

ANALISA SEDIMENTASI BERBASIS ARCVIEW GIS PADA BENDUNGAN SUMI KABUPATEN BIMA

Sarifudin¹, Eko Noerhayati², Azizah Rokhmawati³

¹Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang,
e-mail: sarifudin161098@gmail.com

²Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang,
e-mail: eko.noerhayati@unisma.ac.id

³Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang,
e-mail: azizah.rokhmawati@unisma.ac.id

ABSTRAK

Waduk Sumi merupakan waduk yang terletak di Kecamatan Mangge, Kabupaten Bima, Provinsi Nusa Tenggara Barat yang merupakan salah satu waduk terbesar di NTB yang sudah beroperasi 26 tahun. Waduk sumi merupakan Waduk yang multi fungsi yang dimanfaatkan untuk kebutuhan irigasi, pertanian dan perkebunan dengan luas genangan Waduk sebesar 155,60 ha. Luas lahan irigasi yang dimanfaatkan dari waduk ini sebesar 2.542 ha. Studi ini bertujuan untuk mengetahui besar sedimen yang terjadi di waduk Sumi dan berapa sisa umur efektif waduk. Untuk perhitungannya meliputi perhitungan erosi menggunakan metode MUSLE, pada perhitungan erosi ini menggunakan data curah hujan 10 tahun yang terbagi dalam dua stasiun yaitu stasiun Sumi dan stasiun Parado. Dari hasil perhitungan dimana diketahui erosi yang terdapat didalam waduk Sumi cukup berat yaitu pada tahun 2011 sebesar 643.794,21 m³/thn, pada tahun 2012 sebesar 415.289,61 m³/thn, pada tahun 2013 sebesar 275.966,73 m³/thn, pada tahun 2014 sebesar 248.106,54 m³/thn, pada tahun 2015 sebesar 449.644,92 m³/thn, pada tahun 2016 sebesar 362.088,24 m³/thn, pada tahun 2017 sebesar 402.253,50 m³/thn, pada tahun 2018 sebesar 41.312,00 m³/thn, pada tahun 2019 sebesar 244.570,98 m³/thn, pada tahun 2020 sebesar 374.619,52 m³/thn. Hasil dari perhitungan sisa umur efektif waduk sumi setelah beroperasi 26 tahun, diperoleh hasil sisa umur efektif waduk sebesar 53 tahun, dengan efisiensi tangkapan waduk 4,43 %.

Kata Kunci : *Sedimen, Umur Efektif, Waduk Sumi.*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Permasalahan sedimentasi waduk merupakan permasalahan yang umum terjadi pada waduk di Indonesia. Sumber utama sedimentasi waduk berasal dari erosi lahan di daerah tangkapan waduk. Sebagaimana yang terjadi pada Bendungan Sumi yang terletak di Desa Mangge, Kecamatan Lambu, Kabupaten Bima. Bendungan sumi merupakan bendungan yang multi fungsi yang dimanfaatkan untuk kebutuhan irigasi, pertanian dan perkebunan dengan luas genangan Waduk Sumi 155,60 ha, luas lahan irigasi yang dimanfaatkan dari waduk ini sebesar 2.542 ha.

Identifikasi Masalah

1. Banyaknya partikel sedimen yang mengendap di waduk sumi, maka diperlukan perhitungan laju sedimen dengan menggunakan metode MUSLE.
2. Akibat dampak dari sedimen yang mengendap pada waduk sumi akan mempengaruhi umur rencana waduk.

Rumusan Masalah

1. Berapa besar laju erosi sedimen pada waduk Sumi dengan menggunakan metode MUSLE?
2. Bagaimana metode penanganan laju sedimen di waduk Sumi?
3. Berapa lama perkiraan sisa umur efektif dari Waduk Sumi?

TINJAUAN PUSTAKA

Waduk

Fungsi utama tampungan waduk adalah sebagai salah satu tempat penampung air sementara dan sebagai stabilisator aliran air yang terjadi. Sumber daya air adalah sumber daya alam yang dapat diperbaharui melalui siklus hidrologi dan merupakan fungsi ruang dan waktu (Arwin, 2009). Oleh karena itu, hal yang paling penting diperhatikan dari karakteristik fisik waduk adalah berapa besar kapasitas tampungannya.

Analisa Hidrologi

Analisa hidrologi adalah suatu bagian analisa awal dalam perancangan bangunan-bangunan hidraulik. Daerah aliran sungai (DAS) ialah daerah yang dibatasi oleh pengkung-pengkung, atau gunung dimana air hujan yang jatuh di daerah tersebut akan mengalir menuju sungai utama pada suatu stasiun yang dituju. Sehingga aliran DAS inilah yang dapat mengangkut sedimen yang masuk kedalam waduk.

Faktor Yang Mempengaruhi Sedimen Waduk

Sedimen yang terjadi pada sungai disamping menyebabkan pendangkalan sungai juga berpengaruh terhadap lebar sungai akibat pembentukan tanah baru. Tanah yang terangkut tersebut akan terbawa masuk sumber air yang dinamai sedimen, dimana sedimen ini akan diendapkan di tempat yang aliran airnya melambat di dalam sungai, waduk, danau, reservoir, saluran irigasi, di atas tanah pertanian dan sebagainya (Sitnala, 2010).

Metode MUSLE (*Modified Universal Soil Loss Equation*)

Metode MUSLE merupakan model pendugaan erosi yang masuk kedalam waduk, yang dapat di hitung dengan persamaan berikut :

$$SY = 11,8 (Q_p \cdot V_Q)^{0,56} K \cdot LS \cdot C_{PT} \cdot P_{KL} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana :

- SY = Hasil sedimen tiap kejadian hujan
- V_Q = Volume aliran pada suatu kejadian hujan
- Q_p = Debit Puncak
- K = Jenis Tanah
- LS = Kemiringan Lereng
- CP = Tata Guna Lahan

Umur Rencana Waduk

Usia Rencana waduk adalah waktu dimana waduk dapat dipergunakan untuk menampung air dan mendistribusikannya. Usia guna waduk ditinjau dari penuhnya *dead storage* oleh sedimen.

Usia guna waduk dapat dihitung dengan persamaan :

$$T = \frac{V}{vs} \dots\dots\dots(2)$$

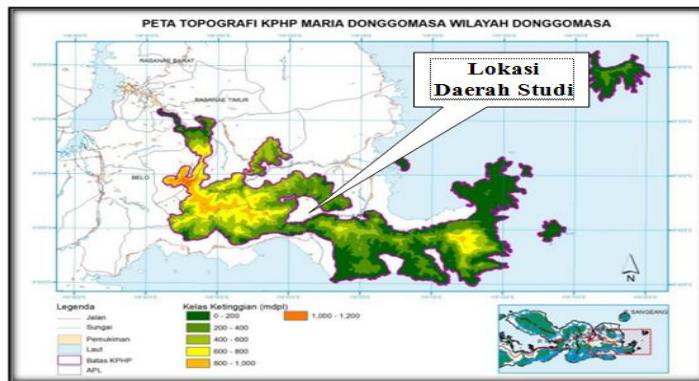
Dimana :

- T = Usia guna waduk (tahun)
- V = Volume Sedimen di tahun n (m³)
- vs = Laju Sedimentasi (m³/tahun)
= (VT-V)/tahun n
- VT = Volume tampungan mati (m³)

METODOLOGI PENELITIAN

Deskripsih Lokasi Studi

Lokasi studi merupakan tempat dimana studi itu dilakukan. Lokas studi yang menjadi pusat penelitian disini yaitu terletak pada Daerah Irigasi Sumi, Kecamatan Lambu, Kabupaten Bima, Provinsi NTB, dengan luas genangan waduk 155,60 ha.



Gambar 1. Lokasi Daerah Studi
(Sumber : ArcGis 10.3)

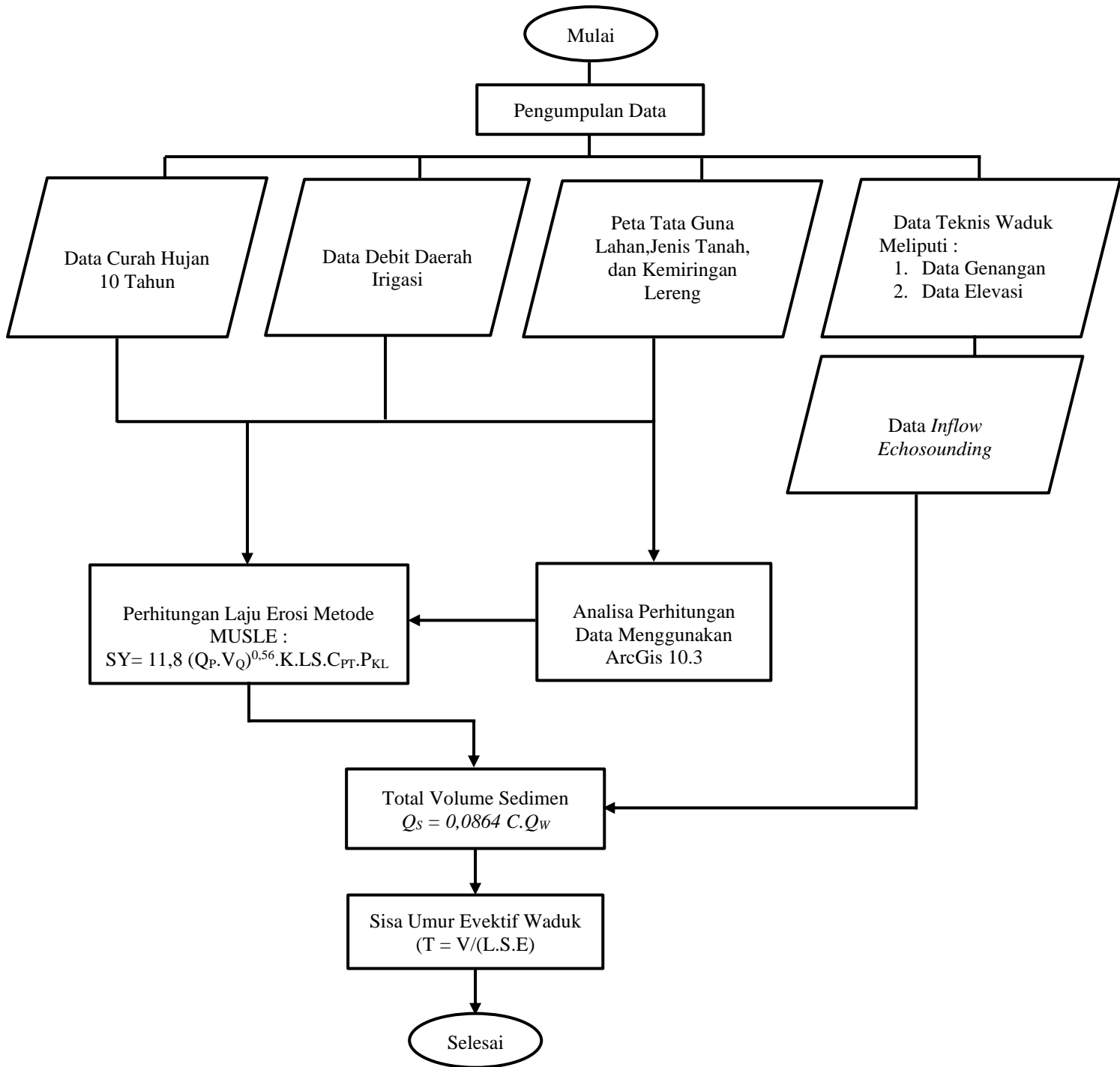
Data Yang digunakan

- 1) Data Cura Hujan
- 2) Data Genangan Waduk
- 3) Data jenis Tanah
- 4) Data Kmeringan Lereng
- 5) Data Tutupan Lahan

Tahapan Penyelesaian

1. Perhitungan curah hujan rata-rata (10 tahun terakhir)
2. Perhitungan besar laju erosi pada Waduk Sumi dengan menggunakan metode MUSLE.

Bagan Alir Penelitian



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian
(Sumber : Hasil Analisa, 2022)

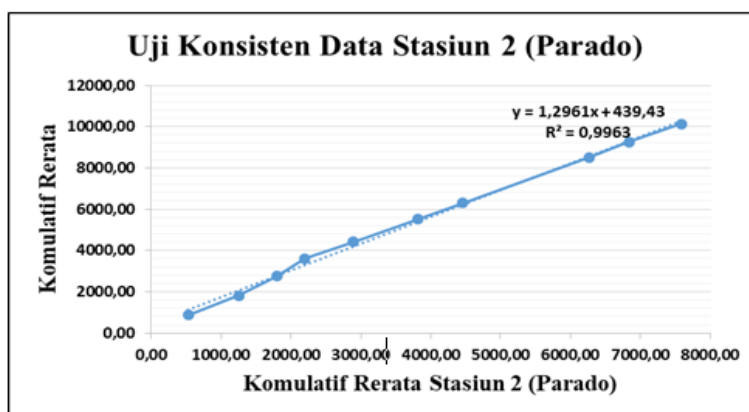
PEMBAHASAN

Uji Konsistensi Data Curah Hujan

Tabel 1. Uji Konsisten Data Hujan Stasiun Parado

| Tahun | Sta. Sumi | Sta. Parado | Sta. Kadindi | Kumulatif | Rata-Rata | Kumulatif |
|-------|-----------|-------------|--------------|------------------------|------------------------------------|--------------------|
| | Sta. 1 | Sta. 2 | Sta. 3 | Stasiun Parado (Sta 2) | Perbandingan (Sta. Sumi & Kadindi) | Stasiun Pembanding |
| [1] | [2] | [3] | [4] | [5] | [6] | [7] |
| 2011 | 1120 | 530,00 | 610,00 | 530,00 | 865,00 | 865,00 |
| 2012 | 1270 | 721,36 | 640,00 | 1251,36 | 955,00 | 1820,00 |
| 2013 | 950 | 545,28 | 910,00 | 1796,64 | 930,00 | 2750,00 |
| 2014 | 990 | 400,00 | 746,00 | 2196,64 | 868,00 | 3618,00 |
| 2015 | 890 | 700,00 | 707,00 | 2896,64 | 798,50 | 4416,50 |
| 2016 | 1438 | 918,00 | 762,00 | 3814,64 | 1100,00 | 5516,50 |
| 2017 | 918 | 647,58 | 667,00 | 4462,22 | 792,50 | 6309,00 |
| 2018 | 3840 | 1811,16 | 550,00 | 6273,38 | 2195,00 | 8504,00 |
| 2019 | 960 | 560,00 | 528,00 | 6833,38 | 744,00 | 9248,00 |
| 2020 | 1200 | 749,76 | 564,00 | 7583,14 | 882,00 | 10130,00 |

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2022)



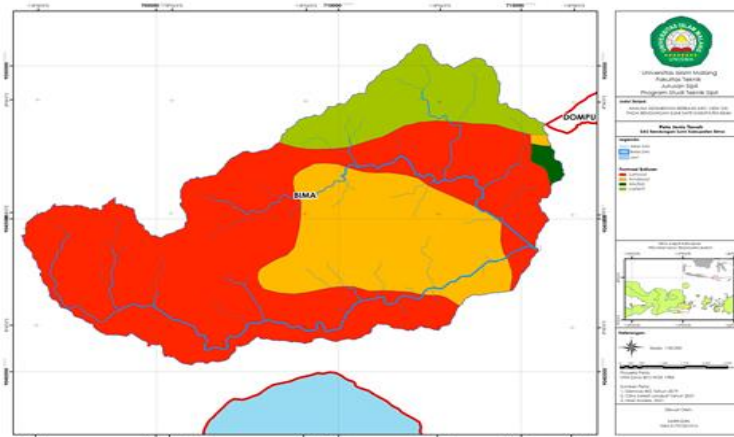
Gambar 3. Grafik hub. Kom. Sta.2 dengan Sta.1&3

(Sumber: Hasil Analisa, 2022)

Mencari nilai Erodibilitas Tanah (K), Kemiringan Lereng (LS) dan Tutupan Lahan (CP)

- **Erodibilitas Tanah (K)**

Nilai Erodibilitas tanah (K) ditentu dengan menggunakan peta jenis tanah. Peta jenis tanah menggunakan peta tanah wilayah pada DAS Waduk Sumi. Dari hasil pemetaan yang menggunakan ArcGis 10.3 di peroleh hasil sebagai berikut :



Gambar 4. Peta Jenis Tanah DAS Waduk Sumi

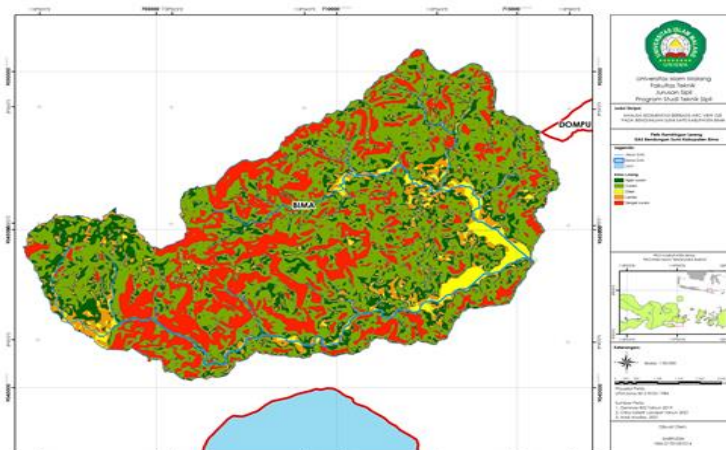
Tabel 2. Data Jenis Tanah DAS Waduk Sumi

| Jenis Tanah | Luas Area (km ²) | |
|--------------|------------------------------|---------------|
| | Diwukabah | Diwumoroh |
| [1] | [2] | [3] |
| Latosol | 52,942 | 26,991 |
| Andosol | 21,698 | 8,967 |
| Alufal | 0,656 | 2,964 |
| Laterit | 10,936 | 7,982 |
| Total | 86,231 | 46,903 |

(Sumber : Hasil Digitasi ArcGis 10.3)

Mencari nilai kemiringan lereng (LS)

Untuk faktor panjang dan kemiringan lereng (LS) ditentukan dengan menggunakan peta kemiringan lereng DAS Waduk Sumi, yang diolah dengan menggunakan aplikasi ArcGis 10.3 dengan hasil olahan sebagai berikut :



Gambar 5. Peta Kemiringan Lereng DAS Waduk Sumi

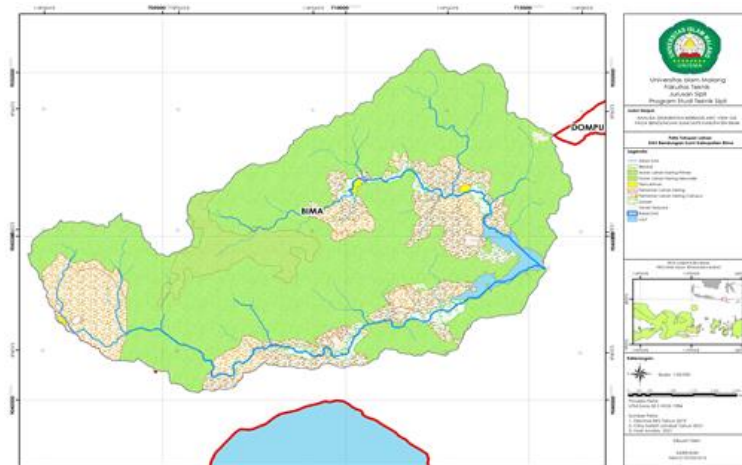
Tabel 3. Data Luas Area Kemiringan Lereng DAS Waduk Sumi

| Kelerengan | Luas Area (km ²) | |
|--------------|------------------------------|---------------|
| | Diwukabah | Diwumoroh |
| [1] | [2] | [3] |
| Datar | 4,809 | 3,418 |
| Landai | 6,373 | 4,976 |
| Agak Curam | 13,955 | 10,479 |
| Curam | 39,895 | 18,653 |
| Sangat Curam | 21,200 | 9,382 |
| Total | 86,231 | 46,903 |

(Sumber : Hasil Digitasi ArcGis 10.3)

Mencari Faktor Penutupan Lahan (CP)

Perhitungan nilai tata guna lahan (CP) didapatkan berdasarkan tipe tutupan lahan pada wilayah yang akan ditinjau yaitu pada DAS waduk sumi.



Gambar 6. Peta Tata Guna Lahan DAS Waduk Sumi

Tabel 4. Luas Area Tata Guna Lahan DAS Waduk Sumi

| Penggunaan Lahan | Luas Area (km ²) | |
|-------------------------------|------------------------------|---------------|
| | Diwukabah | Diwumoroh |
| Belukar | 1,579 | 1,581 |
| Hutan Lahan Kering Primer | 4,525 | 3,726 |
| Hutan Lahan Kering Skunder | 59,305 | 27,824 |
| Pemukiman | 0,158 | 0,625 |
| Pertanian Lahan Kering | 9,013 | 5,119 |
| Pertanian Lahan Kering Campur | 7,468 | 4,544 |
| Sawah | 2,557 | 2,671 |
| Tanah Terbuka | 1,631 | 0,817 |
| Total | 86,231 | 46,903 |

(Sumber : Hasil Digitasi ArcGis 10.3)

Perhitungan Erosifitas Hujan (R) masing-masing Sub-DAS

Untuk mencari nilai EI_{30} (Erosivitas Hujan Rata-Rata Tahunan) digunakan persamaan sebagai berikut :

$$EI_{30} = 6,119 * (\text{hujan rata-rata})^{1,21} * (\text{hujan harian})^{-0,47} * (\text{hujan maksimum})^{0,53} \dots\dots\dots(3)$$

Dimana :

- EI_{30} : erosivitas hujan rata-rata tahunan
- Rain : curah hujan rata-rata tahunan (cm)
- Days : jumlah hari hujan rata-rata pertahun (hari)
- Maxp : curah hujan maksimum rata-rata dalam 24 jam perbulan untuk kurun waktu satu tahun

Tabel 5. Perhitungan Erosifitas Hujan

| Bulan | KETERANGAN | | | | EI30 | R |
|-------|---------------|------------------|----------------------|-------------------------|------|------|
| | Total (cm) | Maksimum (mm) | Hujan Harian (mm) | Hujan Rata-rata (mm) | | |
| Jan | 71,5 | 10,4 | 25 | 2,3 | 13,5 | 75,4 |
| Feb | 38,2 | 5,3 | 16 | 1,3 | 5,8 | |
| Mar | 15,7 | 3,2 | 8 | 0,5 | 2,5 | |
| Apr | 29,2 | 6,4 | 13 | 1 | 3,3 | |
| Mei | 37,1 | 5,5 | 17 | 1,2 | 5,8 | |
| Jun | 7,4 | 3,3 | 3 | 0,2 | 2,9 | |
| Jul | 18,6 | 9,1 | 5 | 0,6 | 5,2 | |
| Ags | 1,9 | 1,9 | 1 | 0,5 | 3,2 | |
| Sep | 9 | 3,4 | 5 | 0,3 | 2,8 | |
| Okt | 18,4 | 4,8 | 11 | 0,5 | 4,3 | |
| Nov | 18,1 | 4,2 | 9 | 0,6 | 4,8 | |
| Des | 106,1 | 11,2 | 25 | 3,4 | 21,3 | |

(Sumber : Hasil Perhitungan 2022)

Tabel 6. Nilai R Perstasiun

| Titik ARR | Tahun (Kj/ha) | | | | | | | | | |
|--------------|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 2020 | 2019 | 2018 | 2017 | 2016 | 2015 | 2014 | 2013 | 2012 | 2011 |
| Sumi | 39,5 | 39,3 | 81,4 | 36,9 | 51,4 | 23,4 | 50,2 | 33,8 | 49,4 | 75,4 |
| Parado | 46,9 | 16,3 | 16,6 | 25,9 | 37,3 | 9,4 | 29,6 | 25,7 | 32,5 | 17,6 |

(Sumber : Hasil Perhitungan 2022)

Perhitungan Dengan Persamaan MUSLE

Untuk persamaan MUSLE dapat dituliskan dalam bentuk sebagai berikut (Suripin 2011).

$$SY = 11,8 (Q_P \cdot V_Q)^{0,56} \cdot K \cdot LS \cdot C_{PT} \cdot P_{KL} \dots\dots\dots(4)$$

Dengan :

- SY = Hasil Sedimen tiap kejadian hujan (ton)
- V_Q = Volume aliran pada suatu kejadian hujan (m^3)
- Q_P = Debit puncak (m^3/det)
- K = Faktor Tanah
- LS = Faktor Kemiringan Lereng

CP = Faktor Tata guna lahan

Menurut Suripin (2003), untk DAS dengan tata guna lahan yang tidak homogen, nilai debit puncak (Qp) dengan persamaan :

$$Q_p = 0.00278 \cdot I \cdot \sum C_i A_i \dots\dots\dots(5)$$

Dengan :

Ci = koefisien aliran permukaan jenis penutup lahan i

Ai = luas lahan dengan jenis penutup lahan I

I = intensitas hujan (mm/jam)

Perhitungan Erosi Sub-DAS Waduk Sumi

Untuk yang selanjutnya yaitu perhitungan erosi pada Sub-DAS Waduk Sumi pada tahun 2011 samapai 2020, dengan Rumus:

$$(Q_p \cdot V_Q)^{0,56} \dots\dots\dots(6)$$

Tabel 7. Perhitungan Erosi Sub-DAS Waduk sumi 2011

| No | Sub-DAS | (Qp.VQ) ^{0,56} | Nilai | Nilai | Nilai | Kehilangan Tanah |
|-----|-----------|-------------------------|--------|--------------------|--------------------|------------------|
| | | | K | LS | CP | |
| | | | ton/KJ | (km ²) | (km ²) | |
| [1] | [2] | [3] | [4] | [5] | [6] | [7] |
| 1 | Diwukabah | 6.667 | 21,556 | 6,10 | 10,717 | 9.395 |
| 2 | Diwumoroh | 754 | 11,726 | 5,51 | 5,683 | 276 |

(Sumber : Hasil Perhitungan 2022)

Perhitungan Dengan Menggunakan Metode MUSLE

Setelah didapatkan nilai Erosi dengan menggunakan metode MUSLE, maka kita dapat mengetahui seberapa besar sedimen pertahun yang terjadi pada waduk Sumi.

Tabel 8. Perhitungan MUSLE Waduk Sumi 2011

| No | DAS | Luas | sed yield | sed yield | berat isi | Laju Sedimen | |
|-------------------------------|-----------|--------|--------------|--------------|--------------------|-----------------------|-----------------------|
| | | ha | ton/ha/tahun | ton/ha/tahun | ton/m ³ | m ³ /tahun | m ³ /tahun |
| [1] | [2] | [3] | [4] | [5] | [6] | [7] | [8] |
| 1 | Diwukabah | 86,231 | 9.395 | 810.154 | 1,27 | 637.917 | 0,000135 |
| 2 | Diwumoroh | 46,903 | 277 | 12.989 | 2,21 | 5.877 | 0,007980 |
| tebal tanah tererosi mm/tahun | | | | | | | 0,008115 |
| laju erosi rerata | | | | | | 321.897,10 | m ³ /thn |
| volume | | | | | | 643.794,21 | |

(Sumber : Hasil Perhitungan 2022)

Tabel 9. Hasil Perhitungan Erosi Pada Waduk Sumi

| Tahun | MUSLE |
|-------|---------------------|
| | m ³ /thn |
| 2011 | 643.794,21 |
| 2012 | 415.289,61 |
| 2013 | 275.966,73 |
| 2014 | 248.106,54 |
| 2015 | 449.644,92 |
| 2016 | 362.088,24 |
| 2017 | 402.253,50 |
| 2018 | 41.312,00 |
| 2019 | 244.570,98 |
| 2020 | 377.619,52 |

(Sumber : Hasil Perhitungan 2022)

Perhitungan Umur Efektif Waduk Sumi

Tingkat sedimen yang terjadi sangat berpengaruh terhadap keberlangsungan waduk. Berdasarkan perhitungan sisa umur efektif waduk sumi sebagai berikut :

$$T = V / (V_s \cdot E)$$

T = Tahun efektif (tahun)

V = Volume tampungan mati (m³)

L = Luas DPS (km²)

S = Intensitas erosi = V_s/L

V_s = Volume sedimen rata-rata yang masuk ke waduk (m³/tahun)
= W_s/Y_d

W_s = Sedimen rata-rata yang masuk ke waduk (m³/tahun)

Y_d = Berat isi endapan sedimen = 0,963 ton/m³

E = Efesien tangkapan waduk (trap efesien)

Tabel 10. Perhitungan Sisa Umur Efektif Waduk Sumi yang Telah Beroperasi 26 Tahun

| E | Y _d | W _s | V _s | L | S | V | T |
|------|--------------------|--------------------|-------------------------|----------------|-------|---------------------|-------|
| % | ton/m ³ | ton/m ³ | (m ³ /tahun) | m ² | m | juta/m ³ | tahun |
| 4,49 | 0,963 | 188,809 | 201,71 | 133,13 | 1,515 | 3.868,72 | 53,13 |

(Sumber : Hasil Perhitungan 2021)

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Berdasarkan perhitungan laju erosi menggunakan metode MUSLE, diperoleh hasil nilai kemiringan Jenis Tanah (K) yaitu 21,556, nilai Kemiringan Lereng (LS) yaitu 6,10 dan nilai Tata Guna Lahan (CP) yaitu 10,717. Dengan DAS terdiri dari dua DAS yaitu : DAS Diwukabah Seluas 86.231 km², dan DAS Diwumoroh seluas 46.903 km².

2. Besar laju erosi yang terjadi pada waduk Sumi hasil yang di peroleh dari titik Sub-DAS yang antara lain Das Diwukabah, Das Diwumoroh dengan menggunakan metode MUSLE, diketahui bahwa tingkat bahaya erosi yang terjadi pada Waduk sumi pada tahun 2011 sampai 2017 termasuk dalam kategori berat dan pada tahun 2018 dalam kategori sedang, dengan hasil perhitungan 2011 ersosi Sedimen sebesar 643.794,21 m³/thn, pada tahun 2012 sebesar 415.289,61 m³/thn, pada tahun 2013 sebesar 275.966,73 m³/thn, pada tahun 2014 sebesar 248.106,54 m³/thn, pada tahun 2015 sebesar 449.644,92 m³/thn, pada tahun 2016 sebesar 362.088,24 m³/thn, pada tahun 2017 sebesar 402.253,50 m³/thn, pada tahun 2018 sebesar 41.312,00 m³/thn, pada tahun 2019 sebesar 244.570,98 m³/thn, pada tahun 2020 sebesar 377.619,52 m³/thn.
3. Hasil dari perhitungan sisa umur efektif waduk sumi setelah beroperasi 26 tahun, diperoleh hasil sisa umur efektif waduk sebesar 53 tahun, dengan efesien tangkapan waduk 4,43 %.

Saran

Adapun bebrapa saran yang penulis bisa berikan terkait dalam studi ini antara lain yaitu :

1. Perlu dilakukannya penekanan terhadap laju erosi di kawan Hulu
2. Perlu adanya pengendalian sedimen pada alur sungai untuk mengurangi laju erosi yang masuk ke waduk misalnya seperti membuat fasilitas pembangunan DAM pengendali sedimen di alur anak sungai pada daerah hulu, pengerukan pada muara sungai serta adanya kantong lumpur di waduk.
3. Perlunya keterlibatan masyarakat pada pengelolaan waduk untuk pemeliharaan waduk agar dapat mempertahankan fungsi dan mafaatnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Arwin. (2009). *Perubahan Iklim, Konversi Lahan Dan Ancaman Banjir Dan Kekeringan Di Kawasan Terbangun*. Pidato Ilmiah Guru Besar. ITB Bandung.
- Sitanala. (2010). *Konservasi Air dan Tanah*. IPB Press.