

**ANALISA LAJU EROSI DAN ARAHAN KONSERVASI
LAHAN BERBASIS ARCGIS PADA DAS BOGOWONTO
KABUPATEN PURWOREJO PROVINSI JAWA TENGAH**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Prasyarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Strata Satu (S1) Teknik Sipil**



Disusun Oleh:

**MUCH KRISNA ISWAHYUDI
22101051100**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM MALANG
2025**

**ANALISA LAJU EROSI DAN ARAHAN KONSERVASI
LAHAN BERBASIS ARCGIS PADA DAS BOGOWONTO
KABUPATEN PURWOREJO PROVINSI JAWA TENGAH**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Prasyarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Strata Satu (S1) Teknik Sipil**



Disusun Oleh:

**MUCH KRISNA ISWAHYUDI
22101051100**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM MALANG
2025**

RINGKASAN

Much Krisna Iswahyudi, 22101051100. Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang, Analisa Laju Erosi dan Arahan Konservasi Lahan Berbasis *ArcGIS* pada DAS Bogowonto Kabupaten Purworejo Provinsi Jawa Tengah, Dosen Pembimbing: **Prof. Dr. Ir. Hj. Eko Noerhayati, M.T.** dan **Dr. Azizah Rokhmawati, S.T., M.T.**

Air merupakan elemen penting bagi kehidupan, khususnya dalam mendukung sektor pertanian dan irigasi. Namun, tidak semua wilayah di Indonesia memiliki akses air bersih yang memadai, terutama saat musim kemarau. Selain itu, ketidakseimbangan dalam penggunaan lahan, seperti alih fungsi lahan pertanian ke non-pertanian, seringkali mengabaikan daya dukung lingkungan. Hal ini dapat menyebabkan terjadinya erosi di daerah aliran sungai (DAS), yang pada akhirnya mengganggu keseimbangan ekosistem dan menurunkan produktivitas lahan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis laju erosi dan skenario tata guna lahan di DAS Bogowonto. Metode yang digunakan adalah *Revised Universal Soil Loss Equation* (RUSLE), yang dibantu oleh perangkat lunak *ArcGIS* versi 10.8. Data yang dianalisis meliputi curah hujan, penggunaan lahan, jenis tanah, dan kemiringan lereng, yang semuanya diolah untuk mengetahui nilai laju erosi dan untuk mensimulasikan perubahan tata guna lahan dan menghasilkan skenario yang tepat.

Hasil analisis menunjukkan bahwa laju erosi di DAS Bogowonto mencapai 109,996 ton/ha/tahun. Angka ini menunjukkan tingkat bahaya erosi sedang. Simulasi skenario tata guna lahan dilakukan dengan mengubah lahan kosong menjadi tegalan atau ladang, yang selanjutnya dialihfungsikan menjadi lahan perkebunan. Langkah ini mampu menurunkan laju erosi menjadi 96,908 ton/ha/tahun, bahkan dapat ditekan hingga 26,640 ton/ha/tahun melalui penerapan praktik konservasi yang tepat. Metode konservasi vegetatif terbukti paling efektif, dengan menggunakan tanaman musiman seperti jagung, kacang tanah, tebu, kedelai, dan talas yang ditanam dengan jarak 0,6 m–1 m, serta tanaman tahunan seperti cengkeh, pisang, mangga, jeruk, dan kelapa yang ditanam dengan jarak 2 m – 15 m. Selain itu, identifikasi menggunakan *ArcGIS* menunjukkan bahwa luas kawasan konservasi di Kecamatan Purwodadi, Kabupaten Purworejo mencapai 225,994 hektar, yang menunjukkan potensi besar dalam mendukung upaya konservasi lahan dan pengelolaan DAS secara berkelanjutan.

Kata kunci: *ArcGIS*, DAS, erosi, konservasi vegetatif, penggunaan lahan, *RUSLE*

SUMMARY

Much Krisna Iswahyudi, 22101051100. *Erosion Rate Analysis and Land Conservation Direction Based on ArcGIS in the Bogowonto Watershed, Purworejo Regency, Central Java Province*, Supervisor: **Prof. Dr. Ir. Hj. Eko Noerhayati, M.T.** and **Dr. Azizah Rokhmawati, S.T., M.T.**

Water is an essential element for life, particularly in supporting the agricultural sector and irrigation. However, not all regions in Indonesia have adequate access to clean water, especially during the dry season. In addition, imbalances in land use, such as the conversion of agricultural land to non-agricultural purposes, often overlook environmental carrying capacity. This can lead to erosion in watershed areas (DAS), ultimately disrupting ecosystem balance and reducing land productivity.

This study aims to analyze the rate of erosion and land use scenarios in the Bogowonto Watershed. The method used is the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE), assisted by ArcGIS software version 10.8. The data analyzed include rainfall, land use, soil type, and slope, all of which are processed to determine the erosion rate and to simulate land use changes in order to produce appropriate scenarios.

The analysis results show that the erosion rate in the Bogowonto Watershed reaches 109,996 tons/ha/year. This figure indicates a moderate level of erosion hazard. A land use scenario simulation was conducted by converting vacant land into dry fields or farmland, which was then transformed into plantation areas. This step was able to reduce the erosion rate to 96,908 tons/ha/year, and even further to 26,640 tons/ha/year through the implementation of appropriate conservation practices. Vegetative conservation methods proved to be the most effective, using seasonal crops such as corn, peanuts, sugarcane, soybeans, and taro, planted at intervals of 0.6 m to 1 m, as well as perennial crops such as clove, banana, mango, orange, and coconut, planted at intervals of 2 m to 15 m. In addition, identification using ArcGIS shows that the conservation area in Purwodadi District, Purworejo Regency reaches 225.994 hectares, indicating great potential to support land conservation efforts and sustainable watershed management.

Keywords: ArcGIS, watershed, erosion, vegetative conservation, land use, RUSLE

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air adalah zat atau materi atau unsur yang penting bagi semua bentuk kehidupan yang diketahui sampai saat ini di bumi, tetapi tidak di planet lain. Air merupakan salah satu faktor utama dalam menentukan kinerja di beberapa sektor, salah satunya yaitu dalam sektor pertanian atau bisa disebut juga sektor irigasi (Novantaka, Noerhayati, dan Suprpto., 2022). Namun, tidak semua daerah di Indonesia kebutuhan airnya dapat terpenuhi secara alami. Masih terdapat banyak tempat yang kesulitan mendapatkan air bersih terutama pada saat musim kemarau (Ni'am, Noerhayati, Warsito., 2022). Salah satunya di Daerah Aliran Sungai Bogowonto.

DAS Bogowonto memiliki peranan yang sangat penting dalam menjaga kelestarian lingkungan, khususnya dalam pengelolaan sumber daya air yang memiliki luas sebesar 639,60 km² dan panjangnya 91 km (Balai PSDA Progo Bogowonto Luk Ulo, 2024). DAS ini mendukung berbagai aktivitas manusia yang berkaitan dengan kebutuhan air, pertanian, dan penyediaan air bersih, yang berkontribusi pada peningkatan kesejahteraan masyarakat di sekitarnya. Kondisi DAS Bogowonto sangat bergantung pada faktor-faktor seperti kualitas tanah, ketersediaan air, dan interaksi antara manusia dan lingkungan. Pemanfaatan lahan yang tidak berkelanjutan, seperti konversi hutan menjadi lahan pertanian secara berlebihan, dapat menyebabkan penurunan kualitas air, kerusakan ekosistem dan erosi. (Alwi & Marwah, 2014)

Erosi merupakan salah satu dampak negatif yang ditimbulkan oleh penggunaan lahan secara berlebihan, Erosi dapat menimbulkan dampak pada daerah aliran sungai yaitu permasalahan sedimentasi (Saputro, Noerhayati, Rokhmawati., 2020). Sedimen adalah partikel padat yang terbawa oleh aliran air di sungai akibat erosi pada lahan-lahan kritis di daerah aliran sungai (DAS).

Pengelolaan lahan di daerah aliran sungai (DAS) sering tidak seimbang dengan kemampuan lahan., karena fokus pada peningkatan produksi tanpa memperhatikan daya dukung lahan. Akibatnya, infiltrasi menurun, aliran permukaan meningkat, dan debit sungai menjadi ekstrem saat musim hujan maupun

kemarau. Penurunan infiltrasi yang memicu erosi, menyebabkan pendangkalan sungai dan kerugian bagi masyarakat. Untuk mengatasi hal ini, diperlukan usaha konservasi yang mempertimbangkan prinsip keberlanjutan guna memanfaatkan lahan secara optimal. DAS Bogowonto ini dikelola oleh Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Serayu Opak (BBWSSO).

Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Serayu Opak adalah salah satu unit pelaksana teknis di bawah Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) yang bertanggung jawab atas pengelolaan dan konservasi sumber daya air di wilayah Sungai Serayu, Opak, dan anak-anak sungainya. BBWS Serayu Opak memiliki tugas utama dalam pengendalian banjir, penyediaan air baku, irigasi pertanian, serta pengelolaan sumber daya air yang berkelanjutan untuk mendukung kehidupan masyarakat dan pembangunan daerah. BBWS ini juga berperan dalam pelaksanaan kegiatan pemeliharaan, normalisasi sungai, serta pembangunan infrastruktur pengendalian air di kawasan tersebut. Pengelolaan yang dilakukan oleh BBWS Serayu Opak bertujuan untuk meminimalkan risiko bencana alam, meningkatkan ketersediaan air, dan mendukung ketahanan pangan di wilayah yang terpengaruh oleh aliran sungai tersebut. Selain memiliki banyak hal positif yang akan diberikan, BBWS Serayu Opak juga tak lepas dari adanya suatu permasalahan salah satunya yaitu perubahan musim yang berubah-ubah yang mengakibatkan terjadi banjir maupun erosi. Wilayah administratif kerja BBWS Serayu Opak meliputi Daerah Istimewa Yogyakarta dan Kabupaten di Jawa Tengah, seperti Kabupaten Temanggung, Kabupaten dan Kota Magelang, Kabupaten Wonosobo, Kabupaten Klaten, Kabupaten Sukoharjo, Kabupaten Karanganyar, Kabupaten Wonogiri, Kabupaten Cilacap, Kabupaten Banyumas, Kabupaten Brebes, Kabupaten Purbalingga, Kabupaten Pemalang, Kabupaten Banjarnegara, Kabupaten Kebumen, dan Kabupaten Purworejo (Kementerian PUPR DIRJEN SDA BBWSSO, 2020).

Kabupaten Purworejo merupakan salah satu kabupaten di Provinsi Jawa Tengah. Luas keseluruhan wilayah Kabupaten Purworejo adalah 109.150 Ha atau sekitar 3,3% dari luas Provinsi Jawa Tengah. Kabupaten Purworejo memiliki iklim tropis dengan dua musim, yaitu kemarau dan penghujan. Suhu rata-rata berkisar antara 19 – 28°C, dengan curah hujan tahunan 620 – 3.720 mm, yang tergolong

tinggi. Curah hujan ini sering menyebabkan tanah jenuh, memengaruhi drainase permukaan, dan menjadi pemicu bencana seperti banjir, longsor, serta erosi (RKT Kabupaten Purworejo, 2018).

Dalam Laporan Rencana Tahunan Kabupaten Purworejo tahun 2018 disebutkan bahwa penggunaan lahan Kabupaten Purworejo dibagi menjadi dua kategori yaitu lahan kering seluas 72.854,80 Ha atau 70,40 % dan tanah sawah seluas 30.626,97 Ha atau 29,60%. Lahan kering terdiri dari 10.116,50 Ha berupa tanah bangunan dan halaman sekitarnya, 51.598,14 Ha berupa tegal/kebun /ladang/huma, 6.857,88 Ha berupa hutan negara, dan sisanya berupa padang rumput, tambak, tanah lainnya. Luas sawah beririgasi adalah 27.677,14 Ha, sedangkan sawah tadah hujan seluas 2.949,83 Ha. Dinamika penggunaan lahan di Kabupaten Purworejo kurang terkendali. Sebagian besar perubahan yang terjadi berupa alih fungsi lahan dari pertanian ke non pertanian seperti untuk perumahan dan permukiman.

Dalam penelitian milik Rendra, dkk yang diterbitkan *Zoning: Journal of Urban and Regional Planning* berjudul “Pendekatan Spasial Tingkat Bahaya Erosi Das Bogowonto Kabupaten Magelang”, disebutkan bahwa pada DAS Bogowonto memiliki tingkat bahaya erosi yang nantinya akan berpengaruh terhadap konservasi tanah dan pengelolaan DAS (Rendra dkk., 2023). Sedangkan, dalam penelitian milik Sabila, dkk yang diterbitkan Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil UMS berjudul “Kajian Sedimen Delivery Ratio Bendungan Bener Kabupaten Purworejo” berlokasi di DAS Bogowonto disebutkan bahwa sedimen yang tinggi akan berakibat pada jumlah terangkutnya erosi atau material-material yang masuk ke dalam sungai dan akan berpengaruh terhadap lahan di sekitar lokasi penelitian (Sabila dkk., 2020).

Penelitian yang paling relevan dari skripsi saya ini adalah penelitian milik Iwan Agung Wahyudi dengan judul “Studi Analisa Pengaruh Erosi dan Sedimentasi Terhadap Umur Bendungan Gongseng Kabupaten Bojonegoro Berbasis *ArcGIS*” yang membahas besar laju erosi, sedimentasi, dan sisa umur efektif dari Bendungan Gongseng. Sedangkan dalam skripsi saya akan membahas besar laju erosi, sedimentasi, dan arahan tata guna lahan pada DAS Bogowonto.

Oleh karena itu, judul skripsi saya yang sesuai dari latar belakang tersebut adalah “Analisis Laju Erosi dan Arahan Konservasi Lahan Berbasis *ArcGIS* Pada DAS Bogowonto Kabupaten Purworejo Provinsi Jawa Tengah”. Dengan adanya studi ini diharapkan dapat menjadi referensi pembaca dan memberikan informasi ke instansi terkait sebagai masukan dan pertimbangan dalam upaya pengelolaan DAS Bogowonto. Selain itu, studi ini diharapkan dapat menjadi suatu informasi untuk pengembangan dan pemanfaatan sumber daya air.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, dapat diidentifikasi beberapa permasalahan diantaranya:

1. Banyaknya partikel sedimen yang mengendap di DAS Bogowonto, maka diperlukan perhitungan laju erosi.
2. Akibat alih fungsi lahan dari pertanian ke non pertanian menyebabkan terjadinya erosi.
3. Laju erosi pada DAS Bogowonto yang semakin besar akan berdampak pada kebutuhan air irigasi, pertanian, dan perkebunan.
4. Masih terdapat lahan kosong di wilayah di sekitar DAS Bogowonto.

1.3 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penulisan skripsi ini antara lain sebagai berikut:

1. Berapa besarnya laju erosi pada DAS Bogowonto?
2. Bagaimana skenario tata guna lahan untuk mengatasi permasalahan erosi pada DAS Bogowonto?
3. Berapa luas kawasan konservasi di Kecamatan Purwodadi Kabupaten Purworejo?

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penulisan skripsi ini antara lain sebagai berikut:

1. Lokasi studi bertempat di DAS Bogowonto.
2. Tidak membahas analisis pengendalian banjir.
3. Tidak menghitung Rencana Anggaran Biaya (RAB).

1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian dalam penulisan skripsi ini antara lain sebagai berikut:

1. Mengetahui besarnya laju erosi pada DAS Bogowonto.
2. Mengetahui skenario tata guna lahan untuk mengatasi permasalahan erosi pada DAS Bogowonto.
3. Mengetahui perbandingan dengan RKPD Kabupaten Purworejo untuk Kecamatan Purwodadi

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian dalam penulisan skripsi ini antara lain sebagai berikut:

1. Memberikan informasi kepada instansi terkait sebagai masukan dan pertimbangan dalam upaya pengelolaan DAS Bogowonto.
2. Dapat menjadi referensi kepada mahasiswa dalam menyusun tugas akhir yang berkaitan dengan “pengaruh erosi dan konservasi lahan”.
3. Menambah wawasan dan pengetahuan kepada pembaca tentang erosi dan konservasi lahan.

1.7 Lingkup Pembahasan

Sesuai dengan judul skripsi ”Analisa Laju Erosi dan Arahan Konservasi Lahan Berbasis ArcGIS pada DAS Bogowonto Kabupaten Purworejo Provinsi Jawa Tengah” maka lingkup pembahasannya meliputi :

1. Lokasi penelitian meliputi wilayah Provinsi Jawa Tengah dan DIY.
2. Analisa hidrologi.
 - a. Uji konsistensi data
3. Analisa erosi.
 - a. Menghitung laju erosi
4. Analisa konservasi lahan.
 - a. Menganalisis tata guna lahan

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Besar laju erosi pada DAS Bogowonto dengan menggunakan metode RUSLE adalah sebesar 109,996 ton/ha/th yang masuk ke tingkat bahaya erosi sedang.
2. Skenario tata guna lahan untuk mengatasi permasalahan erosi pada DAS Bogowonto yaitu dengan mengubah lahan kosong menjadi kawasan tegalan/ladang yang akan dialihfungsikan menjadi suatu perkebunan. Hasil ini dibuktikan dengan perubahan nilai erosi yang mengalami penurunan menjadi 96,908 ton/ha/th dan dapat diminimalkan hingga mencapai 26,640 ton/ha/th sehingga masuk ke tingkat bahaya erosi ringan. Metode yang paling tepat dilakukan yaitu dengan metode vegetatif dengan memanfaatkan tanaman untuk melindungi permukaan tanah yang direncanakan untuk penanaman tanaman musiman dan tahunan. Tanaman musiman ditanam dengan jarak tanam sekitar 0,6 m – 1 m, serta tanaman tahunan dengan jarak tanam antara 2 m - 15 m.
3. Luas kawasan konservasi di Kecamatan Purwodadi Kabupaten Purworejo dengan *software ArcGIS* diperoleh sebesar 225,994 ha.

5.2 Saran

1. Masih harus dilakukan penelitian lebih lanjut selain tingkat bahaya erosi terdapat sedimentasi yang terjadi pada DAS Bogowonto, misalnya dengan metode MUSLE.
2. Daerah dengan nilai erosi tinggi perlu diprioritaskan dalam konservasi lahan.
3. Pengetahuan tentang masalah penyebab erosi juga perlu ditekankan agar masyarakat bisa mengurangi tingkat masalah erosi.

DAFTAR PUSTAKA

- Alwi, L. O., & Marwah, S. (2014). Dampak Penggunaan Lahan Terhadap Sumber Daya Air. *Jurnal Agroteknos*, 4.
- Arsyad, S. (2009). *Konservasi Tanah dan Air*. IPB Press.
- Arsyad, S. (2010). *Konservasi Tanah dan Air*. IPB Press.
- Asdak, C. (2010). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gajah Mada University Press.
- Balai PSDA Progo Bogowonto Luk Ulo. (2024). *Informasi Daerah Aliran Sungai*.
- Hammer, W. I. (1978). *Soil Conservation Report*. Soil Research Institute.
- Hardjomidjodjo, S., & Sukartaatmadja, S. (1992). *Teknik Pengawean Tanah dan Air*. JICA Institut Pertanian Bogor.
- Hardjowigeno, S. (1987). *Ilmu Tanah*. Mediyatama Sarana Perkasa.
- Hardjowigeno, S. (1995). *Ilmu Tanah*. Akademika Pressindo.
- Harto, B. S. (2009). *Hidrologi Teori, Masalah, dan Penyelesaian*. Nafiri Offset.
- Kementerian Kehutanan Republik. (2009). *Peraturan Menteri Kehutanan Nomor P.32/Menhut-II/2009 tentang Tata Cara Penyusunan Rencana Teknik Rehabilitasi Hutan dan Lahan Daerah Aliran Sungai*.
- Kementerian PUPR DIRJEN SDA BBWSSO. (2020). *Rencana Strategis Balai Besar Wilayah Sungai Serayu Opak Tahun 2020—2024*.
- Kironoto, B. A., & Yulistiyanto, B. (2000). *Diktat Kuliah Hidraulika Transpor Sedimen*. PPS Teknik Sipil.
- Limantara, L. M. (2010). *Hidrologi Praktis*. CV Lubuk Agung.
- Ni'am, M. A., Noerhayati, E., & Warsito. (2022). Studi Alternatif Analisa Sedimentasi Terhadap Umur Bendungan Bagong Kabupaten Trenggalek Berbasis Arc Gis. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 12, 2.
- Nilwan. (1987). *Pendugaan Besar Erosi dan Daya Angkutan Sedimen Pada Daerah Aliran Sungai Citarum Hulu*. Institut Pertanian Bogor.

- Novantaka, D. D., Noerhayati, E., & Suprpto, B. (2022). Studi Perencanaan Tubuh Bendungan Greneng Desa Tunjungan Kecamatan Tunjungan Kabupaten Blora. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 11, 3.
- PPRI No. 37 Tahun 2012. (2012). *Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*.
- Renard, K. G. (1997). *Predicting soil erosion by water: A guide to conservation planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE)*. US Department of Agriculture, Agricultural Research Service.
- Rendra, M. I., Sandy, R. A., & Huda, M. M. (2023). Pendekatan Spasial Tingkat Bahaya Erosi DAS Bogowonto Kabupaten Magelang. *Zoning: Journal of Urban and Regional Planning*.
- RKPD Purworejo. (2025). *Rencana Kerja Pemerintah Daerah Kabupaten Purworejo Tahun 2025*.
- RKT Kabupaten Purworejo. (2018). *Rencana Kinerja Tahunan Daerah Kabupaten Purworejo*.
- Sabila, N. A., Yulistiyanto, B., & Legono, D. (2020). *Kajian Sedimen Delivery Ratio Bendungan Bener Kabupaten Purworejo*.
- Saputro, A. T., Noerhayati, E., & Rokhmawati, A. (2020). Analisa Laju Erosi dan Sedimentasi Bendungan Bajulmati Kabupaten Banyuwangi dengan Metode Usle dan Musle. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 8, 5.
- Setiawan, A. (2024). Pendugaan Daerah Rawan Bencana Tanah Longsor Berbantuan Sistem Informasi Geografis di Kecamatan Pujon Kabupaten Malang. *Geodika: Jurnal Kajian Ilmu dan Pendidikan Geografi*, 8, 1–10. <https://doi.org/10.29408/geodika.v8i1.17187>
- Soemarto. (1987). *Hidrologi Teknik*. Usaha Nasional.
- Soemarwoto, O. (2007). *Analisis Mengenai Dampak Lingkungan* (12 ed.). Gadjah Mada University Press.
- Soewarno. (1991). *Hidrologi Pengukuran dan Pengolahan Data Aliran Sungai (Hidrometri)*. Nova.

- Soewarno. (1995). *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data*. NOVA.
- Sosrodarsono, S., & Takeda, K. (2003). *Hidrologi Untuk Pengairan* (9 ed.). Pradnya Paramita.
- Suripin. (2002). *Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air*. Andi Offset.
- Suripin. (2004). *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. ANDI OFFSET.
- Triatmodjo, B. (2008). *Hidrologi Terapan*. Beta Offset.
- Utomo, W. H. (1994). *Erosi dan Konversi Tanah*. IKIP Malang.
- Varadilla, S. R., Noerhayati, E., & Rahmawati, A. (2020). Studi Pendugaan Sisa Usia Guna Waduk Selorejo dengan Pendekatan Erosi dan Sedimentasi. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 8(5), 389–400.
- Wentworth, C. K. (1922). A Scale of Grade and Class Terms for Clastic Sediments. *Journal of Geology*,.
- Wischmeier, W. H., & Smith, D. D. (1978). *Predicting Rainfall-Erosion Losses: A Guide To Conservation Planning*. USDA Agriculture Handbook.

