua titik pada peta}) \times (\text{skala pada peta})$$

$$= 2,2 \times 25000 = 550 \text{ m}$$

Menghitung besarnya kemiringan lereng aktual (s)

$$s = \frac{\text{beda tinggi}}{\text{jarak sebenarnya}} \times 100\%$$

$$s = \frac{75}{550} \times 100\%$$

$$s = 13,6 \%, \text{ maka nilai } m \text{ yang digunakan adalah } 0,5$$

Menghitung besarnya faktor panjang lereng (L)

Diketahui : Panjang lereng = 550 m

$$L = \left( \frac{\text{panjang lereng}}{22} \right)^{0,5}$$

$$L = \left( \frac{550}{22} \right)^{0,5}$$

$$L = 5$$

Menghitung besarnya nilai faktor kemiringan lereng (S)

Diketahui :  $s = 13,6 \%$

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

$$S = \frac{(0,43 + (0,30 \times 0,136) + (0,04 \times 0,136^2))}{6,61}$$

$$S = 0,0066$$

$$\text{Nilai } LS_2 = 5 \times 0,0066 = 0,033$$

b. Desa Sokarini

Mata air 1, dari peta kontur diperoleh data:

$$\text{Jumlah garis kontur} = 7$$

$$\text{Jarak antar kontur} = 12,5 \text{ meter}$$

$$\text{Beda tinggi} = (\text{Jumlah garis kontur}) \times (\text{jarak antar kontur})$$

$$= 7 \times 12,5 = 87,5 \text{ m}$$

$$\text{Jarak kedua titik pada peta} = 1,7 \text{ cm}$$

$$\text{Skala pada peta} = 1 : 25000$$

$$\text{Jarak sebenarnya} = (\text{Jarak kedua titik pada peta}) \times (\text{skala pada peta})$$

$$= 0,017 \times 25000 = 425 \text{ m}$$

Menghitung besarnya kemiringan lereng aktual (s)

$$s = \frac{\text{beda tinggi}}{\text{jarak sebenarnya}} \times 100\%$$

$$s = \frac{87,5}{425} \times 100\%$$

$s = 20,5 \%$ , maka nilai m yang digunakan adalah 0,5

Menghitung besarnya faktor panjang lereng (L)

diketahui : panjang lereng = 425 m

$$L = \left( \frac{\text{panjang lereng}}{22} \right)^{0,5}$$

$$L = \left( \frac{425}{22} \right)^{0,5}$$

$$L = 4,39$$

Menghitung besarnya nilai faktor kemiringan lereng(S)

Diketahui :  $s = 20,5\%$

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

$$S = \frac{(0,43 + (0,30 \times 0,205) + (0,04 \times 0,205^2))}{6,61}$$

$$S = 0,0076$$

$$\text{Nilai } LS_3 = 4,39 \times 0,0076 = 0,0337$$

Mata air 2, dari peta kontur diperoleh data:

$$\text{Jumlah garis kontur} = 8$$

$$\text{Jarak antar kontur} = 12,5 \text{ meter}$$

$$\text{beda tinggi} = (\text{Jumlah garis kontur}) \times (\text{jarak antar kontur})$$

$$= 8 \times 12,5 = 100 \text{ m}$$



Jarak kedua titik pada peta = 1,7 cm

Skala pada peta = 1 : 25000

Jarak sebenarnya = 1,7 x 25000 = 425 m

Menghitung besarnya kemiringan lereng aktual (s)

$$s = \frac{\text{beda tinggi}}{\text{jarak sebenarnya}} \times 100\%$$

$$s = \frac{100}{425} \times 100\%$$

s = 23,5 %, maka nilai m yang digunakan adalah 0,5

Menghitung besarnya faktor panjang lereng (L)

Diketahui : Panjang lereng = 425 m

$$L = \left( \frac{\text{panjang lereng}}{22} \right)^{0,5}$$

$$L = \left( \frac{425}{22} \right)^{0,5}$$

$$L = 4,39 \text{ m}$$

Menghitung besarnya nilai faktor kemiringan lereng (S)

Diketahui : s = 23,5%

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

$$S = \frac{(0,43 + (0,30 \times 0,235) + (0,04 \times 0,235^2))}{6,61}$$

$$S = 0,0079$$

$$\text{Nilai } LS_4 = 4,39 \times 0,0079 = 0,03$$

c. Karangjati

Mata air 1, dari peta kontur diperoleh data:

$$\text{Jumlah garis kontur} = 14$$

$$\text{Jarak antar kontur} = 12,5 \text{ meter}$$

$$\text{Beda tinggi} = (\text{Jumlah garis kontur}) \times (\text{jarak antar kontur})$$

$$= 14 \times 12,5 = 175 \text{ m}$$

$$\text{Jarak kedua titik pada peta} = 2,1 \text{ cm}$$

$$\text{Skala pada peta} = 1 : 25000$$

$$\text{Jarak sebenarnya} = (\text{Jarak kedua titik pada peta}) \times (\text{skala pada peta})$$

$$= 2,1 \times 25000 = 525 \text{ m}$$

Menghitung besarnya kemiringan lereng aktual (s)

$$s = \frac{\text{beda tinggi}}{\text{jarak sebenarnya}} \times 100\%$$

$$s = \frac{175}{525} \times 100\%$$

$$s = 33,3 \%, \text{ maka nilai } m \text{ yang digunakan adalah } 0,5$$

Menghitung besarnya faktor panjang lereng(L)

Diketahui : Panjang lereng = 525 m

$$L = \left( \frac{\text{panjang lereng}}{22} \right)^{0,5}$$

$$L = \left( \frac{525}{22} \right)^{0,5}$$

$$L = 4,88 \text{ m}$$

Menghitung besarnya nilai faktor kemiringan lereng(S)

Diketahui :  $s = 33,3 \%$

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

$$S = \frac{(0,43 + (0,30 \times 0,333) + (0,04 \times 0,333^2))}{6,61}$$

$$S = 0,0086$$

$$\text{Nilai } LS_5 = 4,88 \times 0,0086 = 0,042$$

Mata air 2, dari peta kontur diperoleh data:

$$\text{Jumlah garis kontur} = 14$$

$$\text{Jarak antar kontur} = 12,5 \text{ meter}$$

$$\text{Beda tinggi} = (\text{Jumlah garis kontur}) \times (\text{jarak antar kontur})$$

$$= 14 \times 12,5 = 175 \text{ m}$$

$$\text{Jarak kedua titik pada peta} = 2 \text{ cm}$$

$$\text{Skala pada peta} = 1 : 25000$$

$$\text{Jarak sebenarnya} = (\text{Jarak kedua titik pada peta}) \times (\text{skala pada peta})$$

$$= 2 \times 25.000$$

Menghitung besarnya kemiringan lereng aktual (s)

$$s = \frac{\text{beda tinggi}}{\text{jarak sebenarnya}} \times 100\%$$

$$s = \frac{175}{500} \times 100\%$$

$s = 35 \%$ , maka nilai  $m$  yang digunakan adalah 0,5

Menghitung besarnya faktor panjang lereng (L)

diketahui : Panjang lereng = 500 m

$$L = \left( \frac{\text{panjang lereng}}{22} \right)^{0,5}$$

$$L = \left( \frac{500}{22} \right)^{0,5}$$

$$L = 4,76 \text{ m}$$

Menghitung besarnya nilai faktor kemiringan lereng (S)

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

$$S = \frac{(0,43 + (0,30 \times 0,35) + (0,04 \times 0,35^2))}{6,61}$$

$$S = 0,0088$$

$$\text{Nilai } LS_6 = 4,76 \times 0,0088 = 0,042$$

d. Igir Sigendon

Mata air 1, dari peta kontur diperoleh data:

Jumlah garis kontur = 12

Jarak antar kontur = 12,5 m

Beda tinggi = (Jarak garis kontur) x (jarak antar kontur)

$$= 12 \times 12,5 = 150$$

Jarak kedua titik pada peta = 4,4 cm

Skala pada peta = 1 : 25000

Jarak sebenarnya = (jarak kedua titik pada peta) x (skala pada peta)

$$= 4,4 \times 25.000 = 1.100 \text{ m}$$

Menghitung besarnya kemiringan lereng aktual (s)

$$s = \frac{\text{beda tinggi}}{\text{jarak sebenarnya}} \times 100\%$$

$$s = \frac{150}{1100} \times 100\%$$

$s = 13,6 \%$ , maka nilai m yang digunakan adalah 0,5

Menghitung besarnya faktor panjang lereng(L)

Diketahui : Panjang Lereng = 1100 m

$$L = \left( \frac{\text{panjang lereng}}{22} \right)^{0,5}$$

$$L = \left( \frac{1100}{22} \right)^{0,5}$$

$$L = 7,07$$

Menghitung besarnya nilai faktor kemiringan lereng (S) :

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

$$S = \frac{(0,43 + (0,30 \times 0,136) + (0,04 \times 0,136^2))}{6,61}$$

$$S = 0,0072$$

$$\text{Nilai } LS_8 = 7,07 \times 0,0072 = 0,0511$$

Mata air 2, dari peta kontur diperoleh data:

$$\text{Jumlah garis kontur} = 10$$

$$\text{Jarak antar kontur} = 12,5 \text{ meter}$$

$$\begin{aligned} \text{Beda tinggi} &= (\text{Jarak garis kontur}) \times (\text{jarak antar kontur}) \\ &= 10 \times 12,5 = 125 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Jarak kedua titik pada peta} = 3 \text{ cm}$$

$$\text{Skala pada peta} = 1 : 25000$$

$$\begin{aligned} \text{Jarak sebenarnya} &= (\text{jarak kedua titik pada peta}) \times (\text{skala pada peta}) \\ &= 3 \times 25.000 = 750 \text{ m} \end{aligned}$$

Menghitung besarnya kemiringan lereng aktual(s)

$$s = \frac{\text{beda tinggi}}{\text{jarak sebenarnya}} \times 100\%$$

$$s = \frac{125}{750} \times 100\%$$

$$s = 16,6 \%, \text{ maka nilai } m \text{ yang digunakan adalah } 0,5$$

Menghitung besarnya faktor panjang lereng (L)

Diketahui : Panjang lereng = 750 m

$$L = \left( \frac{\text{panjang lereng}}{22} \right)^{0,5}$$

$$L = \left(\frac{750}{22}\right)^{0,5}$$

$$L = 5,83$$

Menghitung besarnya nilai faktor kemiringan lereng (S)

Diketahui :  $s = 16,6$

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

$$S = \frac{(0,43 + (0,30 \times 0,166) + (0,04 \times 0,166^2))}{6,61}$$

$$S = 0,0074$$

$$\text{Nilai } LS_9 = 5,83 \times 0,0074 = 0,043$$

Mata air 3, dari peta kontur diperoleh data:

$$\text{Jumlah garis kontur} = 11$$

$$\text{Jarak antar kontur} = 12,5 \text{ meter}$$

$$\begin{aligned} \text{Beda tinggi} &= (\text{Jarak garis kontur}) \times (\text{jarak antar kontur}) \\ &= 11 \times 12,5 = 137,5 \end{aligned}$$

$$\text{Jarak kedua titik pada peta} = 2,2 \text{ cm}$$

$$\text{Skala pada peta} = 1 : 25000$$

$$\begin{aligned} \text{Jarak sebenarnya} &= (\text{Jarak kedua titik pada peta}) \times (\text{skala pada peta}) \\ &= 2,2 \times 25.000 = 550 \text{ m} \end{aligned}$$

Menghitung besarnya kemiringan lereng aktual (s)

$$s = \frac{\text{beda tinggi}}{\text{jarak sebenarnya}} \times 100\%$$

$$s = \frac{137,5}{550} \times 100\%$$

$s = 25 \%$ , maka nilai  $m$  yang digunakan adalah 0,5

Menghitung besarnya faktor panjang lereng (L)

Diketahui : Panjang Lereng = 550 m

$$L = \left( \frac{\text{panjang lereng}}{22} \right)^{0,5}$$

$$L = \left( \frac{550}{22} \right)^{0,5}$$

$$L = 5$$

Menghitung besarnya nilai faktor kemiringan lereng(S)

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

$$S = \frac{(0,43 + (0,30 \times 0,25) + (0,04 \times 0,25^2))}{6,61}$$

$$S = 0,00801$$

$$\text{Nilai } LS_{10} = 5 \times 0,00801 = 0,040$$

e. Igir Padurekso

Mata air 1, dari peta kontur diperoleh data:

Jumlah garis kontur = 9

Jarak antar kontur = 12,5 meter

Beda tinggi = (Jumlah garis kontur) x (jarak antar kontur)

$$= 9 \times 12,5 = 112,5 \text{ m}$$



$$\text{Jarak kedua titik pada peta} = 3,8 \text{ cm}$$

$$\text{Skala peta} = 1 : 25000$$

$$\begin{aligned} \text{Jarak sebenarnya} &= (\text{Jarak kedua titik pada peta}) \times (\text{skala peta}) \\ &= 3,8 \times 25.000 = 950 \text{ m} \end{aligned}$$

Menghitung besarnya kemiringan lereng aktual (s)

$$s = \frac{\text{beda tinggi}}{\text{jarak sebenarnya}} \times 100\%$$

$$s = \frac{112,5}{950} \times 100\%$$

$$s = 11,8 \%, \text{ maka nilai } m \text{ yang digunakan adalah } 0,5$$

Menghitung besarnya faktor panjang lereng (L)

Diketahui : Panjang Lereng = 950 m

$$L = \left( \frac{\text{panjang lereng}}{22} \right)^{0,5}$$

$$L = \left( \frac{950}{22} \right)^{0,5}$$

$$L = 6,57$$

Menghitung besarnya nilai faktor kemiringan lereng (S)

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

$$S = \frac{(0,43 + (0,30 \times 0,118) + (0,04 \times 0,118^2))}{6,61}$$

$$S = 0,0071$$

$$\text{Nilai } LS_{11} = 6,57 \times 0,0071 = 0,046$$

f. Kalimandi

Mata air 1, dari peta kontur diperoleh data:

$$\text{Titik tertinggi} = 239 \text{ m}$$

$$\text{Titik terendah} = 53 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Beda tinggi} &= \text{Titik tertinggi} - \text{titik terendah} \\ &= 239 - 53 = 186 \end{aligned}$$

$$\text{Jarak sebenarnya} = 4300 \text{ m}$$

Menghitung besarnya kemiringan lereng aktual (s)

$$s = \frac{\text{beda tinggi}}{\text{jarak sebenarnya}} \times 100\%$$

$$s = \frac{186}{4300} \times 100\%$$

$$s = 43 \%, \text{ maka nilai } m \text{ yang digunakan adalah } 0,5$$

Menghitung besarnya faktor panjang lereng(L)

Diketahui : Panjang Lereng = 4300 m

$$L = \left( \frac{\text{panjang lereng}}{22} \right)^{0,5}$$

$$L = \left( \frac{4300}{22} \right)^{0,5}$$

$$L = 8,24$$

Menghitung besarnya nilai faktor kemiringan lereng (S)

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

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

$$S = 0,0067$$

$$\text{Nilai } LS_{12} = 8,24 \times 0,0067 = 0,055$$

LS rata – rata =

$$\begin{aligned} & LS_1 + LS_2 + LS_3 + LS_4 + LS_5 + LS_6 + LS_7 + LS_8 + LS_9 + LS_{10} + LS_{11} + LS_{12} \\ &= \frac{5,23+3,3+3,37+3,4+4,2+4,2+5,11+4,3+4,0+4,6+5,5}{12} \\ &= 3,93 \end{aligned}$$

Faktor L merupakan efek dari panjang lereng terhadap erosi dan S merupakan efek dari kecuraman lereng terhadap erosi. Hasil dari perhitungan beberapa mata air Donorojo, Igir Sigendon, Igir Padurekso, Sokarini, dan Karangjati diatas diperoleh nilai LS sebesar 3,93.

#### 4. Pengelolaan Tanaman (C) dan Tindakan Manusia dalam Konservasi Tanah (P)

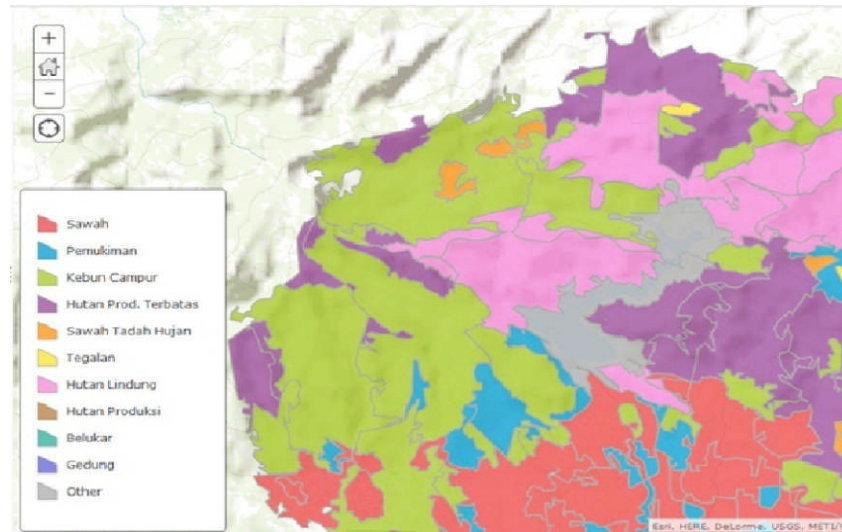
Berdasarkan data dari peta tata guna lahan, dapat ditentukan nilai dari faktor CP sebagai berikut :

**Tabel. 4.3.** Perhitungan nilai faktor CP

	Luas lahan (Km <sup>2</sup> )	Nilai CXP	Faktor CXP
Hutan Produksi	5,18	0,05	0,259
Hutan Lindung	5,11	0,001	0,00511
Kebun Campur	0,16	0,2	0,032
Tegalan	1,15	0,43	0,4945
Rata – Rata			0,197653

Sumber : Hasil Perhitungan

Dengan tata guna lahan di bagian hulu Waduk Sempor adalah berupa hutan produksi, hutan lindung, kebun campur, dan tegalan, maka didapat nilai dari faktor CP adalah 0,197.



**Gambar 4.4.**Peta tata guna lahan (Sumber :Dinas Kehutanan)

#### 5. Menentukan nilai erosi

Berdasarkan nilai dari beberapa faktor- faktor yang mempengaruhi besarnya erosi pada persamaan USLE, seperti faktor erosivitas hujan yang besarnya 52,96, faktor erodibilitas tanah yang nilainya 0,09, faktor panjang lereng dan faktor kemiringan lereng yang nilainya 3,93, serta faktor konservasi tanah dan tata guna lahan yang besarnya 0,197, maka dapat dihitung perkiraan besarnya erosi sebagai berikut :

$$A = R.K.LS.CP$$

Keterangan:

A = Jumlah tanah yang hilang rata-rata setiap tahun (ton/ha/tahun)

R = Indeks daya erosi curah hujan (erosivitas hujan) (N/h)

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

$$A = 52,96 \times 0,09 \times 3,93 \times 0,197$$

$$A = 3,69 \text{ ton/ha/tahun}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas maka perkiraan besarnya erosi yang terjadi adalah 1,64 ton/ha/tahun.

Dicky Joko Wardono sebagai Kepala Teknik Informatika di Balai Besar Wilayah Sungai Probolo mengatakan erosi yang terjadi disebabkan karena perubahan tata guna lahan yang semula hutan tak terganggu berubah menjadi hutan produksi dan atau kebun campur, keduanya menyebabkan tanah kehilangan beberapa penutup lahan alami yaitu serasah dan hewan-hewan kecil yang menjaga kesuburan tanah dan tanaman alami menahan tanah dan atau beberapa jenis tanaman pagar yang mampu menahan tanah dari derasnya arus air pada saat turun hujan.

#### 4.2.2 Perhitungan SDR (Sediment Delivery Ratio)

Besarnya SDR (Sediment Delivery Ratio) dapat ditentukan dengan cara interpolasi dengan luas DAS 11,6 km<sup>2</sup>. Berdasarkan tabel 4.4, nilai SDR adalah sebagai berikut:

**Tabel 4.4.** Hubungan luas DAS dengan nilai SDR

Luas DAS (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 :Suwarno, 1991

Metode interpolasi untuk menentukan besarnya nilai SDR berdasarkan tabel diatas adalah sebagai berikut :

$$24 - \left( \frac{1,6}{40} \times 9 \right) = 23,64\%$$

Jadi besarnya material sedimen yang terangkut aliran sungai sampai masuk ke waduk adalah sebesar 23,64%. Sedangkan sedimen total yang masuk waduk adalah sebagai berikut :

$$S_Y = E_A (\text{SDR}) A$$

$$S_Y = 3,69 \times 0,2364 \times 1.160$$

$$S_Y = 1.011,9 \text{ ton/tahun}$$

$$S_Y = 11.711,8 \text{ m}^3/\text{tahun}$$

Jadi, besarnya sedimen total yang masuk ke waduk adalah sebesar 1.011,9 ton/tahun atau 11.711,8 m<sup>3</sup>/tahun. Hal menyebabkan potensi pendangkalan waduk dalam waktu yang singkat karena sedimen yang masuk ke dalam waduk per tahunnya mencapai lebih dari 1.000 ton atau dengan volume sebesar lebih dari 10.000 m<sup>3</sup>. Maka dari itu sebaiknya sebelum sedimen masuk kedalam waduk pengelola terlebih dahulu melakukan upaya untuk mencegah masuknya material sedimen yang akan masuk kedalam waduk.

#### 4.2.3. Perhitungan Efisiensi Tampungan

Efisiensi tampungan adalah fungsi dari perbandingan kapasitas volume simpan waduk dengan *inflow* total tahunan rata-rata. Efisiensi tampungan dapat dihitung dengan cara sebagai berikut :

$$Y = 100 \left( 1 - \frac{1}{1 + ax} \right)^n$$

Keterangan :

Y = efisiensi tampungan

x = perbandingan kapasitas waduk dengan debit masukan

$a =$  konstanta,  $a = 100$ , untuk perbandingan kapasitas volume simpan waduk dengan *inflow* total tahunan rata-rata

$n =$  konstanta,  $n = 1,5$ , untuk perbandingan kapasitas volume simpan waduk dengan *inflow* total tahunan rata-rata

diketahui:

$$x = \frac{36.860.000}{109.114.560}$$

$$x = 0,33781$$

$$Y = 100 \left( 1 - \frac{1}{100 + 0,3378} \right)$$

$$Y = 100 \left( 1 - \frac{1}{100,3378} \right)$$

$$Y = 100 (1 - 0,00996)$$

$$Y = 100(0,99)$$

$$Y = 99\%$$

Waduk Sempor merupakan waduk dengan kapasitas kecil, maka perbandingan antara debit air yang masuk dengan air yang disimpan atau ditahan relatif untuk waktu yang singkat, maka besarnya nilai efisiensi tampungan yang diperoleh dari perhitungan diatas adalah sebesar 99%.

#### 4.2.4. Akumulasi Endapan Sedimen dan Usia Waduk

Dengan sisa kapasitas tampungan mati sebesar 0,42 juta m<sup>3</sup>, dan besarnya sedimen yang mengendap di waduk setiap tahunnya sebanyak 0,014 juta m<sup>3</sup>, serta efisiensi tangkapan waduk sebesar 70% , maka dapat diperkirakan besarnya sisa usia guna waduk sebagai berikut :

$$T = \frac{V}{V_s \times E}$$

Keretangan :

T = Umur waduk (tahun)

V = Kapasitas tampungan mati waduk (m<sup>3</sup>)

V<sub>s</sub> = Volume angkutan sedimen (m<sup>3</sup>/tahun)

E = Efisiensi tangkapan waduk (%)

$$T = \frac{42000}{3,62 \times 0,99}$$

$$T = 3,62 \text{ tahun}$$

Jadi, sisa usia guna Waduk Sempor yang dihitung dengan metode empiris adalah 3,62 tahun tidak sesuai dengan umur rencana yang seharusnya masih 15 tahun lagi. Hal ini terjadi karena erosi yang terjadi di lahan di hulu sungai Kalimandi yang material erosinya terbawa arus sungai dan sebagian mengendap di dasar waduk.

#### 4.2.5 Perhitungan Sisa Usia Guna Waduk Sempor Dengan Metode *Echo*

##### *Sounding*

Berdasarkan ] laporan *echo sounding* Waduk Sempor yang dilakukan pengukuran situasi tahun 1977, ketika sedang tahap perencanaan. Kemudian tahun 1984, 1996 dan terakhir tahun 2011 dilakukan pengukuran *echo sounding*. Dari hasil penelusuran laporan *echo sounding* Waduk Sempor dapat dibuat tabel elevasi *storage* dari elevasi *dead storage* +43 m sampai pada elevasi *spillway* +72 m. Berdasarkan data tersebut diketahui sedimen rata-rata di Waduk Sempor diperkirakan sebesar 5,65 juta m<sup>3</sup>, dengan laju sedimen rata-rata sebesar 0,16 juta m<sup>3</sup>/tahun dan umur layan waduk diperkirakan tinggal 3,11 tahun lagi. Sedangkan sisa usia menurut rencana pembangunan waduk adalah masih 13 tahun lagi. Hasil pengukuran *echo sounding* dapat dilihat pada tabel 4.5.



**Tabel 4.5.** Hasil Pengukuran *Echo Sounding*

TMA (M)	VOLUME(JUTA M3)				SEDIMEN			Keterangan
	1978	1984	1994	2013	6	7	8	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
72	52,00	45,00	40,00	36,90	7,00	5,00	15,10	spillway +72m
71	50,00	42,80	37,50	34,40	7,20	5,30	15,60	
70	48,00	40,60	35,20	32,00	7,40	5,40	16,00	
69	45,60	38,30	32,90	29,90	7,30	5,40	15,70	
68	43,10	36,10	30,80	27,80	7,00	5,30	15,30	
67	40,80	34,00	28,80	25,80	6,80	5,20	15,00	
66	38,40	31,80	26,90	24,00	6,60	4,90	14,40	
65	36,20	29,80	25,10	22,20	6,40	4,70	14,00	
64	34,10	27,90	23,30	20,50	6,20	4,60	13,60	
63	32,00	25,90	21,10	18,80	6,10	4,80	13,20	
62	30,00	24,20	20,10	17,30	5,80	4,10	12,70	
61	28,30	22,40	18,70	15,80	5,90	3,70	12,50	
60	26,50	20,70	17,30	14,40	5,80	3,40	12,10	
59	24,70	19,00	15,60	13,10	5,70	3,40	11,60	
58	23,20	17,50	14,50	11,80	5,70	3,00	11,40	
57	21,60	16,10	13,30	10,70	5,50	2,80	10,90	
56	20,10	14,60	12,10	9,56	5,50	2,50	10,54	
55	18,70	13,20	11,10	8,53	5,50	2,10	10,17	
54	17,30	12,00	9,88	7,75	5,30	2,12	9,55	
53	16,10	10,70	8,79	6,66	5,40	1,91	9,44	
52	14,80	9,56	7,82	5,80	5,24	1,74	9,00	
51	13,70	8,45	6,95	4,99	5,25	1,50	8,71	
50	12,60	7,52	6,17	4,23	5,08	1,35	8,37	
49	11,50	6,49	5,18	3,52	5,01	1,31	7,98	
48	10,60	5,64	4,34	2,86	4,96	1,30	7,74	
47	9,59	4,83	3,62	2,25	4,76	1,21	7,34	
46	8,67	3,98	3,02	1,70	4,69	0,96	6,97	
45	7,83	3,30	2,51	1,21	4,53	0,79	6,62	
44	7,04	2,71	1,66	0,79	4,33	1,05	6,25	
43	6,29	2,12	1,08	0,42	4,17	1,04	5,87	<i>dead storage</i>
42	5,58	1,57	0,69	0,15	4,01	0,88	5,43	
Rata – Rata					4,09	0,96	5,65	
Sediment Rate (Juta M3/Tahun)					0,68	0,1	0,16	
Umur Guna (Tahun)					<b>3,11</b>	11,2	2,63	

Sumber :(Syariman, 2013)

### 4.3 Pembahasan Hasil Penelitian

Dari hasil perhitungan diatas dengan kondisi tata guna lahan bagian hulu terdiri dari hutan produksi, hutan lindung, kebun campur, dan tegalan, kemiringan tanah bagian hulu 20,54%, menghasilkan erosivitas hujan 52,96, erodibilitas tanah 0,09, menghasilkan potensi erosi sebesar 1,64 ton/ha/tahun, dengan sisa kapasitas tampungan mati sebesar 0,042 juta m<sup>3</sup> atau sedang berada

dalam kondisi kritis dan efisiensi tampungan sebesar 99%, maka setelah dilakukan analisa dengan metode empiris, sisa usia guna Waduk Sempor adalah 3,62 tahun. Hal tersebut sangat jauh dari sisa usia rencana yang seharusnya masih bisa digunakan hingga 13 tahun lagi.

Aktivitas wisatawan pada waduk sempor tidak memberikan pengaruh pada laju sedimentasi pada waduk sempor. Maka dari itu sektor pariwisata pada Waduk Sempor tidak mengganggu stabilitas operasional Waduk Sempor. Selain pariwisata, Waduk Sempor juga berfungsi sebagai PLTA yang juga tidak mempengaruhi laju sedimentasi dari Waduk Sempor.

Dari uraian diatas, terjadi ketidak sesuaian antara sisa usia guna Waduk Sempor rencana dengan sisa usia guna berdasarkan perhitungan dengan metode empiris. Hal ini terjadi karena erosi yang terjadi pada wilayah hulu Waduk Sempor. Hal tersebut terjadi karena banyaknya alih fungsi lahan sebagai contohnya hutan lindung berubah menjadi hutan produksi.

wisatawan yang datang dan berwisata diatas bendungan Waduk Sempor terlihat tertib dan tidak membuang sampah kedalam bendungan Waduk Sempor maupun diarea wisata Waduk Sempor. Maka dapat dikatakan kegiatan pariwisata di Waduk Sempor tidak memberi dampak terhadap laju sedimentasi yang terjadi pada Waduk Sempor.

dapat dilihat tinggi muka air (TMA) minimal pada Waduk Sempor yaitu antara 65 m sampai dengan 67 m pada bulan Agustus sampai November 2015. Volume air yang terdapat pada Waduk Sempor pada bulan tersebut sekitar 22 juta  $m^3$  sampai dengan 25 juta  $m^3$ . Apabila terjadi debit volume air dibawah debit volume minimal yang direncanakan, maka terjadi penutupan pintu air sampai

dengan volume minimal yang direncanakan tercapai. Maka dari itu, pada saat volume debit Waduk Sempor dibawah batas kritis, maka musim tanam akan dimundurkan atau ditunda. Debit air yang dialirkan ke turbin-turbin adalah sama dengan atau lebih kecil dari kebutuhan air untuk irigasi.

#### **4.4 Keterbatasan Penelitian**

Peneliti sudah berusaha untuk menyusun skripsi ini semaksimal mungkin, namun masih banyak kekurangan berupa:

1. Tidak membahas vegetasi yang ada di lapangan
2. Perhitungan hanya menggunakan analisa dengan metode empiris, tidak menggunakan alat bantu lain yang menunjang seperti perangkat lunak.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil perhitungan dengan metode USLE didapat Waduk Sempor memiliki sisa usia guna waduk adalah 3,6 tahun dan berdasarkan hasil uji *echo sounding*, sisa usia guna Waduk Sempor sekitar 3,11 tahun. Sedangkan sisa usia rencana Waduk Sempor adalah 13 tahun lagi. Berkurangnya sisa usia Waduk Sempor terjadi karena erosi yang terjadi pada sungai Kalimandi yang berpotensi sebesar 1,64 ton/ha/tahun. Perlu adanya perawatan dan pemeliharaan waduk secara berkala.
2. Volume efektif minimal Waduk Sempor agar dapat beroperasi secara optimal adalah 22 juta m<sup>3</sup> sampai dengan 25 juta m<sup>3</sup> dengan tinggi minimum operasional waduk adalah pada ketinggian muka air 64 meter. Apabila volume waduk kurang dari batas minimalnya, maka musim tanam akan terancam mundur.
3. Aktivitas wisatawan di Obyek wisata Waduk Sempor tidak mempengaruhi sedimentasi yang terjadi pada Waduk Sempor karena wisatawan tertib dan membuang sampah pada tempat yang disediakan.

#### 5.2 Saran

Adapun saran yang diusulkan adalah sebagai berikut :

1. Untuk kemiringan tanah yang besar seperti pada wilayah Sokarini dan Karangjati sebaiknya dilakukan perbaikan tata guna lahan dengan menanam terasering yang hanya berupa tegalan dengan tumbuhan alami
2. Hanya terdapat 1 *check dam* (bangunan penahan sedimen) pada aliran sungai Kalimandi, maka perlu adanya *check dam* tambahan untuk menekan laju sedimentasi yang terbawa arus sungai Kalimandi, terutama di wilayah Donorojo karena pada wilayah tersebut kelerengan tanahnya besar .
3. Disarankan untuk melakukan pengerukan material sedimen selama musim kemarau selama berkala agar sisa usia Waduk Sempor sesuai dengan sisa usia rencana awal pada saat dibangunnya Waduk Sempor.

## DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, C. 2014. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: UGM Press.
- Narcon, B. Peta Rupa Bumi Digital Indonesia. *Peta Topografi Gombong*. Badan Koordinasi dan Survey Pemetaan Nasional, Bogor.
- Kamus Besar Bahasa Indonesia
- Ma'wa, J. 2014. *Studi Pendugaan Sisa Usia Guna Waduk Sengguruh dengan Pendekatan Erosi Dan Sedimentasi*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Mulyanto, H. 2008. *Efek Konservasi dari Sistem SABO*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Soewarno. 1991. *Hidrologi Pengukuran dan Pengolahan Data Aliran Sungai*. Bandung: Penerbit Nova.
- Statistik, B. P. (2013, November 12). *Publikasi Data Statistik*. Dipetik Juni 4, 2015, dari Badan Pusat Statistik: <http://www.BPS.go.id>
- Supriyanto. (2015, September 9). *Nasional*. Retrieved November 4, 2015, from Suara Merdeka: <http://berita.suaramerdeka.com>
- Syariman, P. 2014. Bendungangan Serbaguna Sempor. *Kementrian Pekerjaan Umum* (pp. 1-21). Kebumen: Balai Besar Wilayah Sungai.
- Syariman, P. 2013. Kajian Sedimentasi dan Umur Layan Waduk. *Pusat Litbang Sumber Daya Air*, L-18.
- Tim SISDA. 2010. *Dokumen Teknis Waduk*. D.I. Yogyakarta: Balai Besar Wilayah Sungai Serayu - Opak.
- Wahono, E. 2014, September 14. *Nasional*. Retrieved November 4, 2015, from Pikiran Rakyat Online: <http://www.pikiran-rakyat.com>
- Wardono, D. J. 2015. *Peta DAS Telomoyo*. Purworejo: Balai Besar Wilayah Sungai Probolo.
- Zakaria, I. 2015, Oktober 24. *Nasional*. Retrieved November 2015, 4, from Antara: <http://www.antaraneews.com>

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



**ALIF ROSLIANA**, dilahirkan di Kebumen pada tanggal 18 November 1992. Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara dari pasangan Isroil dan Tri Kusuma Wati.

Jenjang pendidikan formal yang telah dilalui penulis antara lain Sekolah Dasar Negeri Jatijajar 01 Kebumen tahun 1999-2005, Sekolah Menengah Pertama Negeri 1 Ayah tahun 2005-2008, Sekolah Menengah Atas Negeri 1 Gombong tahun 2008-2011. Tahun 2011 penulis diterima sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Jakarta melalui jalur UMBPTN Tertulis.

Semasa kuliah, penulis telah mengikuti kegiatan Praktik Kerja Lapangan di PT. Nusa Raya Cipta pada proyek pembangunan apartemen Ciputra World 2 pada tahun 2014, Praktik Keterampilan Mengajar dengan mengajar mata pelajaran Perangkat Lunak Autocad di SMK Negeri 26 Jakarta tahun 2015, dan masih menjadi guru honorer di lembaga pendidikan PRIMAGAMA sejak awal tahun 2016 hingga sekarang.

Untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta, penulis menyelesaikan skripsi dengan judul “**Studi Pendugaan Sisa Usia Guna Waduk Sempor Kabupaten Kebumen Provinsi Jawa Tengah**” dibawah bimbingan Bapak Dr. Moch. Amron, M.Sc dan Ibu Dra. Daryati, M.T.