



IMPLEMENTASI PROGRAM HEC-RAS DALAM PENGENDALIAN BANJIR DI SUNGAI KERUH, KABUPATEN MUSI BANYUASIN

Maretha Dwi Maharani*, Amiwarti, Reffanda Kurniawan, Herri Purwanto

Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas PGRI Palembang

*Corresponding Author, Email: marethamaharani@gmail.com

ABSTRAK

Sungai Keruh memiliki panjang 59,132 Km dengan luas tangkapan sebesar 291.227 Km². Bencana banjir di Sungai Keruh selalu terjadi setiap tahun dan menimbulkan kerugian. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kapasitas Sungai Keruh dalam menampung debit banjir rencana dan memodelkan banjir menggunakan program HEC-RAS, serta mengevaluasi alternatif penanganan banjir. Lokasi penelitian adalah Sungai Keruh, Kabupaten Musi Banyuasin. Metode hidrologi yang digunakan adalah Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu untuk menghitung debit banjir rencana pada periode ulang 2, 5, 10, 25, dan 50 tahun. Hasil perhitungan menunjukkan debit banjir rencana masing-masing sebesar $Q_2=122,462 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_5=167,882 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_{10}=219,483 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_{25}=318,633 \text{ m}^3/\text{s}$, dan $Q_{50}=426,252 \text{ m}^3/\text{s}$. Simulasi hidrolika menggunakan HEC-RAS 6.4.1 menunjukkan bahwa Sungai Keruh tidak mampu menampung debit banjir tersebut, dengan limpasan air yang tidak tertampung pada periode ulang 2, 5, 10, 25, dan 50 tahun berturut-turut yaitu 2.119,06 m², 2.435,08 m², 2.743,78 m², 3.243,05 m², dan 3.748,37 m². Setelah dilakukan pengerukan sedimen sungai, diperoleh persentase penurunan limpasan banjir pada periode ulang 2, 5, 10, 25, dan 50 tahun berturut-turut yaitu 9,529%, 8,403%, 7, 366%, 5,705%, dan 6,273%. Hasil ini menunjukkan bahwa pengerukan sedimen dapat mengurangi risiko banjir meskipun tidak signifikan, sehingga dibutuhkan penelitian lanjutan untuk perhitungan bangunan pengendali banjir sebagai solusi jangka Panjang.

Kata Kunci: Hidrologi; HSS Nakayasu; Hidrolika; HEC-RAS

ABSTRACT

Keruh River has length of 59.132 km with 291.227 km² of catchment area. Flood in Keruh River always occur every year and cause losses. This study aims to analyze the capacity of Keruh River in accommodating the planned flood discharge and modeling floods using the HEC-RAS program, as well as evaluating alternative flood management. The research location is Keruh River, Musi Banyuasin Regency. Hydrological method used is Nakayasu Synthetic Unit Hydrograph (HSS) to calculate the planned flood discharge at return periods of 2, 5, 10, 25, and 50 years. The calculation results show $Q_2 = 122.462 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_5 = 167.882 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_{10} = 219.483 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_{25} = 318.633 \text{ m}^3/\text{s}$, and $Q_{50} = 426.252 \text{ m}^3/\text{s}$. Hydraulics simulation, shows that Sungai Keruh is unable to accommodate the flood discharge, with unaccommodated water runoff in the return periods of 2, 5, 10, 25, and 50 years respectively, 2,119.06 m², 2,435.08 m², 2,743.78 m², 3,243.05 m², and 3,748.37 m². After dredging the river sediment, the percentage reduction in flood runoff in the return periods of 2, 5, 10, 25, and 50 years respectively was 9.529%, 8.403%, 7, 366%, 5.705%, and 6.273%. These results indicate that sediment dredging can reduce the risk of flooding although not significantly, so further research is needed to calculate flood control structures as a long-term solution.

Keywords: Hydrology; HSS Nakayasu; Hydraulics; HEC-RAS.

PENDAHULUAN

Kabupaten Musi Banyuasin merupakan salah satu wilayah di Provinsi Sumatera Selatan yang sering mengalami bencana banjir, terutama pada musim hujan yang umumnya terjadi pada akhir hingga awal tahun. Kondisi geografis wilayah yang didominasi oleh daerah aliran sungai, dataran rendah, serta tingginya curah hujan menyebabkan beberapa kawasan rentan terhadap genangan dan luapan sungai. Selain faktor alam, peningkatan aktivitas

pemanfaatan lahan, perubahan tata guna lahan, berkurangnya daerah resapan air, serta kapasitas sungai yang terbatas dalam menampung debit aliran saat hujan lebat turut berkontribusi terhadap meningkatnya risiko banjir. Kejadian banjir yang berulang tidak hanya mengakibatkan kerusakan infrastruktur dan terganggunya aktivitas ekonomi masyarakat, tetapi juga berdampak pada sektor pendidikan, kesehatan, dan lingkungan.

Menurut Erpani et al., (2024) Banjir merupakan kejadian ketika area daratan yang seharusnya kering (tidak termasuk rawa) mengalami genangan air. Banjir merupakan salah satu bencana hidrometeorologi yang paling sering terjadi di Indonesia dan cenderung meningkat akibat perubahan iklim, peningkatan intensitas hujan ekstrem, perubahan tata guna lahan, serta berkurangnya kapasitas daerah resapan air (Ridwan & Sarjito, 2024; Rosyidie, 2013). Dampak banjir tidak hanya menimbulkan kerugian ekonomi dan kerusakan infrastruktur, tetapi juga mengganggu aktivitas sosial masyarakat, menurunkan kualitas lingkungan, dan menghambat pembangunan wilayah (Arashi et al., 2024)

Upaya pengendalian banjir perlu dilakukan secara terencana, terintegrasi, dan berkelanjutan untuk mengurangi risiko kerugian yang ditimbulkan terhadap masyarakat, infrastruktur, dan lingkungan. Pengelolaan banjir modern tidak hanya berfokus pada pembangunan infrastruktur pengendali banjir, tetapi juga mengintegrasikan pendekatan non-struktural seperti pengelolaan tata ruang, sistem peringatan dini, peningkatan kapasitas masyarakat, dan pengurangan risiko bencana berbasis komunitas (Fernandes, 2025; Januriyadi et al., 2020; Wang et al., 2022). Pendekatan pengendalian banjir terbagi menjadi dua kategori utama, yaitu: pendekatan non-struktural dan pendekatan struktural seperti membuat bangunan pengendali banjir. Dalam membuat bangunan pengendali banjir hendaknya dilakukan analisis hidrologi dan hidrolika. Analisis hidrologi secara umum adalah tahap awal dalam merencanakan berbagai jenis bangunan hidrolika. Dalam konteks ini, parameter yang diperoleh dari analisis hidrologi menjadi faktor penting dalam analisa berikutnya (Tiwery & Tani, 2022).

Dalam merencanakan bangunan pengendali banjir hendaknya dilakukan analisis hidrologi dan hidrolika secara komprehensif. Analisis hidrologi digunakan untuk menentukan karakteristik hujan, debit banjir rencana, periode ulang banjir, serta respon daerah aliran sungai terhadap kejadian hujan tertentu. Ketelitian dalam menentukan debit banjir rencana sangat mempengaruhi tingkat keandalan bangunan pengendali banjir yang akan direncanakan (Jalu et al., 2025; Sarminingsih, 2018). Analisis hidrologi secara umum merupakan tahap awal dalam merencanakan berbagai jenis bangunan hidrolika, sedangkan analisis hidrolika adalah analisa yang bertujuan untuk menghitung kemampuan suatu penampang dalam menampung debit rencana (Wahyuningtyas et al., 2017).

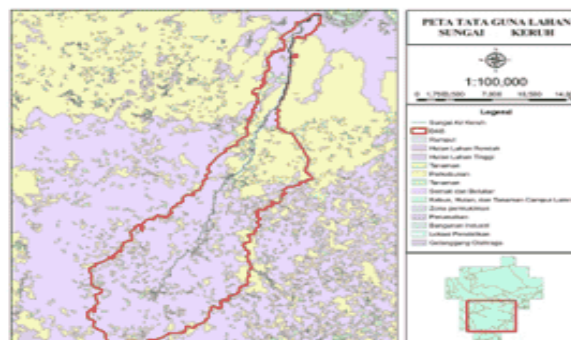
Program HEC-RAS adalah sebuah program yang didalamnya terintegrasi analisa hidrolika, di mana pengguna program dapat berinteraksi dengan sistem menggunakan fungsi *Graphical User Interface* (GUI). Program ini dapat menunjukkan perhitungan profil permukaan aliran mantap (*steady*), termasuk juga aliran tak mantap (*unsteady*), pergerakan sedimen dan beberapa hitungan desain hidrolika (Syahputra, 2015). HEC-RAS dapat memodelkan aliran tak tunak dengan tinjauan satu dimensi dengan pemodelan geometri yang lebih akurat karena titik pendekatan untuk memodelkan cross sectionsungai bisa dibuat lebih banyak dari beberapa program aliran tak tunak satu dimensi lain yang sering digunakan. Dengan demikian maka

penggambaran setiap cross section masing-masing profil dengan menggunakan program HEC-RAS akan menjadi lebih mendekati dibandingkan sebelumnya (Desromi et al., 2022). Salah satu penelitian yang memanfaatkan program *Hydrologic Engineering Center – River Analysis System* (HEC-RAS), dilakukan oleh Wibisono et al., (2016) yang menyebutkan bahwa HEC-RAS merupakan perangkat lunak komputer dalam penganalisaan penampang memanjang sungai, anak sungai dan saluran drainase, ketinggian muka air maksimum, kecepatan aliran sungai, serta memodifikasi penampang sungai sebagai upaya pengendalian banjir yang terjadi. Berbagai penelitian lain menunjukkan bahwa pemanfaatan HEC-RAS mampu menghasilkan simulasi genangan banjir yang cukup akurat dan efektif untuk mendukung perencanaan pengendalian banjir serta pengelolaan sungai (Briantara et al., 2021; Hutabarat et al., 2024; Latif & Hakim, 2025).

Dengan memahami kapasitas tampungan Sungai Keruh, diharapkan penelitian yang berjudul “Penerapan Program HEC-RAS dalam Pengendalian Banjir di Sungai Keruh Kabupaten Musi Banyuasin” ini dapat memberikan rekomendasi strategi pengendalian banjir. Selain itu, hasil dari penelitian ini bisa dijadikan dasar bagi pemerintah daerah dalam merancang kebijakan mitigasi bencana banjir dan pengelolaan sumber daya air yang berkelanjutan di Kecamatan Sungai Keruh. Adapun tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk mengetahui besarnya debit banjir rencana periode ulang di Sungai Keruh Kabupaten Musi Banyuasin, mengetahui kapasitas volume tampungan air Sungai Keruh saat terjadi banjir periode ulang menggunakan program HEC-RAS 6.4.1, dan menganalisis alternatif solusi permasalahan banjir di Sungai Keruh Kabupaten Musi Banyuasin.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan melibatkan analisis data dari sampel yang lebih besar dan menggunakan perhitungan statistik untuk menguji hipotesis atau menarik kesimpulan. Lokasi yang ditinjau pada penelitian ini adalah Sungai Keruh di Kabupaten denMusi Banyuasin, Sumatera Selatan dengan panjang total 59,132 km. Berdasarkan data Dinas PUPR Musi Banyuasin, luas area tangkapan Sungai Keruh adalah sebesar 291.227 Km²



Gambar 1. Peta Tata Guna Lahan

Data pendukung terdiri dari data primer dan data sekunder. Adapun data primer yang dibutuhkan yaitu pengukuran topografi Sungai dan pengukuran kecepatan aliran air sungai. Sedangkan data sekunder yang diperoleh untuk menunjang penelitian ini terdiri dari Data geospasial berupa data DEM yang bersumber dari laman tanahair.indonesia.go.id, citra

satelit didapat dari program *Google Earth*, dan peta-peta administratif didapat dari Dinas PUPR Kabupaten Musi Banyuasin, serta data curah hujan harian maksimum dalam jangka waktu 10 tahun (2015-2024) bersumber dari satelit laman NASA-POWER. Metode olah data dibagi menjadi dua yaitu olah data hidrologi dan olah data hidrolika. Olah data hidrologi terdiri dari analisa frekuensi, uji kecocokan, pemilihan jenis sebaran, pengujian jenis sebaran, intensitas hujan, dan hidrograf satuan sintetis. Sedangkan olah data hidrolika dilakukan dengan menggunakan program HEC-RAS versi 6.4.1.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Hidrologi

Curah hujan harian maksimum Sungai Keruh dari jangka waktu 2015 sampai 2024 ditunjukkan pada tabel dibawah ini:

Tabel 1 Curah Hujan Harian Maksimum Periode 10 Tahunan

No.	Tahun	Curah Hujan Harian Maksimum (mm)
1	2015	70,600
2	2016	54,030
3	2017	64,910
4	2018	56,700
5	2019	60,360
6	2020	179,480
7	2021	52,630
8	2022	60,350
9	2023	54,080
10	2024	75,040

Sumber: www.power.larc.nasa.gov

Dengan menggunakan distribusi Log Pearson III didapatkan curah hujan rencana periode ulang sebagai berikut:

Tabel 2 Curah Hujan Rencana Distribusi Log Pearson III

Tahun	Log $\bar{X}$	K _{tr}	Sd	Log X _{tr}	X _{tr} (mm)
2	1,83	-0,37	0,16	1,77	59,07
5	1,83	0,50	0,16	1,91	80,98
10	1,83	1,24	0,16	2,03	105,87
25	1,83	2,27	0,16	2,18	153,70
50	1,83	3,07	0,16	2,31	205,62

Selanjutnya distribusi Log Pearson III akan diuji kecocokan dengan metode chi-square dan smirnov-kolmogorov.

Tabel 3 Perhitungan Chi-Square Kritis (X^2 Cr)

Nilai Batas Tiap Kelas		Jumlah Data		$(O_i - E_i)^2$	$(O_i - E_i)^2 / E_i$
		E_i	O_i		
	> 83,13	2	1	1	0,50
65,77	- 83,13	2	2	0	0,00
57,35	- 65,77	2	3	1	0,50
52,03	- 57,35	2	4	4	2,00
	< 52,03	2	0	4	2,00
Jumlah		10	10		5,00

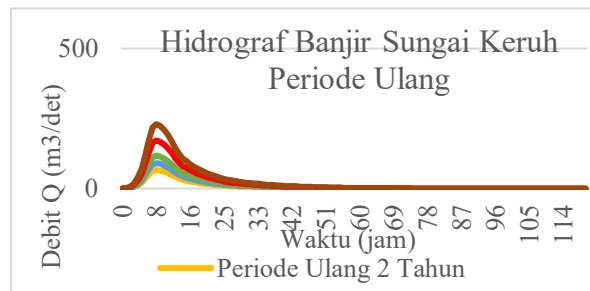
Nilai chi-square Kritis (X^2_{Cr}) dari tabel nilai kritis chi-square = 5,99 (untuk $\alpha = 0,05$). Hasil (X^2_{Cr}) < Tabel (X^2_{Cr}) = 5,00 < 5,99 (dapat diterima).

Tabel 4 Perhitungan Dmax pada Uji Smirnov Kolmogorov

m	Xi	P (X)	P (X<)	f(t)	P'(X)	P'(X<)	D
1	2,25	0,09	0,91	2,69	0,11	0,89	0,02
2	1,87	0,18	0,82	0,29	0,22	0,78	0,04
3	1,85	0,27	0,73	0,12	0,33	0,67	0,06
4	1,81	0,36	0,64	-0,18	0,44	0,56	0,08
5	1,78	0,45	0,55	-0,31	0,56	0,44	0,10
6	1,78	0,54	0,46	-0,31	0,67	0,33	0,12
7	1,7	0,64	0,36	-0,48	0,78	0,22	0,14
8	1,73	0,73	0,27	-0,61	0,89	0,11	0,16
9	1,73	0,82	0,18	-0,61	1,00	0,00	0,18
10	1,72	0,91	0,09	-0,69	1,11	-0,11	0,20
Dmax							0,20

Didapat $D_0 = 0,410$ (tabel nilai kritis D_0 smirnov kolmogorov). $D_{max} < D_0$ maka distribusi log pearson III dapat diterima.

Perhitungan debit banjir rencana digunakan metode Nakayasu, dengan grafik Hidrograf banjir Sungai Keruh untuk periode ulang



Gambar 2. Hidrograf Banjir Sungai Keruh

Berikut rekapitulasi debit banjir rencana periode ulang di Sungai Keruh dengan mengambil nilai debit maksimum setiap periode ulang

Tabel 5 Rekapitulasi Debit Banjir Puncak

No.	Periode Ulang (T)	Debit banjir puncak ($Q_p = m^3/s$)
1	2	122,462
2	5	167,882
3	10	219,483
4	25	318,633
5	50	426,252

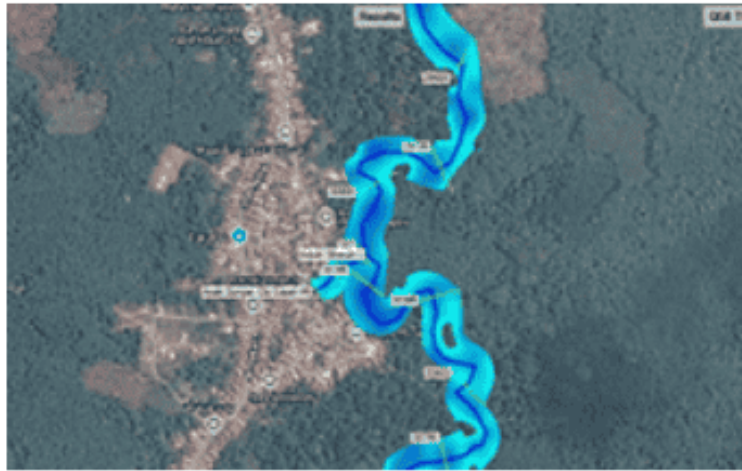
Analisa Hidrolika

Saat dilakukan simulasi banjir rencana dengan program HEC-RAS, didapatkan rekapitulasi luas area limpasan banjir sepanjang Sungai Keruh sebagai berikut:

Tabel 6 Rekapitulasi Debit Banjir Puncak

Periode Ulang (tahun)	Luas Limpasan Eksisting (m ²)
2	22.002,42
5	24.641,71
10	27.330,43
25	31.937,32
50	37.071,01

Dari hasil simulasi didapatkan bahwa banjir terbesar berada pada Desa Gajah Mati dan Desa Tebing Bulang. Adapun peta simulasi sebaran banjir di Desa Gajah Mati ditunjukkan pada gambar 3, dan peta simulasi sebaran banjir di Desa Tebing Bulang ditunjukkan pada gambar 4 berikut:



Gambar 3. Tampilan Google Hybrid Peta Simulasi Banjir
Desa Gajah Mati Kala Ulang 50 Tahun



Gambar 4. Tampilan Google Hybrid Peta Simulasi Banjir
Desa Tebing Bulang Kala Ulang 50 Tahun

Solusi Penanganan Banjir



Gambar 5. Kondisi Sungai Keruh

Berdasarkan hasil survei lapangan yang telah dilakukan di beberapa titik, didapatkan sebagian besar kondisi sungai dalam keadaan cenderung baik. Namun, ada pendangkalan sungai akibat penumpukan sedimen dan timbunan sampah di beberapa titik. Adapun upaya penanganannya berupa normalisasi pengerukan sedimen sungai yang telah dikalkulasi oleh program HEC-RAS 6.4.1. Didapat hasil pengurangan luasan banjir yang disajikan pada tabel 6 berikut:

Tabel 6 Rekapitulasi Pengurangan Luas Limpasan Banjir Sungai Keruh

Periode Ulang (tahun)	Luas Limpasan Eksisting (m ²)	Luas Limpasan Normalisasi (m ²)	Persentase Pengurangan
2	22002.42	19905.74	9.529%
5	24641.71	22571.09	8.403%
10	27330.43	25317.33	7.366%
25	31937.32	30115.45	5.705%
50	37071.01	34745.38	6.273%

KESIMPULAN

Setelah dilakukan perhitungan hidrologi, didapatkan debit banjir rencana Sungai Keruh periode ulang 2 tahun = 122,462 m³/s, 5 tahun = 167,882 m³/s, 10 tahun = 219,483 m³/s, 25 tahun = 318,633 m³/s, dan 50 tahun = 426,252 m³/s. Setelah simulasi banjir di program

HEC-RAS 6.4.1, didapat hasil bahwa Sungai Keruh ternyata tidak mampu menahan debit banjir rencana. Luas limpasan air yang tidak dapat ditampung Sungai Keruh pada periode ulang 2 tahun = 2.119,06 m², 5 tahun = 2.435,08 m², 10 tahun = 2.743,78 m², 25 tahun = 3.243,05 m², dan 50 tahun = 3.748,37 m². Salah satu solusi penanganan banjir yang dapat dilakukan yaitu dengan pengerukan sungai yang mengalami pendangkalan. Setelah dilakukan pengerukan sedimen sungai, terjadi pengurangan luas limpasan di sepanjang badan Sungai Keruh pada periode ulang 2 tahun = 9.529%, periode ulang 5 tahun = 8.403%, periode ulang 10 tahun = 7.366%, periode ulang 25 tahun = 5.705%, dan periode ulang 50 tahun = 6.273%.

DAFTAR PUSTAKA

- Arashi, F. B., Iskandar, A. L., Sarifah, F., Azril, M., Ramadhan, R., Daniswara, M. P., & Rahmadhani, F. (2024). *Analisis Dampak Bencana Banjir terhadap Kondisi Sosial dan Ekonomi pada Masyarakat*. BANDAR: JOURNAL OF CIVIL ENGINEERING, 6(2), 56–64.
<https://doi.org/https://doi.org/10.31605/bjce.v6i2.3788>
- Briantara, T. O., Baharuddin, & Dewi, I. P. (2021). *Pemodelan Banjir Rob Dan Sungai Menggunakan Hecras Dan Citra Sentinel-1 Di Wilayah Pelaihari – Takisung Kabupaten Tanah Laut*. Marine Coastal and Small Islands Journal, 5(2).
<https://ppjp.ulm.ac.id/journals/index.php/mcs/article/view/11803>
- Desromi, F., Putri, Y. E., Wijaya, O. E., & Hermawati. (2022). *Penggunaan Program HEC-RAS Dalam Pengendalian Banjir Sungai*. Jurnal Deformasi, 7(2), 117–126.
<https://doi.org/https://doi.org/10.31851/deformasi.v7i2.9646>
- Erpani, M. F., Arlan, A. S., & Munawarah. (2024). *Peran Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Dalam Menanggulangi Bencana Banjir Di Kecamatan Juai Kabupaten Balangan (Studi Kasus Desa Juai Dan Desa Galumbang)*. Jurnal MSDM Manajemen Sumber Daya Manusia, 1(3), 722–736.
<https://ejurnal.stiaamuntai.ac.id/index.php/JMSDM/article/view/836>
- Fernandes, J. N. (2025). *Core Challenges for Sustainable River Flood Management*. Sustainability, 17(24), 1–26. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/su172410981>
- Hutabarat, B. A., Permatasari, I. N., & Kisnarti, E. A. (2024). *Kajian Efektivitas HEC-RAS dalam Simulasi Banjir Pesisir*. J-Tropimar, 6(2), 86–102.
<https://doi.org/https://doi.org/10.30649/jrkt.v6i2.93>
- Jalu, A. D., Siagian, G. A., & Harianja, R. (2025). *Analisis Debit Banjir Rencana Daerah Aliran Sungai X Menggunakan Metode Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu*. Jurnal Kajian Teknik Sipil, 10(1), 28–37.
<https://doi.org/https://doi.org/10.52447/jkts.v10i1.8212>
- Januriyadi, N. F., Kazama, S., Moe, I. R., & Kure, S. (2020). *Effectiveness of Structural and Nonstructural Measures on the Magnitude and Uncertainty of Future Flood Risks*. Journal of Water Resource and Protection, 12(5), 401–415.
<https://doi.org/10.4236/jwarp.2020.125024>

- Latif, F., & Hakim, A. (2025). *Pemanfaatan HEC-RAS 2D Untuk Pemodelan Genangan Banjir Akibat Debit Puncak Sungai Walanae Kab. Wajo*. JITET (Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan), 13(1).
<https://doi.org/https://doi.org/10.23960/jitet.v13i1.5994>
- Ridwan, M., & Sarjito, J. (2024). *Studi Kajian Dampak Perubahan Tutupan Lahan terhadap Kejadian Banjir di Daerah Aliran Sungai*. ENVIRO: Journal of Tropical Environmental Research, 26(1), 38–45.
<https://doi.org/https://doi.org/10.20961/enviro.v26i1.93145>
- Rosyidie, A. (2013). *Banjir : Fakta dan Dampaknya , Serta Pengaruh dari Perubahan Guna Lahan*. Jurnal Perencanaan Wilayah Dan Kota, 24(3), 241–249.
<https://doi.org/https://doi.org/10.5614/jpwwk.2013.24.3.1>
- Sarminingsih, A. (2018). *Pemilihan Metode Analisis Debit Banjir Rancangan Embung Coyo Kabupaten Grobogan*. Jurnal Presipitasi: Media Komunikasi Dan Pengembangan Teknik Lingkungan, 15(1), 53–61.
<https://ejournal.undip.ac.id/index.php/presipitasi/article/view/18007>
- Syahputra, I. (2015). *Kajian Hidrologi Dan Analisa Kapasitas Tampang Sungai Krueng Langsa Berbasis HEC-HMS dan HEC-RAS*. Jurnal Teknik Sipil Unaya, 1(1), 15–28.
<https://jurnal.abulyatama.ac.id/index.php/tekniksipilunaya/article/view/2>
- Tiwery, C. J., & Tani, Y. A. (2022). *Analisa Faktor Penyebab Terjadinya Limpasan Air Pada Saluran Drainase Di Desa Leksula, Kabupaten Buru Selatan, Menggunakan Program EPA SWMM*. JURNAL MANUMATA, 8(2), 106–114.
<https://doi.org/https://doi.org/10.51135/manumatav8i2p106-114>
- Wahyuningtyas, A., Pahlevari, J. E., Darsono, S., & Budieny, H. (2017). *Pengendalian Banjir Sungai Bringin Semarang*. JURNAL KARYA TEKNIK SIPIL, 6(3), 161–171. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jkts/article/view/17067>
- Wang, L., Cui, S., Li, Y., & Huang, H. (2022). *A review of the flood management : from flood control to flood resilience*. Heliyon, 8(11), e11763.
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11763>
- Wibisono, C., Muttaqien, A. Y., & Hadiani, R. (2016). *Analisis Arus Balik Air pada Saluran Drainase Primer Ngestiharjo dan Karangwuni Kabupaten Kulon Progo dengan Menggunakan Metode Tahapan Langsung*. Jurnal MATRIKS TEKNIK SIPIL, 4(1), 66–74. <https://doi.org/https://doi.org/10.20961/mateksi.v4i1.37111>



Jurnal Deformasi is licensed under
a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License