

Studi Perbandingan Debit Banjir di DAS Sungai Gambir (Rere Penembem)

Ardian Hary Sudarto¹, Muhammad Hasan Wicaksono², Feril Hariati³

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Ibn Khaldun Bogor

Email: ardianharys@gmail.com; sanwick230993@gmail.com; feril.hariati@uika-bogor.ac.id,

ABSTRAK

Provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB) memiliki karakteristik hujan intensitas tinggi berdurasi singkat yang berpotensi meningkatkan limpasan dan memicu banjir, terutama pada daerah aliran sungai (DAS) berukuran kecil hingga menengah. Kondisi ini menuntut perencanaan bendungan berdasarkan skenario hidrologi ekstrem berupa Banjir Maksimum Mungkin (Probable Maximum Flood/QPMF). Penelitian ini bertujuan membandingkan dan mengevaluasi nilai debit Q_{PMF} pada DAS Sungai Gambir (Rere Penembem), lokasi Bendungan Bringe, Lombok. Luas DAS adalah 3,327 km² dengan panjang sungai utama 4,453 km. Perhitungan Q_{PMF} dilakukan menggunakan Metode Rasional dan model hidrologi HEC-HMS dengan pendekatan hujan rancangan *Probable Maximum Precipitation (PMP)* dari data BMKG serta metode *SCS Curve Number (CN)*. Hasil menunjukkan debit puncak Metode Rasional sebesar 209,336 m³/detik, sedangkan model HEC-HMS menghasilkan 128,300 m³/detik. Verifikasi menggunakan Uji Creager menunjukkan bahwa hasil HEC-HMS lebih representatif terhadap karakteristik hidrologi DAS karena mempertimbangkan dinamika hujan-aliran. Dengan demikian, debit Q_{PMF} sebesar 128,300 m³/detik direkomendasikan sebagai dasar analisis dam break Bendungan Bringe. **Kata Kunci:** Debit Banjir Maksimum Mungkin, Probable Maximum Flood, HEC-HMS, Metode Rasional, DAS Sungai Gambir.

ABSTRACT

The province of West Nusa Tenggara (NTB) has characteristics of high-intensity rainfall of short duration that has the potential to increase runoff and trigger flooding, especially in small to medium-sized watersheds. This condition requires dam planning based on extreme hydrological scenarios in the form of Probable Maximum Flood (Q_{PMF}). This study aims to compare and evaluate the Q_{PMF} discharge values in the Gambir River (Rere Penembem) watershed, the location of the Bringe Dam, Lombok. The watershed area is 3,327 km² with a main river length of 4,453 km. Q_{PMF} calculations were performed using the Rational Method and the HEC-HMS hydrological model with a Probable Maximum Precipitation (PMP) design rainfall approach from BMKG data and the SCS Curve Number (CN) method. The results show that the peak discharge of the Rational Method is 209.336 m³/second, while the HEC-HMS model produces 128.300 m³/second. Verification using the Creager Test showed that the HEC-HMS results were more representative of the hydrological characteristics of the watershed because they took into account rainfall-runoff dynamics. Thus, a Q_{PMF} discharge of 128.300 m³/sec is recommended as the basis for the Bringe Dam break analysis.

Key words: Probable Maximum Flood, Q_{PMF} , HEC-HMS, Rational Method, Gambir River Watershed.

Submitted: 12 NOV 2025	Reviewed: 15 Feb 20XX	Revised 18 Feb 20XX	Published: 01 August 20XX
----------------------------------	---------------------------------	-------------------------------	-------------------------------------

PENDAHULUAN

Wilayah Nusa Tenggara Barat (NTB) memiliki karakteristik hidrologi yang dipengaruhi oleh kejadian hujan berintensitas tinggi yang berpotensi memicu bencana hidrometeorologi. Secara klimatologis, NTB memiliki pola hujan musiman dengan puncak musim hujan pada periode November hingga Maret. Pada periode tersebut, hujan lebat berdurasi singkat sering terjadi dan dapat meningkatkan limpasan permukaan secara signifikan. Meskipun rata-rata curah hujan tahunan di wilayah ini tidak setinggi wilayah Indonesia bagian barat, kejadian hujan ekstrem tetap terjadi dan dapat menyebabkan banjir di beberapa wilayah. Salah satu kejadian banjir di Kabupaten Lombok Tengah pada tahun 2025 dilaporkan menyebabkan ratusan kepala keluarga

terdampak akibat hujan lebat dengan intensitas tinggi.

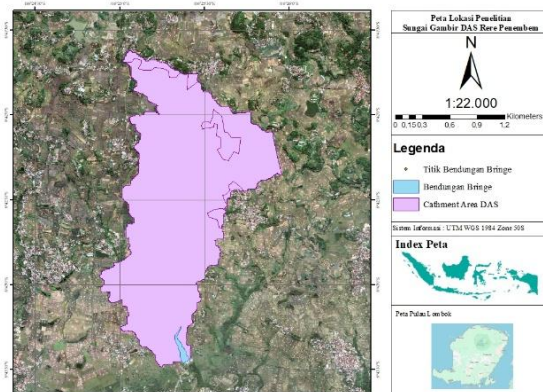
Dalam upaya pengelolaan sumber daya air dan mitigasi risiko banjir, bendungan memiliki peran penting sebagai infrastruktur pengendali air dan pengendali banjir. Bendungan Bringe yang terletak pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Sungai Gambir (Rere Penembem) di Lombok merupakan salah satu bendungan yang memiliki fungsi strategis. DAS Sungai Gambir memiliki luas sekitar 3,327 km² dengan panjang sungai utama sekitar 4,453 km sehingga termasuk dalam kategori DAS kecil yang memiliki respon hidrologi relatif cepat terhadap hujan dengan intensitas tinggi.

Salah satu parameter penting dalam analisis keamanan bendungan adalah *Probable Maximum Flood* (Q_{PMF}), yaitu debit banjir maksimum yang secara fisik dapat terjadi pada suatu DAS akibat kejadian hujan maksimum mungkin (*Probable Maximum Precipitation/PMP*). Nilai Q_{PMF} digunakan sebagai dasar dalam perencanaan kapasitas pelimpah (*spillway*) bendungan untuk mencegah terjadinya *overtopping* yang dapat menyebabkan kegagalan bendungan.

Penelitian ini bertujuan untuk menghitung dan membandingkan nilai debit Q_{PMF} pada DAS Sungai Gambir menggunakan Metode Rasional dan model hidrologi HEC-HMS. Hasil perhitungan kemudian dievaluasi menggunakan Uji Creager untuk menilai kewajaran nilai debit yang diperoleh sehingga dapat digunakan sebagai dasar dalam analisis *dam break* Bendungan Bringe.



Gambar 1. Lokasi penelitian Bendungan Bringe (sumber: BBWS Nusa Tenggara)



Gambar 2. Peta Lokasi Penelitian

Studi Perbandingan kedua metode ini diperlukan untuk mengevaluasi keandalan dan mendapatkan nilai Q_{PMF} yang paling representatif untuk DAS Sungai Gambir, yang memiliki luas DAS 3,327 km² dan panjang sungai 4,453 km. Selain perbandingan internal, keabsahan nilai Q_{PMF} perlu dikonfirmasi secara eksternal. Oleh karena itu, penelitian ini akan menggunakan Uji Creager sebagai alat pembanding kewajaran (*benchmarking*) terhadap hasil debit puncak dari

Metode Rasional dan HEC-HMS. Nilai Q_{PMF} yang tervalidasi ini kemudian akan menjadi data *Input* esensial untuk studi lanjutan mengenai analisis *dam break* pada Bendungan Bringe. Dengan demikian, penelitian ini memiliki urgensi akademik dan kontribusi praktis yang kuat dalam mendukung keamanan infrastruktur vital di NTB.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari 2025 sampai dengan bulan Oktober 2025. Lokasi studi ini adalah Daerah Aliran Sungai (DAS) Rere Penembem yang memiliki luasan area $\pm 3,3267$ Km² dengan panjang sungai utama Sungai Gambir adalah 4.453 Km.

Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian hidrologi ini meliputi alat bantu perangkat lunak dan data sekunder sebagai bahan utama. Perangkat lunak yang esensial adalah ArcGIS/QGIS untuk perhitungan parameter morfologi DAS dan *overlay* peta; HEC-HMS 4.10 untuk deliniasi DAS dan pemodelan hidrograf banjir; serta *Microsoft Office Excel* dan *Word* untuk perhitungan data tabular dan penulisan laporan. Sementara itu, bahan (data sekunder) yang dikumpulkan mencakup Data Curah Hujan Harian Maksimum (BMKG *online*) untuk analisis frekuensi dan PMP. Peta DEMNAS, dan Peta Tutupan Lahan yang digunakan untuk deliniasi batas DAS, perhitungan parameter morfologi, penentuan Koefisien Pengaliran (C), dan nilai *Curve Number* (CN).

Analisis Data Dasar

Analisis data dilakukan terhadap tiga komponen utama:

- Analisis Curah Hujan: Data curah hujan diuji kualitas (konsistensi dan homogenitas) dan frekuensi (uji kecocokan distribusi). Selanjutnya, dihitung Hujan Maksimum Mungkin (PMP) menggunakan Metode Hershfield dan diterapkan *Area Reduction Factor* (ARF) untuk mendapatkan PMP Wilayah.
- Analisis Morfologi DAS: Meliputi deliniasi DAS menggunakan Peta RBI/DEMNAS untuk menentukan Luas DAS (A), Panjang Sungai (L), dan menghitung Kemiringan Rata-rata DAS.
- Analisis Karakteristik Limpasan: Dihitung Koefisien Limpasan (C) dari Peta Tutupan Lahan (untuk Metode Rasional) dan *Curve Number* (CN) rata-rata dari jenis tanah/Tutupan Lahan (untuk Pemodelan HEC-HMS).

Perhitungan Debit Banjir Maksimum Mungkin (Q_{PMF})

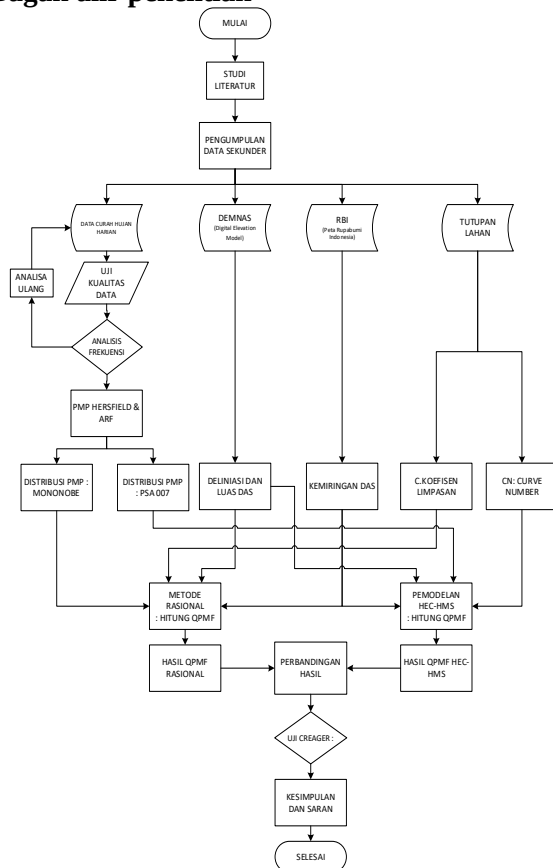
Analisis data dilakukan terhadap tiga komponen utama:

- Q_{PMF} Metode Rasional: Dihitung menggunakan formula $Q=C \cdot I \cdot A$, di mana I adalah Intensitas Hujan yang diturunkan dari PMP.
- Pemodelan Q_{PMF} dengan perangkat lunak HEC-HMS: Model skematis DAS dibuat di perangkat lunak HEC-HMS. Pemodelan menggunakan PMP sebagai *Input* hujan (Distribusi Mononobe/PSA 007), CN (*Loss Method*), dan Unit Hidrograf Sintetik SCS (*Transform Method*) untuk menghasilkan hidrograf dan Q_{PMF} HEC-HMS.

Perbandingan dan validasi

Tahap akhir adalah **perbandingan** langsung antara Q_{PMF} Rasional dan Q_{PMF} HEC-HMS. Hasil yang diperoleh kemudian **divalidasi** menggunakan **Uji Creager** untuk memastikan kewajaran nilai debit banjir dalam batas empiris yang berlaku untuk DAS tersebut.

Bagan alir penelitian



Gambar 3. Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Deliniasi Daerah Aliran Sungai (DAS)

Deliniasi DAS Sungai Gambir (Rere Penembem) dilakukan menggunakan perangkat lunak HEC-HMS dengan *Input* data DEMNAS. Proses ini menentukan batas hidrologi DAS dan titik *outlet* yang berada di lokasi rencana Bendungan Bringe. Hasil deliniasi menunjukkan karakteristik morfologi utama DAS yang menjadi *Input* untuk pemodelan hidrologi:

- Luas DAS (A): 3,327 km².
- Panjang Sungai Utama (L): 4,453 km.

Analisis Klasifikasi Tanah Dan Lahan

Analisis ini bertujuan untuk menentukan parameter hidrologi terkait kehilangan hujan (*loss method*) pada model HEC-HMS. Peta Tutupan Lahan di-*overlay* dengan Peta *Hydrologic Soil Group* (HSG) untuk mendapatkan nilai **Bilangan Kurva (Curve Number - CN)**.

Berdasarkan perhitungan, didapatkan:

- Nilai CN rata-rata untuk DAS Sungai Gambir (Rere Penembem) yang digunakan dalam pemodelan HEC-HMS (Metode SCS).
- Nilai Koefisien Pengaliran (C) rata-rata tertimbang wilayah dihitung berdasarkan komposisi penggunaan lahan, yang akan digunakan dalam Metode Rasional.

Analisis Hidrologi Data Curah Hujan

Pengujian Kualitas Data Curah Hujan.

Data curah hujan harian maksimum tahunan diuji untuk memastikan validitasnya sebagai *Input* analisis frekuensi. Pengujian meliputi:

- **Uji Konsistensi:** Digunakan untuk memeriksa keandalan data dari waktu ke waktu
- **Uji Homogenitas (Stasioneritas):** dengan menggunakan **Uji F** (Tabel 4.13), untuk memastikan data berasal dari populasi yang sama.
- **Uji Independensi/Persistensi:** dengan menggunakan **Uji Spearman** (Tabel 4.14), untuk memastikan data tidak saling bergantung.
- **Uji Outliers:** Menggunakan **Uji Outliers** (Tabel 4.15), untuk mengidentifikasi dan menangani nilai ekstrem yang mungkin terlalu menyimpang.

Analisis frekuensi dan curah hujan rancangan

Analisis frekuensi dilakukan untuk mendapatkan curah hujan rancangan (RT) pada berbagai kala ulang.

- **Pemilihan distribusi:** sebaran probabilitas yang paling sesuai (*best-fit*) untuk data curah hujan harian maksimum tahunan adalah **Log Pearson Tipe III**.
- **Curah Hujan Rancangan (RT):** Hasil perhitungan curah hujan rancangan.

Probable maximum precipitation (PMP)

Data PMP dihitung sebagai curah hujan maksimum yang mungkin terjadi secara fisik di DAS. Metode yang digunakan adalah **Metode Hershfield**, yang menghasilkan nilai R PMP yang kemudian dikalikan dengan *Area Reduction Factor* (ARF) untuk mendapatkan Curah Hujan PMP Wilayah. Hasil akhir curah hujan rancangan PMP adalah *Input* utama untuk perhitungan QPMF.

Analisis debit banjir

Analisis QPMF dilakukan menggunakan dua metode utama: Metode Rasional (menghasilkan debit puncak) dan HSS SCS dalam HEC-HMS (menghasilkan hidrograf lengkap).

Analisis banjir dengan metode rasional (QPMF Rasional)

Metode Rasional adalah pendekatan empiris sederhana yang cocok untuk DAS kecil

($A < 50 \text{ km}^2$). Persamaan yang digunakan adalah:

Debit yang diantisipasi Metode Rasional ditentukan dengan menggunakan rumus berikut:

$$Q = C \cdot I \cdot A$$

Dengan:

Q = debit rencana (m^3/detik)

C = koefisien pengaliran

I = intensitas hujan maksimum (mm/jam)

A = total luas bidang tanah (km^2)

Hasil Perhitungan: Dengan *Input* $A=3,33 \text{ km}^2$, $C=0,26$, dan Intensitas Hujan $I=245,50 \text{ mm}/\text{jam}$ (berdasarkan PMP):

- Q_{Rasional} (QPMF Puncak): $209,34 \text{ m}^3/\text{detik}$.

Analisis debit banjir dengan HSS SCS (QPMF HEC-HMS)

Pemodelan ini menggunakan Metode Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) *Soil Conservation Service* (SCS) dalam perangkat lunak HEC-HMS. Metode ini menggunakan CN (*Loss Method*) dan HSS SCS (*Transform Method*), dengan pola distribusi PMP **Mononobe** atau **PSA 007** sebagai *Input* hujan.

Hasil Simulasi HEC HMS: Dengan *Input* $A = 3,33 \text{ km}^2$, $C = 0,26$, dan Intensitas Hujan $I = 245,50 \text{ mm}/\text{jam}$ (berdasarkan PMP):

- $Q_{\text{HEC-HMS}}$ (QPMF Puncak): $128,3 \text{ m}^3/\text{detik}$.

Tabel 1 Hasil *Running* HEC-HMS

Time	Date	Precip (mm)	Loss (mm)	Excess (mm)	Direct Flow (m3/s)	Baseflow (m3/s)	Total Flow (m3/s)
00:00	01-Jan-00				0	0	0
01:00	01-Jan-00	0	0	0	0	0	0
02:00	01-Jan-00	18,16	15,96	2,2	0,5	0	0,5
03:00	01-Jan-00	322,76	38,57	284,19	63	0	63
04:00	01-Jan-00	91,23	1,45	89,78	128,3	0	128,3
05:00	01-Jan-00	34,31	0,41	33,9	96,7	0	96,7
06:00	01-Jan-00	17,17	0,19	16,98	56,5	0	56,5
07:00	01-Jan-00	0	0	0	29,2	0	29,2
08:00	01-Jan-00	0	0	0	12,5	0	12,5
09:00	01-Jan-00	0	0	0	5,1	0	5,1
10:00	01-Jan-00	0	0	0	2,1	0	2,1
11:00	01-Jan-00	0	0	0	0,6	0	0,6
12:00	01-Jan-00	0	0	0	0,2	0	0,2
13:00	01-Jan-00	0	0	0	0	0	0
14:00	01-Jan-00	0	0	0	0	0	0
15:00	01-Jan-00	0	0	0	0	0	0
16:00	01-Jan-00	0	0	0	0	0	0
17:00	01-Jan-00	0	0	0	0	0	0
18:00	01-Jan-00	0	0	0	0	0	0
19:00	01-Jan-00	0	0	0	0	0	0

KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil analisis maka dapat disimpulkan bahwa

1. Nilai debit metode rasional adalah 209.336 m³/s. Penentuan debit banjir rencana menggunakan metode rasional memanfaatkan *Input data* meliputi intensitas hujan, koefisien *run off*, dan luas DAS Bringe. Intensitas hujan diperoleh dengan menggunakan rumus mononobe dengan nilai 245.50 mm/jam. Koefisien *run off* diperoleh melalui olah data spasial tutupan lahan pada DAS Bringe yang terdiri dari pemukiman dan sawah irigasi dengan nilai koefisien 0.26. Luas DAS diperoleh melalui deliniasi DAS menggunakan HEC-HMS dengan nilai luas sebesar 3.27 km².
2. Nilai debit metode SCS menggunakan *software* HEC-HMS adalah 128.300 m³/s. Penentuan debit banjir rencana menggunakan metode SCS memanfaatkan *Input data Curve Number* dari DAS Bringe yang memiliki nilai sebesar 81.81. Nilai *curve number* diperoleh dari olah data spasial tutupan lahan DAS Bringe yang terdiri dari pemukiman dan sawah irigasi yang diklasifikasikan terhadap *hydrology soil group* (HSG) *type-D*. *Time lag* yang digunakan dalam penentuan debit adalah sebesar 1.314 jam. Penentuan nilai *time lag* menggunakan metode SCS yang memanfaatkan parameter DAS meliputi *curve number* dan kemiringan lintasan aliran.

SARAN

Mengutamakan Hasil Pemodelan HEC-HMS (SCS): Karena Metode Rasional tidak mempertimbangkan kapasitas infiltrasi dan karakteristik tanah (HSG-D/lempung) yang memiliki peran besar dalam mengurangi limpasan, nilai debit dari Metode Rasional (209,336m³/s) dianggap terlalu konservatif (*over-estimasi*). Disarankan untuk menggunakan hasil dari Metode SCS HEC-HMS (128,300m³/s) sebagai acuan desain, sebab metode ini secara eksplisit mengkuantifikasi kehilangan air melalui *Curve Number* (CN = 81.81), yang lebih realistis mencerminkan kondisi DAS Rere Penembem.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, Z., & Maulidiyah, A. (2025). Analisa Debit Banjir Rencana DAS Rejos Menggunakan Metode Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu. *Jurnal Komposit: Jurnal Ilmu-Ilmu Teknik Sipil*, 9(1), 17–26.
<https://doi.org/10.32832/komposit.v9i1.17597>
- Badan Penanggulangan Bencana Daerah Provinsi Nusa Tenggara Barat. (2025, December 27).

Hujan lebat melanda Kabupaten Lombok Tengah mengakibatkan 360 KK terendam banjir. BPBD Provinsi Nusa Tenggara Barat.
<https://bpbd.ntbprov.go.id/post/hujan-lebat-melanda-kabupaten-lombok-tengah-mengakibatkan-360-kk-terendam-banjir>

- Cambodia, M., Juwita, F., Gunawan, T., Novilyansa, E., & Audina, S. (2023). Analisis debit banjir rancangan menggunakan metode Snyder dan Soil Conservation Service (SCS) (Studi kasus: Daerah Aliran Sungai (DAS) Way Lunik). *JTS Saburai: Jurnal Teknik Sipil Saburai*, 1(01), 19–34.
<https://doi.org/10.24967/jts.v1i01.2401>
- Fahrezi, M. A., Wicaksono, M. H., & Hariati, F. (2026). Analisis Potensi Keruntuhan Bendungan Bringe Akibat Overtopping dan Pemetaan Area Terdampak dengan Menggunakan HEC-RAS 6.6.0. *Jurnal Komposit: Jurnal Ilmu-Ilmu Teknik Sipil*, 10(1), 221–226.
<https://doi.org/10.32832/komposit.v10i1.22015>
- Gufroniah, F. (2024). Hubungan sosial ekonomi dengan kejadian stunting pada balita di Desa Karangharjo (Skripsi, Universitas Muhammadiyah Jember).
<http://repository.unmuhjember.ac.id/id/eprint/21598>
- Husna, S. L., Safriani, M., & Farizal, T. (2022). Perbandingan analisis debit banjir menggunakan hidrograf satuan sintetis (HSS) Snyder dan Nakayasu pada Sungai Krueng Tripa. *Jurnal Media Teknik Sipil Samudra*, 3(2), 8–19.
<https://doi.org/10.55377/jmtss.v3i2.5695>
- Ina-geoportal. (n.d.). Unduh data.
<https://tanahair.indonesia.go.id/portal-web/unduh>
- Khoirunisah, F., Zhafirah, N., & Handoko, T. W. (2024). Analisis layanan kesehatan digital dalam mewujudkan smart city di Indonesia. *Innovative: Journal of Social Science Research*, 4(2), 6328–6342.
<https://j-innovative.org/index.php/Innovative/article/view/17933/11956>
- Madadgar, N., et al. (2020). Gumbel distribution for extreme rainfall analysis. *Journal of Hydrology*, 580, 124253.
- Masrurin, F. N., & Maulidiyah, A. (2025). Simulasi Hujan-Debit di DAS Kedung Larangan Menggunakan Software HEC-HMS. *Jurnal Komposit: Jurnal Ilmu-Ilmu Teknik Sipil*, 9(2), 437–444.

- <https://doi.org/10.32832/komposit.v9i2.17602>
- Nggarang, Y. E. P., Pattiraja, A. H., & Henong, S. B. (2020). Analisa perbandingan penentuan debit rencana menggunakan metode Nakayasu dan simulasi aplikasi HEC-HMS di DAS Lowo Rea. *Eternitas: Jurnal Teknik Sipil*, 1(1), 23–33.
<https://doi.org/10.30822/eternitas.v1i1.547>
- Pearman, G. I. (2010). Frequency analysis of rainfall data. *Hydrological Sciences Journal*, 55(7), 1130–1137.
- Pratama, R. A. (2012). Aplikasi model HEC-HMS (Hydrologic Engineering Center–Hydrologic Modelling System) untuk analisa debit di Sub DAS Clungup. *Skripsi*. Universitas Brawijaya.
<https://repository.ub.ac.id/id/eprint/140301/1/051001080.pdf>
- Samaila, M. A., Torsulu, A. F., & Saputro, I. T. (2023). Pemodelan hidrograf banjir DAS Remu menggunakan model HEC-HMS. *Jurnal Karkasa*, 9(2).
<https://share.google/SRg0gHcIImevkVAia>
- Suta, I. G. J., Yamin, M., Seventilova, I. G. N. O., & Aminullah, A. (2024). Perbandingan analisa debit banjir pada Sungai Mencongah Kabupaten Lombok Barat: Comparison of flood discharge analysis in the Mengagah River Kabupaten Lombok Barat. *Al-Qalbu: Jurnal Pendidikan, Sosial dan Sains*, 2(2), 80–88.
<https://doi.org/10.59896/qalbu.v2i2.109>
- Wilson, T., & Flogger, M. (2018). Hydrological modeling using HEC-HMS: A review. *Water Resources Management*, 32(5), 1651–1664.
- Yusuf, R. M., Suganda, B. R., & Barkah, M. N. (2021). Analisis debit banjir dengan membandingkan nilai debit banjir metode rasional dan kapasitas debit aliran sungai pada Sub-DAS Ciwaringin Kabupaten Majalengka Provinsi Jawa Barat. *Geoscience*, 5(4).
<https://jurnal.unpad.ac.id/geoscience/article/view/35243/16120>
- 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>