

Analisis Potensi Keruntuhan Bendungan Bringe Akibat *Overtopping* dan Pemetaan Area Terdampak dengan Menggunakan HEC-RAS 6.6.0

Muhamad Azmi Fahrezi¹, Muhammad Hasan Wicaksono², Feril Hariati³

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Ibn Khaldun Bogor

Email: azmifahrezi950@gmail.com¹, mhasan@uika-bogor.ac.id², feril.hariati@uika.bogor.ac.id³

ABSTRAK

Bendungan merupakan infrastruktur vital yang memiliki peran penting dalam penyediaan air irigasi, pengendalian banjir, serta konservasi sumber daya air. Namun, apabila terjadi keruntuhan, dapat menimbulkan banjir besar yang berpotensi mengancam jiwa dan menimbulkan kerugian material. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi keruntuhan Bendungan Bringe akibat mekanisme *overtopping* serta mengidentifikasi karakteristik dan sebaran genangan banjir pada wilayah hilir dengan menggunakan perangkat lunak HEC-RAS versi 6.6.0. Hasil simulasi menunjukkan bahwa keruntuhan bendungan akibat *overtopping* menghasilkan debit puncak keluaran sebesar 103,69 m³/s dengan waktu keruntuhan sekitar 1,24 jam, Luas genangan maksimum tercatat sebesar 77,49 ha., yang melanda beberapa desa di wilayah hilir dengan kedalaman genangan melebihi 8,11 m dengan kedalaman rata-rata 2,07 m di area terdampak. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa Bendungan Bringe memiliki potensi bahaya tinggi apabila terjadi keruntuhan akibat *overtopping*. Oleh karena itu, diperlukan upaya mitigasi seperti peningkatan kapasitas pelimpah, pemantauan elevasi muka air secara berkala, serta penyusunan rencana tanggap darurat dan jalur evakuasi bagi masyarakat di daerah hilir.

Kata Kunci: keruntuhan bendungan, *Overtopping*, HEC-RAS, Bendungan Bringe, Genangan banjir.

ABSTRACT

Dams are vital infrastructure that play an important role in irrigation water supply, flood control, and water resource conservation. However, dam failure can lead to catastrophic flooding that threatens human lives and causes significant material losses. This study aims to analyze the potential failure of Bringe Dam due to the *overtopping* mechanism and to identify the characteristics and distribution of flood inundation in downstream areas using the HEC-RAS 6.6.0 software. The simulation results show that the dam failure due to *overtopping* produced a peak outflow discharge of 103.69 m³/s with a breach formation time of approximately 1.24 hours. The maximum inundation area reached 77.49 hectares, affecting several villages downstream, with a maximum water depth of 8.11 m and an average depth of 2.07 m in the affected areas. Based on these results, it can be concluded that Bringe Dam poses a high hazard potential in the event of a failure caused by *overtopping*. Therefore, mitigation measures such as increasing spillway capacity, monitoring water surface elevation regularly, and developing an emergency response plan and evacuation routes for downstream communities are highly recommended.

Key words: Dam break, *Overtopping*, HEC-RAS, Bringe Dam, flood inundation

Submitted:	Reviewed:	Revised:	Published:
12 November 2025	02 Februari 2026	24 Februari 2026	27 Februari 2026

PENDAHULUAN

Bendungan Bringe yang berlokasi di Desa Saba Kecamatan Janapria, Kabupaten Lombok Tengah, Nusa Tenggara Barat, memiliki Daerah Tangkapan Air 4.43 km², volume tampungan 183,020.56 m³, dan dimanfaatkan sebagai sumber irigasi bagi lahan seluas 350 ha. Bendungan tersebut memiliki tipe bendungan komposit pasangan batu dan urugan tanah, serta memiliki ketinggian tubuh bendungan setinggi 21 m. Dengan kapasitas daya tampung air yang besar yang dimiliki oleh Bendungan Bringe, potensi bahaya yang timbul akibat keruntuhan juga meningkat secara signifikan. Keruntuhan bendungan dapat mengakibatkan terjadinya banjir yang berpotensi menimbulkan korban jiwa dan kerugian materil yang besar di kawasan permukiman sekitarnya. Oleh karena itu, sangat

penting untuk melakukan analisis yang teliti terhadap kemungkinan keruntuhan bendungan ini secara teknis. Maka dari itu penelitian ini akan melakukan analisis keruntuhan bendungan Bringe yang akan menggunakan *software* HEC-RAS 6.6.0 Simulasi keruntuhan kali ini akan menggunakan persamaan empiris rekahan yang diterbitkan oleh Froehlich (2008).

METODE PENELITIAN

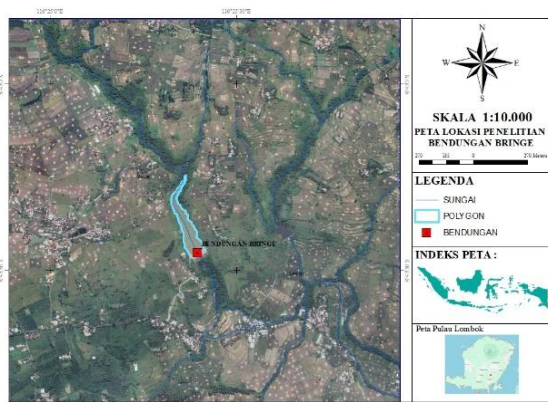
Metode penelitian yang digunakan adalah kuantitatif berbasis studi kasus, dengan bantuan perangkat lunak HEC-RAS 6.6.0 untuk melakukan simulasi keruntuhan bendungan akibat *overtopping*. Analisis ini menggunakan pendekatan empiris dengan parameter rekahan froehlich, sehingga dapat memprediksi pola dan

luasan genangan banjir pasca keruntuhan. Data yang digunakan meliputi:

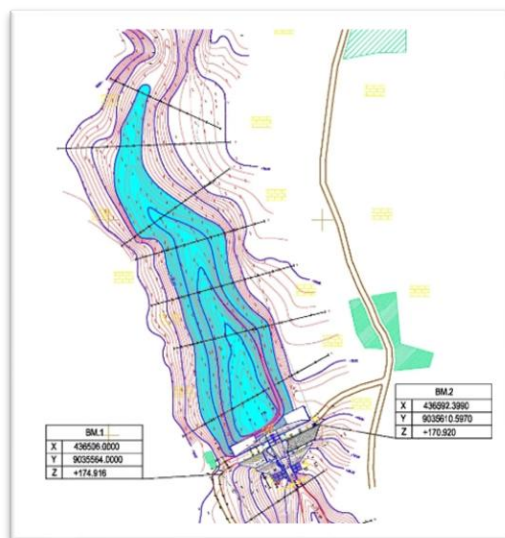
1. Informasi data teknis mengenai bendungan dan waduk Bringe
2. Data mengenai hidrologi yang diperoleh dari Tugas Akhir Studi Perbandingan Debit Banjir di DAS Sungai Gambir (Rere Penembem) dan data hidrolika Bendungan Bringe.
3. Data tentang topografi dan geometri wilayah Bendungan Bringe, yang berasal dari DEM (*digital elevation model*) Badan Informasi Geospasial Indonesia.
4. Peta tutupan lahan yang diperoleh dari lapak GIS dan tanahair.indonesia.go.id/portal-web/unduh.

Tempat dan waktu penelitian

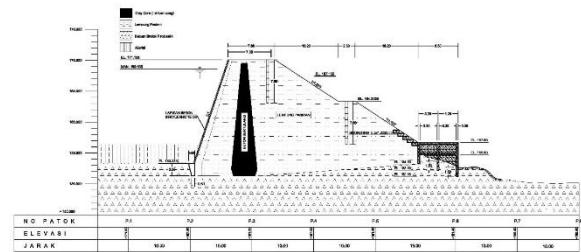
Penelitian ini dilakukan pada Bendungan Bringe yang terletak di desa Saba, Kecamatan Janapria, Kabupaten Lombok Tengah, Provinsi Nusa Tenggara Barat, pada koordinat $8^{\circ}43'27.00''$ LS dan $116^{\circ}25'23.43''$ BT.



Gambar 1. Peta Lokasi Bendungan Bringe

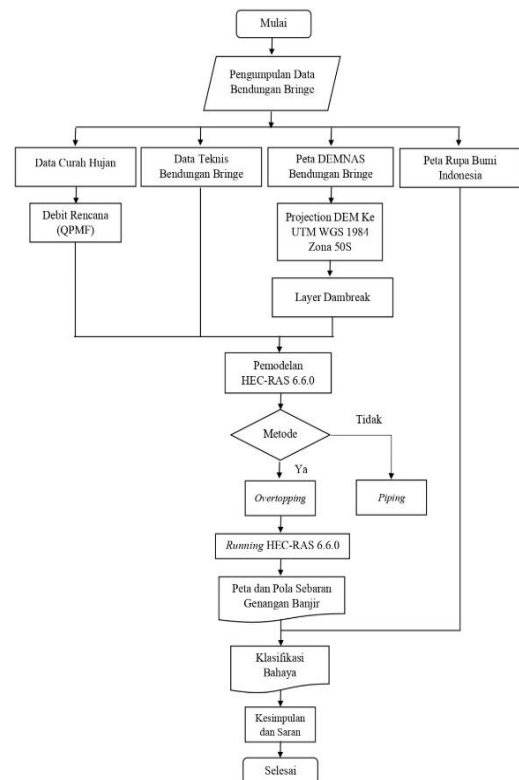


Gambar 2. Peta Situasi Bendungan Bringe



Gambar 3. Potongan Melintang Bendungan Bringe

Bagan alir penelitian



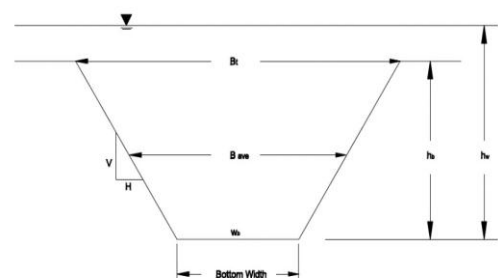
Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Karakteristik

Parameter Keruntuhan Bendungan Bringe

Simulasi keruntuhan Bendungan Bringe dilakukan dengan mekanisme *overtopping*. Parameter keruntuhan dihitung menggunakan persamaan empiris Froehlich (2008).



Gambar 5. Deskripsi Parameter Keruntuhan

1. Waktu Keruntuhan

$$t_f = 63,2 \sqrt{\frac{V_w}{gh_b^2}}$$

$$t_f = 63,2 \sqrt{\frac{18302056}{9,81 \times 19,2^2}}$$

$$= 1,24 \text{ jam}$$

2. Parameter Keruntuhan akibat *Overtopping*
Lebar Rata-rata Bidang Keruntuhan
Bendungan

$$B_{ave} = 0,27 K_o V_w^{0,32} h_b^{0,04}$$

$$B_{ave} = 0,27 (1,3) (18302056)^{0,32} 19,2^2$$

$$= 83,29 \text{ M}$$

Kemiringan Keruntuhan *Overtopping* adalah
1.0 : 1.0

Lebar Bawah Bidang Keruntuhan
Bendungan

$$W_b = B_{ave} - 2m \frac{hb}{2}$$

$$W_b = 83,29 - 2 (1,0) \frac{19,2}{2}$$

$$= 64,09 \text{ M}$$

Dari hasil perhitungan, diperoleh waktu formasi keruntuhan sebesar 1,24 jam. Hasil ini masih berada dalam rentang umum 0,1–4,0 jam sebagaimana dikemukakan oleh USACE (2007). parameter keruntuhan Bendungan Bringe akibat *overtopping* dapat dirangkum pada tabel dibawah ini.

Tabel 1. Skenario Keruntuhan Bendungan Bringe

No	Parameter	Keruntuhan <i>Overtopping</i>
1.	Elv.Puncak Bendungan (m)	171.10 Mdpl
2.	Panjang Puncak Bendungan (m)	85 M
3.	Elv. Muka Air Awal (m)	169.30 M
4.	Lebar <i>Spillway</i> (m)	5.50 M
5.	Elevasi <i>Spillway</i> (m)	169.30 M
6.	<i>Final Bottom Widht</i>	64.09 M
7.	<i>Final Bottom Elavation</i>	152 M
8.	Waktu Keruntuhan (jam)	1,24 Jam
9.	<i>Trigger Failure at</i>	WS Elev
10.	<i>Starting WS</i>	171.10

Pemodelan Keruntuhan Bendungan Bringe Menggunakan HEC-RAS

Pemodelan hidraulika dilakukan menggunakan perangkat lunak HEC-RAS versi 6.6.0. Data geospasial *Digital Elevation Model* (DEMNAS) digunakan untuk memperoleh topografi daerah genangan, sedangkan peta tutupan lahan dari Ina-Geoportal digunakan untuk menentukan nilai

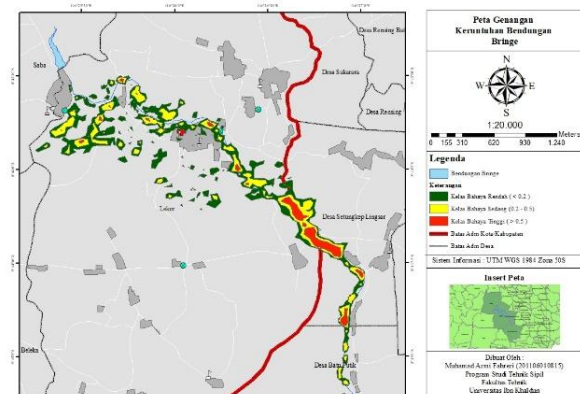
kekasaran *Manning*. Pemodelan dilakukan dalam skema 2D, dengan area waduk dimodelkan sebagai storage area dan daerah hilir sebagai 2D *flow area*. Parameter keruntuhan dari hasil perhitungan Froehlich diinput melalui fitur SA/2D *Area Connection*. Analisis dilakukan dengan skenario *unsteady flow* dan debit masukan berupa *Probable Maximum Flood* (PMF).

Hasil Analisis Keruntuhan Bendungan Bringe

Berdasarkan hasil running simulasi, diperoleh hasil sebagai berikut: elevasi muka air waduk tertinggi +171,20 m dengan kondisi awal +169,30 m pada jam ke-2 menit ke-56; debit puncak aliran banjir sebesar 103,69 m³/s pada jam ke-3 menit ke-25; kedalaman maksimum aliran banjir 8,11 m dengan kedalaman rata-rata 2,07 m; kecepatan maksimum aliran banjir 3,38 m/s dengan kecepatan rata-rata 1,30 m/s; dan luas genangan di wilayah hilir sebesar 77,49 hektar.

Peta Genangan Banjir

Peta genangan banjir merupakan hasil simulasi yang menunjukkan area yang berpotensi tergenang akibat keruntuhan bendungan. Setiap bendungan wajib memiliki peta genangan banjir yang berfungsi sebagai dasar dalam perencanaan jalur evakuasi bagi masyarakat yang berisiko terdampak banjir. Gambar berikut menampilkan peta genangan banjir hasil simulasi keruntuhan Bendungan Bringe dengan skenario *overtopping*. Simulasi ini dilakukan menggunakan perangkat lunak HEC-RAS versi 6.6.0. Melalui pemodelan tersebut diperoleh gambaran mengenai bagaimana air akan mengalir, seberapa luas area yang terdampak, dan tingkat risiko yang mungkin ditimbulkan bagi masyarakat di sekitar Bendungan Bringe. Dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Peta Genangan Potensi Keruntuhan Bendungan Bringe (HEC-RAS 6.6.0)

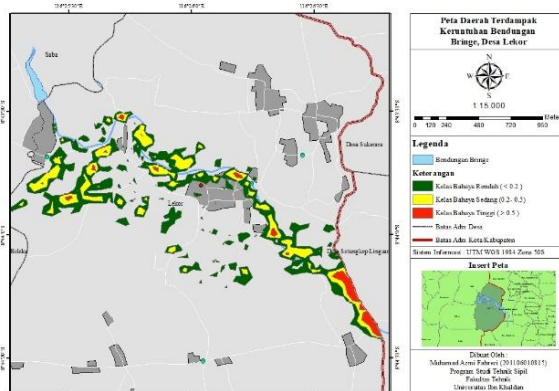
Berdasarkan simulasi keruntuhan Bendungan Bringe menggunakan metode *overtopping* pada HEC-RAS 6.6.0, diperoleh sebaran genangan banjir serta desa-desa yang berpotensi terdampak

di wilayah hilir. Hasil analisis menunjukkan empat desa berada dalam zona risiko, yaitu:

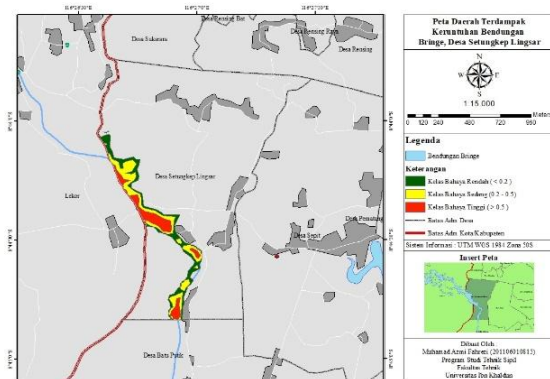
1. Desa Saba,
2. Lekor,
3. Setungkep Lingkar, dan
4. Batu Putik.

Desa Lekor memiliki area terdampak terbesar dengan total genangan 586.483,58 m², terdiri dari bahaya rendah 395.130,90 m², bahaya sedang 157.570,32 m², dan bahaya tinggi 33.782,36 m². Desa Setungkep Lingsar juga menunjukkan dampak signifikan dengan luas genangan 153.344,81 m². Adapun Desa Batu Putik dan Desa Saba mengalami genangan lebih kecil, masing-masing 26.762,92 m² dan 8.221,19 m², namun tetap memerlukan perhatian karena keberadaan permukiman serta lahan produktif di area terdampak.

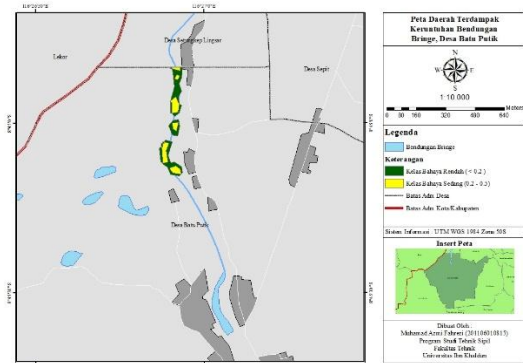
Total luas wilayah terdampak banjir akibat keruntuhan Bendungan Bringe adalah 774.812,51 m². Sebagian besar area termasuk dalam kategori bahaya rendah hingga sedang.



Gambar 7. Daerah Terdampak Bendungan Bringe, Desa Lekor



Gambar 8. Daerah Terdampak Bendungan Bringe, Desa Setungkep Lingsar



Gambar 9. Daerah Terdampak Bendungan Bringe, Desa Batu Putik

Tabel 2. Luas Area Terdampak Berdasarkan Kelas Bahaya

Desa/Kelurahan	Kelas Bahaya	Luas Terdampak (m ²)
Saba	1	2.211,61
	2	4.007,15
	3	2.002,43
Lekor	1	395.130,90
	2	157.570,32
	3	33.782,36
Setungkep Lingsar	1	55.146,88
	2	59.585,73
	3	38.612,20
Desa Batu Putik	1	17.035,68
	2	9.727,24
	3	0,00
Total Luasan Terdampak (m ²)		774.812,51

Hasil ini menunjukkan perlunya perencanaan mitigasi dan sistem peringatan dini untuk melindungi masyarakat di wilayah hilir. Secara umum, hasil simulasi ini menggambarkan bahwa mekanisme *overtopping* memiliki potensi risiko yang signifikan terhadap keamanan bendungan, terutama pada struktur dengan tinggi sedang dan material urugan.

Diskusi Umum

Berdasarkan hasil pemodelan simulasi keruntuhan Bendungan Bringe yang dilakukan menggunakan perangkat lunak HEC-RAS 6.6.0 pada skenario *overtopping*, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Kondisi Hidrolik Waduk dan aliran Banjir
Simulasi menunjukkan bahwa elevasi muka air waduk tertinggi mencapai +171,20 m dengan kondisi awal muka air sebesar +169,30 m yang terjadi pada waktu simulasi menit ke-56. Pada kondisi tersebut, terjadi peningkatan debit aliran secara signifikan hingga mencapai debit puncak sebesar 103,69 m³/s pada jam ke-3 menit ke-25 setelah terjadinya *overtopping*.
2. Karakteristik Aliran Banjir akibat Keruntuhan

Kedalaman maksimum aliran banjir yang terbentuk di daerah hilir mencapai 8,11 m, dengan kedalaman rata-rata 2,07 m. Sementara itu, kecepatan maksimum aliran banjir yang terukur sebesar 3,38 m/s dan kecepatan rata-rata aliran sebesar 1,30 m/s. Nilai ini menunjukkan bahwa aliran banjir memiliki energi destruktif yang cukup besar dan berpotensi menimbulkan kerusakan signifikan di wilayah hilir.

3. Luas Genangan dan Daerah Terdampak
Luas genangan akibat keruntuhan bendungan di daerah hilir mencapai 77,49 hektar (774.812,51 m²). Berdasarkan hasil analisis spasial terhadap peta genangan, terdapat empat desa yang berpotensi terdampak, yaitu Desa Saba, Desa Lekor, Desa Setungkep Lingsar, dan Desa Batu Putik.
4. Klasifikasi Tingkat Bahaya Banjir
Berdasarkan pembagian kelas bahaya, Desa Lekor merupakan wilayah dengan tingkat dampak terbesar dengan luas terdampak mencapai 586.483,58 m², disusul oleh Desa Setungkep Lingsar seluas 156.415,31 m², Desa Batu Putik seluas 26.759,92 m², dan Desa Saba seluas 8.221,19 m². Klasifikasi ini menunjukkan bahwa Desa Lekor termasuk dalam kategori bahaya tinggi akibat posisinya yang relatif dekat dengan Bendungan Bringe.

Rekomendasi

Berdasarkan hasil analisis, maka dapat diberikan beberapa saran sebagai berikut:

1. Untuk meminimalkan potensi dampak yang ditimbulkan akibat keruntuhan Bendungan Bringe, disarankan dilakukan penelitian lanjutan terkait manajemen bencana bendungan, meliputi analisis sistem peringatan dini, penyusunan rencana evakuasi, serta koordinasi antarinstansi dalam penanggulangan bencana.
2. Diperlukan juga kajian lebih lanjut mengenai penduduk dan bangunan yang terdampak banjir, termasuk fasilitas umum, lahan pertanian, dan jalan, agar bisa diketahui lebih jelas kerugian sosial dan ekonomi yang mungkin timbul.
3. Kegiatan sosialisasi dan pelatihan tanggap darurat bagi masyarakat di Desa Saba, Lekor, Setungkep Lingsar, dan Batu Putik perlu ditingkatkan. Masyarakat harus mengetahui jalur evakuasi dan titik aman apabila terjadi keruntuhan bendungan.
4. Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan data topografi hasil pengukuran langsung di lapangan (misalnya dengan survei

GPS *Geodetic* atau *drone mapping*) untuk memperoleh model permukaan yang lebih detail dan meningkatkan akurasi hasil simulasi aliran banjir.

5. Dalam simulasi berikutnya, disarankan untuk mempertimbangkan proses transport sedimen dan erosi internal, agar model keruntuhan bendungan dapat menggambarkan kondisi fisik sebenarnya secara lebih realistis.

KESIMPULAN

Hasil simulasi menunjukkan bahwa keruntuhan bendungan akibat *overtopping* menghasilkan debit puncak keluaran sebesar 103,69 m³/s dengan waktu keruntuhan sekitar 1,24 jam, Luas genangan maksimum tercatat sebesar 77,49 ha., yang melanda beberapa desa di wilayah hilir dengan kedalaman genangan melebihi 8,11 m dengan kedalaman rata-rata 2,07 m di area terdampak. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa Bendungan Bringe memiliki potensi bahaya tinggi apabila terjadi keruntuhan akibat *overtopping*. Oleh karena itu, diperlukan upaya mitigasi seperti peningkatan kapasitas pelimpah, pemantauan elevasi muka air secara berkala, serta penyusunan rencana tanggap darurat dan jalur evakuasi bagi masyarakat di daerah hilir.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah, N., Noerhayati, E., & Rokhmawati, A. (2024). Analisa Keruntuhan Bendungan Jurang Dao Kabupaten Lombok Tengah dengan Menggunakan Aplikasi Hec-RAS. *Jurnal Rekayasa Sipil (e-journal)*, 14(1), 811-820.
<https://jim.unisma.ac.id/index.php/ft/article/view/24317>
- Ali, R. P., Wardoyo, W., & Maulana, M. A. (2022). Analisis Pengaruh Kedalaman Saluran Pengarah Aliran pada Pelimpah (Spillway) dengan Pemodelan Numerik. *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, 20(3), 353.
<https://doi.org/10.12962/j2579-891x.v20i3.13349>
- Brunner, G. W. (2014). *Using HEC-RAS for Dam Break Studies*. USACE, Institute for Water Resources, Hydrologic Engineering Center. Davis.
- Brunner, G. W. (2016). *HEC-RAS, River Analysis System Hydraulic Reference Manual*. USACE, Institute for Water Resources, Hydrologic Engineering Center. Davis
- Chalid, I. (2022). Analisis Keruntuhan Bendungan Pondok Menggunakan Hec-Ras 5.0.7. *Tugas Akhir*, Universitas Islam Indonesia.
<https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/42027>

- Chayati, N., Wicaksono, M. H., & Taqwa, F. M. L. (2023). Analisis Stabilitas Lereng Bendungan Terhadap Beban Gempa sebagai Upaya Pengurangan Bencana (Studi Kasus: Bendungan Jlantah). *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 23(1), 1035-1042.
<http://dx.doi.org/10.33087/jiubj.v23i1.2249>
- Costa, J. E. (1985). *Floods from dam failures* (Vol. 85, No. 560). US Geological Survey.
<https://doi.org/10.3133/ofr85560>
- Fread, D. L. (1984). *A Breach Erosion Model for Earthen Dams*. Hydrologic Research Laboratory, National Weather Service, NOAA. Maryland.
- Fread, D. L. (1988). *Breach: An Erosion Model for Earthen Dam Failures*. Hydrologic Research Laboratory, National Weather Service, NOAA. Maryland.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2015). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 27/PRT/M/2015 tentang Bendungan*. Jakarta.
- Maulida, D. F., Juwono, P. T., & Asmaranto, R. (2021). Analisa Keruntuhan Bendungan Batujai dan Pengga dengan Aplikasi HEC-RAS 5.0. 7. *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sumber Daya Air*, 1(1), 62-75.
<https://doi.org/10.21776/ub.jtresda.2021.001.01.06>
- Pemerintah Republik Indonesia. (2010). Peraturan Pemerintah No. 37 Tahun 2010 tentang Bendungan. Jakarta.
- Purnomo, Y. C., Asmaranto, R., & Sisinggih, D. (2022). Analisis Keruntuhan Bendungan Raknamo Kabupaten Kupang Menggunakan Software HEC-RAS. *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sumber Daya Air*, 2(2), 366.
<https://doi.org/10.21776/ub.jtresda.2022.002.02.29>
- Putra, D. W., Juwono, P. T., & Suprijanto, H. (2024). Analisis Banjir akibat Keruntuhan Bendungan Kedung Bendo dengan Menggunakan HEC-RAS. *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sumber Daya Air*, 4(1), 1016-1029.
<https://doi.org/10.21776/ub.jtresda.2024.004.01.086>
- Wicaksono, M. H., Hariati, F. H., Wardana, A. R., & Taqwa, F. M. L. (2025). Analisis stabilitas bendungan limbah tambang PT. Aneka Tambang UBPE Pongkor. *Konferensi Nasional Teknik Sipil*, 3(2), 312-321.
<https://doi.org/10.62603/konteks.v3i2.128>
- Wicaksono, M. H., & Muktadir, R. (2024). Stabilitas Protection Lereng Spillway Bendungan Jlantah. *Tapak (Teknologi Aplikasi Konstruksi): Jurnal Program Studi Teknik Sipil*, 13(2), 67-71.
<http://dx.doi.org/10.24127/tp.v13i2.3394>
- Yulindra, D., Respati, R., & Saputra, N. A. (2025). Evaluasi Aliran Air Menggunakan Aplikasi HEC-RAS pada Saluran Primer di Kelurahan Kameloh Kota Palangka Raya. *Jurnal Komposit: Jurnal Ilmu-Ilmu Teknik Sipil*, 9(1), 233-238.
<https://doi.org/10.32832/komposit.v9i1.9164>
- Yunik'ati, Y. A., Noerhayati, E., & Rachmawati, A. (2022). Analisis Keruntuhan Bendungan Bendo Ponorogo dengan Aplikasi Hec-Ras. *Jurnal Rekayasa Sipil (e-journal)*, 11(1), 62-79.
<https://jim.unisma.ac.id/index.php/ft/article/view/14097>