



**STUDI NORMALISASI SUNGAI PACAL UNTUK
PENANGGULANGAN BANJIR DENGAN MENGGUNAKAN
APLIKASI HEC-RAS**

SKRIPSI

Sebagai salah satu prasyarat untuk mendapatkan gelar Strata (1) S1
Teknik Sipil Universitas Islam Malang



Oleh:

SURYO ATMOJO

21501051117

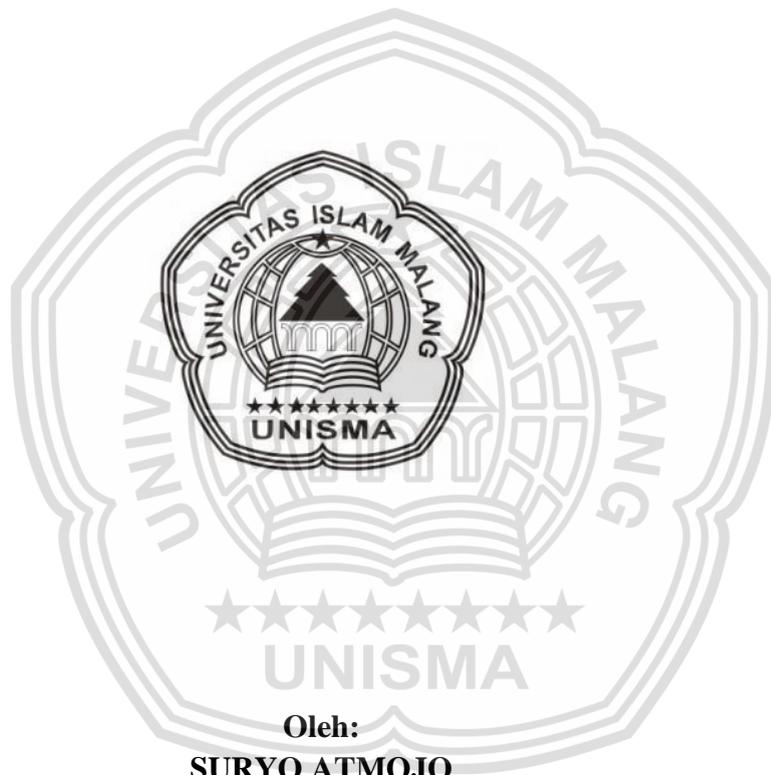
**PROGRAM STUDI SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM MALANG
2023**



**STUDI NORMALISASI SUNGAI PACAL UNTUK
PENANGGULANGAN BANJIR DENGAN MENGGUNAKAN
APLIKASI HEC-RAS**

SKRIPSI

Sebagai salah satu prasyarat untuk mendapatkan gelar Strata (1) S1
Teknik Sipil Universitas Islam Malang



Oleh:

SURYO ATMOJO

21501051117

**PROGRAM STUDI SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM MALANG
2023**

RINGKASAN

Suryo Atmojo, 21501051117 Studi Normalisasi Sungai Pacal Untuk Penanggulangan Banjir Menggunakan Aplikasi HEC-RAS. Skripsi Program Studi Teknik Sipil, Universitas Islam Malang. Pembimbing (1) : **Dr. Ir. Eko Noerhayati, M.T.** Pembimbing (2) : **Dr. Azizah Rachmawati, S.T., M.T.**

Sungai merupakan tempat dan wadah serta jaringan pengaliran air mulai dari mata air sampai muara dengan dibatasi kanan dan kirinya. Serta sepanjang pengalirannya dibatasi oleh garis sempadan yang mengalir dari daerah dataran tinggi ke daerah dengan tempat yang lebih rendah dan bermuara menuju danau atau sungai yang lebih besar. Sungai dapat dibedakan menjadi tiga bagian diantaranya yaitu bagian hulu, bagian tengah dan bagian hilir.

Demikian halnya dengan Sungai Pacal yang merupakan anak sungai Bengawan Solo yang berada di Kabupaten Bojonegoro. Sungai Pacal memiliki Panjang 66 km dan luas area 366,12 km², Kondisi Sungai Pacal pada saat ini sangat memprihatinkan, hal ini dikarenakan di daerah hulu banyak area yang semula adalah resapan air di alih fungsikan menjadi pemukiman dan perumahan warga. Pertumbuhan dan perkembangan penduduk yang pesat telah menyebabkan perubahan penggunaan lahan. Luapan banjir sungai Pacal sudah menjadi bencana yang setiap tahunnya selalu menggenangi wilayah Kabupaten Bojonegoro, yang meliputi Kecamatan Sukosewu, Kecamatan Balen, dan beberapa kecamatan lainnya yang menjadi jalur aliran Sungai Pacal. Ketika terjadi luapan Sungai Pacal, tidak hanya merendam pemukiman penduduk tapi juga daerah pertanian warga sekitar yang terendam hingga berhari-hari yang selalu merugikan masyarakat sekitar dan juga sektor pertaniannya.

Hasil dari normalisasi Sungai Pacal ini dengan perencanaan normalisasi dimensi penampang sungai dengan simulasi Hec-Ras. Cara alternatif untuk pengendalian banjir pada Sungai Pacal dengan membuat bangunan tanggul pada sepanjang stasiun sungai yang mengalami limpasan banjir, dan perhitungan analisa stabilitas terhadap kelongsoran lereng menggunakan perhitungan 1 : 1,5 aman terhadap kelongsoran. Dari hasil perencanaan dimenensi penampang Sungai Pacal, didapatkan hasil perhitungan galian dan timbunan dengan volume total galian sebesar 48577,73 m³ dan volume total timbunan sebesar 52417,11 m³

Kata Kunci : Bojonegoro, Normalisasi, Stabilitas Tanggul.

SUMMARY

Suryo Atmojo, 21501051117 Study of Pacal River Normalization for Flood Management Using the HEC-RAS Application. Civil Engineering Study Program Thesis, Islamic University of Malang. Advisor (1) : **Dr. Ir. Eko Noerhayati, M.T.** Advisor (2) : **Dr. Azizah Rachmawati, S.T., M.T.**

The river is a place and a container as well as a water drainage network starting from the springs to the estuary with limited right and left. As long as the drainage is limited by a boundary line that flows from the highlands to areas with lower places and empties into larger lakes or rivers. The river can be divided into three parts, namely the upstream, middle and downstream.

Likewise with the Pacal River which is a tributary of the Bengawan Solo river in Bojonegoro Regency. The Pacal River has a length of 66 km and an area of 366.12 km². The current condition of the Pacal River is very apprehensive, this is because in the upstream area many areas that were originally water catchments have been converted into residential areas and residents' housing. Rapid population growth and development has led to changes in land use. The flood overflow of the Pacal River has become a disaster which every year always inundates the Bojonegoro Regency, which includes Sukosewu District, Balen District, and several other sub-districts which are the paths for the Pacal River to flow. When the Pacal River overflows, it not only inundates the settlements but also the agricultural areas of the local residents which are submerged for days which always harm the surrounding community and also the agricultural sector.

The results of the normalization of the Pacal River are by planning the normalization of the cross-sectional dimensions of the river using the Hec-Ras simulation. An alternative way to control floods on the Pacal River is by constructing embankments along the river stations that experience flood runoff, and calculating the stability analysis of slope failures using a calculation of 1: 1.5 is safe against sliding. From the results of planning the cross-sectional dimensions of the Pacal River, the results of the calculation of excavation and embankment with a total volume of excavation of 48577.73 m³ and a total volume of embankment of 52417.11m³

Keywords: Bojonegoro, Normalization, Embankment Stability.

KATA PENGANTAR

Bismillaahirrahmaanirrahim

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah Swt, Tuhan seluruh alam yang Maha Esa, Maha Pengasih dan Maha Penyayang, tempat memohon pertolongan dan bergantung. Maha Suci Allah untuk segala nikmat yang telah diberikan dan memudahkan segala urusan sehingga Tugas Akhir (Skripsi) ini dapat terselesaikan tepat waktu. Shalawat serta salam semoga selalu tercurahkan kepada kekasih Allah Swt, baginda rasulullah Muhammad Saw.

Penulis menyadari bahwa dalam menyelesaikan Tugas Akhir (Skripsi) ini tidak luput dari bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang tak terhingga atas segala bantuan dorongan serta bimbingannya kepada yang terhormat :

1. Bapak Ir. H. Warsito, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Malang.
2. Ibu Dr. Azizah Rachmawati, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Malang.
3. Ibu Dr. Ir. Hj. Eko Noerhayati, M.T., selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan ilmunya dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, bersedia untuk meluangkan waktu dan banyak membantu berupa saran ataupun kritik membangun pada setiap bimbingan.

4. Ibu Dr. Azizah Rachmawati, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan ilmunya dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, bersedia untuk meluangkan waktu dan banyak membantu berupa saran ataupun kritik membangun pada setiap bimbingan.
5. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Malang yang telah memberikan ilmunya dan kesempatan dari awal studi hingga akhir studi.
6. Kedua orang tua Bapak dan Ibu yang telah mengajarkan saya segala ilmu tentang kehidupan kepada saya, adik, kakak dan keluarga besar saya yang telah mendoakan dan memberikan segala daya dan upaya sehingga tugas akhir ini bisa terselesaikan.
7. Semua teman-teman dan keluarga Teknik Sipil yang banyak membantu, semangat untuk kedepannya.
8. Terima kasih kepada Ney yang banyak membantu serta memberikan semangat saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis menyadari dalam penulisan Tugas Akhir (Skripsi) ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu penulis meminta maaf kepada semua pihak yang kurang berkenan. Namun demikian penulis selalu berusaha untuk memperbaiki diri. Penulis berharap karya ini dapat bermanfaat dan membantu pihak yang membacanya.

Wasalamualaikum Warhmatullahi Wabarakatuh

Malang, 09 Februari 2023

Penulis

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sungai merupakan tempat dan wadah serta jaringan pengaliran air mulai dari mata air sampai muara dengan dibatasi kanan dan kirinya. Serta sepanjang pengalirannya dibatasi oleh garis sempadan yang mengalir dari daerah dataran tinggi ke daerah dengan tempat yang lebih rendah dan bermuara menuju danau atau sungai yang lebih besar. Sungai dapat dibedakan menjadi tiga bagian diantaranya yaitu bagian hulu, bagian tengah dan bagian hilir.

Sungai sebagai sumber air yang menyediakan kemudahan hidup bagi masyarakat juga bisa menjadikan masyarakat sekitarnya menghadapi risiko bencana tahunan yaitu banjir. Banjir dapat terjadi akibat naiknya permukaan air lantaran curah hujan yang diatas normal yang melebihi kapasitas penampungan debit air pada sungai tersebut, perubahan suhu, tanggul/bendungan yang bobol, terhambatnya aliran air di tempat lain. Genangan lokal terjadi pada saat musim hujan, skala banjir yang terjadi cukup besar dan belum dapat dikendalikan secara dominan. Hal ini membutuhkan strategi-strategi penanganan yang menyeluruh.

Permasalahan yang dihadapi sungai – sungai di Indonesia pada umumnya adalah tingginya laju sedimentasi sebagai akibat dari meningkatnya laju erosi permukaan maupun erosi tebing di daerah hulu atau daerah pengairan sungainya. Pengelolaan lahan secara intensif yang mengabaikan aspek konservasi dalam upaya pemenuhan kebutuhan akibat bertambahnya penduduk dapat mengakibatkan laju

erosi yang semakin tinggi. Timbulnya lahan kritis merupakan salah satu indikasi dari pemanfaatan lahan yang kurang optimal, keserasian antara pemanfaatan dan usaha konservasi masih belum seimbang. Permasalahan ini akan berpengaruh terhadap kehidupan sosial ekonomi di sekitar Daerah Aliran Sungai, (Rachmawati & Hima, 2015)

Demikian halnya dengan Sungai Pacal yang merupakan anak sungai Bengawan Solo yang berada di Kabupaten Bojonegoro. Sungai Pacal memiliki Panjang 66 km dan luas area 366,12 km². Posisi geografis DAS Sungai Pacal terletak pada 6° 59' sampai 7°37' Lintang Selatan dan 112°25' sampai 112°09' Bujur Timur. Kondisi Sungai Pacal pada saat ini sangat memprihatinkan, hal ini dikarenakan di daerah hulu banyak area yang semula adalah resapan air di alih fungsikan menjadi pemukiman dan perumahan warga. Pertumbuhan dan perkembangan penduduk yang pesat telah menyebabkan perubahan penggunaan lahan. Banyak lahan yang semula berupa lahan terbuka atau hutan berubah menjadi kawasan pemukiman atau industri, (Rachmawati et al., 2020). Oleh sebab itu pada saat musim hujan debit air yang besar tidak dapat tertampung lagi oleh Sungai Pacal dan menggenangi pemukiman, dan persawahan yang terdapat di sekitar aliran sungai.

Sungai Pacal ini terletak di wilayah Kabupaten Bojonegoro. Luapan banjir sungai Pacal sudah menjadi bencana yang setiap tahunnya selalu menggenangi wilayah Kabupaten Bojonegoro, yang meliputi Kecamatan Sukosewu, Kecamatan Balen, dan beberapa kecamatan lainnya yang menjadi jalur aliran Sungai Pacal. Ketika terjadi luapan Sungai Pacal, tidak hanya merendam pemukiman penduduk tapi

juga daerah pertanian warga sekitar yang terendam hingga sehari-hari yang selalu merugikan masyarakat sekitar dan juga sektor pertaniannya.

Dalam mengatasi permasalahan banjir dan mengurangi risiko terjadinya kerusakan akibat banjir dibutuhkan upaya pengendalian banjir. Perencanaan pengendalian banjir di suatu DAS dapat dilakukan dengan baik apabila debit banjir rencana diketahui. Adanya suatu harapan yang berlebihan dan kurang realistis terkadang juga berdampak pada pengelolaan DAS. Sehingga diperlukan analisis hidrologi untuk kajian terhadap debit banjir rencana di wilayah DAS tersebut, serta perlu analisis kapasitas penampang Sungai Pacal di titik kawasan Kecamatan Balen dimana analisis hidrolika sungai ini dimaksudkan untuk menganalisis profil muka air banjir di sungai dengan berbagai kala ulang dari debit banjir rencana dan menggunakan program untuk menganalisis air salah satunya yaitu HEC-RAS.

Program ini merupakan aplikasi untuk memodelkan aliran di sungai. River Analysis System (RAS), di buat oleh Hydrologic Engginering Center (HEC). HEC-RAS merupakan model satu dimensi aliran permanen maupun tak permanen dan model tiga dimensi pada multiple cross section plot. Dengan menggunakan metode HEC-RAS diharapkan dapat mengetahui keadaan Sungai Pacal yang sebenarnya agar banjir yang terjadi setiap tahunnya tidak terulang kembali.

Untuk mengurangi resiko terjadinya kerusakan dan kerugian akibat terjadinya banjir dibutuhkan upaya pengendalian banjir baik secara struktural ataupun dengan cara non struktural. Salah satu upaya penanggulangan banjir adalah dengan normalisasi sungai agar muka air banjir dapat turun. Normalisasi adalah pengembalian fungsi dasar dari sungai itu sendiri dari pendangkalan ataupun

penyempitan sungai. Begitupula yang akan dilakukan pada penelitian kali ini yaitu perencanaan pada titik – titik yang mengalami banjir dan bagaimana cara penanggulangan yang tepat, apakah hanya memerlukan pengerukan atau perlu untuk membuat tanggul agar tidak terjadi limpasan.

1.2. Identifikasi Masalah

Dari latar belakang yang telah ditulis, permasalahan yang akan ditinjau adalah sebagai berikut:

1. Melimpahnya debit air Sungai Pacal Kabupaten Bojonegoro pada musim penghujan yang terjadi setiap tahun.
2. Kapasitas penampang Sungai Pacal yang tidak mampu menampung debit banjir.
3. Kondisi dimensi penampang Sungai Pacal yang kurang optimal akibat sedimentasi oleh longsor tebing sungai dan sedimentasi yang terbawa dari hilir sungai.

1.3. Rumusan Masalah

Normalisasi Sungai Pacal untuk penanggulangan banjir di Kecamatan Sukosewu Kabupaten Bojonegoro.

1. Bagaimana analisis penampang eksisting Sungai Pacal dengan menggunakan Program HEC-RAS?
2. Berapakah debit banjir rencana 25 tahun (Q_{25}) yang terjadi?

3. Bagaimana cara normalisasi Sungai Pacal agar tidak terjadi banjir?
4. Alternatif apa yang dapat digunakan untuk pengendalian banjir Sungai Pacal?
5. Berapa dimensi sungai agar tidak terjadi banjir dengan menggunakan Program HEC-RAS?

1.4. Batasan Masalah

Dalam penulisan tugas akhir ini permasalahan dibatasi pada:

1. Tidak membahas teknik pelaksanaan.
2. Tidak menghitung sedimentasi sungai serta analisa mengenai dampak lingkungan.
3. Tidak menghitung Rencana Anggaran Biaya (RAB) dan manajemen konstruksi dalam penelitian.

1.5. Tujuan Dan Manfaat

Maksud dan tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui besar debit banjir yang terjadi pada Sungai Pacal.
2. Melakukan perencanaan, penataan/pengaturan sungai dengan pemilihan normalisasi sebagai jenis konstruksi yang sesuai untuk dilaksanakan serta mampu mengaplikasikan program HEC-RAS.
3. Merencanakan dimensi penampang sungai dalam menganalisa muka air banjir.

Manfaat dalam penyusunan skripsi ini adalah:

1. Memberikan informasi terkait ancaman banjir disekitar Sungai Pacal.
2. Penulis dapat mengetahui cara menormalisasi sungai untuk pengendalian banjir.
3. Memberikan solusi dalam pembuatan tanggul untuk penanggulangan banjir yang nantinya dapat dijakina referensi.

1.6. Lingkup Pembahasan

Adapun lingkup pembahasan yang sesuai dengan latar belakang dan identifikasi masalah sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan di Sungai Pacal yang terletak di Kabupaten Bojonegoro.
2. Analisa hidrologi.
3. Analisa hidrolika.
4. Perencanaan normalisasi sungai:
 - a. Analisa kapasitas penampang sungai.
 - b. Perencanaan perbaikan dimensi penampang sungai.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

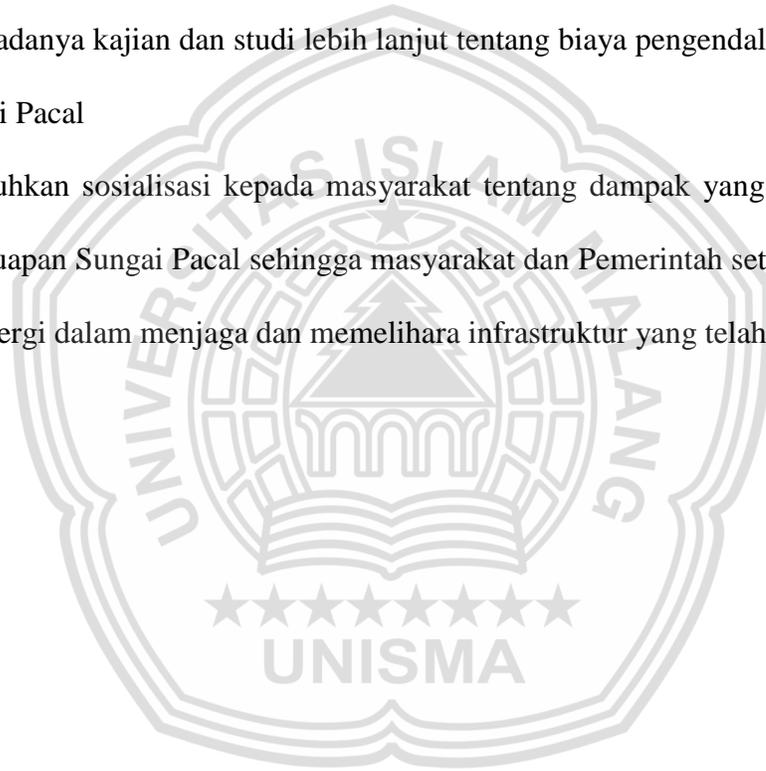
Sesuai dengan rumusan masalah, tujuan penelitian dan analisis serta pembahasan yang telah dijabarkan di bab-bab sebelumnya didapatkan kesimpulan sebagai berikut.

1. Hasil analisis menunjukkan bahwa Sungai Pacal pada kondisi eksisting tidak dapat mengalirkan debit banjir rencana kala ulang 25 tahun pada St 34 - 48, sehingga terjadi limpasan hampir sepanjang ± 3000 meter dari stasiun penelitian Sungai Pacal
2. Sungai Pacal memiliki debit banjir rencana kala ulang 25 tahun sebesar $35,6415 \text{ m}^3/\text{detik}$.
3. Cara untuk penanggulangan banjir Sungai Pacal yaitu dengan perencanaan normalisasi dimensi penampang sungai dengan simulasi Hec-Ras.
4. Cara alternatif untuk pengendalian banjir pada Sungai Pacal dengan membuat bangunan tanggul pada sepanjang stasiun sungai yang mengalami limpasan banjir, dan perhitungan analisa stabilitas terhadap kelongsoran lereng menggunakan perhitungan 1 : 1,5 aman terhadap kelongsoran.
5. Dari hasil perencanaan dimensi penampang Sungai Pacal, didapatkan hasil perhitungan galian dan timbunan dengan volume total galian sebesar $48577,73 \text{ m}^3$ dan volume total timbunan sebesar $52417,11 \text{ m}^3$

5.2. Saran

Dari hasil analisis dan pembahasan, serta kesimpulan yang telah didapatkan, maka dapat diberikan beberapa saran dan rekomendasi sebagai berikut ini.

1. Dapat dilakukan kajian dan simulasi lebih lanjut untuk kelengkapan penelitian, dengan memasukan parameter-parameter seperti tata guna lahan, serta pengaruh dari bangunan-bangunan air di sepanjang aliran Sungai Pacal.
2. Perlu adanya kajian dan studi lebih lanjut tentang biaya pengendalian banjir di Sungai Pacal
3. Dibutuhkan sosialisasi kepada masyarakat tentang dampak yang disebabkan oleh luapan Sungai Pacal sehingga masyarakat dan Pemerintah setempat dapat bersinergi dalam menjaga dan memelihara infrastruktur yang telah dibangun.



DAFTAR PUSTAKA

- Gina, B. U. S. (n.d.). *Modul 4 Metode Pengendalian Banjir*. 54.
- Kodoatie, R. J. (2002a). *Banjir: Beberapa penyebab dan metode pengendaliannya dalam perspektif lingkungan* (Cet. 1). Pustaka Pelajar.
- Kodoatie, R. J. (2002b). *Banjir: Beberapa penyebab dan metode pengendaliannya dalam perspektif lingkungan* (Cet. 1). Pustaka Pelajar.
- Kodoatie, R. J. (2013). *Rekayasa dan manajemen banjir kota*. Penerbit Andi.
- Kodoatie, R. J., & Sjarief, R. (2005). *Pengelolaan sumber daya air terpadu*. Andi.
- Mandagi, A., & Suharnoto, Y. (2019). Pemetaan Banjir Menggunakan HEC-RAS pada Kebun Pisang PT Agro Prima Sejahtera di Sekampung Udik, Lampung Timur. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 4(2), 125–134. <https://doi.org/10.29244/jsil.4.2.125-134>
- Noerhayati, E. (2015). MODEL NERACA AIR DAERAH ALIRAN SUNGAI DENGAN APLIKASI MINITAB. 2015, 105.
- Noerhayati, E., Rahmawati, A., & Wahyudi, S. Y. (2020). WATER SPREAD TEST ON IOT (Internet of Things) BASED AUTOMATIC IRRIGATION SYSTEM. *Journal Innovation of Civil Engineering (JICE)*, 1(1), 1. <https://doi.org/10.33474/jice.v1i1.9057>
- Rachmawati, A., & Hima, P. (2015). 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.
- Rachmawati, A., Suhardjono, Andawayanti, U., & Tri Juwono, P. (2020). In situ permeability and shape factor of flat-base recharge wells using variations of porous walls. *IOP*



Conference Series: Earth and Environmental Science, 437(1), 012031.

<https://doi.org/10.1088/1755-1315/437/1/012031>

Rosgen, D. L. (1996). *Applied river morphology*. Wildland Hydrology.

Suripin. (2004). *Sistem drainase perkotaan yang berkelanjutan*. Andi.

Triatmodjo, B. (2010). *Hidrologie terapan* (Cetakan kedua). Beta Offset.

