



**ANALISA PREDIKSI SEDIMENTASI PADA DAS METRO
KOTA MALANG DENGAN METODE HEC - RAS**

SKRIPSI

“Diajukan Sebagai Salah Satu Prasyarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Strata 1 (S1) Teknik Sipil”



Disusun Oleh :

FIRDAUS IHWAN IBADI ★

216.010.511.42

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM MALANG**

2022



**ANALISA PREDIKSI SEDIMENTASI PADA DAS METRO
KOTA MALANG DENGAN METODE HEC - RAS**

SKRIPSI

“Diajukan Sebagai Salah Satu Prasyarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Strata 1 (S1) Teknik Sipil”



★ Disusun Oleh : ★ ★ ★

FIRDAUS IHWAN IBADI

216.010.511.42

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM MALANG
2022**

SUMMARY

Firdaus Ihwan Ibadi, 216.010.511.42. Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Islamic University of Malang, Analysis of Sedimentation Prediction in Malang City Metro Watershed Using the HEC-RAS Method, Supervisor: **Dr. Ir. Hj. Eko Noerhayati, M.T.** and **Dr. Azizah Rokhmawati, S.T, M.T.**

The impact of land use change is one of the consequences of flooding. The areas along the watersheds, both on the Brantas River, Bangau River, Metro River, and Amprong River, are areas that are prone to landslides and floods, this incident occurred because there were densely populated residential areas along the watershed. The densely populated housing causes the width of the river to experience narrowing and silting which if there is a sudden addition of high water discharge, of course, the water overflows into the resident villages.

The location of this research was carried out at 4 points, namely the point and the distance between research points was around 1.5 km and the total of all points was 4.30 Km with a river length of 18.2 Km (in Malang City). This study is planned to take place in October 2020. The stages of research implementation include data collection, field observations, data analysis, and report writing. The flow rate of the river is 1,925 m³/s at point A, 7,768 m³/s at point B, 11,768 m³/s at point C, 7,575 m³/s at point D. The average density test result is sample A 2.223 gr/cm³, sample B 2,364 gr/cm³, sample C 2,349 gr/cm³, sample D 2,313 gr/cm³.

From the calculation, the value of sediment transport at point A is 3.997 m³/s/m, at point B the results are 7.111 m³/s/m, at point C the results are 4.721, and at point D the results are 5.952. From the two values of sediment transport, the average value of sediment transport in the Metro River is 5,455 m³/s/m. The influence of moving sediment causes the river to become deeper. Sediment transport also increases with the length of the river, as can be seen in the comparison between STA 0+000 to STA 4+300. From the results of running sediment simulations using the HEC-RAS program, it can be seen that in the Metro river the movement of sediment transport leads to the erosion process..

Key Words : *Sedimentation, HEC-RAS, Flow Discharge, Metro Malang River*

RINGKASAN

Firdaus Ihwan Ibadi, 216.010.511.42. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang, Analisa Prediksi Sedimentasi Pada DAS Metro Kota Malang Dengan Metode HEC-RAS, Dosen Pembimbing: **Dr. Ir. Hj. Eko Noerhayati, M.T.** dan **Dr. Azizah Rokhmawati, S.T, M.T.**

Dampak dari alih tata guna lahan adalah merupakan salah satu akibat terjadinya banjir. Daerah di sepanjang DAS baik itu di Sungai Brantas, Sungai Bangau, Sungai Metro, dan Sungai Amprong adalah daerah yang rawan terjadi tanah longsor dan banjir, peristiwa itu terjadi karena mengingat di sepanjang DAS berdiri perumahan padat penduduk. Perumahan padat penduduk tersebut mengakibatkan lebar sungai mengalami penyempitan dan pendangkalan yang apabila terjadi penambahan debit air yang tinggi secara tiba-tiba tentu membuat air tersebut meluap ke perkampungan penduduk.

Lokasi penelitian ini dilakukan di pada 4 titik yaitu titik dan jarak antar titik penelitian sekisar 1,5 km dan total dari semua titik 4,30 Km dengan panjang sungai 18,2 Km (dalam Kota Malang). Studi ini direncanakan berlangsung pada bulan oktober tahun 2020. Tahapan pelaksanaan penelitian meliputi pengumpulan data, pengamatan di lapangan, analisis data, dan penulisan laporan. Debit aliran sungai adalah 1.925 m³/s pada titik A, 7.768 m³/s pada titik B, 11.768 m³/s pada titik C, 7.575 m³/s pada titik D. Hasil rata-rata pengujian berat jenis adalah sampel A 2.223 gr/cm³, sampel B 2.364 gr/cm³, sampel C 2.349 gr/cm³, sampel D 2.313 gr/cm³.

Dari perhitungan didapatkan nilai angkutan sedimen di titik A diperoleh hasil 3,997 m³/det/m, di titik B diperoleh hasil 7,111 m³/det/m, di titik C diperoleh hasil 4,721, dan di titik D diperoleh hasil 5,952. Dari kedua nilai angkutan sedimen tersebut rata-rata nilai angkutan sedimen di Sungai Metro sebesar 5,455 m³/det/m. Pengaruh sedimen yang berpindah mengakibatkan sungai menjadi lebih dalam. Angkutan sedimen juga meningkat seiring panjangnya sungai dapat dilihat perbandingan pada STA 0+000 hingga STA 4+300. Dari hasil running simulasi sedimen menggunakan program HEC-RAS dapat dilihat bahwa pada sungai Metro pergerakan angkutan sedimen mengarah pada proses Erosi.

Kata Kunci : *Sedimentasi, HEC-RAS, Debit Aliran, Sungai Metro Malang*

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Daerah Aliran Sungai merupakan wilayah daratan yang dibatasi serta dapat menangkap dan menampung air hujan kemudian mengalirkannya ke laut melalui sungai utama. DAS adalah suatu sistem ekologis multi aspek yang didalamnya terdapat aktivitas manusia seperti permukiman, pertanian serta industri yang berpotensi mencemari lingkungan khususnya pada badan sungai. Perubahan kondisi kualitas air pada suatu DAS disebabkan karena peningkatan aktivitas manusia di dalamnya sehingga kondisi kualitas air menurun dan tidak dapat dimanfaatkan secara optimal. (Asdak 2010). Daerah Aliran Sungai (*Catchment Area, Basin, Watershed*), merupakan daerah aliran air kesungai dibatasi oleh topografi, ditetapkan berdasarkan aliran air permukaan. Batas daerah aliran sungai ditetapkan berdasarkan air bawah tanah karena permukaan air tanah selalu berubah dengan besarnya tingkat erosi. Daerah Aliran Sungai, merupakan wilayah sungai berfungsi menyimpan air yang dialirkan kesungai berasal dari curah hujan. (Laksana 2018). Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah daerah yang di batasi punggung-punggung gunung dimana air hujan yang jatuh pada daerah tersebut akan ditampung oleh punggung gunung tersebut dan akan dialirkan melalui sungai-sungai kecil ke sungai utama (Pangestu and Haki 2013). Daerah aliran sungai (DAS) adalah suatu wilayah daratan yang secara topografik dibatasi oleh punggung-punggung gunung yang menampung dan menyimpan air hujan untuk kemudian menyalurkannya ke laut melalui sungai utama. (Rachmawati, n.d.)

Sungai merupakan jaringan alur-alur pada permukaan bumi yang terbentuk secara alamiah, mulai dari bentuk kecil dibagian hulu sampai besar dibagian hilir (Sudira, Mananoma, and Manalip 2013). Sungai merupakan air tawar yang mengalir dari sumbernya di daratan menuju dan bermuara di laut, danau atau sungai yang lebih besar. Sungai juga berfungsi sebagai sarana alat transportasi, sumber bahan baku tenaga listrik, dan sebagai tempat mata pencaharian (Pangestu and Haki 2013). Sungai adalah saluran alamiah di permukaan bumi yang menampung dan menyalurkan air hujan dari daerah yang tinggi ke daerah yang lebih rendah dan akhirnya bermuara di danau atau di laut (Mokonio et al. 2013).

Sungai Metro merupakan anak sungai Brantas yang aliran sungainya melalui Kota Malang dan berakhir di kecamatan Kepanjen Kabupaten Malang. Sungai Metro di Kecamatan Kepanjen, secara administrasi melewati desa Mojosari, Ngadilangkung, Dilem, kelurahan Kepanjen, Cempokomulyo, desa Talangagung, Pangungrejo, Mangunrejo dan berakhir di desa Jenggolo dengan panjang sungai 18,2 Km.(Mahyudin, Soemarno, and Prayogo 2015). Sungai Metro merupakan basin block daerah aliran sungai Brantas sub (Daerah Aliran Sungai DAS) Brantas hulu. Sungai Metro menjadi sumber air bagi kegiatan manusia sebagai air bersih, air irigasi, air industri, air penggelontoran dan air tambak bagi daerah hilir aliran sungai Brantas dari potensi sebesar 103 juta m³/detik (Hendriarianti 2014). Penelitian terdahulu oleh (Hakim 2013) menyebutkan Sub DAS Metro hulu merupakan bagian dari sistem DAS Brantas yang termasuk dalam DAS Kritis Prioritas I berdasarkan SK Menteri Kehutanan dan Perkebunan nomor 284/Kpts-II/1999. Tata guna lahan yang tidak sesuai peruntukan menjadi faktor utama penurunan daya dukung lingkungan di Sub DAS Metro Hulu. Berada di 3 (tiga)

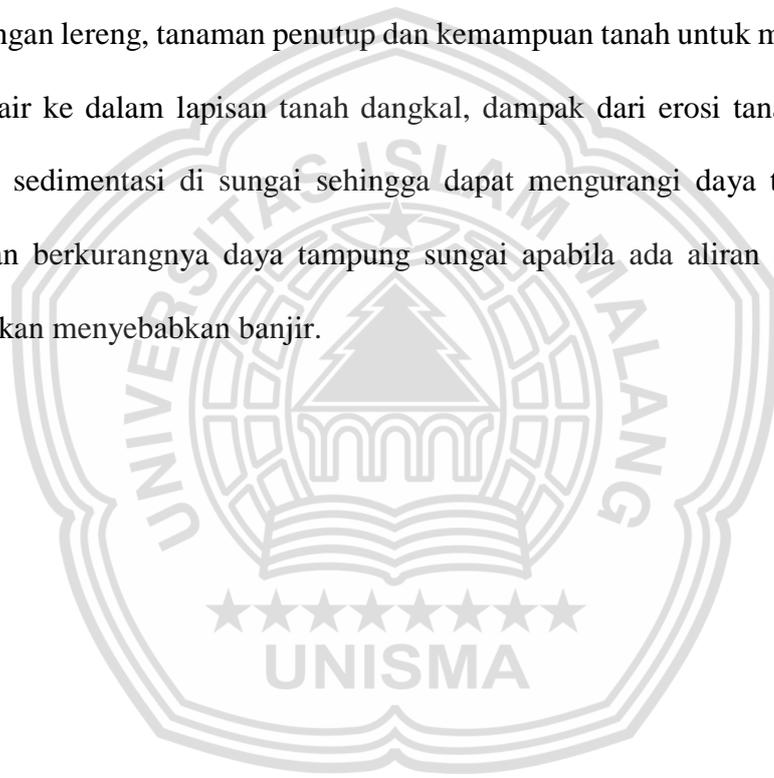
wilayah administrasi membuka kemungkinan adanya ambiguitas kebijakan pengelolaan.

Dampak dari alih tata guna lahan adalah merupakan salah satu akibat terjadinya banjir. Daerah di sepanjang DAS baik itu di Sungai Brantas, Sungai Bangau, Sungai Metro, dan Sungai Amprong adalah daerah yang rawan terjadi tanah longsor dan banjir, peristiwa itu terjadi karena mengingat di sepanjang DAS berdiri perumahan padat penduduk (Asti 2018). Perumahan padat penduduk tersebut mengakibatkan lebar sungai mengalami penyempitan dan pendangkalan yang apabila terjadi penambahan debit air yang tinggi secara tiba-tiba tentu membuat air tersebut meluap ke perkampungan penduduk.

Kota Malang merupakan kota terbesar kedua di Jawa Timur. Namun, Kota Malang juga dikenal sebagai kota yang rawan banjir, setidaknya terdapat 58 (lima puluh delapan) kawasan di wilayah Kota Malang yang terjadi banjir saat musim hujan, tanah longsor, banjir, maupun puting beliung. Kawasan banjir tersebut berada di sepanjang daerah aliran sungai (DAS) Brantas, DAS Metro, DAS Amprong, DAS Bangau, dan DAS Sukun. Sepanjang kawasan tersebut selain terdapat pemukiman padat penduduk, juga memiliki karakteristik palung tajam dengan susunan tanah yang mudah longsor. Sebut saja kawasan permukiman di Jalan Kintamani RW 08, Kelurahan Penanggungan Kecamatan Klojen, Kota Malang atau yang lebih dikenal dengan Permukiman Betek yang merupakan salah satu kawasan rawan banjir di Kota Malang yang lokasinya tepat di bantaran sungai DAS Brantas (Sugiyanto 2010).

Sedimentasi yaitu proses pengendapan dari suatu material yang berasal dari angin, erosi air, gelombang laut serta gletsyer. material yang dihasilkan dari erosi yang dibawa oleh aliran air dapat diendapkan di tempat yang ketinggiannya lebih rendah (Pangestu and Haki 2013). Sedimen adalah lapisan kulit bumi yang ditransportasikan melalui proses hidrologi dari suatu tempat ke tempat lain, baik secara vertikal maupun horizontal (Zulfahmi 2016). Proses sedimentasi itu sendiri dalam konteks hubungan dengan sungai meliputi, penyempitan palung, erosi, transportasi sediments (transportsediment), pengendapan (deposition), dan pemadatan (Compaction) dari sedimen itu sendiri. Karena prosesnya merupakan gejala sangat kompleks, dimulai dengan jatuhnya hujan yang menghasilkan energi kinetic yang merupakan permulaan proses terjadinya erosi tanah menjadi partikel halus, lalu menggelling bersama aliran, sebagian akan tertinggal di atas tanah, sedangkan bagian lainnya masuk kedalam sungai terbawa aliran menjadi sedimen. Besarnya volume sedimen terutama tergantung pada perubahan kecepatan aliran, karena perubahan pada musim penghujan dan kemarau, serta perubahan kecepatan yang dipengaruhi oleh aktivitas manusia (Pangestu and Haki 2013). Menurut (Prasetyo, n.d.) Prediksi sedimentasi yang terjadi pada sungai dapat dilakukan dengan metode angkutan sedimen secara analitik, namun diperlukan pula suatu metode untuk mempermudah dalam menggambarkan sedimentasi yang terjadi. Salah satu metode untuk memprediksi sedimentasi pada sungai adalah penggunaan software seperti HEC-RAS. Program HEC-RAS merupakan salah satu program pemodelan analisis hidrolika aliran pada saluran maupun sungai. HEC-RAS memiliki empat perhitungan hidrolika satu dimensi yaitu 1) Hitungan Profil Muka Air Aliran Permanen, 2) Simulasi Aliran Tidak Permanen, 3) Hitungan Transpor

Sedimen, 4) Analisis Kualitas Air, sehingga dengan software ini dapat dimodelkan sedimentasi pada sungai maupun pada tampungan bendungan. Proses sedimentasi pada suatu sungai meliputi proses erosi, transportasi, pengendapan dan pemadatan dari sedimentasi itu sendiri. Sungai Metro ini merupakan sungai alluvial yang terdiri dari material-material lepas (pasir, kerikil, batu dan lain-lain). Pada siklus hidrologi menggambarkan fenomena alam yang menghubungkan erosi, sedimentasi dan limpasan, terjadinya erosi tergantung dari beberapa faktor yaitu karakteristik hujan, kemiringan lereng, tanaman penutup dan kemampuan tanah untuk menyerap dan melepas air ke dalam lapisan tanah dangkal, dampak dari erosi tanah dapat menyebabkan sedimentasi di sungai sehingga dapat mengurangi daya tampung sungai, dengan berkurangnya daya tampung sungai apabila ada aliran air yang cukup besar akan menyebabkan banjir.



1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, dapat diidentifikasi permasalahan sebagai berikut :

1. Terjadinya pendangkalan sungai yang membuat tidak maksimalnya fungsi sungai.
2. Pada musim penghujan terjadi banjir di kawasan pemukiman warga di sekitar sungai.

1.3. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Berapakah besar debit aliran yang terjadi di Sungai Metro?
2. Berapa nilai rata-rata hasil pengujian berat jenis sedimen di Sungai Metro?
3. Berapa nilai rata-rata angkutan sedimen yang terjadi di Sungai Metro?
4. Bagaimanakah kondisi dan karakteristik sedimentasi di Sungai Metro?

1.4. Tujuan

Tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui besar debit aliran yang terjadi pada Sungai Metro.
2. Mengetahui karakteristik sedimentasi pada Sungai Metro.
3. Mengetahui nilai rata-rata sedimentasi pada Sungai Metro.
4. Mengetahui nilai rata-rata angkutan sedimentasi pada Sungai Metro.

1.5. Manfaat

Manfaat yang diharapkan diperoleh dari penulisan tugas akhir ini antara lain:

1. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat sebagai bahan referensi semua mahasiswa Teknik Sipil baik dari Universitas Islam Malang maupun unit yang lain.
2. Semoga hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan referensi untuk instansi yang terkait yaitu Pemerintah Daerah dan Badan Pengolahan Sumber Daya Air, Sungai Metro di bawah Kementerian Pekerjaan Umum.

1.6. Batasan Masalah

Yang menjadi batasan masalah dalam penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Tidak mengukur struktur dan stabilitas pada Sungai Metro.
2. Pembahasan yang berbasis pada data pengukuran yang ada, dibatasi pada lokasi terpilih bukan keseluruhan Sungai Metro.
3. Tidak membahas aspek analisa dampak lingkungan, dan sosial budaya masyarakat.
4. Tidak membahas kualitas air.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

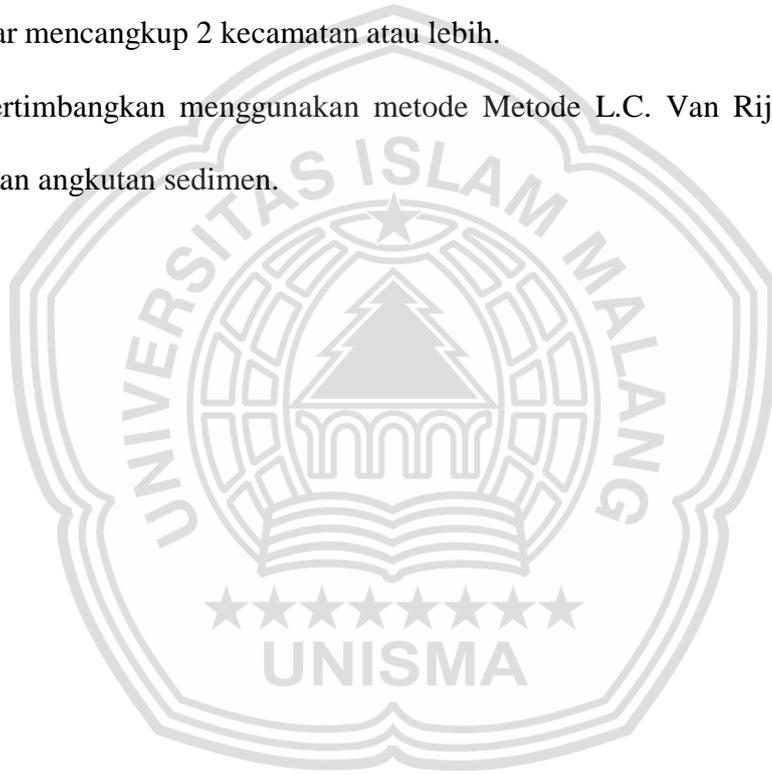
Berdasarkan rumusan masalah dan analisis perhitungan dengan menggunakan data- data yang ada,dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Besar debit aliran Sungai Metro adalah 1.925 m³/s pada titik A, 7.768 m³/s pada titik B, 11.768 m³/s pada titik C, 7.575 m³/s pada titik D.
2. Hasil rata- rata pengujian berat jenis adalah sampel A = 2.223 gr/cm³, sampel B = 2.364 gr/cm³, sampel C = 2.349 gr/cm³, sampel D = 2.313 gr/cm³. Total rata – rata pengujian berat jenis yaitu 2.31225 gr/cm³.
3. Dari perhitungan didapatkan nilai angkutan sedimen di titik A diperoleh hasil 3,997 m³/det/m, di titik B diperoleh hasil 7,111 m³/det/m, di titik C diperoleh hasil 4,721, dan di titik D diperoleh hasil 5,952. Dari kedua nilai angkutan sedimen tersebut rata-rata nilai angkutan sedimen di Sungai Metro sebesar 5,455 m³/det/m.
4. Pengaruh sedimen yang berpindah mengakibatkan sungai menjadi lebih dalam. Angkutan sedimen juga meningkat seiring panjangnya sungai dapat dilihat perbandingan pada STA 0+000 hingga STA 4+300. Dari hasil running simulasi sedimen menggunakan program HEC-RAS dapat dilihat bahwa pada sungai Metro pergerakan angkutan sedimen mengarah pada proses Erosi.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil dari studi ini, berbagai masukan yang dapat disampaikan kepada instansi terkait perihal perencanaan dan perawatan Sungai Metro adalah sebagai berikut:

1. Pada penelitian ini analisa perhitungan menggunakan aplikasi HEC-RAS, guna membantu dan mempercepat proses analisa perhitungan.
2. Untuk penelitian selanjutnya bisa menganalisis sedimentasi dengan skala lebih besar mencakup 2 kecamatan atau lebih.
3. Bisa dipertimbangkan menggunakan metode Metode L.C. Van Rijn dalam perhitungan angkutan sedimen.



DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, Nizar, and M Eng. 2011. "*Persamaan Angkutan Sedimen*," 58. Universitas Janabadra, Yogyakarta.
- Anugrah, Andi Dany, Asta Asta, and Rosmalia Handayani. 2018. "*Studi Laju Sedimentasi Menggunakan Hec-Ras 4.1. 0 Pada Drainase Bandar Udara Juwata Tarakan*." In *Prosiding Seminar Nasional Teknologi, Inovasi Dan Aplikasi Di Lingkungan Tropis*, 1:1–6.
- Asdak, Chay. 2004. *Hidrologi Dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (Edisi Kedua)*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Asdak. 2010. "*Hidrologi Dan Pengelolaan Daerah Aliran Air Sungai: Edisi Revisi Kelima*." Yogyakarta: Gadjah Mada University Press Yogyakarta.
- Asti, Lidya Octavia. 2018. "*Adaptasi Bangunan Di Permukiman Betek Terhadap Bencana Banjir*." Universitas Brawijaya.
- Endyi, Endyi, Kartini Kartini, and Danang Gunarto. 2017. "*Analisa Angkutan Sedimen Di Sungai Jawi Kecamatan Sungai Kakap Kabupaten Kubu Raya*." Tanjungpura University.
- Finawan, Aidi. n.d. "*Pengukuran Debit Air Berbasis Mikrokontroler AT89S5*" 8: 4.
- Hakim, Arief Abdurrahman. 2013. "*Aplikasi Model Arcswat 2009 Untuk Perhitungan Erosi Dan Sedimentasi Pada Sub Daerah Aliran Sungai Metro Hulu*." Universitas Negeri Malang.
- Hendriarianti, Evy. 2014. "*Skenario Pengelolaan Kualitas Air Sungai Metro Kota Malang Dari Analisa Daya Tampung Beban Pencemaran*." *Jurnal Purifikasi* 14 (2): 125–35. <https://doi.org/10.12962/j25983806.v14.i2.18>.
- Istiarto, Istiarto. 2014. "*Simulasi Aliran 1-Dimensi Dengan Bantuan Paket Program Hidrodinamika Hec-Ras Dasar Simple Geometry River Juli, 2014*."
- Junaidi, Fathona Fajri. 2014. "*Analisis Distribusi Kecepatan Aliran Sungai Musi (Ruas Jembatan Ampere Sampai Dengan Pulau Kemaro)*," 11.
- Laksana, Galih Putra. 2018. "*Studi Tingkat Erosi Dan Limpasan Di Sub DAS Lesti, Malang*." *Jurnal Rekayasa Sipil* 2 (2): 136–44.
- Mahyudin, Mahyudin, Soemarno Soemarno, and Tri Budi Prayogo. 2015. "*Analisis Kualitas Air Dan Strategi Pengendalian Pencemaran Air Sungai Metro Di Kota Kepanjen Kabupaten Malang*." *Indonesian Journal of Environment and Sustainable Development* 6 (2).

- Mokonio, Olviana, T Mananoma, L Tanudjaja, and A Binilang. 2013. “*Analisis Sedimentasi Di Muara Sungai Saluwangko Di Desa Tounelet Kecamatan Kakas Kabupaten Minahasa*,” 7.
- Pangestu, Hendar, and Helmi Haki. 2013. “*Analisis Angkutan Sedimen Total Pada Sungai Dawas Kabupaten Musi Banyuasin*” 1 (1): 7.
- Pratama, Muhammad Iqbal, Djoko Legono, and Adam Pamudji Rahardjo. 2019. “*Analisis Transpor Sedimen Serta Pengaruh Aktivitas Penambangan Pada Sungai Sombe, Kota Palu, Sulawesi Tengah*.” *Jurnal Teknik Pengairan: Journal of Water Resources Engineering* 10 (2): 84–96.
- Rachmawati, Azizah. n.d. “*Analisa Erosi Dan Fungsi Kawasan Berdasarkan Arlkt (Arahan Rehabilitasi Lahan Dan Konservasi Tanah) Pada Sub Das Roban Bangun Kabupaten Mojokerto*.” *Jurnal Rekayasa Sipil* 3 (1): 12.
- Republik Indonesia Nomor 37, Peraturan Pemerintah. 2012. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 37 Tahun 2012 Tentang Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Dengan Rahmat Tuhan Yang Maha Esa Presiden Republik Indonesia*. 37. Pemerintah Republik Indonesia.
- Sari, Tiara Asmika, Warsito Atmodjo, and Rina Zuraida. 2014. “*Studi Bahan Organik Total (BOT) Sedimen Dasar Laut Di Perairan Nabire, Teluk Cendrawasih, Papua*.” *Journal of Oceanography* 3 (1): 81–86.
- Shiami, Faradilla Ayu Rizki, Umboro Lasminto, and Wasis Wardoyo. 2017. “*Prediksi Laju Sedimentasi pada Tampungan Bendungan Tugu Trenggalek*.” *Jurnal Teknik ITS* 6 (2): D119–22. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v6i2.24577>.
- Sudira, I Wayan, Tiny Mananoma, and H Manalip. 2013. “*Analisis Angkutan Sedimen Pada Sungai Mansahan*” 3 (1): 4.
- Sugiyanto, Suyatmoko. 2010. “*Studi Penelusuran Banjir (Flood Routing) Dengan Metode Muskingum Antara Stasiun Debit Banjir Gadang Sampai Stasiun Debit Banjir Sengguruh Di Sungai Brantas*.” Universitas Negeri Malang.
- Utomo, Dwi Refrilian, Eko Noerhayati, and Azizah Rachmawati. n.d. “*Studi Evaluasi Kapasitas Penampang Sungai Kening Kabupaten Bojonegoro Dengan Menggunakan Metode HEC-RAS*,” 10.
- Wardhana, Pradipta. 2015. “*Analisis Transpor Sedimen Sungai Opak Dengan Menggunakan Program HEC-RAS 4.1.0*.”
- Yuwono, Nur. 1994. “*Perancangan Bangunan Jetty, Laboratorium Hidraulika Dan Hidrologi*.” PAU-ITUGM, Yogyakarta.
- Zulfahmi, Zulfahmi. 2016. “*Analisis Dampak Sedimentasi Sungai Tallo Terhadap Kerawanan Banjir Di Kota Makassar*.” Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.



University of Islam Malang
REPOSITORY



© Hak Cipta Milik UNISMA

repository.unisma.ac.id