

JURNAL Techno-Socio Ekonomika

Jurnal Ilmu-Ilmu Ekonomi-Sosial dan Teknologi

Sistim Informasi Rumah Sakit
R. Ricky Agusiady

**Analisis Stabilitas Lereng Pada Jembatan *Bridge 97* Jalur Kereta Api Cepat Indonesia-Cina
Di Walini, Kabupaten Bandung Barat Menggunakan Aplikasi Perangkat Lunak *Geostudio***
Chandra Afriade Siregar, Dinni Kusciptasusanti

**Kajian Kerusakan Tanggul Pemisah Akibat Pengaruh Pergerakan Luapan Air Sungai
Dengan Pendekatan Analisis Uji Model Hidraulik Laboratorium Kasus Daerah
Aliran Sungai Cidurian"**
Hulaimi Siregar, Bakhtiar AB

**Kajian Pengaruh Erosi Dan Sedimentasi Terhadap Umur Layanan Waduk Malahayu
Di Kab. Brebes – Jawa Tengah (Kasus Waduk Malahayu)**
Bakhtiar Abu Bakar, R. Didin Kusdian, Cecep Kosasih

**Pengaruh Penambahan Spiral Senggang Pada Kuat Tekan Beton (Kajian
Eksperimental) (Uji Laboratorium Universitas Sangga Buana –Ypkp)**
Tomy Rohmawan, R. Didin Kusdian

**Kajian Kebutuhan Air Untuk Pertanian Tanaman Padi Terhadap Efektifitas Ketersediaan
Air Irigasi Akibat Berkurangnya Lahan Pertanian Dengan Uji Model Hidraulik
Laboratorium (Studi Kasus Irigasi Wanir)**
Yongki Lisa Darmawan, Bakhtiar Ab

**Kajian Kuat Tekan Beton Dengan Menggunakan Pasir Limbah Timah Putih Bangka
Pada Beton Normal (Uji Laboratorium Universitas Sangga Buana (Usb)-Ypkp)**
Wimba Sahistia Adi, R. Didin Kusdian²

Analisis Daya Dukung Tiang Tunggal Statis Pada Proyek Pembangunan Akses Tol Gedebage
Chandra Afriade Siregar, Nurul Jannah Al Kautsar Ridwan

**Kajian Manfaat Jaringan Air Irigasi Terhadap Efektifitas Lahan Pertanian Dan Pertumbuhan
Penduduk Dengan Pengaruh Karakteristik Air Di Wilayah Sungai Cidurian
Dengan Pendekatan Uji Model Hidraulik**
Feri Andriyanto, Bakhtiar Ab

**Kajian Kerusakan Mercu Bendung Akibat Pengaruh Limpasan Air Waduk Pada
Studi Kasus Bendung Cikuya - Kota Cimahi**
Anwar Abdurrahman, Bakhtiar Abu Bakar

Manajemen Kepemimpinan
Dety Mulyanti



JURNAL USB-YPKP	VOLUME 11	NO 2	HALAMAN 113 - 205	BANDUNG OKTOBER 2018	ISSN 1979-4835
--------------------	--------------	---------	----------------------	-------------------------	-------------------

Kajian Pengaruh Erosi Dan Sedimentasi Terhadap Umur Layanan Waduk Malahayu Di Kab. Brebes – Jawa Tengah (Kasus Waduk Malahayu)

Bakhtiar Abu Bakar, R. Didin Kusdian, Cecep Kosasih

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui sisa umur layanan waduk Malahayu dan menyusun arahan pengendalian erosi di DTH waduk Malahayu, dimana Waduk Malahayu sudah beroperasi selama 77 tahun. Sampai akhir tahun 2017 terjadi pengurangan kapasitas tampungan waduk.

Perkiraan umur layanan (useful life) waduk berdasarkan kapasitas tampungan mati (dead storage), yang didapat dari hasil pengukuran echo sounding, selanjutnya laju sedimentasi waduk didapat menggunakan metode kualitatif yaitu USLE (Universal Soil Loss Equation). Untuk mendapatkan hubungan atau koefisien korelasi antara faktor – faktor penyebab erosi dengan besarnya laju erosi aktual akan dianalisa dengan metode kuantitatif menggunakan Program Komputer SPSS versi 24.

Besarnya laju erosi aktual DTH waduk Malahayu sebesar 1.568.676,62 ton/tahun, dimana nisbah pelepasan sedimen (SDR – Sediment Delivery Ratio) sebesar 0,156, sehingga laju sedimentasi potensial sebesar 244.034,16 ton/tahun atau sebesar 295.281,33 m³/tahun. Deposit endapan di sekitar intakenya terkuras keluar waduk yaitu diambil 10% kandungan Lumpur keluar waduk melalui bottom outlet sebesar 29.528,13 m³/tahun maka volume endapan sedimen di waduk Malahayu sebesar 265.753,20 m³/tahun. Sisa volume tampungan mati (dead storage) pada waduk Malahayu sebesar 947.045,26 m³, maka umur layanan waduk hanya sekitar 3,56 tahun ke depan kalau tidak ada penanggulangan waduk Malahayu akan dinyatakan Mati.

Tindakan yang paling utama harus segera dilaksanakan pengerukan waduk agar volume dead storage waduk yang sudah terisi sedimentasi dapat segera dikosongkan kembali, selanjutnya dilakukan pengelolaan DTH waduk secara terpadu.

Kata Kunci : *Erosi, Sedimentasi, Echo Sounding, Umur Layanan Waduk*

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Waduk Malahayu adalah sebuah waduk yang terletak di dekat perbatasan Jawa Tengah dengan Jawa Barat tepatnya di Kecamatan Kecamatan Banjarharjo, Kabupaten Brebes, Provinsi Jawa Tengah, Indonesia.

Awalnya waduk ini menggenangi di perbatasan Desa Malahayu dengan Desa terbukti dari data hasil pengukuran waduk Malahayu sebelum adanya pengendapan (pada saat waduk beroperasi) . Pengurangan Volume air normal Waduk Malahayu sebelum adanya pengendapan (pada saat waduk beroperasi) . Pengurangan Volume air normal Waduk Malahayu selama kurun waktu 77 tahun dari tahun 1940 - 2017 sebesar 10.769.134 m³. Cipajang dan Desa Penanggapan, namun akibat mendangkalan kini secara umum hanya menggenangi wilayah Desa Malahayu sekaligus lokasi bendungan utamanya. Berdasarkan data dari Balai Besar Wilayah Sungai Cimanuk -Cisanggarung, 2017 yang terjadi di waduk Malahayu kabupaten Brebes telah mengalami penurunan volume air normal yang cukup besar, Perubahan volume air normal cukup besar, dalam hal ini penulis

akan meneliti secara empiris dan korelasi sebenarnya faktor apa yang sangat berpengaruh terhadap besarnya erosi pada Daerah Tangkapan Hujan (DTH) Waduk Malahayu

Rumusan Masalah

Daerah Tangkapan Hujan (DTH) Waduk Malahayu sesuai dengan bagian sungai terdiri dari 1 (satu) DAS utama, yaitu DAS Kabuyutan, yang terbagi 12 (dua belas) sub DAS.

Berdasarkan identifikasi dilapangan besarnya erosi lahan di daerah tangkapan hujan Waduk Malahayu akibat dari laju sedimentasi yang sampai ke waduk cukup tinggi ini diprediksi faktor yang dominan disebabkan oleh perubahan tata guna lahan yang berdampak terhadap pengurangan umur layanan waduk tersebut, begitu juga kemampuan waduk menampung sedimen pada kondisi tampungan mati (*dead storage*) semakin berkurang

Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Lokasi penelitian adalah Daerah Tangkapan Hujan (DTH) Waduk Malahayu.
2. Melakukan perhitungan erosi lahan di Daerah Tangkapan Air (DTH) Waduk Malahayu
3. Metode yang digunakan untuk mengetahui seberapa besar laju erosi lahan terhadap besarnya laju sedimentasi yang berdampak berkurangnya umur layanan waduk adalah dengan menggunakan metode USLE (*Universal Soil Loss Equation*).
4. Data digunakan berupa data sekunder diantaranya berupa pengukuran echosounding dan data sekunder yaitu data curah hujan, tata guna lahan, peta tematik, peta DEM (*Digital Elevation Model*) dan data Primer berupa kondisi lapangan berdasarkan hasil survey lapangan

Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud Penelitian

1. Mengkaji pengaruh erosi lahan di Daerah Tangkapan Hujan (DTH) Waduk Malahayu dan besarnya laju erosi, selanjutnya menentukan Tingkat Bahaya Erosi (TBE) di daerah tangkapan hujan waduk Malahayu.
2. Mengkaji Pendugaan Laju Sedimentasi Potensial yang masuk ke waduk Malahayu yang berdampak terhadap berkurangnya umur layanan waduk
3. Mengkaji Pendugaan Laju Sedimentasi Potensial yang masuk ke waduk Malahayu yang berdampak terhadap berkurangnya umur layanan waduk

Tujuan Penelitian

1. Untuk menentukan laju erosi yang terjadi di Daerah Tangkapan Hujan (DTH) dan Laju Sedimentasi Potensial waduk Malahayu
2. Untuk menentukan umur waduk Malahayu dengan Perkiraan umur layanan (*useful life*) berdasarkan atas kapasitas tampungan mati (*dead storage*).
3. Untuk menyusun rekomendasi arahan upaya konservasi lahan yang optimal untuk mengatasi erosi lahan dan laju sedimentasi di waduk Malahayu.

Manfaat Penelitian

Manfaat Teoritis / Akademik

1. Sumbangan pemikiran dalam rangka pengembangan ilmu pengetahuan bagi para praktisi, peneliti maupun pengguna lain
2. Sebagai bahan referensi bidang pengawasan pada Pemerintah dalam menyusun rencana strategi sektoralnya untuk melakukan pengawasan dalam pengelolaan lingkungannya
3. Sebagai bahan untuk mendapatkan skenario penataan lahan yang paling optimal dalam rangka menurunkan pengaruh erosi lahan yang berdampak terhadap tingginya laju sedimentasi yang berpengaruh terhadap umur layanan waduk
4. Sebagai tambahan wahana cakrawala ilmu pengetahuan dalam masalah pengendalian laju sedimentasi di waduk Malahayu

Manfaat Praktis

1. Mengetahui dan memberikan gambaran seberapa besar pengaruh laju sedimentasi terhadap umur layanan waduk Malahayu
2. Dapat digunakan untuk acuan, pengelolaan dan pelestarian waduk Malahayu demi pelayanan waduk itu sendiri terhadap fungsinya
3. Memberikan rekomendasi arahan upaya konservasi yang optimal untuk mengurangi erosi lahan dan laju sedimentasi di waduk Malahayu

Hipotesis Penelitian

Adanya pengaruh yang signifikan secara simultan atau secara parsial antara faktor – faktor penyebab erosi terhadap besarnya laju erosi, selanjutnya akan di pakai untuk membuat kajian pengaruh erosi dan sedimentasi terhadap umur layanan waduk Malahayu

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di Desa Malahayu, Kecamatan Banjarharjo, Kabupaten Brebes, Provinsi Jawa Tengah

KAJIAN PUSTAKA

Erosi

Erosi adalah pengikisan atau kelongsoran sesungguhnya merupakan proses penghanyutan tanah oleh desakan – desakan atau kekuatan air dan angin, baik yang berlangsung secara alamiah ataupun sebagai akibat tindakan / perbuatan manusia. (A.G Kartasapoetra, 2010)

Proses Terjadinya Erosi

1. Menghancurkan struktur tanah menjadi butir – butir primer oleh energi tumbuk butir – butir hujan yang menimpa tanah (D_h) dan perendaman oleh air yang tergenang (proses dispersi), dan pemindahan (pengangkutan) butir – butir tanah oleh percikan hujan (T_h);
2. Penghancuran struktur tanah (D_i) diikuti pengangkutan butir – butir tanah tersebut (T_i) oleh air yang mengalir di permukaan tanah

Tipe - Tipe Erosi

1. Erosi Percikan (Splash Erosion)
2. Erosi Kulit (Sheet Erosion)
3. Erosi Alur (Rill Erosion)
4. Erosi Parit (Gully Erosion)
5. Erosi Tebing Sungai (Streambank Erosion)

Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Erosi
Terjadinya erosi sehubungan dengan proses – prosesnya yang secara alamiah yang menjadi penyebab dan mempengaruhi besarnya erosi terdapat lima faktor, yaitu (a) faktor iklim, (b) faktor tanah, (c) faktor bentuk kewilayahan (topografi), (d) faktor tanaman penutup tanah (vegetasi), dan (e) faktor kegiatan / perlakuan – perlakuan manusia. (A.G Kartasapoetra, 2010)

Perkiraan Besarnya Erosi

Prediksi erosi dilakukan dengan menggunakan USLE sebagai berikut :

$$E_a = R \times K \times L \times S \times C \times P \dots\dots(1)$$

E_a = Banyaknya tanah tererosi (ton/ha/tahun)

R = Indeks daya erosi curah hujan (erosivitas hujan, R) (KJ/ha)

K = Indeks Kepekaan Tanah Terhadap Erosi (Erodibilitas Tanah)

L = Faktor Panjang Lereng, (m)

S = Faktor Kecuraman Lereng, (%)

C = Faktor Tanaman Penutup Lahan Dan Manajemen Tanaman

P = Faktor Pengelolaan dan Konservasi Tanah

Pendugaan Laju Sedimentasi Potensial

Berdasarkan DPU Dirjen Pengairan (1999:79) rumus perhitungan SDR adalah sebagai berikut :

$$SDR = S \times \frac{(1 - 0.8683(A^{-0.2018}))}{2(S + 50.n)} +$$

$$0.8683(A^{-0.2018}) \dots\dots(2)$$

Nilai pendugaan laju sedimentasi potensial dihitung dengan persamaan :

$$SDR_{pot} = E_a \times SDR \dots\dots(3)$$

Dimana :

SDR = Nisbah pelepasan sedimen, nilai $0 < SDR < 1$

A = Luas DAS, (ha)

S = Kemiringan lereng rata-rata permukaan DAS, (%)

n = Koefisien kekasaran manning

SDR_{pot} = Laju Sedimentasi Potensial

E_a = Banyaknya tanah tererosi (ton/ha/tahun)

Waduk

Karakteristik Waduk

Karakteristik suatu waduk merupakan bagian pokok dari waduk yaitu volume hidup (*live storage*), volume mati (*dead storage*), tinggi muka air (TMA) maksimum, TMA minimum, tinggi mercu bangunan pelimpah berdasarkan debit rencana.

Kapasitas Waduk

Dep.PU (2009), menjelaskan bahwa perhitungan kapasitas waduk dilakukan dengan menjumlahkan volume tampungan air antara 2 garis kontour dan dimulai dari garis kontour terendah.

Hitung volume tampungan waduk, misal ΔV_1 ;

$$\Delta V = \frac{1}{3} \cdot \Delta h \cdot (A_1 + A_2 + \sqrt{A_1 + A_2}) \dots(4)$$

Dimana :

A_1 : Luas areal genangan pada garis kontour pertama

A_2 : Luas areal genangan pada garis kontour kedua

Δh : Beda tinggi antara ke dua garis kontour

Umur Layanan (*Useful life*) Waduk

Perkiraan umur layanan (*useful life*) berdasarkan atas kapasitas tampungan mati (*dead storage*), untuk memprediksikan kapan kapasitas tampungan mati waduk itu akan terisi penuh oleh sedimen, sehingga elevasi air berkurang dari elevasi minimum (Brabben, 1979), rumus berikut :

$$\text{Umur Layanan Waduk} = V_w / V \dots (5)$$

Dimana :

V_w : Tampung mati (dead storage), m^3
 V : Volume sedimen dalam waduk, $m^3/tahun$

Teknologi Sistem Informasi Geografis

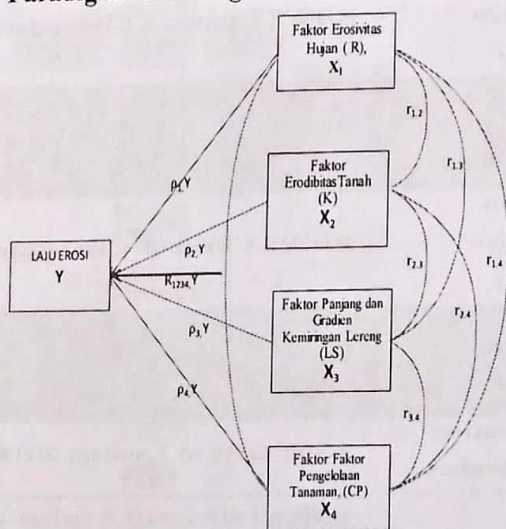
Perhitungan untuk pendugaan laju erosi menggunakan metode USLE (*Universal Soil Lost Equation*), dengan menggunakan model teknologi Sistem Informasi Geografis (SIG), dimana dari tiap – tiap paramater USLE dapat digambarkan dalam peta tematik (thematic map) sehingga akan terbentuk 5 (lima) macam peta tematik, yaitu peta erosivitas (R), peta erodibilitas tanah (K), peta kemiringan dan panjang lereng (LS), peta manajemen tanaman (C) dan peta kontrol erosi praktis (P). Peta laju erosi dapat diperoleh dengan menampakkkan (overlay) kelima peta tematik parameter USLE tersebut. (Suripin, 2004).

Landasan Teori Analisis Statistik

Pengertian Korelasi dan Regresi

Perbedaan yang mendasar antara analisis korelasi dan regresi, dimana analisis korelasi digunakan untuk mencari arah dan kuatnya hubungan antara dua variabel atau lebih, bak hubungan yang bersifat simetris, kausal dan reciprocal, sedangkan analisis regresi digunakan untuk memprediksi seberapa jauh perubahan nilai variabel dependen, bila nilai variabel indenpenden di manipulasi / dirubah – rubah atau dinaik – turunkan. (Sugiyono, 2017).

Paradigma dan Diagram Jalur Penelitian



Gambar 1 : Paradigma dan Diagram Jalur Penelitian

Dimana :

X_1 : Variabel bebas Faktor Erosivitas Hujan (R),
 X_2 : Variabel bebas Faktor ErodibilitasTanah (K)
 X_3 : Variabel bebas Faktor Panjang & Gradien Kemiringan Lereng (LS)
 X_4 : Variabel bebas Faktor Pengelolaan Tanaman (CP)
 $a, b_1, b_2, b_3,$ dan b_4 = konstanta
 Y : Variabel terikat Laju Erosi

Analisis Korelasi

Kuatnya hubungan antar variabel yang dihasilkan dari analisis korelasi dapat diketahui berdasarkan besar kecilnya koefisien korelasi yang harganya antara minus satu (-1) s.d plus satu (+1). Untuk menentukan besaran nilai korelasi antar variabel, menurut (Sugiyono, 2017).

Analisis Regresi

Analisis regresi dalam penelitian ini akan dilakukan regresi linier berganda. Persamaan regresi berganda dengan empat prediktor adalah sebagai berikut ;

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_4..(6)$$

Dimana :

Y : variabel terikat (nilai yang diprediksikan)

X_1, X_2, X_3 dan X_4 = variabel bebas

a : konstanta (nilai Y bila variabel X_1, X_2, X_3 dan $X_4 = 0$)

b_1, b_2, b_3, b_4 : koefisien regresi

Teknologi Pengendalian Erosi Secara Terpadu

Menurut A.G.Kartasapoetra, (2010) menjelaskan bahwa usaha pengendalian erosi ini seharusnya didasarkan pada prinsip-prinsip sebagai berikut :

1. Memperbesar resistensi permukaan tanah sehingga lapisan permukaan tanah tahan terhadap pengaruh tumbukan butir – butir air hujan
2. Memperbesar kapasitas infiltrasi tanah, sehingga lajunya aliran permukaan dapat dikurangi (diredusir).
3. Memperbesar resistensi tanah sehingga daya rusak dan daya hanyut aliran permukaan terhadap partikel – partikel tanah dapat diperkecil atau diredusir.

DATA DAN METODE PENELITIAN

Tabel 1 Pedoman Untuk Memberikan Interpretasi Terhadap Koefisien Korelasi

Koefisien Korelasi	Keterangan
0,00 - 0,199	Sangat rendah
0,20 - 0,399	Rendah
0,40 - 0,599	Sedang
0,60 - 0,799	Kuat
0,80 - 1,000	Sangat Kuat

Tabel 2 Data Sekund

No	Jenis Data / Gambar / Peta	Sumber Data
A.	Data Sekunder	
1.	Peta topografi / Peta Rupa Bumi skala 1 : 50.000	Bakosurtanal
2.	Peta tata guna lahan	RTRW Kabupaten Brebes Tahun 2010 – 2030
3.	Peta Geologi Lembar Arjawinangun tahun 1995	Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi
4.	Data hujan harian 10 tahun (2007-2016), Sta. Malahayu, Sta. Kertasari dan Sta. Cisureuh	BBWS Cimanuk Cisanggar
5.	Data teknis waduk	BBWS Cimanuk Cisanggar
6.	POLA PSDA WS Cimanuk Cisanggarung Lintas Prov 2010	BBWS Cimanuk Cisanggarung
7.	Data pencatatan Peil tahun 2016	BBWS Cimanuk Cisanggar
8.	Data Luas Muka Air Dan Volume Waduk Malahayu (bathymetri tahun 2011)	BBWS Cimanuk Cisanggar
9.	Peta Situasi Daerah Genangan Waduk Malahayu (bathymetri tahun 2011)	BBWS Cimanuk Cisanggar
10.	Data Luas Muka Air Dan Volume Waduk Malahayu (bathymetri tahun 2017)	BBWS Cimanuk Cisanggar
11.	Peta Situasi Daerah Genangan Waduk Malahayu (bathymetri tahun 2017)	BBWS Cimanuk Cisanggar
12.	Peta DEM (Digital Elevation Method) wilayah Kab Brebes	Aster GDEM Landsat 2018

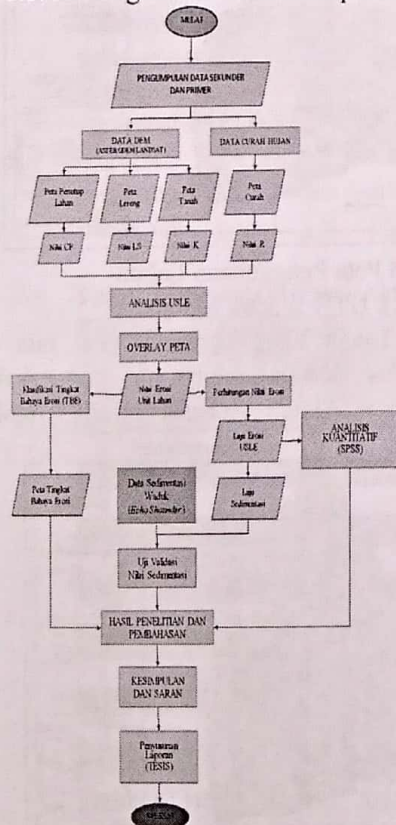
Data primer secara langsung dlapangan. Teknik yang dapat digunakan antara lain observasi, wawancara, diskusi terfokus dan dokumentasi lapangan

Metode Penelitian

Metode Penelitian Kombinasi Sequential Exploratory, yaitu metode kombinasi yang berurutan (sequential), dimana pada *tahap pertama* pengumpulan data dan analisis data menggunakan metode kualitatif, dan selanjutnya pada tahap *kedua* pengumpulan data dan analisis data menggunakan metode kuantitatif, sehingga akan memperkuat hasil penelitian kualitatif yang dilakukan pada tahap pertama. (Sugiyono, 2017).

1. Tahap Perencanaan
 - a. Mengidentifikasi masalah / mencari permasalahan
 - b. Merumuskan masalah
 - c. Mengadakan studi pendahuluan
 - d. Merumuskan hipotesis
 - e. Menentukan sampel penelitian
 - f. Menyusun rencana penelitian
2. Tahap Pelaksanaan Penelitian
 - a. Pengumpulan Data
 - b. Analisis Data / Pengolahan Data
 - c. Hasil Penelitian dan Pembahasan
 - d. Kesimpulan dan Saran

Secara Skematisasi Pola Pikir Penelitian pada Gambar 2 dan Tahap dan Prosedur Penelitian disusun Bagan Alir Penelitian pada Gambar 3



Gambar 3 Bagan Alir Penelitian

Variabel Penelitian

1. Variabel Bebas (*Independent Variable*)
Variabel bebas (X) adalah variabel yang tidak dipengaruhi oleh variabel-variabel lain dan merupakan variabel yang mempengaruhi atau menjadi sebab perubahan - perubahannya variabel terikat. Dalam penelitian ini yang menjadi variabel bebas adalah *faktor – faktor yang mempengaruhi erosi*
2. Variabel Terikat (*Dependent Variable*)
Variabel terikat (Y) adalah variabel yang dipengaruhi oleh variabel bebas. Dalam penelitian ini yang menjadi variabel terikat adalah *Laju Erosi*

Pengolahan dan Analisis Data Penelitian

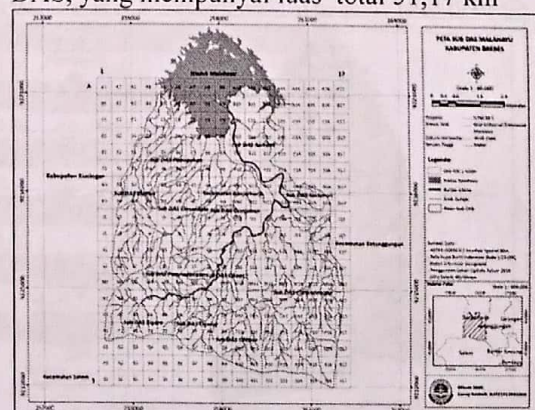
1. Pengolahan dan Analisis Data Penelitian Kualitatif, akan menggunakan metode Sistem Informasi Geografis Dalam Implementasi Teori USLE.
2. Pengolahan dan Analisis Data Penelitian Kuantitatif, akan diolah dan dianalisis Program Komputer SPSS versi 24

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum DTH Waduk Malahayu

Secara astronomis, Waduk Malahayu terletak pada koordinat 108°30'6.66" BT dan 07°02'12.48" LS. Secara administratif terletak di Desa Malahayu, Kecamatan Banjarharjo, Kab. Brebes, Provinsi Jawa Tengah.

Daerah Tangkapan Hujan (DTH) waduk Malahayu sesuai dengan bagian sungai terdiri dari 1 (satu) DAS utama, yaitu DAS Kabuyutan, yang terbagi 12 (dua belas) sub DAS, yang mempunyai luas total 51,17 km²



Gambar 4 Peta Sub DAS Malahayu Per Unit Lahan

Permasalahan DTH Waduk Malahayu

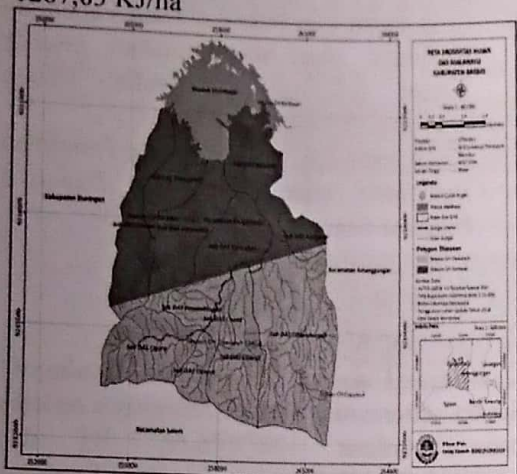
Aktivitas pengelolaan lahan yang dilakukan masyarakat yang bermukim di kawasan DTH Waduk Malahayu dimungkinkan tidak memperhatikan kaidah - kaidah konservasi ini dapat mendorong terjadinya erosi yang berlebihan

Permasalahan Waduk Malahayu

Selama kurun waktu 77 tahun, pengurangan volume air normal cukup besar, yaitu 10.769.133,75 m³ (Balai Besar Wilayah Sungai Cimamuk -Cisanggarung, 2017)

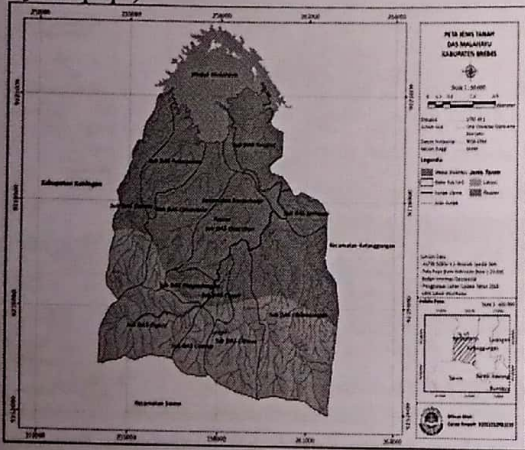
Pendugaan Laju Erosi Dengan Metode USLE

Nilai Faktor Erosivitas Hujan Bul. (R), Sta. Kertasari (R_{Sta Kertasari}) sebesar 1425,16 KJ/ha dan Sta Ciseureuh (R_{Sta Ciseureuh}) sebesar 1287,83 KJ/ha



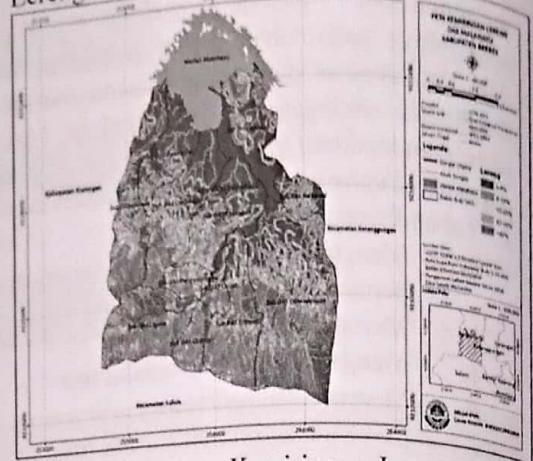
Gambar 5 Peta Erosivitas Hujan DTH Waduk Malahayu

Nilai Faktor Erodibilitas Tanah / Nilai Ketahanan Tanah (K), meliputi Latosol merah kuning (Typic haplorthox) dan Regosol (Typic dystropept)

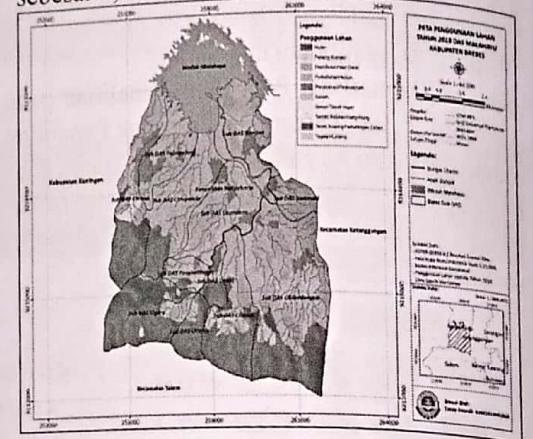


Gambar 6 Peta Jenis Tanah DTH Waduk Malahayu

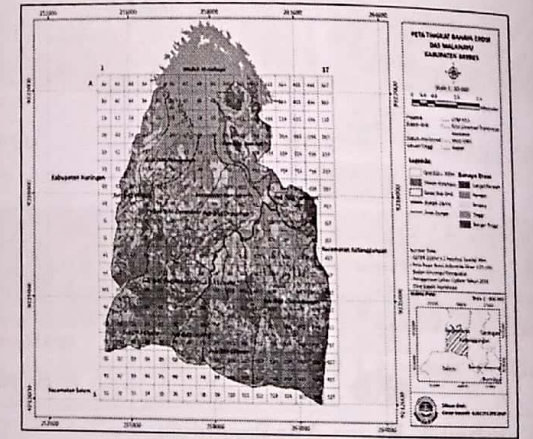
Nilai Faktor Panjang dan Gradien Kemiringan Lereng Rata - Rata (LS_{rata-rata}) sebesar 4,146



Gambar 7 Peta Kemiringan Lereng DTH Waduk Malahayu Nilai Faktor Pengelolaan Tanaman (CP), sebesar 0,213



Gambar 8 Peta Penggunaan Lahan Tahun 2018 DTH Waduk Malahayu Besarnya Tanah Yang Tererosi (Ea) rata - rata sebesar 328,04 toh/ha/thn, sedangkan Total Erosi Aktual sebesar 1.568.676,62 ton/thn



Gambar 9 Peta Erosi DTH Waduk Malahayu per Unit Lahan

Hubungan Dan Pengaruh Antara Faktor – Faktor penyebab Erosi dengan Besarnya Laju Erosi

1. Korelasi parsial antara variabel faktor erosivitas hujan, R (X₁) dengan besarnya laju erosi (Y) diperoleh nilai sebesar r = 0,048. Nilai ini menunjukkan hubungan yang lemah positif, besarnya laju erosi tidak akan naik secara signifikan.
2. Korelasi parsial antara variabel faktor erodibilitas tanah, K (X₂) dengan besarnya laju erosi (Y) diperoleh nilai sebesar r = 0,065. Nilai ini menunjukkan hubungan yang lemah positif, besarnya laju erosi tidak akan naik secara signifikan.
3. Korelasi parsial antara variabel Faktor Panjang dan Gradien Kemiringan Lereng, LS (X₃) dengan besarnya laju erosi (Y) diperoleh nilai sebesar r = 0,516. Nilai ini menunjukkan hubungan yang kuat positif, besarnya laju erosi akan naik signifikan
4. Korelasi parsial antara variabel Faktor Pengelolaan Tanaman, CP (X₄) dengan besarnya laju erosi (Y) diperoleh nilai sebesar r = 0,573. Nilai ini menunjukkan hubungan yang kuat positif, besarnya laju erosi akan naik signifikan.
5. Korelasi (R) yang secara simultan (bersama-sama) antara variabel faktor erosivitas hujan, R (X₁), faktor

erodibilitas tanah, K (X₂), Faktor Panjang dan Gradien Kemiringan Lereng, LS (X₃) dan Faktor Pengelolaan Tanaman, CP (X₄). Terhadap Besarnya Laju Erosi, Ea (Y). diperoleh nilai sebesar r = 0,793. Kontribusi yang diberikan oleh keempat variabel bebas (X) terhadap variabel terikat (Y). $KP = (r_{x_1, x_2, x_3, x_4})^2 \times 100\% = (0,793)^2 \times 100\% = 62,88\%$.

6. Model persamaan regresi linier berganda untuk memperkirakan Besarnya Laju Erosi, (Ea) :
$$Y = -958,18 + 0,20X_1 + 1378,21X_2 + 78,64X_3 + 1362,50X_4 \dots (7)$$
7. Besarnya Laju Erosi, Ea, jika tanpa ada pengaruh faktor erosivitas hujan, X₁, X₂, X₃ dan X₄ = 0, maka Besarnya Laju Erosi, Ea sebesar 958,18 ton/ha/tahun, nilai negatif artinya tidak akan terjadi laju erosi
8. Besarnya Laju Erosi, Ea, jika ada pengaruh faktor erosivitas hujan, R, faktor erodibilitas tanah, K, Faktor Panjang dan Gradien Kemiringan Lereng, LS dianggap tetap, sedangkan Faktor Pengelolaan Tanaman, CP (X₄) sesuai dengan penggunaan lahan Jika : X₁ = 1342,95; X₂ = 0,29; X₃ = 4,15 (Tetap), substitusi ke pers didapat persamaan sebagai berikut :
$$Y = 37,046 + 1362,5 X_4 \dots (8)$$

Tabel 3 Prosentase Erosi Aktual dari Setiap Tata Guna Lahan

No	Tata Guna Lahan	CP	Erosi Aktual, (Ea) = R.K.LS.CP (ton/ha/thn)	Luasan Penggunaan Lahan (ha)	Total Erosi Aktual, (Ea) (ton/thn)	%
1	Perkebunan/Kebun	0,20	309,55	1340,47	414.936,69	31,94
2	Perumahan/Permukiman	0,75	1058,92	349,97	370.594,06	28,52
3	Hutan	0,10	173,30	1570,69	272.193,29	20,95
4	Sawah Irigasi	0,02	64,30	1719,13	110.532,50	8,51
5	Tegalan/Ladang	0,70	990,80	90,14	89.313,51	6,87
6	Sawah Tadah Hujan	0,70	990,80	32,83	32.530,08	2,50
7	Tanah Kosong/Pematangan Lahan	1,00	1399,55	3,14	4.387,58	0,34
8	Padang Rumput	0,30	445,80	4,93	2.199,19	0,17
9	Semak Belukar/Alang Alang	0,30	445,80	3,90	1.738,15	0,13
10	Pasir/Bukit Pasir Darat	0,28	418,55	1,86	777,35	0,06
Jumlah				5.117,06	1.299.202,38	
Erosi Aktual Rata - Rata DTH Waduk Malahayu					253,90	

Sumber : Hasil Analisis, 2018

9. Besarnya Laju Erosi Aktual, (Ea) akibat penggunaan lahan di DTH Waduk Malahayu dijadikan perkebunan / kebun

merupakan penyumbang terbesar pada laju erosi 306,56 ton/ha/tahun. Klasifikasi Tingkat Bahaya Erosi DTH Waduk Malahayu secara umum termasuk Kelas IV

(Tinggi). aktual sebesar 414.936,69 ton/thn, atau 31,94% Luas DTH Waduk. Perumahan / Permukiman sebesar 370.595,06 ton/thn atau 28,52% Luas DTH Waduk dan Kerusakan Hutan sebesar 272.193,29 ton/thn atau 20,95% luas DTH waduk.

Uji - F

Keputusan uji Ho ditolak, karena $F_{hitung} = 1218,617 > F_{tabel} = 1,00$ dan nilai Signifikansi $0,000 < 0,05$, Terdapat pengaruh yang signifikan secara simultan antara faktor-faktor penyebab Erosi, dan memprediksi besarnya laju erosi, Ea (Y)

Uji - t

1. Faktor erosivitas hujan, R (X_1), nilai $t_{hitung} = 1,848 \leq t_{tabel} = 1,980$, dengan Sig = $0,065 > \alpha = 0,025$, maka Ho diterima. Keputusan tidak terdapat pengaruh yang signifikan pada besarnya laju erosi, Ea (Y).
2. Faktor Erodibilitas Tanah, K (X_2), nilai $t_{hitung} = 4,560 \geq t_{tabel} = 1,980$, dengan Sig = $0,000 < \alpha = 0,025$, maka Ho ditolak, Keputusan cukup berpengaruh yang signifikan pada besarnya laju erosi, Ea (Y).
3. Faktor Panjang dan Gradien Kemiringan Lereng, LS (X_3), nilai $t_{hitung} = 48,221 \geq t_{tabel} = 1,980$, dengan Sig = $0,000 < \alpha = 0,025$, maka Ho ditolak, Keputusan sangat signifikan, pada besarnya laju erosi, Ea (Y)
4. Faktor Pengelolaan Tanaman, CP (X_4), nilai $t_{hitung} = 51,260 \geq t_{tabel} = 1,980$, dengan Sig = $0,000 < \alpha = 0,025$, maka Ho ditolak, Keputusan sangat signifikan pada besarnya laju erosi, Ea (Y)

Tingkat Bahaya Erosi di DTH Waduk Malahayu

Berdasarkan persamaan korelasi didapat total erosi aktual sebesar 1.299.202,38 ton/thn atau sekitar 253,90 ton/hna/thn Klasifikasi Tingkat Bahaya Erosi DTH Waduk Malahayu secara umum termasuk Kelas IV (Tinggi). Sedangkan berdasarkan perhitungan erosi yang dilakukan secara detail per unit lahan, maka besarnya laju erosi aktual yang terjadi sebesar 1.568.676,63 ton/tahun atau sebesar, Faktor Panjang dan Gradien Kemiringan Lereng, LS

mempunyai tingkat korelasi Sedang sebesar 0,516. dan mempunyai nilai sangat signifikan sebesar 0,000, Faktor Pengelolaan Tanaman, CP mempunyai tingkat korelasi Sangat Kuat sebesar 0,573 dan mempunyai nilai sangat signifikan sebesar 0,000

Pendugaan Sedimen Deposit dan Umur Layanan Waduk

Pada periode waktu 1940 - 2017 selama 77 tahun telah terjadi perubahan volume air normal sebesar $10.769.133,75 \text{ m}^3$ atau sekitar $139.858,88 \text{ m}^3/\text{tahun}$. Perubahan volume air terjadi juga pada volume tampungan mati (dead storage) dalam periode sebesar $947.045,26 \text{ m}^3$. Untuk perhitungan umur layanan waduk untuk lebih amannya maka besarnya erosi aktual diambil berdasarkan hasil analisa kualitatif sebesar $1.568.676,62 \text{ ton/tahun}$, nisbah pelepasan sedimen (SDR - Sediment Delivery Ratio) sebesar 0,156, didapat Nilai pendugaan laju sedimentasi potensial sebesar $244.034,16 \text{ ton/tahun}$ atau sebesar $295.281,33 \text{ m}^3/\text{tahun}$. Deposit endapan di sekitar intakenya terkuras keluar waduk yaitu diambil 10% kandungan Lumpur keluar waduk melalui bottom outlet sebesar $29.528,13 \text{ m}^3/\text{tahun}$ maka volume endapan sedimen di waduk Malahayu sebesar $265.753,20 \text{ m}^3/\text{tahun}$. Sisa volume tampungan mati (dead storage) pada waduk Malahayu sebesar $947.045,26 \text{ m}^3$, didapat umur layanan waduk hanya sekitar 3,56 tahun ke depan. Umur waduk rencana 100 tahun, sampai sekarang waduk sudah berusia 77 tahun maka sisa umur layanan waduk kalau berdasarkan rencana 23 tahun. Untuk memperpanjang umur layanan waduk harus segera dilakukan tindakan konservasi secara terpadu.

Arahan Konservasi DTH Waduk Malahayu

1. Identifikasi Hasil Analisa Korelasi

- a. Faktor Erosivitas (R) mempunyai tingkat korelasi Sangat rendah sebesar 0,048 tetapi mempunyai nilai cukup signifikan sebesar 0,005, Faktor erodibilitas tanah, (K) mempunyai tingkat korelasi Sangat rendah sebesar 0,065 tetapi mempunyai nilai sangat signifikan sebesar 0,000,
- b. Faktor Panjang dan Gradien Kemiringan Lereng, LS mempunyai tingkat korelasi Sedang sebesar 0,516. dan

mempunyai nilai sangat signifikan sebesar 0,000.

- c. Faktor Pengelolaan Tanaman, CP mempunyai tingkat korelasi Sangat Kuat sebesar 0,573 dan mempunyai nilai sangat signifikan sebesar 0,000

2. Strategi Konservasi DTH waduk Malahayu

- a. Kehilangan tanah” dari: i). Perkebunan/Kebun, ii). Perumahan / Permukiman, dan iii). Hutan Negara. Ke-tiga sumber erosi tanah yang utama mencakup lebih dari 81,41 %.

Daerah Sasaran	Keterangan
Perkebunan / Kebun / Hutan rakyat	Menduduki sekitar 26,2% dari DTH Waduk Malahayu mulai dataran rendah s/d daerah yang mempunyai lereng curam Hutan Rakyat / Kebun buah-buahan / tanaman keras; perluasannya terbatas
Perumahan / Permukiman	Pekarangan dan kebun di sekitar rumah dengan naungan tanaman keras Terutama dipergunakan untuk memperoleh produksi tanaman musiman (Palawija) dengan adanya naungan dari tanaman keras atau kayu-kayuan yang terbatas jumlahnya
Daerah Bukan Sasaran	
Hutan Negara	Lahan di areal Hutan Negara dikuasai / dikelola oleh Perum Perhutani melaksanakan program penghutanan kembali (reboisasi)

- b. Dasar-dasar Konsep Pengembangan, yaitu Aspek konservasi tanah dan air serta produksi pertanian dan Aspek Kelembagaan Sosial
- c. Pendekatan untuk Memformulasi Konservasi DAS,1 yaitu Pendekatan untuk konservasi tanah dan air serta promosi pertanian dan Pendekatan partisipatif untuk konservasi tanah
- d. Formulasi Program Konservasi DAS Secara Menyeluruh, berupa tindakan pencegahan / penanggulangan erosi tanah telah disusun sebagai berikut: i) Usulan tata guna tanah / pengembangan agro-forestry, yang didasarkan pada Klas Kemiringan

Tanah dan komposisi antara tanaman semusim dan tanaman keras, ii) Klas Kemiringan Tanah dan Tipe teras, iii) Tindakan vegetatif dan iv) Akomodasi (bantuan) perangkat lunak (program pendukung untuk melakukan tindakan konservasi). *Faktor Pengelolaan Tanaman, CP* mempunyai tingkat korelasi Sangat Kuat sebesar 0,573 dan mempunyai nilai sangat signifikan sebesar 0,000

KESIMPULAN

1. Besarnya erosi aktual sebesar 1.568.676,62 ton/tahun, nisbah pelepasan sedimen (*SDR - Sediment Delivery Ratio*) sebesar 0,156 maka didapat Nilai pendugaan laju sedimentasi potensial sebesar 244.034,16 ton/tahun atau sebesar 295.281,33 m³/tahun
2. Volume endapan sedimen di waduk Malahayu sebesar 265.753,20 m³/tahun, Perkiraan umur layanan (*useful life*), dimana kapasitas tampungan mati (*dead storage*), dimana (V_w) Sisa volume tampungan mati (*dead storage*) pada waduk Malahayu sebesar 947.045,26 m³, maka umur layanan waduk hanya sekitar 3,56 tahun ke depan waduk Malahayu akan Mati. Umur waduk berdasarkan perencanaan selama 100 tahun sampai sekarang waduk sudah berusia 77 tahun maka sisa umur layanan waduk kalau berdasarkan rencana 23 tahun ke depan
3. Hubungan antara faktor - faktor penyebab erosi dengan besarnya erosi aktual, *Faktor Erosivitas (R)* mempunyai tingkat korelasi Sangat

rendah sebesar 0,048 tetapi mempunyai nilai cukup signifikan sebesar 0,005, Faktor Erodibilitas Tanah, (K) mempunyai tingkat korelasi Sangat rendah sebesar 0,065 tetapi mempunyai nilai sangat signifikan sebesar 0,000, Faktor Panjang dan Gradien. Kemiringan Lereng, LS mempunyai tingkat korelasi Sedang sebesar 0,516. dan mempunyai nilai sangat signifikan sebesar 0,000

4. Pengelolaan DTH secara terpadu, yaitu di DTH waduk Malahayu perlu adanya usaha – usaha pengendalian laju erosi secara terpadu dimana penanggulangi erosi yang dilakukan saling berkaitan baik secara teknis maupun sosial kelembagaan, sedangkan penanggulangan erosi secara terpadu teknis adalah metode teknis dalam usaha penanggulangan erosi yang dilakukan secara berkaitan agar berdaya guna dan berhasil guna, serta obyektif secara ekosistem alam maupun buatan yang ada

DAFTAR PUSTAKA

Asdak, C. 2010. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Penerbit Gadjah Mada University Press – Yogyakarta

Arsyad Sitanala, 2000. *Konservasi Tanah dan Air*. Penerbit IPB / IPB PRESS

A.G.Kartasapoetra, 2010. *Teknologi Konservasi Tanah dan Air*. Penerbit PT. Rineka Cipta Jakarta

Bakhtiar, Abu Bakar, 2016. *Materi Kuliah Analisis Hidrologi dan Hidrolika*. USB-YPKP, Bandung

Bakhtiar, Abu Bakar, 2017. *Materi Kuliah Manajemen Infrastruktur Sumber Daya Air (MISDA)*. USB-YPKP, Bandung

Dian Febiyanti, 2007. *Sedimentasi Pada Waduk Panglima Besar Soedirman Dan Dampaknya Terhadap Umur Layanan Waduk*. Jurnal Universitas Kristen Maranatha, Bandung

Eddy Prahasta, 2015. *SIG Tutorial ArcGIS untuk Bidang Geodesi & Geomatika*. Penerbit Informatika Bandung

Eko Budiyanto, 2014. *Sistem Informasi Geografis dengan Quantum GIS*. Penerbit Andi Yogyakarta

Tri Haryanto, 2013. *Erosi dan Sedimentasi di Daerah Aliran Sungai (DAS) Citarum Hulu dan Umur Operasional PLTA Saguling*. Jurnal Universitas Padjadjaran. Bandung

Hanan Akhmad, 2009. *Pedoman Survey dan Monitoring Sedimentasi Waduk*. Dep.PU., Dirjen SDA

Irwan Sukri Banuwa, 2013. *EROSI*. Penerbit Kencana – Jakarta

Ismiyati, 2011. *Statistik & Probabilitas Untuk Teknik Bagi Peneliti Pemula*. MTS Program Pascasarjana UNDIP

Jannatul Ma'wal, Ussy Andawayanti, Pitojo Tri Juwono, 2015. *Studi Pendugaan Sisa Usia Guna Waduk Sengguruh Dengan Pendekatan Erosi Dan Sedimentasi*. Jurnal Universitas Brawijaya, Malang

Joenil Kahar, 2008. *Geodesi*. Penerbit ITB

Robert J. Kodoatie, 2013. *Rekayasa dan Manajemen Banjir Kota*. Penerbit Andi Yogyakarta

Romli Aziz, 2013. *Pengaruh Sedimentasi Terhadap Umur Layanan Waduk Jati Gede kabupaten Sumedang*. Jurnal Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung

Suripin, 2001. *Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air*. Penerbit Andi Yogyakarta

Supriya Triwiyana, 2015. *Ekonomi Teknik Pengendalian Erosi Secara Terpadu*. Penerbit Badan Penerbit Universitas Negeri Makassar

Soewarno, 1995. *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data*

Nugroho Hadisusanto, 2010. *Aplikasi Penerbit Nova Bandung*

Suyono Sosrodarsono, Kesaku Taheda, 1977. *Bendungan Type Urugan*. Penerbit PT. Pradnya Paramitra Jakarta

Steven J.G., Katharine J., Taras A.B, 1986. *Erosion & Sediment Control Handbook*. McGraw-Hill Book Company

Sugiono, 2017, *Statistik untuk penelitian*, Penerbit Alfabeta. Bandung

- Sugiyono, 2017. Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R & D. Penerbit Alfabeta. Bandung
- Sugiyono, 2017. Metode Penelitian Kebijakan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, Kombinasi, R & D dan Penelitian Evaluasi). Penerbit Alfabeta. Bandung
- Siregar, 2017. Metode Penelitian Kuantitatif (Dilengkapi dengan perbandingan perhitungan manual & SPSS). Penerbit Kencana. Jakarta
- S.Imam Wahyudi, 2004. Pengaruh Sedimentasi Terhadap Kapasitas dan Operasional Waduk : Studi Kasus Waduk Cacaban. *Jurnal UNISSULA*, Semarang
- Nippon Koei Co.,Ltd & achiyo Engineering Co.,Ltd, 2007. Laporan Utama Bagian I: Studi Rencana Induk Studi Penanganan Sedimentasi di Waduk Serbaguna Wonogiri, BBWS Bengawan Solo. Jawa Tengah. Puslitbang SDA. 2012 Model Sistem Kajian/Analisa Resiko Tingkat Keamanan Bendungan (12 Bendungan). BBWS Cimanuk Cisanggarung
- Pudji Hastowo Cs., 2003. Pedoman Kriteria Umum Desain Bendungan. Balai Keamanan Bendungan. Direktorat Bina Teknik, Ditjen SDA
- Robert J. Kodoatie, 2001. BANJIR Beberapa Penyebab dan Metode Pengendaliannya dalam Perspektif Lingkungan. Penerbit Pustaka Pelajar Yogyakarta

Penulis :

Dr. Ir. H. Bakhtiar Abu Bakar, MT. Dr. Ir. R. Didin Kusdian, MT.Cecep Kosasih
Program Magister Teknik Sipil Universitas Sangga Buana - YPKP Bandung