Vol. 18 (2) 2024: 385-399 Jurnal
Jurnal Penelitian Kehutanan
https://ojs3.unpatti.ac.id/index.php/makila
MAKILA

Analisis Debit Rencana untuk Perencanaan Bangunan Pengendali Banjir di DAS Wai Ruata Kabupaten Maluku Tengah

(Analysis of Planned Discharge for Flood Control Building Planning in Wai Ruata Watershed, Central Maluku District)

Syamsudin. Marasabessy[1], Silwanus M. Talakua[2*], A. Siregar[1], Rafael M. Osok[1]

[1]Program Studi Magister Pengelolaan Lahan Program Pascasarjana Universitas Pattimura, Jl. Ir. M. Putuhena, Kampus Poka, Ambon 97233, Indonesia
[2]Program Studi Ilmu Tanah, Jurusan BudidayaPertanian, FakultasPertanian, UniversitasPattimura, Jl. Ir. M. Putuhena, Kampus Poka, Ambon 97233, Indonesia

Informasi Artikel:

Submission	:	20 Juni 2024
Revised	:	29 Oktober 2024
Accepted	:	13 November 2024
Publish	:	15 November 2024

***Penulis Korespondensi:**

Silwanus M. Talakua
Program Studi Pengolahan Lahan,
Pascasarjana, Universitas Pattimura
Jl. Ir. M. Putuhena, Desa Poka, Ambon, 97233
e-mail: nustalakua3165@gmail.com
Telp: +62 821-9975-0454

Makila 18 (2) 2024: 385-399

DOI:
https://doi.org/10.30598/makila.v18i2.14006

This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Copyright © 2025 Author(s): Syamsudin. Marasabessy, Silwanus M. Talakua, A. Siregar, Rafael M. Osok
Journal homepage: https://ojs3.unpatti.ac.id/index.php/makila
Journal e-mail: makilajournal@gmail.com

Research Article** · **Open Access

ABSTRACT

The high rainfall, rapid urbanization, and the presence of impermeable surfaces have drastically increased surface runoff, overwhelming river systems with high water volumes. Changes in land use and rapid population growth further escalate flood risks. Analyzing planned discharge rates and flood control building planning becomes urgent to mitigate losses and risks caused by floods in the Wai Ruata watershed. Calculations indicate that for the Q100 Log Normal (2475.17 m^3/s, the channel height is 2.50302 m, closely approximating public information (2.5 m), with a difference of 0.00302 m or 0.302 cm. This suggests that the calculated maximum flood water level based on planned discharge analysis using the rational method for Log Normal probability of 2.503 m is reasonably accurate. It can serve as a reference for flood control building design heights, potentially lasting around 100 years in the Wai Ruata watershed. Planned flood discharges in the Wai Ruata watershed are as follows: for a 2-year return period, 505.80 m3/s (Gumbel), 449.27 m3/s (Log Normal), 462.56 m3/s (Log-Pearson Type III); for a 50-year return period, 1868.80 m^3/s (Gumbel), 2016.26 m^3/s (Log-Normal), and 1837.18 m^3/s (Log-Pearson); and for a 100-year return period, 2137.98 m^3/s (Gumbel), 2475.17 m^3/s (Log-Normal), 2166.93 m^3/s (Log-Pearson). Gumbel planned flood discharge data can be used for a 25-year lifespan of water structures, whereas for a 100-year lifespan, Log-Normal planned flood discharge is more suitable.

KEYWORDS*: *flood control building, planned discharge analysis, rainfall, Wai Ruata Watershed

INTISARI

Tingginya curah hujan yang, urbanisasi yang pesat dan keberadaan permukaan tanah yang tidak dapat menyerap air dengan baik, menyebabkan aliran permukaan meningkat secara drastis, sehingga sistem sungai tidak mampu menampung debit air yang tinggi. Dengan adanya perubahan tata guna lahan dan pertumbuhan populasi yang cepat, peningkatan resiko banjir semakin meningkat.

e-ISSN : 2746 – 7155
p-ISSN : 1978 – 4996
®2023 Jurusan Kehutanan Universitas Pattimura

Melakukan analisis debit rencana dan perencanaan bangunan pengendalian banjir menjadi hal yang mendesak untuk mengurangi kerugian dan risiko yang ditimbulkan oleh banjir di DAS Wai Ruata.

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa dengan Q100 Log Normal (2475,17 m3/det), diperoleh tinggi saluran adalah 2,50302 m, dan hasil ini mendekati informasi masyarakat (2,5 m), dengan selisih sebessar 0,00302 m atai 0,302 cm. Hal ini dapat dijelaskan bahwa hasil perhitungan tinggi muka air banjir maksimum berdasarkan analisis data debit rencana dengan metode rasional untuk probabilitas Log Normal sebesar 2,503 m, tergolong akurat, dan dapat dijadikan rujukan untuk rancangan tinggi bangunan pengendali banjir, dan dapat bertahan kurang lebih selama 100 tahun di DAS Wai Ruata. Debit banjir rencana di DAS Wai Ruata untuk periode ulang 2 tahun adalah 505,80 m3/dtk (Gumbel), 449,27 m3/dtk (Log Normal), 462,56 m3/dtk (Log-Pearson Type III), dan untuk periode ulang 50 tahun 1868,80 m3/dtk (Gumbel), 2016,26 m3/dtk (Log-Normal, dan 1837,18 m3/dtk (Log-Pearson), sedangkan untuk periode 100 tahun 2137,98 m3/dtk (Gumbel), 2475,17 m3/dtk (Log-Normal), 2166,93 m3/dtk (Log-Pearson). Data debit banjir rencana Gumbel dapat digunakan untuk umur bangunan air 25 tahun, sedangkan bila bangunan airnya dibangun untuk umur 100 tahun maka debit banjir rencana Log-Normal lebih cocok.

KATA KUNCI: analisis debit rencana, bangunan pengendali banjir, curah hujan, DAS

PENDAHULUAN

Analisis debit rencana adalah langkah kunci dalam perencanaan dan desain bangunan pengendali banjir. Analisis debit rencana penting dalam memahami dampak infrastruktur pengendalian banjir terhadap lingkungan alam, serta bagaimana infrastruktur ini berinteraksi dengan ekosistem sungai dan lahan basah (Mardeni, 2021). Analisis debit rencana juga memainkan peran kunci dalam perencanaan darurat. Dengan mengetahui debit rencana yang diantisipasi, pihak berwenang dan lembaga penanggulangan bencana dapat merancang rencana darurat yang lebih efektif, termasuk evakuasi penduduk dan alokasi sumber daya. Selain melindungi nyawa manusia dan harta benda mereka, infrastruktur pengendalian banjir juga memiliki dampak ekonomi yang signifikan dengan mengurangi kerugian ekonomi yang disebabkan oleh banjir berulang. Walaupun biaya pembangunan dan pemeliharaan infrastruktur pengendalian banjir mungkin tinggi, manfaat jangka panjangnya dalam melindungi aset dan mendukung keberlanjutan lingkungan sangat berharga (Lestari dan Fitriyani, 2022). Oleh sebab itu, analisis debit rencana adalah elemen penting dalam perencanaan dan desain infrastruktur pengendalian banjir yang efektif. Ini membantu melindungi masyarakat, aset, dan lingkungan dari risiko banjir, sambil memastikan bahwa investasi

e-ISSN : 2746 – 7155
p-ISSN : 1978 – 4996
®2024 Jurusan Kehutanan Universitas Pattimura

yang dikeluarkan untuk infrastruktur tersebut memberikan hasil yang optimal dalam jangka panjang. Dalam konteks perubahan iklim dan pertumbuhan urbanisasi yang terus berlanjut, pemahaman yang mendalam tentang banjir dan analisis debit rencana adalah kunci untuk mengurangi dampak bencana ini secara signifikan (Heston, 2015).

Tingginya curah hujan yang berlebihan dan keberadaan permukaan tanah yang tidak dapat menyerap air dengan baik, menyebabkan aliran permukaan meningkat secara drastis, sehingga sistem sungai tidak mampu menampung debit air yang tinggi. Dengan adanya perubahan tata guna lahan dan pertumbuhan populasi yang cepat, peningkatan resiko banjir semakin meningkat. Pengendalian banjir menjadi hal yang mendesak untuk mengurangi kerugian dan risiko yang ditimbulkan oleh banjir di DAS Wai Ruata. Masalah yang terjadi adalah : a). bagaimana keterkaitan antara karakteri Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi peranan karakteristik DAS dan perencanaan infrastruktur pengendalian banjir bagi pemerintah daerah dan masyarakat.stik meteorologi morfometrik, dan morfologi DAS terhadap banjir di DAS Wai Ruata, b). bagaimana data analisis debit rencana dapat menunjang perencanaan bangunan pengendali banjir yang efektif di DAS Wai Ruata. Oleh karena itu untuk tujuan penelitian ini adalah untuk a). menganalisis keterkaitan karateristik meteorologi, morfometri dan morfologi terhadap banjir di DAS Wai Ruata, b). menentukan perencanaan bangunan air berdasarkan hasil analisis debit banjir rencana di DAS Wai Ruata.

METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian adalah Daerah Aliran Sungai (DAS) Wai Ruata, yang terletak di Kabupaten Maluku Tengah, Provinsi Maluku. Penelitian ini akan dilakukan pada bulan Oktober- November 2023. Letak Geografis: 03º00'43.2" - 03º19'58.8" LS dan 128º57'57.6" - 129º22'40.8" BT, dengan batas wilayah Batas Wilayah: Utara dengan DAS Wai Uta, Wai Kalahula dan Wai Salawai, Selatan dengan DAS Wai Musio, Wai Napuru dam Wai Momokona, Timur dengn DAS Wai Baruo dan Wai Talahereta, Barat dengan DAS Wai Tane dan Wai Kurale. Berdasarkan analisis geospasial, menggunakan program Arc-GIS-10.8, maka total daerah penelitian adalah 88793.25 Ha atau 887,93 Km, kurang lebih 5% dari luas pulau Seram dan 10,77% dari luas administrasi Kabupaten Maluku Tengah (Gambar 1).



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

e-ISSN : 2746 – 7155
p-ISSN : 1978 – 4996
®2024 Jurusan Kehutanan Universitas Pattimura

Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian adalah GPS, Kompas, Altimeter, Stopwatch, *Obney Level,* bor tanah (auger), sekop dan cangkul, kamera digital, perangkaat komputer, *scanner*, *printer*, *software* ArcGIS10.0, Alat tulis menulis. Bahan, antara laian: peta kerja lapangan (peta unit lahan), bahan-bahan lapangan untuk pengamatan tanah dan pengambilan sampel tanah (pkastik sampel, karet, selotipe kerta label), dan bahan untuk pengambilan sampel air untuk mengukur sedimen.

Tahapan Penelitian

Menyiapkan peta-peta dasar berupa peta Demnas, geologi, klasifikasi tanah, dan penggunaan lahan. Membuat peta kerja lapangan skala 1 : 70.000 berupa peta unit lahan hasil tumpang susun dari peta-peta topografi, geologi, klasifikasi tanah dan penggunaan lahan lokasi penelitian. Pengumpulan data iklim selama 10 tahun periode 2013-2022 yang diperoleh dari Stasiun BMKG Amahai Kabupaten Maluku Tengah Mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan serta mempersiapkan administrasi perjalanan dan kebutuhan lainnya untuk penelitian lapangan.

Pekerjaan lapangan meliputi pengumpulan dan pengecekan data karakteristik biofisik lahan DAS, berupa : (1) karakteristik meteorologi (pengumpulan data iklim/curah hujan), (2) morfometri sungai (luas, bentuk, jaringan sungai, pola aliran sungai, dan kerapatan sungai, (3) pengecekan karakteristik morfologi (topografi, geologi, tanah dan penggunaan lahan), (4) karakteristik hidrologi (pengukuran tinggi muka air, dan debit aliran), (5) pengamatan kondisi banjir yang pernah terjadi, pengukuran bangunan air yang sudah ada, serta wawancara dengan masyarakat terkait kejadian banjir dan ketinggian banjir maksimum.

Analisis data meliputi : (1) analisis karakteristik meteorologi, berupa klasifikasi curah hujan DAS dari data curah hujan tahunan, curah hujan bulanan, klasifikasi iklim, dan curah hujan rencana dari data curah hujan maksimum, (2) karakteristik morfologi : yaitu melakukan pembetulan menggunakan ArcGIS18.0 terhadap peta topografi, geologi, tanah, penggunaan lahan dan unit lahan berdasarkan hasil pengecekan lapangan, (3) karakteristik morfometri yaitu menganalisis secara geospatial dengan ArcGIS10.8 terhadap luas, bentuk, jaringan sungai, pola aliran sungai, kerapatan sungai, panjang sungai utama dan sungai terpanjang serta perbedaan tinggi DAS, (4) karakteristik hidrologi yaitu menghitung debit aliran sungai, dan debit maksimum banjir rencana menggunakan metode Rasional dengan probabilitas Gumber, Normal, Log Nornal, dan Log Pearson III, serta uji kecocokan menggunakan Smirnov-Kolmogorof, (5) penentuan perencanaan bangunan air yaitu mendesain dimensi bangunan air berdasarkan hasil analisis debit masimum banjir rencana serta informasi masyarakat.

e-ISSN : 2746 – 7155
p-ISSN : 1978 – 4996
®2024 Jurusan Kehutanan Universitas Pattimura

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Meteorologi DAS Wai Ruata

Curah Hujan Tahunan. Hasil analisis menunjukkan bahwa rata-rata curah hujan tahunan selama 31 tahun (1993 – 2023), adalah sebesar 2733.15 mm dan sesuai kriteria curah hujan, maka Karakteristik Meteorologi lokasi penelitian DAS Wai Ruata tergolong Tinggi, yaitu antara 2500 - < 3000 mm/tahun.

Curah Hujan Bulanan. Berdasarkan data curah hujan bulanan selama 31 tahun yaitu dari tahun 1993-2023 (BMKG-Stasiun Meteorologi Kelas III Amahai, 2024), Dapat dijelaskan bahwa, dari aspek ketersediaan air lahan, maka pada bulan-bulan tersebut memiliki cadangan air yang cukup tinggi atau berada pada kondisi surplus air. Hal ini mempengaruhi kondisi hidrologi DAS terutama degradasi lahan akibat erosi, longsor dan banjir cukup tinggi pada bulan-bulan tersebut. Sebaliknya pada bulan November memiliki curah hujan bulanan rata-rata yang rendah sebesar 95.89 mm/bln, maka pada bulan tersebut memiliki cadangan air yang sangat rendah atau berpotensi terjadinya defisit air, serta kaitan dengan kondisi hidrologi DAS terutama potensi banjir cenderung rendah.

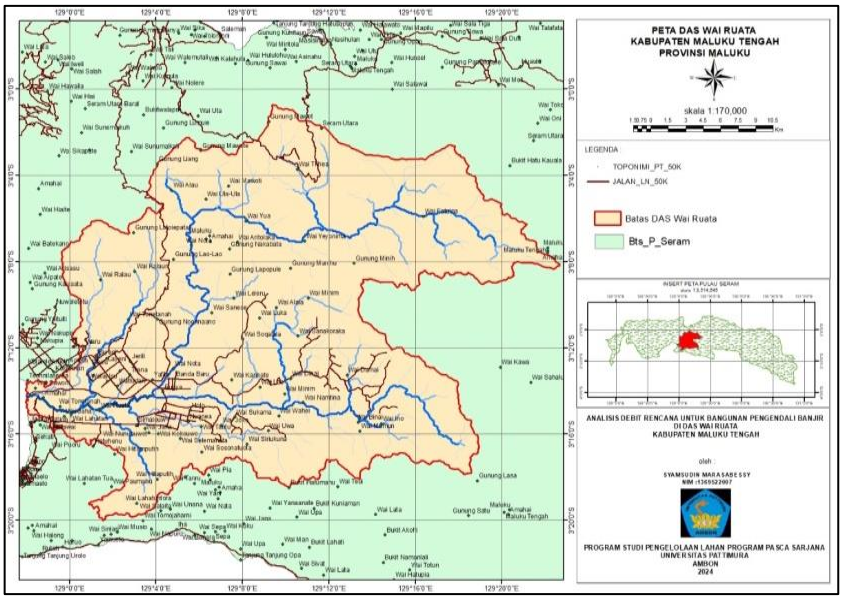
Klasifikasi Iklim. Diperoleh rata-rata jumlah bulan kering adalah 1.45 bulan, dan rata-rata jumlah bulan basah adalah 8.55 bulan, sehingga nilai Q adalah sebesar 0.17. Setelah dipadukan dengan kriteria iklim Schmidt dan Ferguson, maka lokasi penelitian DAS Wai Ruata tergolong dalam tipe iklim B yaitu Basah.

Karakteristik Morfometri DAS

Dalam kaitannya dengan banjir, maka dapat dijelaskan bahwa DAS dibatasi oleh igir pegunungan yang berfungsi sebagai batas (river divide) dan akhirnya mengalirkan air hujan yang bertemu pada satu outlet. Akibatnya, dengan luas DAS Wai Ruata yang tergolong kecil, maka hasil air (water yield) berpotensi banjir akan semakin kecil, karena hujan yang ditangkap juga semakin sedikit.

Luas DAS. Berdasarkan hasil analisis secara geospatial, maka secara umum total wilayah DAS Wai Ruata adalah seluas 88793.25 ha atau 887.93 km2. Berdasarkan kriteria Luas DAS, maka DAS ini tergolong DAS Kecil yaitu antara : yaitu antara 10.000 - < 100.000 ha, seperti disajikan pada Gambar 2.

e-ISSN : 2746 – 7155
p-ISSN : 1978 – 4996
®2024 Jurusan Kehutanan Universitas Pattimura



Gambar 2. Peta Spatial DAS Wai Ruata

Bentuk DAS. Nisbah Kebulatan DAS. Penentuan Nisbah Kebulatan DAS berdasarkan parameter A = luas DAS (km²) = 887.93 km2; P = keliling (perimeter DAS) (km) = 202.63 km, Π = konstanta sebesar 3,14 (22/7). Maka nisbah kebulatan DAS atau faktor kebulatan DAS adalah sebesar 0,2717. Nisbah Memanjang DAS. Hasil analisis spasial SRTM (DEMNAS), diperoleh A = luas DAS (km2) = 887.93 km2; Lb = panjang sungai utama (km) = 13.49 km. Bentuk DAS dapat diuraikan sebagai berikut : Nisbah Kebulatan DAS sebesar 0,2717 tergolong tidak bulat, nisbah Memanjang DAS sebesar 2.49 tergolong agak lonjong atau agak memanjang. Hal ini berkaitan dengan kejadian banjir, dimana bentuk DAS tersebut mengindikasikan semakin lama waktu konsentrasi yang diperlukan, sehingga semakin rendah fluktuasi banjir yang terjadi.

Jaringan Sungai. Jaringan Sungai DAS Wai Ruata (Rb) DAS Wai Ruata adalah 21.49, tergolong Rb > 5, yang memberikan makna bahwa alur sungai mempunyai kenaikan muka air banjir dengan cepat, demikian pula penurunannya akan berjalan dengan cepat. Hal ini sesuai dengan pendapat Sondak S.W et al., (2019), berdasarkan hasil perhitungan, besaran hujan dengan kala ulang yang panjang menghasilkan debit puncak yang besar. Hal ini dapat dipengaruhi oleh karakteristik dalam das girian seperti kelambatan waktu di dalam DAS.

Hasil analisis menunjukkan bahwa bahwa panjang sungai total adalah 767.16 km dengan jumlah segmen sungai total adalah 387 buah.

Pola Aliran. Pola aliran DAS Wai Ruata adalah Dendritik: seperti percabangan pohon, percabangan tidak teratur dengan arah dan sudut yang beragam. Berkembang di batuan yang homogeni dan tidak terkontrol oleh struktur, umunya pada batuan sedimen dengan perlapisan horisontal, atau pada batuan beku dan batuan kristalin yang homogen. Dalam kaitannya dengan banjir, yaitu jika terjadi hujan, maka arah dan kenaikan muka air banjir cenderung tidak teratur dan

e-ISSN : 2746 – 7155
p-ISSN : 1978 – 4996
®2024 Jurusan Kehutanan Universitas Pattimura

bervariasi dari tiap orde 1 menuju ke orde anak sungai dan sungai utama, sehingga menyebabkan banjir yang terjadi tiap anak sungai bervariasi.

Kerapatan Aliran. Kerapatan aliran adalah panjang aliran sungai per kilometer persegi luas DAS. Dari hasil analisis secara geospatial, didapat bahwa : L = panjang aliran total DAS Wai Ruata adalah 767.16 km, A = total luas DAS Wai Ruata adalah 887.93 km2, sehingga didapatkan kerapatan aliran (Dd) adalah 0,86 km/km2. Berdasarkan kriteria Kementerian Kehutanan (2010), maka kerapatan/kapadatan sungai DAS Wai Ruata, tergolong dalam kelas kerapatan sedang, yang mengindikasikan banyak air yang dapat tertampung di badan-badan sungai tergolong sedang.

Panjang Sungai Utama dan Sungai Terpanjang. Dari hasil analisis secara geospatial, maka didapatkan bahwa sungai utama di DAS Wai Ruata adalah pada orde ke 5 dengan panjang = 13.49 km, sedangkan sungai terpanjang terdiri dari orde 5 sampai orde 1 dengan panjang adalah 77.02 km. Hal ini berkaitan dengan benjir, karena semakin panjang sungai utama dan sungai terpanjang, maka banyaknya aliran sungai akibat banjir semakin banyak..

Perbedaan Tinggi DAS. Perbedaan tinggi DAS dapat diuraikan yaitu hasil analisis dengan menggunakan ArcGIS serta merujuk Kurva Hipsometrik suatu DAS (AVERY, 1975), menunjukkan bahwa perbedaan tinggi di DAS Wai Ruata adalah sebagai berikut : pada elevasi 0-500 m dpl memiliki persentase luas sebesar 56.77 %, dan merupakan terluas, sedangkan 2000-2500 mdpl adalah 0,21 % dari total luas DAS Wai Ruata. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa gradien sungai utama (Su) DAS Wai Ruata adalah sebesar 0,081 atau 8.06. Hal ini dapat dijelaskan bahwa dengan tingginya gradien sungai utama, maka akan menyebabkan air sungai mengalir lebih cepat yang berpotensi meningkatkan erosi dan transportasi aliran banjir. Hal ini sejalan dengan Suryanti I, et al., (2023), yang menyatakan bahwa kondisi kemiringan sungai yang cukup besar khususnya pada bagian tengah hingga hilir dan alur yang berkelok menjadikan pentingnya perkuatan tebing untuk memberikan perlindungan terhadap erosi akibat gerusan aliran sungai.

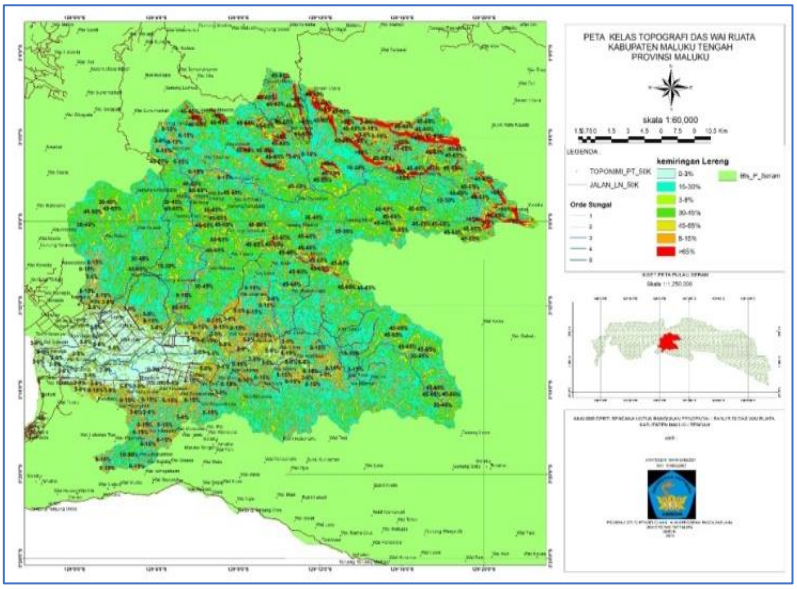
Karakteristik Morfologi DAS Wai Ruata

Formasi Geologi. Formasi Geologi, berdasarkan Peta Geologi Teknik Pulau Ambon skala 1 : 100.000 (Seksi Pemetaan Geologi, Teknik Geologi ITB, 1975), didominasi oleh formasi geologi PTRt dengan luasan 56415.481 ha atau 63.54 %, sedangkan formasi geologi dengan luasan sempit adalah Jku seluas 146.02 ha atau 0.16 % dari total luas DAS Wai Ruata. Menurut Syafirina M. I. H, et al, (2021, ternyata faktor geologi dapat mempengaruhi debit banjir di suatu DAS, dimana banjir pada daerah pemetaan dipengaruhi atau disebabkan oleh curah hujan yang tinggi dan material sedimen yang mengendap pada daerah hilir sungai yang menyebabkan air sungai meluap ketika hujan lebat.

Topografi. Topografi DAS Wai Ruata didominasi oleh kelas topografi miring (15-30 %) seluas 31828,64 ha atau 35.85 %, sedangkan topografi dengan areal sempit adalah sangat curam seluas 2292.92 ha atau 2.58 %. Disamping itu untuk kelas topografi datar (0 - 3%) memiliki luas 7203.86 ha atau 8.11 % dari total luas DAS (Gambar 3). Dominasi kemiringan lereng ini, mempengaruhi potensi erosi dan banjir yang terjadi semakin besar. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Septian A, et al.,

e-ISSN : 2746 – 7155
p-ISSN : 1978 – 4996
®2024 Jurusan Kehutanan Universitas Pattimura

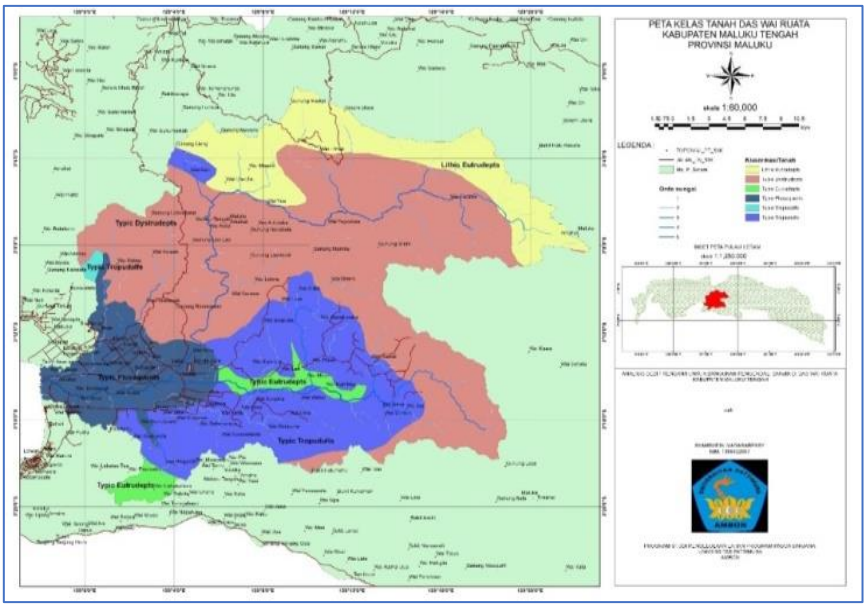
(2020), bahwa topografi daerah Kabupaten Agam Sumatera barat yang didominasi oleh daratan yang curam, serta memiliki lebih dari 50% drainase yang sangat buruk, sehungga hujan yang turun dengan debit yang besar dan penyaluran air kurang baik, dapat menyebabkan banjir. Juga didukung oleh hasil penelitian Ahmad A, *et al*., (2022) di DAS Kelara Kabupaten Jeneponto, bahwa factor topografi terutama kemiringan lereng yang lebih curam, berpotensi menyebabkan tingkat kerawanan banjir bandang lebih tinggi.



Gambar 3. Peta Spatial Kelas Topografi (Kemiringan Lereng) DAS Wai Ruata

Klasifikasi Tanah. Klasifikasi Tanah di DAS Wai Ruata, didominasi oleh Typic Dystrudepts (Kambisol Distrik, sedangkan jenis tanah Typic Tropudalfs (Brunizem) memiliki luasan yang sempit yaitu 288.91 ha atau 0.33 % (Gambar 4). Jenis tanah Typic Tropudults dan Typic Eutrudepts memiliki nilai erodibilitas tergolong tinggi, dengan permeabilitas sangat lambat dan proporsi tekstur liat 17 %, sehingga menyebabkan erosi serta potensi limpasan permukaan dan banjir lebih tinggi dibandingkan tanah lainnya. Hal ini didukung oleh hasil penelitian Ahmad A, *et al*., (2022) di DAS Kelara Kabupaten Jeneponto bahwa jenis tanah dengan proporsi liat yang lebih tinggi berpotensi menyebabkan tingkat kerawanan banjir bandang lebih tinggi.

e-ISSN : 2746 – 7155
p-ISSN : 1978 – 4996
®2024 Jurusan Kehutanan Universitas Pattimura



Gambar 4. Peta Spatial Klasifikasi Tanah DAS Wai Ruata

Tipe penggunaan lahan di DAS Wai Ruata, didominasi oleh hutan lahan kering sekunder seluas 74920,74 ha atau 84,38 %, dan tersempit adalah perkebunan seluas 2,52 ha atau 0,003% dari total luas DAS. Hasil perhitungan ini, ternyata bahwa IFL DAS = 2.85, dan sesuai kriteria, maka IFLdas > 1, yang memberikan makna bahwa kualitas lingkungan di DAS Wai Ruata cenderung mampu menjaga fungsi keseimbangan tata air, sehingga akan meminimalisir gangguan lingkungan seperti degradasi lahan akibat erosi, banjir, sedimentasi, dan kekurangan air, serta mampu memelihara kesuburan tanah untuk produktivitas pertanian. Hal ini sesuai dengan pendapat Sondak S.W et al., (2019), berdasarkan hasil perhitungan, besaran hujan dengan kala ulang yang panjang menghasilkan debit puncak yang besar. Hal ini dapat dipengaruhi oleh karakteristik dalam das girian seperti koefisien penutup lahan dan kelambatan waktu di dalam DAS. Juga didukung oleh hasil penelitian Hani F, *et al*., (2021) di SubDAS Cibeureum, bahwa penggunaan lahan berkaitan dengan debit limpasan, dimana perubahan lahan yang terus menerus terjadi mengakibatkan kawasan resapan tidak berfungsi dengan baik dan memperbesar debit limpasan permukaan.

Analaisis Debit Rencana Banjir
Curah Hujan Rencana
Analisis Curah Hujan Harian Maksimum

Analisis curah hujan harian maksimum tertinggi terjadi pada tanggal 17 Juli 2022 sebesar 327 mm, sedangkan terendah terjadi pada tanggal 15 Desember 2019 sebesar 4.8 mm. Bila dilihat berdasarkan tahun, maka dapat dijelaskan bahwa rata-rata curah hujan harian maksimum terjadi pada tahun 2022 sebesar 91.3 mm, dan terendah pada tahun 2016 sebesar 50.2 mm. Namun jika dilihat berdasarkan bulan, maka rata-rata curah hujan harian maksimum tertinggi terjadi pada bulan Juli sebesar 135.3 mm, diikuti bulan Juni sebesar 93.5 mm, sedangkan terendah terjadi pada bulan Januari sebesar 29.6 mm, diikuti oleh bulan November sebesar 32.7 mm.

e-ISSN : 2746 – 7155
p-ISSN : 1978 – 4996
®2024 Jurusan Kehutanan Universitas Pattimura

Uji Kecocokan Curah Hujan Rencana

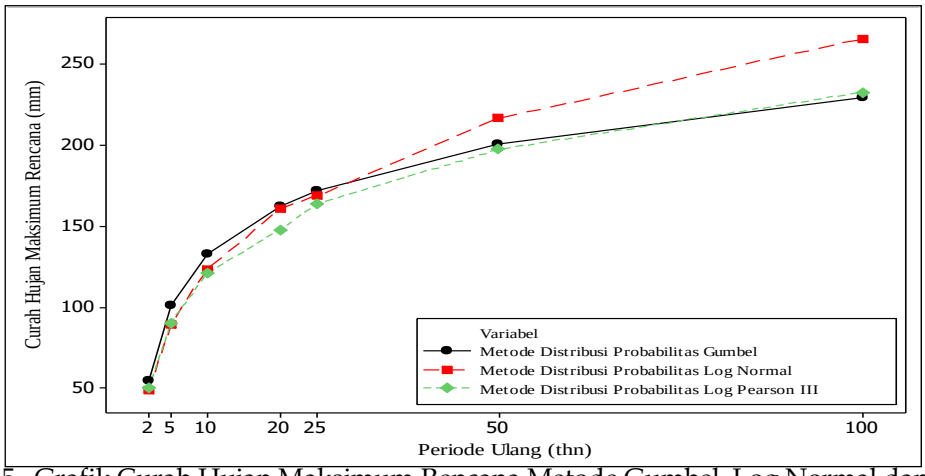
Uji kecocokan menggunakan Smirnov-Kolmogorov, dimaksudkan untuk menetapkan hasil curah hujan rencana yang signifikan (valid) dalam penentuan banjir maksimum rencana, sehingga perencanaan bangunan air akurat (Tabel 1). Hasil uji menunjukkan bahwa probabilitas Gumbel, Log-Normal, dan Log Pearson III signifikan dapat digunakan selanjutnya untuk menghitung debit banjir rencana DAS Wai Ruata, sedangkan probabilitas normal tidak signifikan. Hal ini sejalan dengan Putranda J, (2022), bahwa dalam menentukan debit banjir rencana di DAS Citanduy, maka metode probabilitas Gumbel, Log-Normal, dan Log Pearson III signifikan.

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Uji Smirnov-Kolmogorov terhadap Hasil Distribusi Curah Hujan Rencana di DAS Wai Ruata

No	Periode Ulang	Distribusi Probabilitas Curah Hujan Rencana (mm)			
		Gumbel	Normal	Log Normal	Log Pearson III
1	2	54.34	62.30	48.26	49.69
2	5	101.28	104.12	89.29	90.02
3	10	132.36	126.02	123.24	120.81
4	20	162.17	143.94	160.41	147.75
5	25	171.62	147.34	168.64	163.40
6	50	200.76	164.35	216.60	197.36
7	100	229.67	178.29	265.90	232.78
Smirnov-Kolmogorov		Gumbel	Normal	Log Normal	Log Pearson III
ΔP-maksimum (analisis)		0.1152	0.1936	0.1101	0.1101
ΔP Kritis		0.1418	0.1418	0.1418	0.1418
Hipotesis		H1 : ΔP maks < ΔP Kritis	H0 : ΔP maks > ΔP Kritis	H1 : ΔP maks < ΔP Kritis	H1 : ΔP maks < ΔP Kritis
Kesimpulan		Diterima	Ditolak	Diterima	Diterima

Dari hasil analisis curah hujan rencana (Gambar 5), dapat dijelaskan bahwa metode probabilitas Gumbel lebih disarankan untuk menghitung debit banjir maksimum rencana dengan umur bangunan air 2 – 25 tahun, sedangkan jika umur bangunan air 50 – 100 tahun, maka metode yang disarankan adalah probabilitas Log-Normal, karena memiliki nilai curah hujan rencana yang lebih tinggi, sehingga bangunan air dapat bertahan. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Upomo TC et al., (2016), bahwa seluruh distribusi yaitu Gumbel, Log Normal dan Log Pearson III, dapat diterima dengan tingkat kepercayaan 95%, tetapi distribusi terbaik adalah distribusi log normal. Hal ini juga didukung oleh Agustriyanto. D. *et al*., (2022), bahwa analisa perhitungan metode distribusi hujan pada stasiun hujan Sukarame (PH-003) metode Log Normal memiliki nilai 0,96 yang dimana memiliki nilai koefisien korelasi yang paling mendekati nilai 1 (satu) diantara metode yang lainnya disemua stasiun hujan. metode Log Normal memiliki nilai korelasi rerata paling baik yaitu 0,85. Hal ini juga sesuai dengan hasil penelitian Syofyan. Z. (2014), bahwa dengan uji kecocokan Sminov-Kolmogrov didapatkan nilai ΔCr= 27%. Nilai Δmax = 15.26 % < ΔCr= 27%, maka pemilihan Distribusi Log Normal dapat diterima.

e-ISSN : 2746 – 7155
p-ISSN : 1978 – 4996
®2024 Jurusan Kehutanan Universitas Pattimura



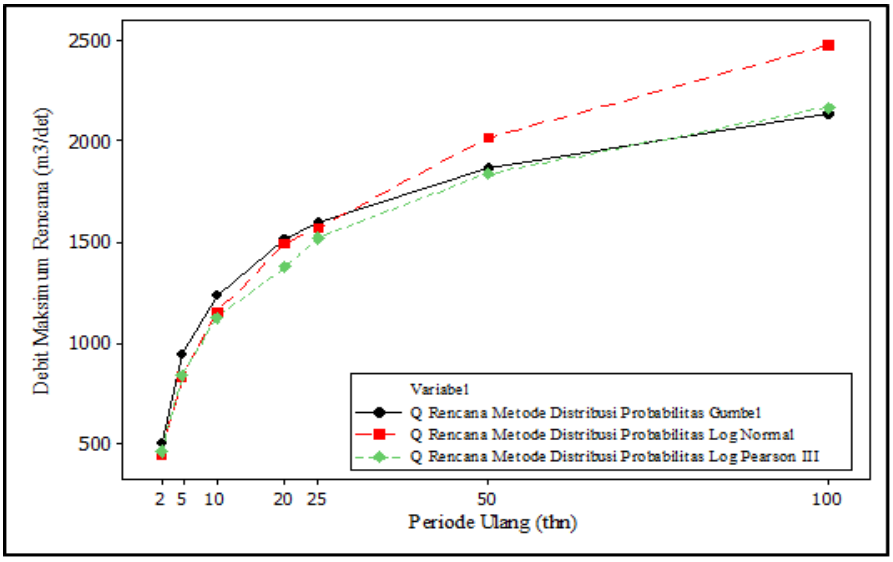
Gambar 5. Grafik Curah Hujan Maksimum Rencana Metode Gumbel, Log Normal dan Log Pearson III di DAS Wai Ruata

Debit Rencana

Metode yang paling sering digunakan untuk mengestimasi debit banjir di suatu DAS yang tidak memiliki data pengamatan debitnya adalah Metode Rasional. Dalam hal ini besarnya debit tersebut merupakan fungsi dari karakteristik morfometri yaitu luas DAS = 887,93 km2, panjang sungai terpanjang = 77020 m, elevasi tertinggi = 2485 m dpl, elevasi terendah = 5 m dpl, kecepatan waktu tiba banjir (v) = 2,55 m/det, waktu konsentrasi (tc) = 8,41 jam, dan karakteristik morfologi yaitu tanah bertopografi bergelombang dan penggunaan lahan hutan menghasilkan koefisien pengaliran (C) = 0,45, dan intensitas hujan = 4,05 – 22,30 mm/jam menggunakan metode Mononobe.

Dari hasil analisis debit banjir rencana (Gambar 6), dapat dijelaskan bahwa metode probabilitas Gumbel lebih disarankan untuk penentuan perencanaan banguna air dengan umur bangunan air 2 – 25 tahun, sedangkan jika umur bangunan air 50 – 100 tahun, maka metode yang disarankan adalah probabilitas Log-Normal, karena memiliki nilai debit banjir rencana yang lebih tinggi, sehingga bangunan air dapat bertahan. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Upomo TC et al., (2016), bahwa seluruh distribusi yaitu Gumbel, Log Normal dan Log Pearson III, dapat diterima dengan tingkat kepercayaan 95%, tetapi distribusi terbaik adalah distribusi log normal. Hal ini juga didukung oleh Agustriyanto. D. *et al.*, (2022), bahwa analisa perhitungan metode distribusi hujan pada stasiun hujan Sukarame (PH-003) metode Log Normal memiliki nilai 0,96 yang dimana memiliki nilai koefisien korelasi yang paling mendekati nilai 1 (satu) diantara metode yang lainnya disemua stasiun hujan. metode Log Normal memiliki nilai korelasi rerata paling baik yaitu 0,85. Hal ini juga sesuai dengan pendapat Sondak S.W et al., (2019), berdasarkan hasil perhitungan, besaran hujan dengan kala ulang yang panjang menghasilkan debit puncak yang besar. Hal ini dapat dipengaruhi oleh karakteristik dalam das girian seperti koefisien penutup lahan dan kelambatan waktu di dalam DAS.

e-ISSN : 2746 – 7155
p-ISSN : 1978 – 4996
®2024 Jurusan Kehutanan Universitas Pattimura



Gambar 6. Grafik Debit Rencana Metode Gumbel, Log Normal dan Log Pearson III di DAS Wai Ruata

Perencanaan Bangunan Pengendali Banjir

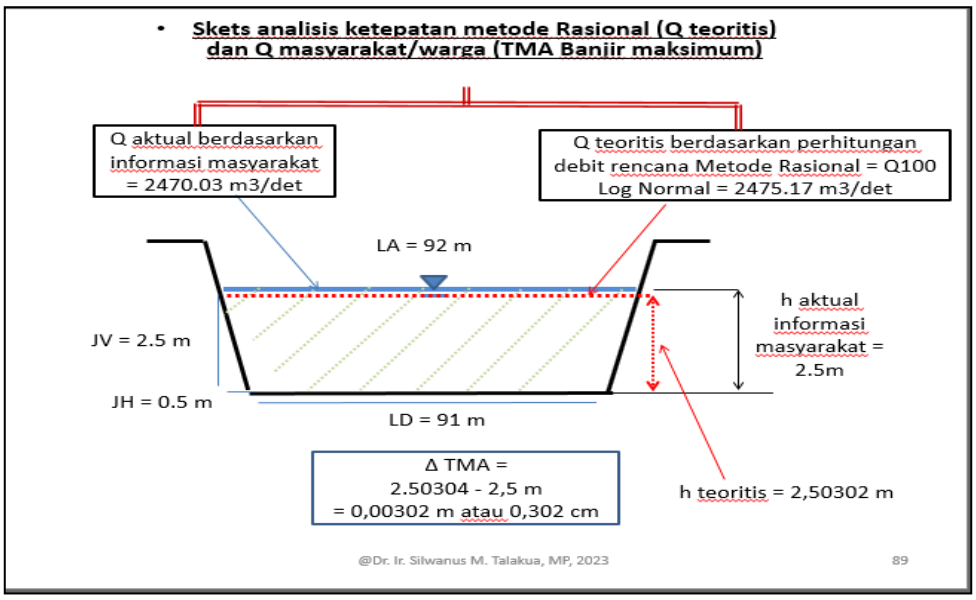
Perencanaan bangunan pengendali banjir pada suatu daerah aliran sungai, didasarkan pada debit banjir rencana secara teoritis, dan informasi tinggi muka air banjir dari masyarakat sebagai tinggi muka air aktual. Perencanaan bangunan air yang dimaksudkan adalah penentuan dimensi saluran pada sungai yang akan dibuat/direncanakan, dalam hal ini yang diutamakan adalah tinggi bangunan, untuk mengontrol tinggi genangan banjir yang terjadi.

Hasil perhitungan kecepatan aliran sungai berdasarkan rumus Manning dan debit banjir berdasarkan informasi masyarakat meliputi : Informasi tinggi banjir maksimum (h) = 2,5 m, Lebar dasar sungai (LD) = 91 m, Lebar atas sungai (A) = 92 m, Jarak vertikal (JV) = 2,5 m, Jarak horisontal (JH) = 0,5 m, Koefisien kemiringan tebing (m) = 5 m, Luas perimeter basah (A) = 258,75 m2, Keliling perimeter basah (P) = 116,50 m, Jari-jari hidrolik (R) = 2,22 m, Elevasi tertinggi DAS (Ht) = 2485 m dpl, Elevasi terendah (Hr) = 5 m dpl, Panjang sungai (L) = 77020 m, Kemiringan DAS (S) = 0,03, Koefisien kekasaran permukaan = 0,03: Dasar Tanah sisi kasar = 0,03, Kecepatan aliran sungai rata-rata = 9,55 m/det, dan Debit banjir = 2470,03 m3/det.

Selanjutnya hasil debit banjir berdasarkan informasi masyarakat tersebut, dibandingkan dengan hasil perhitungan debit rencana teoritis berdasarkan metode Log Normal, sebagai metode terbaik untuk periode ulang 50-100 tahun. Ternyata Debit Rencana yang paling mendekati Q aktual (masyarakat) (2470.03 m^3/det) adalah Debit Rencana pada Periode Ulang 100 tahun sebesar 2475.17 m^3/det). Setelah debit banjir rencana diketahui yaitu Q_{100} tahun maka, selanjutnya dilakukan penentun tinggi muka air (h) pada saluran di sungai dengan mengacu pada perhitungan debit saluran. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa dengan Q_{100} Log Normal (2475.17 m^3/det), diperoleh tinggi saluran adalah 2,50302 m, dan hasil ini mendekati informasi masyarakat (2,5 m), dengan selisih sebessar 0,00302 m atai 0.302 cm (Gambar 7). Hal ini dapat dijelaskan bahwa hasil perhitungan tinggi muka air banjir maksimum berdasarkan analisis data debit rencana dengan

e-ISSN : 2746 – 7155
p-ISSN : 1978 – 4996
®2024 Jurusan Kehutanan Universitas Pattimura

metode rasional untuk probabilitas Log Normal sebesar 2,503 m, tergolong akurat, dan dapat dijadikan rujukan untuk rancangan tinggi bangunan pengendali banjir, dan dapat bertahan selama 100 tahun.



Gambar 7. Sketsa Tinggi Muka Air Banjir Maksimum sebagai Rujukan Rancangan Bangunan Pengendali Banjir di DAS Wai Ruata

KESIMPULAN

Karakteristik meteorologi menunjukkan rata-rata curah hujan tahunan sebesar 2733.15 mm dan tergolong tinggi, tergolong klasifikasi iklim B (Basah). Karakteristik morfometri menunjukkan luas DAS 887.93 km², bentuk DAS agak lonjong, indeks percangan sungai 21,49, pola aliran dendritik. km², kerapatan aliran 0,86 km/km2, panjang sungai utama 13.49 km, panjang sungai terpanjang 77,02 km, gradien sungai 8,06 %. Karakteristik morfologi : DAS Wai Ruata didominasi geologi PTRt, topografi miring (15-30%), tanah Typic Dystrudepts (Kambisol Distrik) dan penggunaan lahan hutan lahan kering sekunder. Curah hujan rencana probabilitas Gumbel, Log-Normal, dan Log Pearson III signifikan dapat digunakan selanjutnya untuk menghitung debit banjir rencana, sedangkan probabilitas normal tidak signifikan. Debit banjir rencana metode probabilitas Gumbel lebih disarankan untuk penentuan perencanaan banguna air dengan umur bangunan air 2 – 25 tahun, sedangkan jika umur bangunan air 50 – 100 tahun, maka metode yang disarankan adalah probabilitas Log-Normal, karena memiliki nilai debit banjir rencana yang lebih tinggi, sehingga bangunan air dapat bertahan. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Sarminingsih (2018), bahwa distribusi yang sesuai untuk penentuan rancangan bangunan air adalah Log Normal. Debit banjir rencana metode Log Normal, terbaik untuk periode ulang 50-100 tahun. Debit Rencana pada Periode Ulang 100 tahun sebesar 2475.17 m3/det) ternyata paling mendekati Q aktual (masyarakat) (2470.03 m3/det). Tinggi bangunan pengendali banjir (perencanaan bangunan air) di DAS Wai

e-ISSN : 2746 – 7155
p-ISSN : 1978 – 4996
®2024 Jurusan Kehutanan Universitas Pattimura

Ruata yang disarankan berdasarkan Q100 Log Normal (2475.17 m3/det), adalah adalah 2,50302 m, tergolong akurat, dan dapat bertahan sampai 100 tahun.

DAFTAR PUSTAKA

Agustriyanto D, Ahmad Zakaria, Siti Nurul Khotimah. 2020. Kinerja Metode Analysis Frekuensi Curah Hujan Harian Maksimum Menggunakan Korelasi. JRSDD, edisi maret 2020, vol. 8, no. 1, hal:147-156 (p-issn:2303-0011) (E-ISSN:2715-0690).

Ahmad A, Meutia Farida, Nirmala Juita. 2022. Analisis Spasial Tekstur Tanah Terhadap Penilaian Risiko Bencana Hidrometeorologi di Kecamatan Rumbia-Kelara, Kabupaten Jeneponto. JURNAL WILAYAH DAN LINGKUNGAN P-ISSN: 2338-1604 dan E-ISSN: 2407-8751 Volume 10 Nomor 1, April 2022, 42-54 http://dx.doi.org/10.14710/jwl.10.1.42-54

Dirjen PDASPS. 2013. Pedoman Identifikasi Karakteristik Daerah Aliran Sungai. Direktur Jenderal Bina Pengelolaan Daerah Aliran Sungai dan Perhutanan Sosial-Kementerian Kehutanan. No. P.3/V-SET/2013.

Hani F, Mohamad Sapari Dwi Hadian, Hendarmawan. 2021. Analisis Pengaruh Perubahan Lahan Terhadap Debit Banjir Pada Sub Das Cibeureum, Kawasan Bandung Utara. Jurnal Lingkungan dan Bencana Geologi. DOI: http://dx.doi.org/10.34126/jlbg.v12i1.33.

Heston, Y. P. 2015. Perubahan Iklim di Perkotaan. Yogyakarta, Diandracreative, 2015 x + 141 Hal; 14,5x20,5 cm ISBN: 978-602-336-066-6.

Lestari P, Sri Isworo Ediningsih, Lita Yulita Fitriyani. 2022. Efektivitas Manajemen Komunikasi Bencana Berbasis Website. LPPM UPN Veteran Yogyakarta

Mardeni, F., 2021. Pengaruh Perubahan Penggunaan Lahan Terdahap Perubahan Debit Puncak Banjir Di Sub DAS Sail. Tesis Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau. https://repository.uir.ac.id/9091/1/163410759.pdf.

Putranda Jovan. 2022. Debit Banjir Rencana Pada Das Citanduy Menggunakan Metode Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu, Hasper, Weduwen, Manonobe Dan Analisa Frekuensi. "Jurnal Konstruksia | Volume 14 Nomer 1.

Sarminingsih, A. 2018. Pemilihan Metode Analisis Debit Banjir Rancangan Embung Coyo Kabupaten Grobogan. Jurnal Presipitasi : Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan, Vol. 15 No.1 Maret 2018. ISSN 2550-0023

Septian A, Annisa Yulia Elvarani, Anisha Syafira Putri, Ikram Maulia, Ledia Damayanti, M. Zaki Pahlevi, Fatmawati Hajar Aswad. 2020. Identifikasi Zona Potensi Banjir Berbasis Sistem Informasi Geografis Menggunakan Metode Overlay dengan Scoring di Kabupaten Agam, Sumatera Barat. Jurnal Geosains dan Remote Sensing (JGRS) Vol 1 No 1 (2020) 11-22.

Sondak S.W, Hanny Tangkudung, Liany Hendratta. 2019. Analisis Debit Banjir Dan Tinggi Muka Air Sungai Girian Kota Bitung. Jurnal Sipil Statik Vol.7 No.8 Agustus 2019 (1049-1058) ISSN: 2337-6732.

Suryanti I, I Nyoman Harry Juliarthana, Komang Ayu Sari Galih, I Putu Wahyu Wedanta Pucangan. 2023. Kajian Topografi Dan Hidrologi Sempadan Sungai Tukad Oos Kabupaten Bangli-Gianyar. Jurnal Institut Teknologi Yogyakarta. Vol.6, No.1, 2023, pp.36-49.

Syafirina M. I. H, Jusfarida. 2021. Analisis Zona Rawan Banjir Berbasis Pemetaan Geologi Pada Wilayah Das Rejoso Dan Sekitarnya Di Kabupaten Pasuruan. SEMINAR Nasional Sains dan Teknologi Terapan IX 2021 ISSN 2685-6875 Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya ISSN 2685-6875

e-ISSN : 2746 – 7155
p-ISSN : 1978 – 4996
®2024 Jurusan Kehutanan Universitas Pattimura

Syofyan. Z. 2014. Karakteristik Distribusi Hujan Pada Stasiun Hujan Dalam Das Batang Anai Kabupaten Padang Pariaman Sumatera Barat", Jurnal Teknik Sipil Institut Teknologi Padang, 1(1), hlm. 57–66. doi: 10.21063/jts.2014.V101.057-66.

Upomo T.C. dan Rini Kusumawardani. 2016. Pemilihan Distribusi Probabilitas Pada Analisa Hujan Dengan Metode Goodness Of Fit Test. Jurnal Teknik Sipil & Perencanaan, Nomor 2 Volume 18 – Juli 2016, hal : 139 – 148.

e-ISSN : 2746 – 7155
p-ISSN : 1978 – 4996
®2024 Jurusan Kehutanan Universitas Pattimura