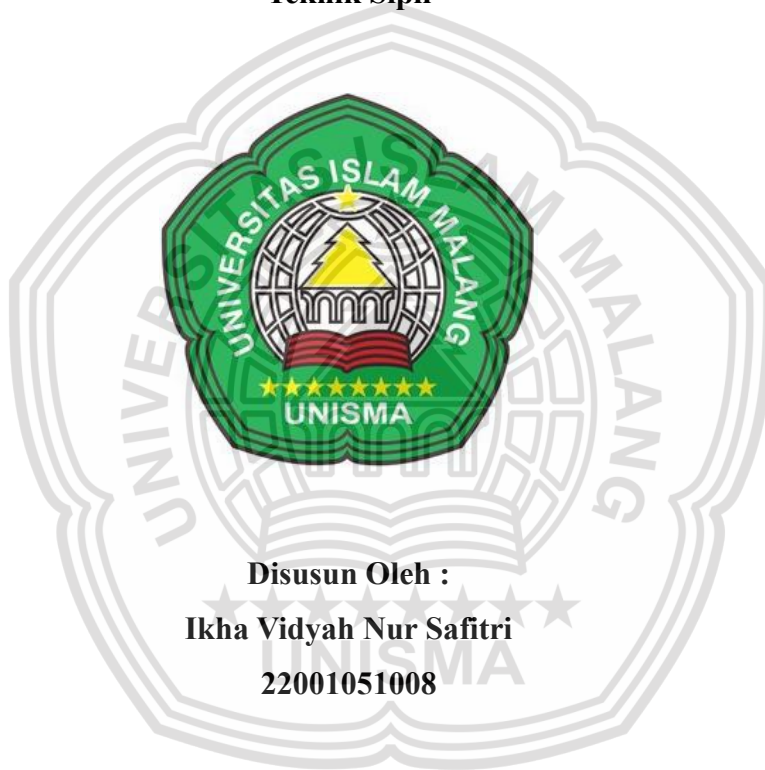


**PENGARUH BUKAAN PINTU AIR OTOMATIS TERHADAP
KARAKTERISTIK ALIRAN PADA SALURAN TERBUKA
DENGAN KENDALI MPPT PV**

SKRIPSI

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



Disusun Oleh :

Ikha Vidyah Nur Safitri

22001051008

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

**PENGARUH BUKAAN PINTU AIR OTOMATIS TERHADAP
KARAKTERISTIK ALIRAN PADA SALURAN TERBUKA
DENGAN KENDALI MPPT PV**

SKRIPSI

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



Disusun Oleh :

Ikha Vidyah Nur Safitri

22001051008

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

2025

RINGKASAN

Ikha Vidyah Nur Safitri, 220.010.510.08. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang. Pengaruh Bukaannya Pintu Air Otomatis Terhadap Karakteristik Aliran Pada Saluran Terbuka Dengan Kendali MPPT PV, Dosen Pembimbing **Prof. Dr. Ir. Hj. Eko Noerhayati, M.T.** dan **Anita Rahmawati, S.ST., M.T.**

Pengoperasian pintu air di Indonesia masih banyak dilakukan secara manual dan sering kali berpotensi mengakibatkan kurang efisien dalam pengelolaan sumber daya air. Dengan adanya perkembangan teknologi, maka inovasi pintu air otomatis dengan basis IoT (*Internet of Things*) dengan kendali MPPT PV (*Maximum Power Point Tracking Photovoltaic*) bisa menjadi sebuah solusi untuk pengelolaan pendistribusian sumber daya air. Inovasi ini sangat membantu karena bisa dioperasikan dimanapun secara *real-time* melalui aplikasi yang terpasang pada *smartphone* android melalui jaringan internet.

Pada penelitian ini membahas mengenai pengaruh tinggi bukaan pintu air terhadap debit yang dihasilkan, mencari nilai bilangan Froude dan bilangan Reynold untuk menentukan karakteristik aliran yang terjadi pada saluran, pengaruh tinggi bukaan pintu air terhadap koefisien debit, serta menganalisis konservasi debit dan energi aliran menggunakan persamaan Bernoulli dan persamaan Kontinuitas.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa semakin tinggi bukaan pintu air, maka debit yang dihasilkan semakin kecil pada bagian hulu dan debit akan meningkat pada bagian setelah bukaan pintu air dan hilir saluran. Karakteristik aliran berdasarkan hasil bilangan Froude (Fr) yaitu aliran subkritis pada bagian hulu dan aliran akan menjadi superkritis pada bagian setelah bukaan pintu air dan hilir saluran. Koefisien debit yang dihasilkan berbanding lurus seiring bertambahnya tinggi bukaan pintu air maka nilai koefisien debit (C_d) akan meningkat.

Kata Kunci : Bilangan Reynold, Bilangan Froude, Debit, Karakteristik Aliran, Pintu Air Otomatis.

SUMMARY

Ikha Vidyah Nur Safitri, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Islamic University of Malang, *The Effect of Automatic Water Gate Opening On Flow Characteristics in Open Channels with MPPT PV Control*, Supervisors **Prof. Dr. Ir. Hj. Eko Noerhayati, M.T. and Anita Rahmawati, S.ST., M.T.**

Water gate operations in Indonesia are still mostly done manually and often have the potential to result in less efficiency in managing water resources. With technological development, the innovation of automatic water gates based on IoT (Internet of Things) with MPPT PV (Maximum Power Point Tracking Photovoltaic) control can be a solution for managing the distribution of water resources. This innovation is very helpful because it can be operated anywhere in real-time via an application installed on an Android smartphone via the internet network.

This research discusses the influence of the height of the sluice gate opening on the discharge produced, calculating the value of the Froude number and Reynolds number to determine the characteristics of the flow that occurs in the channel, the influence of the height of the sluice gate opening on the discharge coefficient, and analyzing the conservation of discharge and flow energy using the Bernoulli equation and the Continuity equation.

The results of this study indicate that the higher the opening of the water gate, the smaller the resulting discharge in the upstream section and the discharge will increase in the section after the opening of the water gate and downstream of the channel. Flow characteristics based on the results of the Froude number (Fr) are subcritical flow in the upstream section and the flow will become supercritical in the section after the opening of the water gate and downstream of the channel. The resulting discharge coefficient is directly proportional to the increasing height of the water gate opening, the value of the discharge coefficient (C_d) will increase.

Keywords : Reynolds Number, Froude Number, Discharge, Flow Characteristics, Automatic Sluice Gate.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan suatu kebutuhan primer yang berasal dari sumber daya alam dan bersifat vital serta tidak dapat tergantikan. Hal itu dikarenakan air sangat diperlukan untuk proses bertahan hidup setiap makhluk yang ada di bumi (Arrosyid et al., 2023). Peran air dalam aspek kehidupan sangat penting, termasuk kebutuhan domestik, pengairan pertanian, industri, dan lainnya (Noerhayati & Suprpto, 2018). Sehubungan dengan adanya pemanfaatan air untuk kebutuhan irigasi dan kebutuhan yang lain, tidak jarang dibuat bangunan air seperti saluran, waduk, bendung, pintu air, tanggul dan sebagainya untuk mengatur dan mengendalikan air tersebut. Dalam proses penyaluran air ke berbagai tempat guna keperluan drainase, irigasi, dan kebutuhan air bersih sering digunakan saluran jenis saluran terbuka. Saluran terbuka merupakan saluran yang proses mengalirnya air pada muka air bebas dan tekanan di permukaan air adalah sama (Latif et al., 2019).

Infrastruktur bangunan air yang mempunyai komponen penting dalam pengelolaan sumber daya air yaitu pintu air yang berfungsi untuk pengoperasian dalam pembagian air, mengatur debit dan pola aliran air (Noerhayati et al., 2022). Fungsi lain dari pintu air yaitu dapat menahan air yang berada pada bagian hulu dan memberikan akses aliran ke arah hilir melalui bawah pintu air dengan kecepatan cukup tinggi. Pintu air dapat membantu dalam mengelola pemakaian aliran air dengan seoptimal mungkin guna mendapatkan hasil yang maksimal (Asadulloh et al., 2024). Bukaannya pada pintu air yang satu dengan lainnya tidak selalu sama, hal ini dikarenakan adanya debit air yang dibutuhkan berbeda-beda jumlahnya.

Debit air pada saluran terbuka berkaitan dengan laju aliran air (dalam bentuk volume air) yang melewati suatu penampang melintang per satuan waktu (Fitriyani, 2022). Debit air yang melewati suatu saluran harus diatur dengan baik agar aliran air dapat sesuai dengan kebutuhan. Pengaturan debit air yang efisien dapat meminimalkan kerugian dan bisa mengoptimalkan proses pendistribusian di sepanjang saluran. Karakteristik aliran air, seperti kecepatan, kedalaman dan bentuk aliran juga harus ikut dikendalikan agar aliran terjaga tetap stabil dan sesuai dengan kebutuhan distribusi air. Pada saluran terbuka, karakteristik aliran sangat dipengaruhi oleh bentuk saluran, kemiringan saluran, kondisi

permukaan saluran serta variasi tinggi bukaan pintu air. Pengelolaan yang tepat atas kedua faktor ini sangat penting untuk memastikan bahwa pendistribusian air dilakukan secara merata serta meminimalisir risiko kekeringan dan banjir.

Pengoperasian pintu air di Indonesia masih banyak dilakukan secara manual dan seringkali berpotensi mengakibatkan tidak efisiensi dalam pengelolaan sumber daya air. Perkembangan teknologi IoT (*Internet of Things*) telah membuka peluang untuk mengembangkan sistem pengumpulan data, pemantauan, pengukuran dan pengendalian aliran air pada bangunan air yang dapat dilakukan secara otomatis karena dapat dikontrol melalui telepon genggam beserta jaringan internet yang tersedia. *Internet of Things* (IoT) adalah konsep dimana objek tertentu memiliki kemampuan untuk mengirim data melalui jaringan (android) tanpa memerlukan interaksi manusia ke manusia atau manusia ke komputer. *Internet of Things* (IoT) merupakan sistem yang dapat menghubungkan beberapa objek melalui jaringan internet (Mahendra, 2021). Ada berbagai kemampuan misalnya dalam berbagi data, menjadi *remote control*, dan masih banyak lainnya (Noerhayati et al., 2020). Penggunaan teknologi *Maximum Power Point Tracking* (MPPT) memungkinkan untuk pengoptimalan daya yang dihasilkan oleh panel surya, bahkan saat intensitas cahaya matahari berubah, sehingga sistem dapat beroperasi dengan efisien dan *real-time*. Energi matahari merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang dapat diandalkan, bersih, ramah lingkungan, serta tidak pernah habis. PV merupakan salah satu teknologi energi terbarukan yang semakin populer karena kemampuannya menghasilkan listrik dari cahaya matahari menghasilkan listrik dari cahaya matahari tanpa menghasilkan emisi berbahaya atau konsumsi bahan bakar. PV beroperasi pada titik MPP, yaitu titik di mana daya listrik yang dihasilkan oleh panel surya mencapai nilai maksimum (Haqq et al., 2021).

Dengan adanya pembahasan latar belakang diatas, maka peneliti mengajukan judul skripsi “Pengaruh Bukaan Pintu Air Otomatis Terhadap Karakteristik Aliran Pada Saluran Terbuka dengan Kendali MPPT PV” untuk mengkaji beberapa hal yang berkaitan dengan pintu air berbasis *Internet Of Things* (IoT). Penelitian ini akan dilakukan dalam skala laboratorium, dengan melakukan pengujian dan pengukuran terhadap berbagai variasi bukaan pintu air untuk menganalisis debit dan karakteristik aliran air yang terjadi.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, maka dapat diidentifikasi masalah sebagai berikut:

1. Penerapan basis IoT (*Internet of Things*) dengan kendali MPPT PV pada bukaan pintu air otomatis masih belum banyak diteliti.
2. Kajian tentang hubungan antara tinggi bukaan pintu air otomatis dengan karakteristik aliran pada saluran terbuka masih terbatas.
3. Pemanfaatan energi terbarukan, khususnya panel surya masih belum banyak dioptimalkan dalam sistem kontrol pintu air.
4. Pengoperasian pintu air secara konvensional masih kurang efisien.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan pada uraian yang ada diatas, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh variasi bukaan pintu air 1 cm, 2 cm, 3 cm, dan 4 cm terhadap debit air pada saluran terbuka?
2. Bagaimana karakteristik aliran air yang terjadi setiap bukaan pintu air?
3. Bagaimana hubungan antara bukaan pintu air dengan koefisien debit?
4. Bagaimana penerapan prinsip Bernoulli dan persamaan kontinuitas untuk menganalisis aliran air?

1.4 Batasan Masalah

Pada penulisan penelitian ini perlu adanya pembatasan ruang lingkup pembahasan karena terbatasnya data dan waktu pada penelitian ini. Adapun batasan masalahnya yaitu :

1. Penelitian dilakukan dalam skala laboratorium, tidak mencakup implementasi di lapangan dalam skala yang lebih besar.
2. Peneliti hanya menganalisa mengenai pengaruh variasi bukaan pintu air terhadap debit air dan karakteristik aliran.
3. Peneliti tidak membahas gesekan atau gerusan.
4. Peneliti tidak membahas efisiensi panel surya dengan kinerja bukaan pintu air.

5. Penelitian ini tidak membahas *software* maupun *hardware* yang digunakan pada pintu air saluran terbuka dengan basis IoT (*Internet of Things*).
6. Penelitian tidak membahas MPPT PV (*Maximum Power Point Tracking*).

1.5 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui pengaruh variasi bukaan pintu air 1 cm, 2 cm, 3 cm, dan 4 cm terhadap debit air pada saluran terbuka.
2. Untuk mengetahui karakteristik aliran air yang terjadi setiap bukaan pintu air.
3. Untuk mengetahui hubungan antara bukaan pintu air dengan koefisien debit.
4. Untuk mengetahui penerapan prinsip Bernoulli dan persamaan kontinuitas untuk menganalisis aliran air.

1.6 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian skripsi ini adalah :

1. Menambah ilmu pengetahuan di bidang teknik sipil, khususnya pada konsentrasi bidang keairan.
2. Bagi rekan-rekan mahasiswa dapat dijadikan sebagai referensi tambahan dalam menyusun tugas akhir dan sebagai bahan kuliah yang berhubungan dengan topik penelitian ini.
3. Penelitian ini mampu mendorong pengembangan teknologi pada bidang keairan.
4. Penelitian ini diharapkan bisa menjadi masukan untuk pengambilan kebijakan dalam usaha pengelolaan sumber daya air.

1.7 Lingkup Pembahasan

Adapun lingkup pembahasan pada penelitian ini yang sesuai dengan latar belakang dan identifikasi masalah yaitu :

1. Menghitung geometri saluran terbuka.
2. Menghitung debit air (Q) setiap variasi tinggi bukaan pintu air.
3. Menghitung kecepatan aliran (v), serta mencari nilai bilangan Froude (Fr) dan bilangan Reynold (Re) untuk menentukan karakteristik atau tipe aliran.

4. Menghitung koefisien kontraksi (C_c), koefisien kecepatan (C_v) dan koefisien debit (C_d).
5. Menganalisis aliran air menggunakan prinsip persamaan Bernoulli dan persamaan kontinuitas.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Pengaruh dari variasi tinggi bukaan pintu air dan debit adalah semakin tinggi bukaan pintu air, maka semakin kecil debit yang dihasilkan pada bagian hulu saluran. Sedangkan pada bagian setelah bukaan pintu air dan hilir saluran, debit akan mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya tinggi dari bukaan pintu air.
2. Berdasarkan bilangan Reynold (Re) yang dihasilkan maka rata-rata pada bukaan pintu air 1 cm hingga 4 cm memiliki pola aliran laminar ($Re < 500$). Sedangkan hasil dari perhitungan bilangan Froude (Fr) menunjukkan karakteristik aliran yang terjadi di hulu saluran adalah subkritis ($Fr < 1$) dan aliran pada setelah bukaan pintu air sampai hilir saluran yaitu jenis aliran superkritis ($Fr > 1$).
3. Pengaruh dari tinggi bukaan pintu air dan koefisien debit yaitu berbanding lurus. Pada bukaan pintu air 1 cm nilai koefisien debit (C_d) = 0,022, bukaan pintu air 2 cm nilai koefisien debit (C_d) = 0,047, bukaan pintu air 3 cm nilai koefisien debit (C_d) = 0,0815, bukaan pintu air 4 cm nilai koefisien debit (C_d) = 0,1137. Sehingga semakin tinggi bukaan pintu air maka nilai koefisien debit (C_d) juga akan meningkat serta memiliki persamaan $y = 0,031x - 0,0113$.
4. Hasil analisa konservasi debit menggunakan persamaan kontinuitas menunjukkan pada bukaan pintu air 1 cm mengalami simpangan sebesar 0,244, bukaan pintu air 2 cm mengalami simpangan sebesar 0,2996, bukaan pintu air 3 cm mengalami simpangan sebesar 0,3143, dan bukaan pintu 4 cm mengalami simpangan sebesar 0,4214. Sedangkan untuk hasil analisa energi aliran menggunakan persamaan Bernoulli menunjukkan adanya *head loss* (h_f). Pada bukaan pintu air 1 cm mengalami *head loss* sebesar 0,0244, bukaan pintu air 2 cm mengalami *head loss* sebesar 0,0053, bukaan pintu air 3 cm mengalami *head loss* sebesar 0,0070, dan bukaan pintu air 4 cm mengalami *head loss* sebesar 0,0106.

5.2 Saran

1. Adanya kendala saat proses penelitian terutama pada sistem pengoperasian aplikasi *Smart Flood Gate* yang lambat mengirimkan perintah ke server jaringan sehingga perlu dilakukan *restart* terlebih dahulu sebelum dioperasikan.

2. Perlu dilakukan pengontrolan secara rutin terhadap sistem alat uji penelitian agar lebih responsif saat digunakan.
3. Untuk penyempurnaan dan pengembangan dari penelitian ini, selain melakukan pengukuran secara manual disarankan untuk mengukur tinggi muka air bisa menggunakan alat *point gauge*, kecepatan aliran bisa menggunakan alat *current meter* dan pengukuran debit bisa menggunakan alat *flowmeter* agar memperoleh data yang akurat.
4. Perlu adanya evaluasi terhadap pompa air dan pipa untuk pendistribusian air yang masuk ke dalam saluran.



DAFTAR PUSTAKA

- Anggrahini. (1997). *Hidrolika Saluran Terbuka*. CV. Citra Media.
- Arrosyid, H., Noerhayati, E., & Rahmawati, A. (2023). Studi Evaluasi Distribusi Air Bersih Desa Lamondape Kecamatan Polinggona Sulawesi Tenggara. *Jurnal Rekayasa Sipil* |, 354(1), 354–364.
- Asadulloh, M., Eko, N., & Rahmawati, A. (2024). Analisa Elevasi Muka Air Aliran Terbuka Segi Empat Berbasis Internet of Things Dengan Pemanfaatan Solar Cell Sebagai Sumber Energi. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 14.
- Chow, V. Te. (1989). *Hidrolika Saluran Terbuka*. Erlangga.
- Daneshfaraz, R., Abbaszadeh, H., Gorbanyan, P., & Abdi, M. (2021). Application of Sluice Gate in Different Positions and Its Effect on Hydraulic Parameters in Free-Flow Conditions. *JOURNAL OF HYDRAULIC STRUCTURES Shahid Chamran University of Ahvaz Journal of Hydraulic Structures J. Hydraul. Struct*, 7(3), 72–87.
<https://doi.org/10.22055/JHS.2022.39208.1196>
- Daneshfaraz, R., Norouzi, R., & Abbaszadeh, H. (2022). *Experimental Investigation of Hydraulic Parameters of Flow in Sluice Gates with Different Openings Experimental Investigation of Hydraulic Parameters of Flow in Sluice Gates with Different Openings*
Keywords : 8(January), 923–939. <https://doi.org/10.22034/jewe.2022.321259.1700>
- Fitriyani, N. P. V. (2022). Analisis Debit Air di Daerah Aliran Sungai (DAS). *Ilmuteknik.Org*, 2(2), 1–10.
- Haqq, M. R. Al, Chlissodin, I., & Soebroto, A. A. (2021). *Maximum Power Point Tracking (MPPT) pada Panel Surya dalam Kondisi Berbayang Sebagian dengan Particle Swarm Optimization (PSO)*. *Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 5(8), 3524–3537. <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- Latif, A., Pallu, M. S., Maricar, F., & Hatta, M. P. (2019). Pengaruh Tinggi Bukaannya Pintu Air Terhadap Bilangan Froude Dengan Dasar Tanah Lempung Pada Saluran Terbuka. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil*, 1(1), 2459–9727.
- Lawtanius, A., Catharina Sri Purna Suswati, A., Karya Malang Alamat, W., & Katolik Widya Karya Malang -Jl Bondowoso No, U. (2023). *Pemodelan Nilai Koefisien Debit Pada Pintu*

- Air. *Jurnal Teknik Sipil*, 1(2), 44–63.
- Mahendra, G. (2021). Rancang Bangun Kontrol Pintu Air Dan Monitoring Ketinggian Air Sungai Berbasis Internet of Things (IoT). *Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 2(1), 98–106.
- Mutiah, A. ulfa, Ramdhani, N. N., Maricarc, F., & Hamdi, F. (2023). Analisis kehilangan energi pada berbagai bentuk bangunan peralihan. *REKAYASA: Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Lampung*, 27(1), 1–5. <https://doi.org/10.23960/rekrjits.v27i1.78>
- 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>
- Noerhayati, E., & Suprpto, B. (2018). *Buku Perencanaan Jaringan Irigasi Saluran Terbuka* (Cetakan Ke). Inteligencia Media.
- Noerhayati, E., Suprpto, B., Wirateruna, E. S., & Mardiyani, S. A. (2022). Penerapan Pintu Air Otomatis Pada Bangunan Bagi Saluran Irigasi Guna Meningkatkan Hasil Panen Petani Berbasis Iot. *Jurnal Pembelajaran Pemberdayaan Masyarakat*, 3(3), 178–184.
- Raju, K. R. (1986). *Aliran Melalui Saluran Terbuka*. Erlangga.
- Rohmanto, H., Sawito, K., Siregar, H., & Tantular Jakarta, M. (2021). Analisis Pola Aliran Saluran Terbuka Dengan Hambatan Persegi Panjang, Bulat, Segitiga, Dan Wing. *Seminar Nasional Ketekniksipilan, Infrastruktur Dan Industri Jasa Konstruksi (KIIJK)*, 1(1), 2021.
- Rustiati, N. B., & Suciani, N. (2022). Kajian Pola Aliran di Hilir Pintu Sorong dengan Material Dasar Saluran Pasir Lempung. *REKONSTRUKSI TADULAKO: Civil Engineering Journal on Research and Development*, 49–54. <https://doi.org/10.22487/renstra.v3i1.404>
- Suhudi, S., & Arga Pandawa, A. P. (2022). Analisis Energi Spesifik Pada Saluran Terbuka Dengan Penambahan Variasi Panjang Ambang Lebar. *Jurnal Qua Teknika*, 12(01), 25–44. <https://doi.org/10.35457/quateknika.v12i01.2106>
- Suripin. (2004). *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. CV. ANDI OFFSET.
- Suripin, & Sangkawati, S. (2008). *Buku Ajar Hidraulika*.
- Triatmojo, B. (1993). *Hidraulika II*. Universitas Gajah Mada.
- Utomo, P. (2016). *Modul Kuliah Hidrolika*.
- Van Te Chow. (1985). *Hidrolika Saluran Terbuka*. Erlangga.