



**STUDI ALTERNATIF BANGUNAN PELIMPAH (*SPILLWAY*)
BENDUNGAN JLANTAH KABUPATEN KARANGANYAR PROVINSI
JAWA TENGAH**

SKRIPSI

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



Disusun Oleh :

REZA AFFANDI SAMETH

218.0105.1.089

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

2022

RINGKASAN

Reza Affandi Sameth, 218.0105.1.089 Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang, Studi Alternatif Bangunan Pelimpah (*Spillway*) Bendungan Jlantah Kabupaten Karanganyar Provinsi Jawa Tengah, Dosen Pembimbing : (I) **Dr. Ir. Hj. Eko Noerhayati, M.T.** dan (II) **Dr. Azizah Rokhmawati, S.T., M.T.**

Kabupaten Karanganyar adalah sebuah daerah di Provinsi Jawa Tengah dengan peningkatan perekonomian yang sebagian lahannya digunakan untuk hutan negara, hutan rakyat, sawah, perairan dan bangunan. Bendungan Jlantah ini terletak di Kabupaten Karanganyar. Dengan pembahasan bangunan Pelimpah yang nanti direncanakan berfungsi untuk membuang kelebihan air ke hilir agar tidak terjadi *overtopping* pada bendungan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui debit banjir rancangan Q1000 pada Bendungan Jlantah, Mengetahui dimensi baru ambang pelimpah (*spillway*) Bendungan Jlantah, serta bagaimana stabilitas dari dimensi bangunan pelimpah yang aman pada Bendungan Jlantah.

Penelitian ini menggunakan Metode Kurva Massa Ganda, *Poligon Thiessen*, *Log Person III*, *Metode Chi-Square* dan *Metode Smirnov-Kolmogrov* dan *Metode Hydrograph Syntetic Nakayasu*. Metode- metode tersebut sebagai pedoman untuk menyelesaikan penelitian kali ini.

Hasil analisa perhitungan Hidrologi dan penulusuran banjir di peroleh debit banjir rancangan *inflow* $Q_{1000th} = 291.607 \text{ m}^3/\text{det}$ dan *outflow* $= 198.787 \text{ m}^3/\text{det}$. Dimana dimensi ambang pelimpah di rencanakan menggunakan Ogge Tipe I lebar 25 m, tinggi 5 m, dan kedalaman air di atas pelimpah 2,41. Saluran Transisi, panjang saluran 16,65 m, Lebar hulu 25 dan hilir 15 m. Saluran Peluncur, panjang Saluran 166,00 m, Lebar hulu dan hilir 15 m. Kolam Olak (Peredam Energi), direncanakan menggunakan USBR Tipe II dimana Kedalaman air di ujung hilir Kolam Olak 8,46 m, Panjang Kolam Olakan 35,532 m. Untuk analisa stabilitas MAN Tanpa Gempa Terhadap Guling $2.275 > 1,5$ (aman), Geser $1,5 < 10,549$ (aman). MAN Dengan Gempa Terhadap Guling $2.269 > 1,1$ (aman), Geser $1,2 < 10,349$ (aman) dan MAB Tanpa Gempa Terhadap Guling $3.335 > 1,5$ (aman), Geser $1,5 < 13.947$ (aman). MAB Dengan Gempa Terhadap Guling $3.325 > 1,1$ (aman), Geser $1,2 < 13.643$ (aman)

Kata Kunci : Bendungan Jlantah, Hidrolika, Pelimpah

SUMMARY

Reza Affandi Sameth, 218.0105.1.089. *Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Islam Malang, Study of Alternative Spillway Buildings (Spillway) Dam Jlantah Karanganyar Regency, Central Java Province, Supervisor : (I) Dr. Ir. Hj. Eko Noerhayati, M.T. and (II) Dr. Azizah Rokhmawati, S.T., M.T.*

Karanganyar Regency is an area in Central Java Province with an increasing economy which part of the land is used for state forests, community forests, rice fields, waters and buildings. The Jlantah dam is located in Karanganyar Regency. With the discussion of the Spillway building which will later be planned to function to dispose of excess water downstream so that there is no overtopping of the dam. The purpose of this study was to determine the design flood discharge of Q_{1000} at the Jlantah Dam, to find out the new dimensions of the spillway of the Jlantah Dam, and how the stability of the dimensions of the safe spillway at the Jlantah dam is.

This study uses the Double Mass Curve Method, Poligon Thiessen, Log Person III, Metode Chi-Square dan Metode Smirnov-Kolmogrov dan Metode Hydrograph Syntetic Nakayasu. These methods serve as guidelines for completing this research.

The results of the analysis of hydrological calculations and flood tracking are obtained by design flood discharge inflow $Q_{1000th} = 291,607 \text{ m}^3/\text{s}$ and outflow $= 198,787 \text{ m}^3/\text{s}$. Where the dimensions of the spillway threshold are planned using an Ogge Type I width of 25 m, height of 5 m, and the depth of water above the spillway is 2.41. Transition Channel, channel length 16.65 m, width upstream 25 and downstream 15 m. Launch Channel, Channel length 166.00 m, Width upstream and downstream 15 m. The stilling pond (Energy Damping) is planned to use USBR Type II where the water depth at the downstream end of the stilling pond is 8.46 m, the length of the still pool is 35.532 m. For stability analysis of MAN without earthquake against overturning $2,275 > 1.5$ (safe), shear $1.5 < 10,549$ (safe). MAN With Earthquake Against Bolting $2,269 > 1.1$ (safe), Shear $1.2 < 10,349$ (safe) and MAB Without Earthquake Against $3,335 \text{ Roll} > 1.5$ (safe), Shear $1.5 < 13,947$ (safe). MAB With Earthquake Against Overturning $3,325 > 1.1$ (safe), Shear $1.2 < 13,643$ (safe)

Keywords : Hydraulics, Jlantah Dam, Spillway

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kebutuhan air merupakan kebutuhan pokok masyarakat yang harus dipenuhi oleh pemerintah di seluruh Indonesia disamping kebutuhan-kebutuhan lainnya yang diperoleh dari pengelolaan sumber daya alam. Masalah ketersediaan air di musim kemarau saat ini masih merupakan permasalahan yang sangat berat dan belum seluruhnya dapat dipecahkan oleh pemerintah dalam rangka memenuhi kebutuhan masyarakat hal ini disebabkan oleh karena sumber air yang makin langka akibat penggundulan hutan dan penggunaan air yang tidak terkontrol oleh masyarakat.

Air juga merupakan kebutuhan pokok bagi seluruh makhluk hidup salah satunya manusia, kegunaannya untuk kebutuhan langsung seperti bahan baku air minum, air industry, sanitasi maupun keperluan secara tidak langsung seperti irigasi, peternakan pembangkit listrik tenaga air maupun keperluan lainnya untuk kebutuhan hidup manusia (Rozana et al., 2020).

Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomer 27 Tahun 2015, bendungan adalah bangunan yang berupa urukan tanah, urukan batu, dan beton, yang dibangun selain untuk menahan dan menampung air, dapat pula dibangun untuk menahan dan menampung limbah tambang, atau menampung lumpur sehingga berbentuk waduk. Bendungan ini memiliki tipe bendungan Urukan Random Sand Gravelly Zonal Inti Tegak.

Bendungan juga merupakan bangunan melintang sungai yang berfungsi untuk menahan elevasi muka air yang mengakibatkan aliran air melimpas melalui mercu bendungan. Secara teknis komponen-komponen utama bendungan adalah tubuh

bendungan (*main dam*), pintu pengambilan (*intake*), dan pelimpah (*spillway*). Bangunan pelimpah sendiri memiliki beberapa bagian yaitu, ambng pelimpah, saluran transisi, saluran peluncur dan peredam energi (Irawan, 2020)

Salah satu permasalahan yang ada di berbagai wilayah salah satunya wilayah Kabupaten Karanganyar adalah kesulitan air terutama air baku untuk irigasi dimusim kemarau terutama pada saat kemarau panjang. Dalam beberapa tahun terakhir berdasarkan hasil Sensus Penduduk 2020, jumlah penduduk Kabupaten Karanganyar mencapai 931.963 jiwa. Bertambah hingga 118.767 dibanding Sensus Penduduk tahun 2010 yang berjumlah 813.196 jiwa. Pertumbuhan penduduk Kabupaten Karanganyar dari SP 2010 ke SP 2020 mencapai 1,11 persen setiap tahunnya.

Salah satu upaya untuk meningkatkan sektor sumber daya air dalam bidang pemenuhan kebutuhan air adalah dengan membangun wadiah penampungan air lain baik yang berupa wadiah penampungan alami seperti situ maupun wadiah penampungan buatan seperti waduk, bendung dan bendungan. Salah satu wadiah penampungan air yang akan ditinjau adalah Bendungan Jlantah Kabupaten Karanganyar Provinsi Jawa Tengah. Dalam proses perencanaan bendungan salah satunya bangunan pelimpah perlunya diperhatikan beberapa aspek yaitu aspek geologi/geoteknik, topografi, hidrologi, hidrolika, morfologi serta jenis material sungai yang ada. Oleh karena itu perlunya dilakukan kajian untuk merencanakan bangunan pelimpah Bendungan Jlantah. Kondisi geologi, dan topografi berpengaruh terhadap peletakan posisi bangunan pelimpah dan perencanaan jalur saluran peluncur dan untuk penentuan jenis material dasar sungai dan morfologi berpengaruh terhadap penentuan jenis peredam energi, guna menentukan dimensi lebar saluran

pelimpah tergantung dari aspek hidrologi yang berkaitan dengan debit banjir rencana. Analisis hidrolika digunakan untuk perencanaan bentuk bangunan yang hidrolis dan dimensi bangunan yang aman dan baik terkait perhitungan profil muka air.

Lokasi pelaksanaan pembangunan Bendungan Jlantah Kabupaten Karanganyar, Jawa Tengah adalah salah satu proyek pembangunan bendungan yang dilakukan oleh PT Waskita Karya (Persero) Tbk dan PT Adhi Karya yang terletak di Desa Tlobo dan Desa Karagsari, Kec. Jatiyoso, Kab. Karanganyar, Jawa Tengah. Bendungan Jlantah ini nantinya akan memiliki kapasitas tampung 10,97 juta meter kubik yang bersumber dari aliran sungai jlantah dan sungai puru. Sungai ini mengalir ke wilayah kecamatan Jatiyoso. Konstruksi bendungan Jlantah didesain dengan ketinggian 70 m (dari pondasi terdalam), panjang puncak bendungan 404 m, lebar puncak bendungan 12 m, elevasi puncak bendungan +690 m, Elevasi pondasi terdalam +618 m. Bendungan ini digunakan untuk menyuplai air irigasi di area pertanian seluas 1.493 hektar yang terbagi untuk intensitas tanam daerah irigasi eksisting seluas 805 hektar dan areal irigasi baru seluas 688 hektar. Di samping itu, kehadiran bendungan Jlantah juga dapat menyuplai air baku sebesar 0,15 m³/detik ke masyarakat luas, Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTM) sebesar 0,63 MW, pengendalian banjir, konservasi pemeliharaan aliran sungai sebesar 120 liter/detik, dan pariwisata yang akan menumbuhkan ekonomi lokal. Pembangunan Bendungan Jlantah adalah salah satu upaya pemerintah dalam mewujudkan pemerataan pembangunan infrastruktur untuk mendukung ketahanan air dan ketahanan pangan nasional.

Jumlah penduduk di Kecamatan Jatiyoso berdasarkan data proyek untuk tahun 2011 adalah sebanyak 34.884 jiwa yang terdiri dari laki-laki 17.619 jiwa dan perempuan 17.265 jiwa. Dibandingkan tahun 2010 maka mengalami pertumbuhan sebesar sebesar 0,50% (*Sumber : Kecamatan Jatiyoso Dalam Angka 2012, BPS Kab. Karanganyar*)

Bendungan Jlantah, *spillway* merupakan salah satu bangunan pelengkap yang ada di bendungan. *Spillway* sendiri berfungsi untuk melimpahkan air dari debit yang akan dibuang sehingga kapasitas air yang ada di waduk dapat di pertahankan sampai batas maksimum. Dalam sebuah perencanaan dan perhitungan membutuhkan suatu pertimbangan-pertimbangan agar mendapatkan suatu hasil yang efektif serta efisien terutama dari berbagai segi salah satunya segi dimensi. Pada penelitian kali ini dilakukan perencanaan bangunan pelimpah (*spillway*) yang di rencanakan tegak lurus dengan tubuh bendungan dan lengkap beserta bangunan penunjang dan analisa kestabilannya.

Sehubungan dengan hasil pemaparan di atas, penelitian kali ini dibantu dengan beberapa software yang terdiri dari Autocad dan Microsoft Excel. Autocad untuk menggambar dan Microsoft Excel untuk perhitungan, sehingga perlu dilakukan kajian untuk analisis merencanakan pembangunan Bendungan Jlantah. Untuk itu metode yang digunakan adalah metode perhitungan secara langsung Kajian Perencanaan Bangunan Pelimpah Bendungan Jlantah, Kabupaten Karanganyar. Tidak hanya sampai disitu untuk menentukan besar curah hujan rata-rata menggunakan Metode *Poligon Thiessen*. Untuk menentukan analisa distribusi frekuensi menggunakan Metode *Log Person Type III*, dengan kala ulang 2, 5, 10, 20, 25, 50, 100 dan 1000, dan untuk menguji kecocokan distribusi frekuensi

menggunakan metode *Chi-Square* dan Metode *Smirnov-Kolmogrov*, sedangkan untuk menentukan hidrograf banjir menggunakan metode *Hydrograph Syntetic Nakayasu*.

1.2. Identifikasi Masalah

Sebagai salah satu bangunan pelengkap bendungan, pelimpah mempunyai peran yang sangat penting sebagai fungsinya untuk pengamanan terhadap bahaya air banjir melimpas di atas bendungan (*Overtopping*). Oleh sebab itu perencanaan pelimpah harus direncanakan dengan mempertimbangkan berbagai aspek teknis yang ada. Ada beberapa pertimbangan teknis yang perlu diperhatikan, yaitu lintasan jalur rencana as pelimpah harus di upayakan berada di atas tanah asli bukan tanah timbunan dan perencanaan bangunan pelimpah harus sesuai dengan pedoman perencanaan teknis yang ada sehingga diperlukan adanya perhitungan yang tepat dan perencanaan yang aman sesuai kriteria desain hidrologi, hidrolika, dan geoteknik. lahan hutan, lahan perkebunan dan lainnya. Dari hasil studi yang dilakukan sehingga dapat dilakukan identifikasi permasalahan yang harus diatasi di Kabupaten Karanganyar antara lain:

1. Pembangunan Proyek Bendungan di Desa Tlobo dan Desa Karagsari, Kec. Jatiyoso, Kab. Karanganyar, Jawa Tengah memiliki potensi yang cukup besar guna memenuhi berbagai keperluan masyarakat.
2. Kekurangan pemasokan air baku domestik dan air irigasi untuk persawahan pada musim kemarau.
3. Merencanakan dimensi pelimpah sesuai dengan topografi daerah tersebut.
4. Menganalisa stabilitas Pelimpah sesuai dengan kondisi geologi daerah tersebut.

5. Peningkatan jumlah penduduk di daerah setempat dapat mengakibatkan kebutuhan terhadap sumber daya air semakin meningkat guna pengembangan ekonomi regional dalam jangka panjang. Jumlah penduduk Kabupaten Jatiyoso sebesar 34.884 dari daa BPS Kab. Karanganyer.

1.3. Rumusan Masalah

1. Berapa debit banjir rencana dengan kala ulang (Q_{1000} tahun) yang di gunakan untuk mendimensi bangunan pelimpah (*spillway*) pada Bendungan Jlantah, Kabupaten Karanganyar, Provinsi Jawa Tengah ?
2. Bagaimana tipe dan dimensi bangunan pelimpah (*spillway*) pada Bendungan Jlantah Kabupaten Karanganyar, Provinsi Jawa Tengah dengan bangunan penunjangnya?
3. Apakah analisis stabilitas sudah memenuhi syarat bangunan pelimpah (*spillway*) pada bendungan Jlantah, Kabupaten Karanganyar, Provinsi Jawa Tengah?

1.4. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam kajian perencanaan ini adalah sebagai berikut :

1. Hanya membahas bangunan pelimpah.
2. Tidak menghitung stabilitas bendungan, pondasi bendungan dan kekuatan geologi material pada As bendungan.
3. Tidak membahas analisis ekonomi atau biaya bendungan.
4. Tidak melakukan perhitungan sedimentasi.
5. As bendungan dan pelimpah mengikuti data perencanaan dari konsultan.

1.5. Tujuan dan Manfaat

Berdasarkan landasan teori diatas maka tujuan dari penelitian diatas adalah :

1. Mengetahui debit banjir rancangan Q1000 pada bendungan Jlantah, di Desa Tlobo dan Desa Karagsari, Kec. Jatiyoso, Kab. Karanganyar, Jawa Tengah.
2. Mengetahui dimensi baru ambang pelimpah (*spillway*) Bendungan Jlantah, Desa Tlobo dan Desa Karagsari, Kec. Jatiyoso, Kab. Karanganyar, Jawa Tengah.
3. Mengetahui bagaimana stabilitas dari dimensi bangunan pelimpah yang aman pada bendungan Jlantah, Desa Tlobo dan Desa Karagsari, Kec. Jatiyoso, Kab. Karanganyar, Jawa Tengah

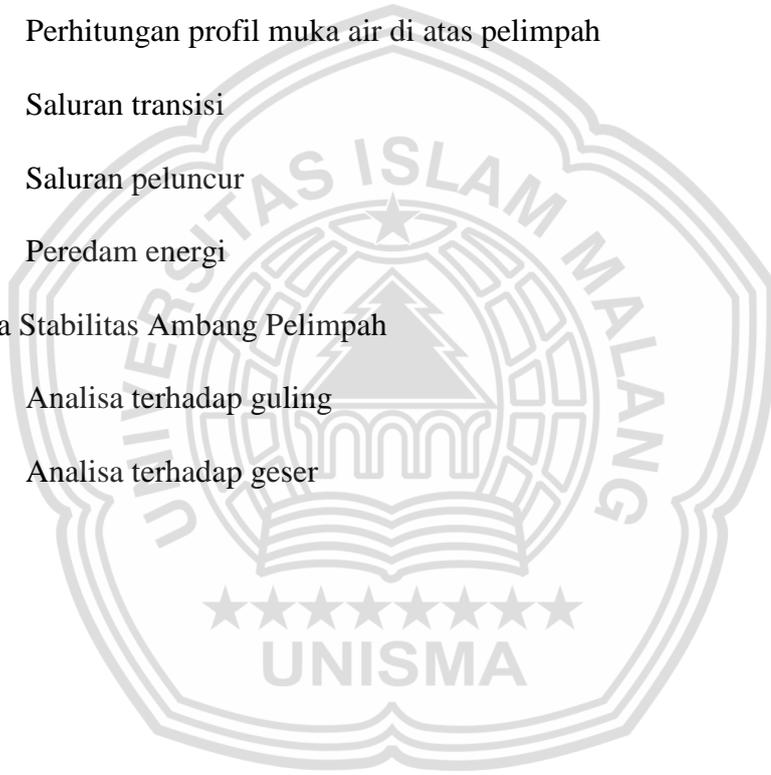
Manfaat yang diperoleh dari “Studi Alternatif Bagunan Pelimpah (*Spillway*) Bendugan Jlantah Kabupaten Karanganyar Provinsi Jawa Tengah” adalah untuk menambah wawasan tentang perencanaan bendugan khususnya pada bangunan pelimpah serta bagi penulis agar nantinya dapat diaplikasikan di lapangan serta sebagai masukan bagi perencana maupun pihak lain dalam perencanaan dilapangan.

1.6. Lingkup Pembahasan

Berdasarkan rumusan masalh di atas, maka lingkup pembahasannya sebagai berikut :

1. Analisa Hidrologi
 1. Perhitungan curah hujan rerata daerah
 2. Perhitungan curah hujan rencana
 3. Analisa curah hujan maksimum yang mungkin terjadi (PMP)

4. Analisa hidrograf satuan sintetik
 5. Hidrograf banjir rancangan
2. Penelusuran Banjir
 1. Kapasitas Pelimpah
 2. Kapasitas tampung waduk
 3. Analisa Hidrolika
 1. Perencanaan profil ambang pelimpah
 2. Perhitungan profil muka air di atas pelimpah
 3. Saluran transisi
 4. Saluran peluncur
 5. Peredam energi
 4. Analisa Stabilitas Ambang Pelimpah
 1. Analisa terhadap guling
 2. Analisa terhadap geser



BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Setelah dilakukan pembahasan pada bab sebelumnya maka pada bab ini akan ditarik sebuah kesimpulan sebagai berikut:

1. Debit banjir rencana dengan kala ulang Q_{1000} didapatkan (*Inflow*) Q_{1000} tahun = 291.607 m³/det dan untuk (*Outflow*) Q_{1000} tahun = 198.787 m³/det.
2. Analisis tipe dan dimensi Bagunan Pelimpah pada perencanaan ini adalah sebagai berikut :
 - Profil Ambang Pelimpah, direncanakan menggunakan Ogee Tipe I dimana, Lebar Ambang Pelimpah 25 m, Kedalaman air diatas pelimpah 2,41 m.
 - Saluran Transisi dimana didapatkan elevasi dasar saluran hilir + 680, Panjang saluran 16,65 m, Lebar hulu 25 m dan hilir 15 m.
 - Saluran Peluncur dimana didapatkan elevasi dasar saluran hilir + 680, Panjang Saluran 166,00 m, Lebar hulu dan hilir 15 m.
 - Kolam Olak (Peredam Energi), direncanakan menggunakan USBR Tipe II dimana Kedalaman air di ujung hilir Kolam Olak 8,46 m, Panjang Kolam Olakan 35,532 m, Tinggi Gigi Pemancar 1,692 m, Lebar Gigi Pemancar 1,269 m.
 - Tinggi Jagaan didapat 0,512 m, Tinggi Dinding 3,00 m.

3. Analisa stabilitas pelimpah yang aman terhadap guling dan geser

- Kondisi MAN Tanpa Gempa
 - Terhadap Guling : $S_f = 2.275 > 1,5$ (**Aman**)
 - Terhadap Geser : $S_f = 1,5 < 10,549$ (**Aman**)
- Kondisi MAN Dengan Gempa
 - Terhadap Guling : $S_f = 2.269 > 1,1$ (**Aman**)
 - Terhadap Geser : $S_f = 1,2 < 10,349$ (**Aman**)
- Kondisi MAB Tanpa Gempa
 - Terhadap Guling : $S_f = 3.335 > 1,5$ (**Aman**)
 - Terhadap Geser : $S_f = 1,5 < 13.947$ (**Aman**)
- Kondisi MAB Dengan Gempa
 - Terhadap Guling : $S_f = 3.325 > 1,1$ (**Aman**)
 - Terhadap Geser : $S_f = 1,2 < 13.643$ (**Aman**)

5.2. Saran

1. Tipe bangunan pelimpah yang di rencanakan pada studi penelitian kali ini adalah tipe Pelimpah *Overflow Spillway*, dengan Mercu Tipe OGEE perencanaan selanjutnya dapat di rencanakan dengan tipe pelimpah yang lain seperti Pelimpah Utama (*Service Spillway*) atau Pelimpah Samping (*Side Channel Spillway*) atau tipe pelimpah lain yang sesuai dengan kondisi letak Geologi dan Topografi daerah tersebut.
2. Perhitungan uji konsisten data hujan menggunakan perhitungan Metode Kurva Massa Ganda (*Double Mass Curva*). Untuk perencanaan selanjutnya dapat menggunakan metode RAPS sesuai dengan penyebaran jumlah stasiun hujan pada daerah tersebut

3. Perhitungan debit banjir rancangan pada studi perencanaan kali ini menggunakan metode HSS Nakayasu. Untuk perencanaan selanjutnya bisa menggunakan metode yang lain seperti HSS gama atau HSS Snyder.



DAFTAR PUSTAKA

- Asmoro, W. (2007). *Evaluasi Kinerja Waduk Wadaslintang*. Universitas Diponegoro, 1–7.
- Chow, V. T. (1997). *Open Cannel Hydraulic*. Terjemahan E.V. Nensi Risalina. Erlangga.
- Das, B. M. (1995). *Mekanika Tanah Jilid 2*. Erlangga.
- Hadihardjaja, J. (1997). *Irigasi dan Bangunan Air*. Gunadarma.
- Hartono, S. (1993). *Analisa Hidrologi*. Erlangga.
- Irawan, S. (2020). Studi perencanaan ambang pelimpah (Spillway) pada bendungan logung kabupaten kudus. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 7(2), 141–151.
- Maulana, M. L., Noerhayati, E., & Rachmawati, A. (2019). *Studi Perencanaan bangunan Pelimpah (Spillway) Pada Bendungan Tugu Kabupaten Trenggalek*. 6(2), 155–164.
- Rozana, A., Noerhayati, E., & Rachmawati, A. (2020). *Studi Perencanaan Ambang Pelimpah (Spillway) Pada Bendungan Randugunting Kabupaten Blora*. 8(2), 94–104.
- Sani, Asrul. (2008). *Analisa Kapasitas Waduk dengan Metode Ripple dan Behaviour (Studi Kasus Pada Waduk Mamak Sumbawa)*. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Soediby. (2003). *Teknik Bangunan*. PT Pradnya Paramita.
- Soewarno. (1995). *Hidrologi Aplikasi Metode statistik Untuk Analisa Data*. Nova.
- Sosrodarsono, S. (2016). *Bendungan Type Urugan*. Erlangga.



Sosrodarsono, S., & Takeda, Kensaku. (1989). *Hidrologi Untuk Pengairan*. Erlangga.

Sosrodarsono, S., & Takeda, Kensaku. (1997). *Bendungan Type Urugan*. Erlangga.

Suripin. (2004). *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*. Andi.

Triatmodjo, B. (2008). *Hidraulika II (Cetakan Kedua)*. Yogyakarta.

