



**OPTIMASI POLA OPERASI WADUK CACABAN  
KABUPATEN TEGAL JAWA TENGAH  
SKRIPSI**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana  
Strata Satu (S-1) Jurusan Teknik Sipil*



**Disusun Oleh :**

**KUKUH WISNU BARA AJI**

**21701051062**

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

**2022**

## RINGKASAN

**Kukuh Wisnu Bara Aji, 21701051062, 2022** Optimasi Pola Operasi Waduk Cacaban Kabupaten Tegal Jawa Tengah. Skripsi, Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Malang. Dosen Pembimbing **Dr. Ir. Hj. Eko Noerhayati, M.T.** dan **Anita Rahmawati, S.T., M.T.**

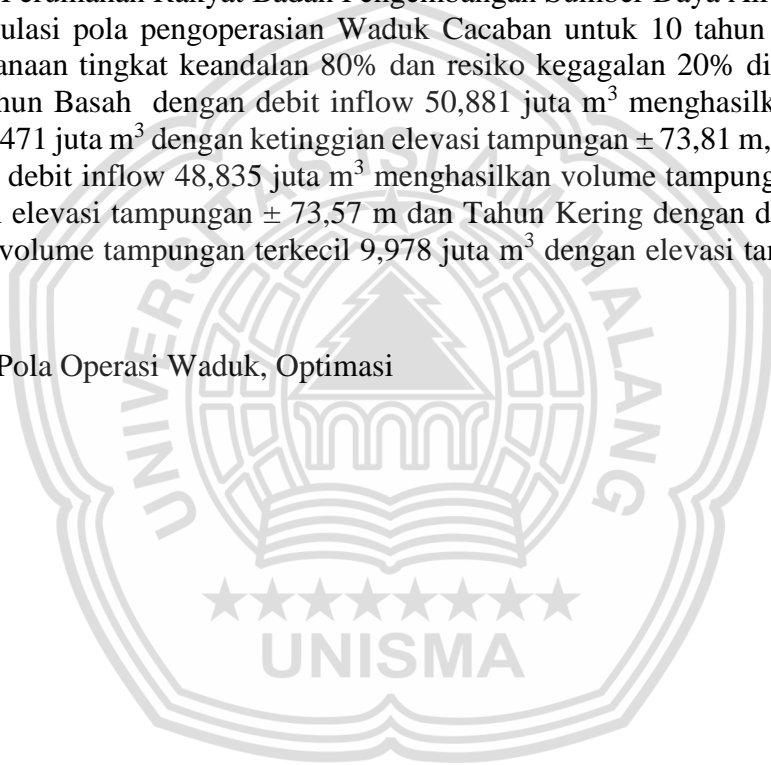
---

Waduk Cacaban merupakan waduk yang di fungsikan sebagai tampungan air yang diperuntukan untuk mengairi kebutuhan air irigasi dengan luas areal genangan waduk 928 ha dengan panjang DAS Cacaban 65,13 km<sup>2</sup>. Pola operasi waduk digunakan sebagai panduan pengaturan debit yang akan dikeluarkan dengan mempertimbangkan debit yang tersedia.

Penulis merencanakan simulasi pola operasi waduk yang optimal untuk 10 tahun yang akan datang sebagai pedoman untuk pengoprasian waduk tahunan. Pada pedoman pengoprasian waduk yang digunakan yaitu Modul 08 Operasi Waduk – 2017 Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Badan Pengembangan Sumber Daya Air.

Hasil analisis simulasi pola pengoperasian Waduk Cacaban untuk 10 tahun yang akan datang dengan perencanaan tingkat keandalan 80% dan resiko kegagalan 20% didapat hasil tampungan selama Tahun Basah dengan debit inflow 50,881 juta m<sup>3</sup> menghasilkan volume tampungan terkecil 11,471 juta m<sup>3</sup> dengan ketinggian elevasi tampungan ± 73,81 m, sedangkan Tahun Normal dengan debit inflow 48,835 juta m<sup>3</sup> menghasilkan volume tampungan terkecil 10,481 juta m<sup>3</sup> dengan elevasi tampungan ± 73,57 m dan Tahun Kering dengan debit inflow 9,978 juta m<sup>3</sup> menghasilkan volume tampungan terkecil 9,978 juta m<sup>3</sup> dengan elevasi tampungan ± 73,45 m.

**Kata Kunci:** Waduk, Pola Operasi Waduk, Optimasi



## SUMMARY

**Kukuh Wisnu Bara Aji, 21701051062, 2022** Optimization of the Cacaban Reservoir Operation Pattern, Tegal Regency, Central Java. Thesis, civil engineering study program University Islamic Malang. Supervisor **Dr. Ir. Hj. Eko Noerhayati, M.T.** and **Anita Rahmawati, S.T., M.T.**

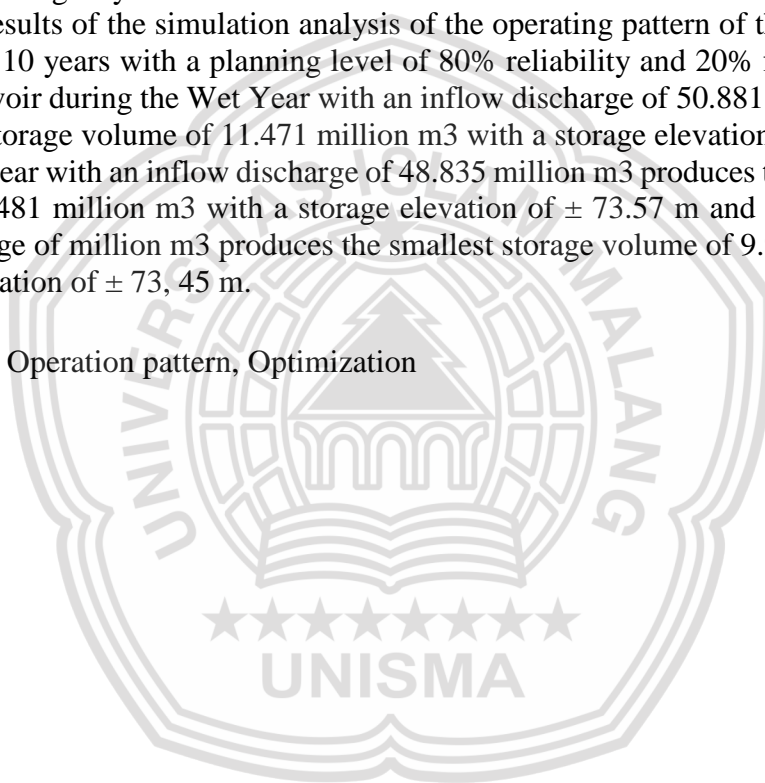
---

Cacaban Reservoir is a reservoir that functions as a water reservoir intended to irrigate irrigation water needs with an inundated area of 928 ha with a Cacaban watershed length of 65.13 km<sup>2</sup>. The reservoir operation pattern is used as a guide for regulating the discharge to be issued by considering the available discharge.

The author plans a simulation of the optimal reservoir operation pattern for the next 10 years as a guide for the annual reservoir operation. The reservoir operation guidelines used are Module 08 Reservoir Operation 2017 Ministry of Public Works and Public Housing Water Resources Development Agency.

Based on the results of the simulation analysis of the operating pattern of the Cacaban Reservoir for the next 10 years with a planning level of 80% reliability and 20% failure risk, the results of the reservoir during the Wet Year with an inflow discharge of 50.881 million m<sup>3</sup> produce the smallest storage volume of 11.471 million m<sup>3</sup> with a storage elevation of  $\pm 73.81$  m, while the Normal Year with an inflow discharge of 48.835 million m<sup>3</sup> produces the smallest storage volume of 10.481 million m<sup>3</sup> with a storage elevation of  $\pm 73.57$  m and a Dry Year with an inflow discharge of million m<sup>3</sup> produces the smallest storage volume of 9.978 million m<sup>3</sup> with a storage elevation of  $\pm 73, 45$  m.

**Keywords:** Reservoir, Operation pattern, Optimization



## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Waduk adalah tampungan air yang terbentuk akibat adanya bangunan yang melintang sungai. Akibat dari membendung sungai, maka secara alami bahan angkutan sedimen di sungai akan tertampung dan terendapkan di dalam waduk. Dengan adanya waduk maka kelebihan air pada musim hujan dapat ditampung dan dimanfaatkan selama musim kemarau untuk irigasi masyarakat sekitar waduk dan juga sebagai pengendali banjir pada musim penghujan (Umayektinisa et al., 2016). Pengoprasian waduk merupakan suatu system, dengan sub-sistem ketersediaan air untuk berbagai kebutuhan air di hilir dan juga menentukan seberapa besar manfaat waduk yang akan diperoleh (Maulana et al., 2020).

Waduk Cacaban terletak di Kecamatan Kedungbanteng, Kabupaten Tegal, Jawa Tengah. Luas areal waduk adalah 928,7 Ha dan berisi air sebanyak 90 juta m<sup>3</sup>. Waduk Cacaban ini dibuat dengan membendung DAS Cacaban yang memiliki panjang 435,11 km. Waduk ini berfungsi untuk mengaliri irigasi di sekitar waduk dan juga dimanfaatkan sebagai obyek wisata bagi masyarakat Kab. Tegal.

Pembangunan waduk merupakan salah satu alternatif dari sistem penyediaan air. Waduk dibangun untuk menampung kelebihan air pada musim hujan dan nantinya dapat dipergunakan untuk memenuhi berbagai kebutuhan saat musim kemarau diantaranya adalah air baku dan air irigasi. Dalam memanfaatkan tampungan waduk harus diingat bahwa kuantitas air sangat terbatas, sehingga pemakaian air harus dilakukan sebaik mungkin (Hilmi et al., 2017)

Ketersediaan air adalah jumlah air (debit) yang diperkirakan terus menerus ada di suatu lokasi (bendung atau bangunan air lainnya) di suatu sungai dengan jumlah tertentu dan dalam jangka waktu (periode) tertentu (Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, 2013). Dalam studi ini digunakan Metode FJ Mock untuk mengetahui debit tersedia di waduk yang selanjutnya akan digunakan untuk menghitung prakiraan debit atau debit bangkitan menggunakan Metode Thomas-Fiering.

Kebutuhan air irigasi adalah air yang pada umumnya diambil dari sungai atau waduk yang kemudian dialirkan ke aewal persawahan melalui sistem jaringan irigasi teknis maupun non teknis untuk memenuhi kebutuhan air pada tanaman selama masa tanam (Noerhayati & Suprpto, 2018).

Pola tata tanam adalah pengaturan rencana tanam berbagai jenis tanaman yang akan dibudidayakan dalam suatu lahan beririgasi dalam kurun waktu tertentu. Faktor- faktor yang mempengaruhi pola tanam adalah musim, topografi, dan ketersediaan air dalam kondisi tahunan aliran yaitu saat tahun basah, tahun kering maupun tahun normal yang mempengaruhi ketersediaan air di waduk (Setiawan, 2017).

Pola operasi adalah patokan operasional periode suatu waduk dimana debit air yang dikeluarkan oleh waduk harus mengikuti ketentuan agar elevasinya terjaga sesuai dengan rancangan. Pola operasi waduk paling sedikit memuat tata cara pengeluaran air dari waduk sesuai dengan kondisi volume dan/atau elevasi air waduk dan kebutuhan air serta kapasitas sungai di hilir bendungan (Adatika et al., 2021). Salah satu upaya untuk dapat memenuhi kebutuhan irigasi masyarakat sekitar waduk tersebut adalah dengan melakukan optimasi dikarenakan

pemanfaatan tampungan waduk harus diingat bahwa ketersediaan air terbatas, sehingga diperlukan penggunaan air waduk yang optimal agar dapat memenuhi berbagai kebutuhan irigasi sesuai pola tata tanam masyarakat sekitar. Kebutuhan akan hasil pertanian, dan air baku semakin meningkat dengan bertambahnya penduduk, oleh karena itu diperlukan peningkatan produksi pertanian dan sumber air baku. Salah satu upaya untuk dapat memenuhi kebutuhan tersebut, baik di musim hujan atau musim kemarau yang mempengaruhi ketersediaan air waduk, adalah dengan melakukan studi optimasi. Dampak terbesar dari ketersediaan air waduk berpengaruh pada hasil pertanian (Setiawan, 2017).

Dalam proses simulasi ditetapkan sebagai debit masukan (*inflow*) waduk adalah tampungan waduk dari hujan yang terjadi (presipitasi), dan debit keluaran (*outflow*) adalah kebutuhan air irigasi, kebutuhan air baku ditambah dengan evaporasi. Suatu pola operasi dikatakan optimal jika tingkat keandalan waduk mencapai 80% dengan tingkat kegagalan dibawah 20% dalam memenuhi kebutuhan air irigasi yang dibutuhkan. Maksud dari penelitian ini untuk mendapatkan gambaran serta pola operasi Waduk Cacaban yang optimal dalam memenuhi kebutuhan irigasi masyarakat sekitar waduk dengan menggunakan model simulasi.

Dalam studi ini akan dilakukan optimasi Waduk Cacaban untuk mengetahui pola operasi yang optimal untuk 10 tahun yang akan datang di daerah irigasi sekitar Waduk Cacaban. Untuk mengoptimalkan volume tampungan waduk dalam pemenuhan kebutuhan irigasi akan digunakan model simulasi.



## 1.2 Identifikasi Masalah

Dari latar belakang diatas dapat ditarik beberapa identifikasi permasalahan sebagai berikut:

1. Ketersediaan air bagi keperluan irigasi yang tidak sesuai dengan kebutuhan air irigasi selama tahun basah, tahun normal dan tahun kering.
2. Kebutuhan air irigasi berdasarkan pola tata tanam masyarakat sekitar Waduk Cacaban.
3. Menganalisa simulasi pola operasi Waduk Cacaban yang optimal untuk 10 tahun yang akan datang berdasarkan kondisi tahun basah, tahun normal dan tahun kering.

## 1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian ini ada beberapa pembatasan dalam pembahasan atau masalah. Adapun batasan masalah dari penelitian skripsi ini adalah:

1. Studi kasus ini berada di Waduk Cacaban Kabupaten Tegal.
2. Hanya difokuskan pada aspek teknis untuk penentuan kinerja Waduk Cacaban.
3. Tidak merencanakan jaringan irigasi
4. Tidak merencanakan air baku yang tersedia
5. Tidak menghitung sistem dan bangunan pembangkit listrik

#### 1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah dan batasan masalah di atas, maka dapat dibuat suatu rumusan masalah sebagai berikut:

1. Berapa besar debit air yang tersedia untuk pola operasi yang optimal di Waduk Cacaban selama tahun basah, tahun normal dan tahun kering?
2. Berapa besar kebutuhan air irigasi berdasarkan pola tata tanam masyarakat sekitar Waduk Cacaban?
3. Bagaimana analisis simulasi pola operasi Waduk Cacaban yang optimal untuk 10 tahun yang akan datang selama tahun basah, tahun normal dan tahun kering?

#### 1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menghitung debit air yang tersedia untuk pola operasi yang optimal di Waduk Cacaban selama tahun basah, tahun normal dan tahun kering.
2. Menghitung debit kebutuhan air irigasi berdasarkan pola tata tanam eksisting.
3. Mengetahui analisis simulasi pola operasi Waduk Cacaban yang optimal untuk 10 tahun yang akan datang selama tahun basah, tahun normal dan tahun kering.

#### 1.6 Manfaat Penelitian

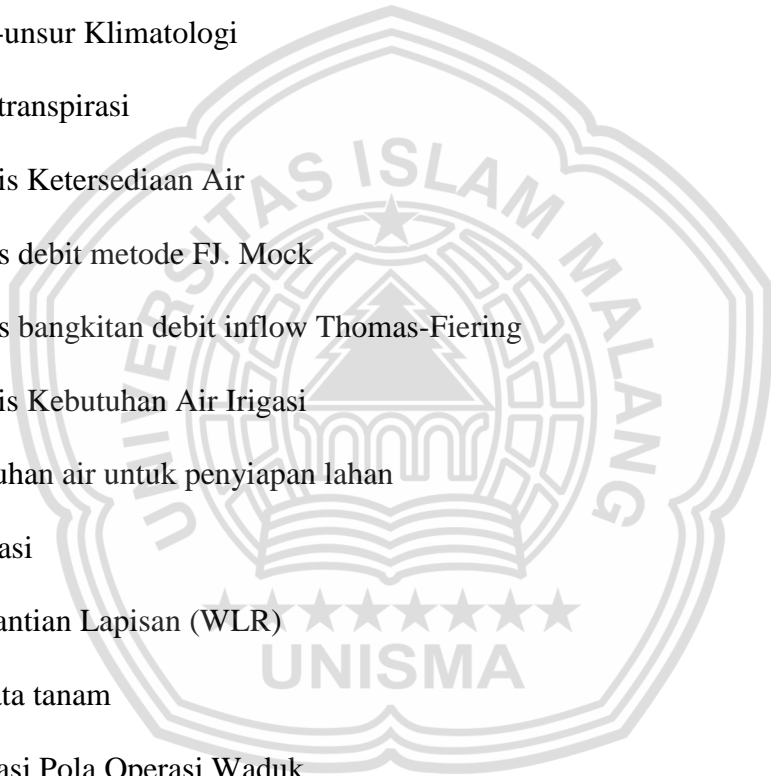
1. Dapat memberikan masukan terhadap pihak terkait dalam mengoperasikan waduk sesuai dengan kondisi eksisting di lapangan.
2. Dapat dijadikan referensi dalam merencanakan pola operasi waduk.
3. Sebagai referensi tahapan penelitian selanjutnya .



## 1.7 Lingkup Pembahasan

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka dalam permasalahan yang akan dibahas dalam skripsi ini adalah:

1. Analisis Hidrologi
  - a. Uji Konsistensi curah hujan
  - b. Analisis curah hujan efektif.
2. Analisis Klimatologi
  - a. Unsur-unsur Klimatologi
  - b. Evapotranspirasi
3. Analisis Ketersediaan Air
  - a. Analisis debit metode FJ. Mock
  - b. Analisis bangkitan debit inflow Thomas-Fiering
4. Analisis Kebutuhan Air Irigasi
  - a. Kebutuhan air untuk penyiapan lahan
  - b. Perkolasi
  - c. Penggantian Lapisan (WLR)
  - d. Pola tata tanam
5. Optimasi Pola Operasi Waduk
  - a. Lengkung Kapasitas Waduk
  - b. Simulasi tampungan waduk



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 1.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis pada bab-bab sebelumnya, maka dapat diambil beberapa kesimpulan terkait perencanaan pengoptimasian Waduk Cacaban untuk kebutuhan air irigasi yaitu sebagai berikut:

1. Hasil perhitungan debit bangkitan Thomas-Fiering dan debit tersedia FJ Mock didapat debit tersedia untuk pola operasi waduk 10 tahun yang akan datang selama Tahun Basah dengan nilai debit tersedia terbesar 7,243 m<sup>3</sup>/detik, debit tersedia terkecil adalah 0,101 m<sup>3</sup>/detik dengan debit rata-rata 1,615 m<sup>3</sup>/detik, sedangkan selama Tahun Normal dengan nilai debit tersedia terbesar 5,600 m<sup>3</sup>/detik, debit tersedia terkecil adalah 0,063 m<sup>3</sup>/detik dengan debit rata-rata 1,540 m<sup>3</sup>/detik, dan selama Tahun Kering dengan nilai debit tersedia terbesar 6,235 m<sup>3</sup>/detik, tersedia terkecil adalah 0,111 m<sup>3</sup>/detik dengan debit rata-rata 1,48 m<sup>3</sup>/detik.
2. Hasil perhitungan kebutuhan air irigasi di DI Cacaban dengan pola tanam Padi-Tebu & Palawija/Padi-Tebu didapatkan besar kebutuhan air irigasi terbesar sebesar 2,398 m<sup>3</sup>/detik, sedangkan untuk kebutuhan air terkecil 0,000 m<sup>3</sup>/detik dan rata-rata kebutuhan air yaitu 0,655 m<sup>3</sup>/detik.

Hasil perhitungan analisis simulasi pola pengoperasian Waduk Cacaban untuk 10 tahun yang akan datang dengan perencanaan tingkat keandalan 80% dan resiko kegagalan 20% didapat hasil tampungan selama Tahun Basah dengan debit inflow 50,811 juta m<sup>3</sup> menghasilkan volume tampungan terkecil 11,471 juta m<sup>3</sup> dengan ketinggian elevasi tampungan ± 73,88 m, sedangkan

Tahun Normal dengan debit inflow 48,835 juta m<sup>3</sup> menghasilkan volume tampungan terkecil 10,481 juta m<sup>3</sup> dengan elevasi tampungan  $\pm 73,58$  m dan Tahun Kering dengan debit inflow 45,755 juta m<sup>3</sup> menghasilkan volume tampungan terkecil 9,978 juta m<sup>3</sup> dengan elevasi tampungan  $\pm 73,45$  m. Sehingga, simulasi tersebut dapat dikatakan sangat optimal karena memenuhi kebutuhan yang sudah direncanakan selama masa pengoprasian sukses mencapai 100% tanpa terjadi kegagalan.

## 1.2 Saran

Berikut saran yang bisa penulis berikan dalam pengerjaan tugas akhir ini, antara lain sebagai berikut:

1. Apabila hasil optimasi pada tugas akhir ini akan diterapkan pada wilayah studi, maka perlu dilakukan koordinasi dengan pihak-pihak terkait selaku pengelola waduk.
2. Bagi pihak lain yang berniat mendalami subjek ini dapat memperhitungkan debit inflow waduk menggunakan metode linear..
3. Perlu adanya tinjauan mengenai masalah sedimentasi di waduk, karena dikhawatirkan dapat berdampak terhadap pemanfaatan air dari Waduk Cacaban.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Adatika, L., Suripin, S., & Darsono, S. (2021). Optimasi Operasi Waduk Dolok dengan Program Dinamik. *Briliant: Jurnal Riset dan Konseptual*, 6(1), 205–2015. <https://doi.org/10.28926/briliant.v6i1.595>
- Andrian, R. C., Noerhayati, E., & Suprpto, B. (2021). *Pengoprasian Pintu Air Irigasi Otomatis Berbasis IOT Pada Perencanaan Pola Tata Tanam Di Kecamatan Tumpang-Malang*. Universitas Islam Malang.
- Ariyani, D. (2015). *Hidrologi*. Universitas Pancasila.
- Darsono, S., Marjono, A. L., Afifah, R. Ch., & Lilis Suryani. (2014). Optimasi Waduk Jatigede Untuk Memenuhi Kebutuhan Air Daerah Irigasi Rentang. *Kementrian Pekerjaan Umum*.
- Direktorat Jenderal Sumber Daya Air. (2013). *Standar Perencanaan Irigasi Kriteria Bagian Perencanaan Jaringan Irigasi KP-01*.
- Gusta, G. (2005). Evaluasi Pola Operasi Multi Waduk Sebagai Upaya Untuk Memberikan Nilai Tambah Pada Waduk Yang Terletak Secara Serial. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Bengkulu*, 29–37.
- Hilmi, M., Masrevaniah, A., & Soetopo, W. (2012). OPTIMASI POLA OPERASI WADUK PELAPARADO DI KABUPATEN BIMA, PROPINSI NTB. *Jurnal Teknik Pengairan*, 3(2), 132–142.
- Maulana, R., Hadiani, R. R., & Ihsan, C. (2020). ANALISIS POLA OPERASI WADUK SANGIRAN. *Jurnal Riset Rekayasa Sipil*, 4(1), 42–45. <https://doi.org/10.20961/jrrs.v4i1.44636>

- Noerhayati, E., & Suprpto, B. (2018). *Perencanaan Jaringan Irigasi Saluran Terbuka*. Inteligencia Media.
- Nuramini, T. M. (2017). *Studi Optimasi Pola Pengoprasian Waduk Bajulmati*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Pusat Pendidikan Dan Pelatihan Sumber Daya Air Dan Konstruksi. (2017). *Modul 8 Operasi Waduk*.
- Salsabella, N., Noerhayati, E., Suprpto, B., & Rahmawati, A. (2021). Sistem Kontrol Sensor Kadar Keasaman Pada Limbah Cair Irigasi Berbasis Internet Of Things (IoT) Di Desa Sukoanyar, Kecamatan Tumpang. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 10(3), 26–35.
- Setiawan, A. H. (2017). *Optimasi Pola Tata Tanam Menggunakan Program Linier (Waduk Batu Tegi, DAS Way Sekampung, Lampung)*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Soewarno. (1995). *Hidrologi (Jilid 1)*. Nova.
- Syaputri, S., Noerhayati, E., & Suprpto, B. (n.d.). STUDI OPTIMASI AIR DAERAH IRIGASI SUMI KAB.BIMA NTB. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 11(2).
- Triatmodjo, B. (2014). *Hidrologi Terapan*. Beta Offset.
- Umayektinisa, H., S.P, N. A., Suharyanto, & Pranoto, S. (2016). Pengaruh Sedimentasi Pada Kinerja Pengoprasian Waduk Serbaguna Wonogiri. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 5(1), 59–69.
- Wulandari, T., Noerhayati, E., & Rachmawati, A. (2020). Evaluasi Kebutuhan Air Irigasi dan Pola Operasi Embung Malangsuko Tumpang Kabupaten Malang. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 8(1)