

Analisis Pengaruh Curve Number terhadap Debit Banjir Menggunakan Metode Pemodelan Hidrologi di DAS Juana

Analysis Curve Number Influence on Flood Discharge using Hydrological Modeling in Juana Watershed

Kresna Dwiki Komara¹, Endah Kurniyaningrum^{2*} , Astri Rinanti³ , Bambang Endro Yuwono⁴ ,

Darmawan Pontan⁵ 

^{1,2,3,4}Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Trisakti, Indonesia

¹151012200003@std.trisakti.ac.id, ²kurniyaningrum@trisakti.ac.id, ³astririnanti@trisakti.ac.id, ⁴bambang.endro@trisakti.ac.id

⁵darmawan@trisakti.ac.id

*Penulis Korespondensi

Artikel Info

Riwayat Artikel:

Penyerahan Juni 14, 2024

Revisi Juni 24, 2024

Diterima Januari 17, 2025

Diterbitkan Februari 12, 2025

Kata Kunci:

Curve Number (CN)

Debit Banjir

DAS Juana

Tutupan Lahan

Keywords:

Curve Number (CN)

Flood Discharge

Juana Watershed

Land Use



ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki pengaruh Curve Number (CN) terhadap debit banjir di DAS Juana. **Dengan menggunakan pendekatan studi kasus**, analisis dilakukan untuk memahami hubungan antara nilai CN dengan karakteristik hidrologis dan risiko banjir di wilayah tersebut. **Metode penelitian** melibatkan pemodelan hidrologi yang memperhitungkan nilai CN sebagai parameter kunci. Data spasial dan temporal tentang tutupan lahan, jenis tanah, dan vegetasi digunakan untuk menentukan nilai CN dalam berbagai skenario perubahan lahan. **Hasil kajian** yang diperoleh adalah adanya tren peningkatan nilai Curve Number pada 5 Sub DAS, penurunan nilai Curve Number pada 2 Sub DAS dan nilai Curve Number yang tetap pada 1 Sub DAS. Peningkatan nilai Curve Number terbesar terdapat pada Sub DAS Juana 2 sebesar (+) 0.935, sedangkan penurunan terbesar terdapat pada Sub DAS Gembong sebesar (-) 0.349. Peningkatan maupun penurunan nilai CN berbanding lurus dengan nilai Debit Banjir yang dihasilkan. **Temuan ini** memiliki implikasi penting untuk manajemen risiko bencana, perencanaan wilayah, dan pengembangan kebijakan yang berkelanjutan di DAS Juana dan wilayah serupa di seluruh dunia. Dengan memahami lebih dalam pengaruh CN terhadap debit banjir, langkah-langkah mitigasi yang lebih efektif dapat dirancang untuk melindungi masyarakat dan ekosistem yang rentan terhadap ancaman banjir.

Ini adalah artikel akses terbuka di bawah [CC BY 4.0](#) license.



ABSTRACT

This research aims to investigate the effect of Curve Number (CN) on flood discharge in the Juana watershed. **Using a case study approach**, analysis was carried out to understand the relationship between CN values and hydrological characteristics and flood risk in the region. **The research method** involves hydrological modeling which takes into account the CN value as a key parameter. Spatial and temporal data on land cover, soil type and vegetation are used to determine CN values in various land change scenarios. **The study results** indicate a trend of increasing Curve Number (CN) values in 5 Subwatersheds, a decrease in 2 Subwatersheds, and no change in 1 Subwatershed. The highest increase in CN value was observed in the Juana 2 Subwatershed, with an increase of (+) 0.935, while the largest decrease was found in the Gembong Subwatershed, with a decrease of (-) 0.349. Both the increase and decrease in CN values are directly proportional to the resulting flood discharge. **These findings** have important implications for disaster risk management, regional planning, and

sustainable policy development in the Juana River Basin and similar regions worldwide. By understanding more deeply the influence of CN on flood discharge, more effective mitigation measures can be designed to protect communities and ecosystems that are vulnerable to flood threats.

Ini adalah artikel akses terbuka di bawah [CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) license.



DOI: <https://doi.org/10.33050/tmj.v9i3.2296>

Ini adalah artikel akses terbuka di bawah CC-BY license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

©Penulis memegang semua hak cipta

1. PENDAHULUAN

Banjir merupakan bencana dengan frekuensi terbanyak di Indonesia dengan 1531 kejadian (BNPB, 2023) [1]. Banjir memicu rusaknya infrastruktur, terancamnya nyawa makhluk hidup dan mengakibatkan krisis ekonomi [2]. Banjir terjadi hampir di seluruh wilayah Indonesia salah satunya di Provinsi Jawa Tengah [3]. Provinsi Jawa Tengah memiliki wilayah Sungai yang bernama Jratunseluna [4]. Wilayah sungai ini berada di bawah pengelolaan Balai Besar Wilayah Sungai Pemali Juana [5]. Wilayah Sungai Jratunseluna terdiri dari 6 sungai besar yaitu Sungai Jragung, Sungai Tuntang, Sungai Serang, Sungai Serang lama (disebut juga sungai Wulan), Sungai Lusi dan Sungai Juana [6]. Ditinjau dari lokasi yang berdekatan maka nomenklatur yang digunakan adalah Jratun yang terdiri dari Sungai Jragung dan Tuntang sedangkan Seluna yang terdiri dari sungai Serang, Wulan, Lusi dan Juana [7]. Pembahasan tesis ini akan difokuskan pada sungai Juana [8]. Pada tahun 1891, Pemerintah Hindia Belanda membuat daerah Juana sebagai daerah retensi banjir [9]. Masterplan studi ini adalah mengalirkan air Sungai Serang Lama (Wulan) dengan membangun tanggul yang lebih rendah pada sebelah kanan sehingga aliran banjir melimpas ke daerah Juana, menjadikan daerah ini sebagai daerah pengendapan (Colmatation) [10]. Dengan adanya program Kolmatasi Daerah Aliran Sungai Juana menjadi daerah pertanian yang subur dan menjadikan kawasan ini salah satu lumbung padi nasional [11]. Sebagai lumbung padi nasional daerah aliran sungai Juana didominasi oleh areal pesawahan [12].

Bencana banjir yang terjadi pada daerah aliran sungai Juana terjadi setiap tahun terutama pada musim penghujan dan mengalami puncaknya pada medio Desember sampai Maret [13]. Genangan banjir yang meluap memasuki rumah warga, merendam persawahan yang baru saja ditanami dan melumpuhkan aktivitas masyarakat yang terdampak [14]. Beberapa kejadian banjir yang tercatat dalam redaksional surat kabar adalah sebagai berikut:

1. Maret 2023, air genangan banjir setinggi 70 cm masih menggenangi 42 desa pada 6 Kecamatan di Kabupaten Kudus dan 1 Kecamatan di Kabupaten Pati. <https://pusatkrisis.kemkes.go.id/Banjir-di-PATI-JAWA-TENGAH-04-03-2023-19>.
2. Desember 2022, banjir menggenangi 6 Kecamatan yaitu Winong, Tambakromo, Gabus, Juwana, Jakenan dan Sukolilo, mengakibatkan tergerusnya 2 jembatan, 2 korban jiwa, 212 unit rumah rusak sedang, 417 rumah rusak ringan, 12 ternak warga (kambing).

Sungai Juana adalah salah satu dari 4 Sungai utama yang membentuk satu sistem sungai yang disebut Seluna (Serang – Wulan – Lusi – Juana). Sungai Juana melintasi 2 Kabupaten yaitu Kabupaten Kudus dan Kabupaten Pati di Provinsi Jawa Tengah dengan panjang sungai 63 Kilometer [15]. Hulu sungai Juana adalah Pintu Wilalung, sedangkan hilir sungai mengalir langsung ke arah muara menuju Pantai Utara Jawa [16]. Sungai Juana menampung air dari anak anak sungai yang tersebar dari Hulu sampai Hilir [17]. Anak anak sungai Juana berhulu dari Pegunungan Muria di Utara dan Pegunungan Kendeng di bagian Selatan [18, 19]. Curah hujan rerata berkisar antara 750 mm – 1750 mm (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2016) [20]. Kondisi Topografi daerah aliran sungai Juana memiliki elevasi 90 mdpl yang termasuk daerah dataran rendah dan memiliki kemiringan (slope) yang cenderung datar sehingga kecepatan aliran relative kecil [21]. Kondisi DAS berpengaruh atas limpasan permukaan yang terjadi [22]. Pada siklus hidrologi air hujan yang turun ke permukaan jatuh ke tanah kemudian terserap mengalir ke pori – pori tanah serta daerah yang lebih rendah [23]. Apabila kondisi ini telah terpenuhi, maka air hujan yang masih turun akan mengalir langsung di

atas permukaan tanah maupun tersimpan pada suatu cekungan maupun teralirkan ke daerah lain dalam suatu saluran [24]. Jika hujan terjadi dalam intensitas tinggi dan waktu yang lama serta tanah dan saluran tidak dapat mendistribusikan air hujan maka dapat mengakibatkan suatu fenomena yang disebut banjir [25]. Sehingga dapat dikatakan bahwa tutupan lahan berpengaruh terhadap debit limpasan yang harus ditanggung oleh sistem drainase dalam suatu DAS [26]. Klasifikasi tutupan lahan yang berpengaruh besar proses terjadinya limpasan permukaan adalah vegetasi [27]. Vegetasi sebagai salah satu klasifikasi tutupan lahan berpengaruh terhadap air limpasan. Dimana, vegetasi dapat memperlambat jalannya air dan memperbesar volume air yang tertahan di atas permukaan tanah (surface detention).

2. PERMASALAHAN

Dalam konteks penelitian ini, terdapat dua permasalahan sentral yang memerlukan pemahaman mendalam terkait perubahan lahan, nilai Curve Number (CN), dan dampaknya terhadap debit banjir. Pertama, akan dilakukan analisis terhadap tren perubahan lahan di wilayah studi. Ini mencakup pemetaan perubahan dari lahan pertanian ke perkotaan, transformasi dari kawasan hutan menjadi lahan pertanian, atau bahkan perubahan lainnya [28]. Fokus akan diberikan pada pemahaman bagaimana transisi ini mempengaruhi parameter-parameter kunci yang digunakan dalam menentukan nilai CN, seperti karakteristik tanah, vegetasi, dan tutupan lahan. Selain itu, penelitian akan menyelidiki apakah ada perubahan signifikan dalam distribusi dan nilai CN di wilayah tersebut seiring dengan perubahan lahan yang diamati [29]. Hal ini akan memberikan pemahaman yang lebih baik tentang bagaimana dinamika lingkungan memengaruhi parameter hidrologis kunci seperti CN [30].

Kedua, penelitian akan mengeksplorasi hubungan antara nilai CN dengan karakteristik hidrologis, terutama dalam konteks debit banjir [31]. Penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa nilai CN memiliki dampak yang signifikan pada kemampuan lahan dalam menyerap air tanah dan mengatur aliran permukaan [32]. Oleh karena itu, penelitian ini akan menyelidiki korelasi antara nilai CN dengan frekuensi dan intensitas banjir yang terjadi di wilayah studi. Analisis ini akan membantu dalam memahami sejauh mana perubahan nilai CN mempengaruhi perilaku hidrologis wilayah tersebut dan bagaimana hal itu dapat berdampak pada risiko banjir. Selain itu, dengan menggunakan nilai CN yang berbeda dalam model hidrologi, penelitian ini juga akan mengevaluasi dampaknya terhadap perkiraan debit banjir. Mengintegrasikan pertimbangan ekonomi dan sosial dalam strategi mitigasi banjir sangat penting untuk menangani dampak yang lebih luas dari banjir terhadap komunitas lokal. Secara ekonomi, banjir yang sering terjadi menyebabkan kerugian besar, termasuk kerusakan infrastruktur, penurunan produktivitas pertanian, dan peningkatan biaya pemulihan. Secara sosial, banjir mengganggu kehidupan sehari-hari, membuat penduduk kehilangan tempat tinggal, dan menimbulkan risiko kesehatan masyarakat. Penerapan kebijakan penggunaan lahan yang terarah, seperti memberi insentif pada pertanian berkelanjutan dan melindungi area hutan, tidak hanya dapat mengurangi risiko banjir tetapi juga meningkatkan ketahanan komunitas. Misalnya, subsidi keuangan bagi petani yang beralih ke praktik berkelanjutan atau program reforestasi berbasis komunitas dapat menyeimbangkan manfaat ekologis dan ekonomi. Pendekatan ini memastikan bahwa upaya mitigasi banjir sejalan dengan realitas sosial dan ekonomi wilayah yang terdampak.

Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang komprehensif tentang interaksi kompleks antara perubahan lahan, nilai CN, dan perilaku hidrologis, dengan implikasi yang signifikan untuk manajemen risiko banjir, keberlanjutan lingkungan, dan pengembangan kebijakan yang berkelanjutan. Meskipun telah banyak penelitian tentang pemodelan hidrologi, penelitian sebelumnya sering kali kurang memberikan analisis mendalam mengenai bagaimana perubahan spesifik dalam tata guna lahan mempengaruhi variasi Curve Number (CN) dan dampaknya terhadap debit banjir. Sebagian besar penelitian terdahulu hanya menggunakan simulasi hidrologi secara umum tanpa mempertimbangkan data tata guna lahan yang lebih rinci serta faktor lingkungan yang dinamis. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengisi celah tersebut dengan mengintegrasikan pemetaan tata guna lahan beresolusi tinggi dengan pemodelan hidrologi berbasis CN guna memberikan pemahaman yang lebih akurat terhadap perilaku limpasan di DAS Juana.

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh transformasi tata guna lahan terhadap perubahan nilai CN serta dampaknya terhadap risiko banjir menggunakan simulasi hidrologi yang lebih canggih. Penelitian ini menerapkan model HEC-HMS, sebuah perangkat pemodelan hidrologi state-of-the-art, yang mampu mengevaluasi berbagai skenario perubahan lahan dan memproyeksikan dampaknya terhadap debit banjir. Dengan demikian, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar ilmiah dalam

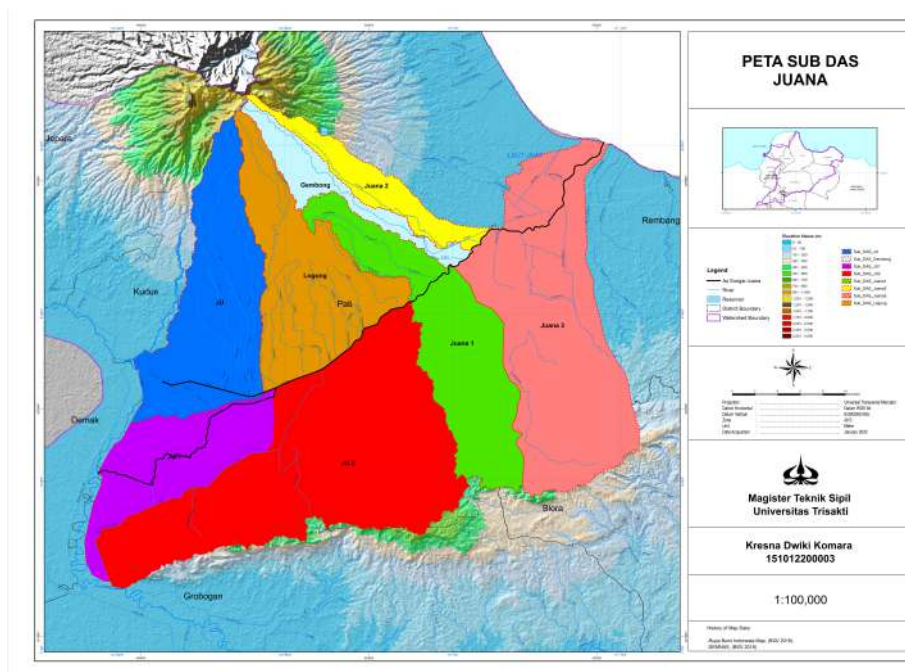
peningkatan strategi mitigasi banjir serta perumusan kebijakan tata guna lahan yang lebih berkelanjutan.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian menggunakan analisis spasial untuk menentukan nilai Curve Number pada dua tahun amatan yaitu 2013 dan 2018. Nilai CN 2013 dan 2018 digunakan untuk analisis debit banjir menggunakan metode SCS – CN.

3.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini berada pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Juana yang terletak pada 2 Kabupaten yaitu Kabupaten Kudus dan Kabupaten Pati, Provinsi Jawa Tengah. Daerah Aliran Sungai Juana mempunyai luas areal 1282.14 Km² dan terbagi menjadi 8 Sub DAS. Kedelapan Sub DAS ini adalah JU, JU-1, JU-2, Juana 1, Juana 2, Juana 3, Logung dan Gembong. Kabupaten Pati mendominasi DAS Juana dengan 91.71%, sedangkan Kabupaten Kudus memiliki 8.29% luas area pada DAS Juana.



Gambar 1. Peta Sub DAS Juana

Gambar 1 menunjukkan peta Sub DAS Juana yang terletak di Jawa Tengah, mencakup berbagai wilayah dengan perbedaan elevasi dan batas administratif. Sub DAS ini termasuk dalam kategori iklim tropis basah, dengan suhu udara rata-rata berkisar antara 21,7°C hingga 35,8°C dan kelembaban udara rata-rata dalam kisaran 63%–99%. Sementara itu, di wilayah selatan Jawa Tengah, suhu udara rata-rata berada dalam kisaran 19,4°C–31,3°C, dengan kelembaban udara antara 74,6%–99,1%.

Selain itu, peta ini menampilkan pembagian wilayah Sub DAS Juana yang terdiri dari beberapa bagian utama, seperti Juana 1, Juana 2, dan Juana 3, yang masing-masing ditandai dengan warna berbeda. Selain itu, peta ini menunjukkan aliran utama Sungai Juana, batas daerah administrasi, serta lokasi waduk dan sungai yang berperan penting dalam sistem hidrologi kawasan tersebut. Informasi ini dapat digunakan untuk menganalisis pola aliran air, pengelolaan sumber daya air, serta mitigasi risiko banjir dan kekeringan di wilayah Sub DAS Juana.

Selain aspek hidrologi, kondisi geomorfologi Sub DAS Juana juga berperan penting dalam pengelolaan sumber daya air di kawasan ini. Wilayah ini memiliki variasi topografi yang mencakup dataran rendah hingga perbukitan, yang memengaruhi pola aliran sungai serta potensi erosi tanah. Faktor-faktor seperti jenis tanah, tutupan lahan, dan kemiringan lereng turut menentukan kapasitas infiltrasi air hujan, yang pada akhirnya berdampak pada risiko banjir atau kekeringan. Dengan memahami karakteristik geomorfologi ini,

strategi konservasi tanah dan air dapat dirancang secara lebih efektif guna menjaga keseimbangan ekosistem dan keberlanjutan sumber daya air di Sub DAS Juana.



Gambar 2. Alur Sungai Juana Meliputi Hulu dan Hilir Sungai
Sumber: Foto Udara Survey Lidar KEMENPUPR

Sungai Juana merupakan Sungai utama pada DAS Juana. Sungai ini berada pada wilayah Administratif Kabupaten Pati dan Kabupaten Kudus Provinsi Jawa Tengah. DAS Juwana secara geografis terletak pada $06^{\circ}36'46''$ LS dan $06^{\circ}59'27''$ LU dan antara $110^{\circ}46'44''$ BT dan $111^{\circ}14'47''$ BT. Hulu Sungai adalah Pintu Wilalung di Kudus dan Hilir nya berada pada pantai utara pulau Jawa mengarah langsung ke laut Jawa. Alur sungai dari hulu sampai hilir dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 3. Peta Topografi Wilayah Sungai Jratunseluna
Sumber: RPSDA Jratunseluna (2016)

Kondisi Topografi pada Wilayah Sungai Jratunseluna secara keseluruhan bervariasi dari 0 -250, 250-500, 500 -1.000, 1.000-1.750, 1.750-2.500, 2.500 – 3.465 mdpl (meter diatas permukaan laut). Namun untuk kawasan DAS Juana memiliki elevasi 0-250 mdpl, sedangkan untuk Pegunungan Kendeng di Selatan 250-500 mdpl dan pegunungan Muria 250 – 500, 500- 1000, dan 1.000-1.750 mdpl. Sedangkan DAS Juana sendiri didominasi oleh dataran rendah yang dikelilingi dataran tinggi. Peta Topografi DAS Juana dapat dilihat pada gambar 3.

3.2. Tahapan Pelaksanaan Penelitian

Tujuan akhir dari penelitian ini adalah memberikan konsep penatagunaan lahan untuk mengurangi debit banjir dan memberikan gambaran visual genangan banjir yang terjadi pada kondisi masa depan ditinjau dari peramalan curah hujan dan tata guna lahan di masa depan. Untuk mencapai tujuan tersebut, dibutuhkan beberapa tahapan penelitian yaitu :

1. Tahap pertama : Perumusan Masalah

Melakukan identifikasi masalah banjir dan memahami alasan terjadinya banjir. Selanjutnya dilihat faktor atau komponen yang terkait dalam hal terjadinya banjir yaitu data curah hujan dari stasiun hujan pada DAS yang diteliti, Sungai utama dan anak – anak sungai yang menyusun DAS Juana, Curve Number komposit yang ditinjau dari tata guna lahan dan jenis tanah pada masing-masing sub DAS. Tata guna lahan atau tutupan lahan serta kondisi rupa bumi DAS Juana untuk menghitung waktu konsentrasi atau Lag Time. Permasalahan yang dibahas adalah menganalisis pengaruh tata guna lahan terhadap debit banjir yang tercipta pada masing-masing Sub DAS pada kondisi saat ini maupun peramalan masa depan. Selanjutnya dilakukan skenario dalam mengurangi debit banjir yang tercipta pada masing-masing sub DAS atau setidaknya menahan dalam waktu tertentu air pada suatu sub das sehingga sungai utama masih memiliki waktu dalam mengalirkan kelebihan air dari sub das lain.

2. Tahap kedua : Studi Literatur

Pada tahap kedua dilakukan pengumpulan informasi yang berkaitan dengan studi. Informasi berupa studi yang pernah dikerjakan, buku rujukan dalam melakukan analisa hujan rencana, ketentuan kemiringan lahan, penentuan koefisien koefisien terkait serta kajian yang berkaitan dengan tata guna lahan dalam penanganan banjir. Selain berfungsi untuk mengidentifikasi metode yang akan dilaksanakan, studi literatur juga dilakukan untuk mencari batasan masalah dalam analisa yang dilakukan.

3. Tahap ketiga : Pengumpulan Data dan Penyusunan Metodologi Penelitian

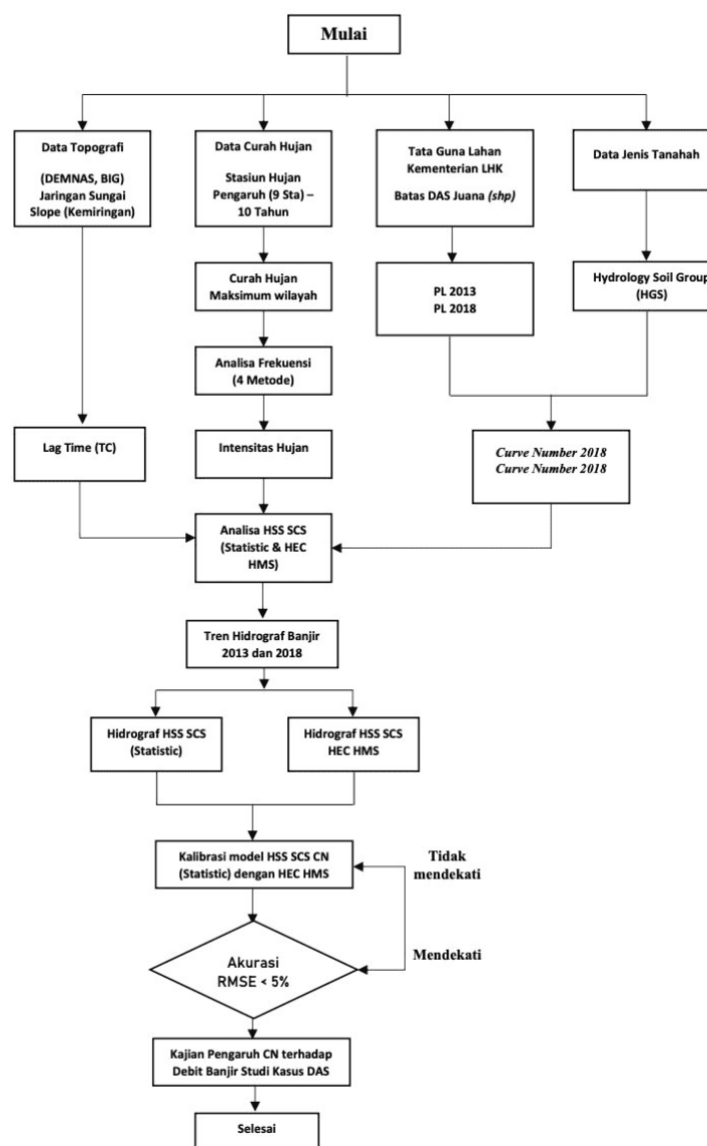
Data adalah aspek penting dalam penelitian, khususnya penelitian yang menggambarkan kondisi nyata. Oleh karena itu, data yang diakuisisi harus berasal dari lembaga resmi dan kredibel. Beberapa data yang diakuisisi adalah data rupabumi atau kontur lokasi studi, data curah hujan, data tata guna lahan kondisi eksisting, rencana tata ruang dan wilayah, dan jenis tanah. Selanjutnya, dilakukan penyusunan metodologi dengan menyusun tata cara penelitian dalam pengolahan data dengan tujuan akhir menjawab rumusan masalah yang telah ditetapkan.

4. Tahap keempat : Analisa dan Pembahasan

Pada tahap ini dipaparkan gambaran dan karakteristik wilayah studi, melakukan dan memaparkan hasil perhitungan curah hujan maksimum wilayah, melakukan peramalan tata guna lahan di masa depan dengan tujuan memberikan suatu early warning sebagai gambaran kepada pemangku kepentingan baik itu Pemerintah ataupun masyarakat akan bahaya banjir yang dapat terjadi di masa depan berkaitan dengan tata guna lahan. Peramalan tata guna lahan nantinya akan menghasilkan produk CN komposit, sama halnya dengan yang dilakukan pada kondisi ekisting. Dimana nilai ini akan dianalisa pada program HEC HMS untuk mengetahui hasil debit yang tercipta pada masing masing sub DAS. Sehingga dapat diambil kesimpulan sementara bahwa debit banjir yang tercipta pada masing-masing Sub DAS sebenarnya dapat diatur dengan setting tata guna lahan. Selanjutnya data debit hasil HEC HMS akan dianalisa menggunakan program HEC RAS dengan output peta genangan banjir untuk menggambarkan dan membandingkan banjir yang tercipta pada sungai utama.

5. Tahap kelima : Penarikan Kesimpulan

Dari tahap kesatu sampai tahap keempat telah dilakukan analisis. Dari analisis yang telah dilakukan dapat ditarik beberapa hasil yang direkapitulasi dalam bentuk kesimpulan penelitian. Dalam tahap kesimpulan, diharapkan dapat mencapai tujuan dan menjawab rumusan masalah yang telah ditetapkan. Adapun diagram alir dari penelitian digambarkan pada gambar 4.



Gambar 4. Bagan Alir Penelitian

Gambar 4 menunjukkan bagan alir penelitian yang menggambarkan alur kerja dalam analisis hidrologi untuk memahami tren banjir berdasarkan perubahan tata guna lahan dan kondisi hidrologi di Sub DAS Juana. Proses ini diawali dengan pengumpulan data topografi, curah hujan, tata guna lahan, dan jenis tanah, yang kemudian diolah untuk menentukan parameter hidrologi utama seperti lag time (TC), intensitas hujan, dan Curve Number (CN). Data curah hujan yang dikumpulkan dari sembilan stasiun selama sepuluh tahun dianalisis menggunakan empat metode analisis frekuensi untuk menentukan intensitas hujan yang digunakan dalam pemodelan hidrograf HSS SCS.

Setelah memperoleh tren hidrograf banjir pada tahun 2013 dan 2018, dilakukan pemodelan menggunakan metode statistik dan perangkat lunak HEC HMS. Hidrograf yang dihasilkan kemudian dikalibrasi untuk mengevaluasi akurasi model dengan kriteria $RMSE > 5\%$. Jika hasil simulasi tidak mendekati, model perlu disesuaikan kembali, sementara jika hasilnya sesuai, penelitian berlanjut ke tahap analisis pengaruh Curve Number terhadap debit banjir sebagai studi kasus DAS. Gambar 4 ini memberikan gambaran sistematis mengenai metodologi penelitian yang digunakan untuk memahami hubungan antara tata guna lahan dan risiko banjir di wilayah studi.

3.3. Metode Pengumpulan Data

Data yang didapatkan berasal dari instansi-instansi serta alamat website dari Badan atau Lembaga terkait, seperti Balai Besar Wilayah Sungai, Dinas PU Cipta Karya dan Tata Ruang Kabupaten, Badan Informasi Geospasial dan USGS. Data spasial adalah data yang memiliki referensi ruang kebumihan (georeference) di mana berbagai data atribut terletak dalam berbagai unit spasial. Data spasial digunakan dalam pemetaan digital dan Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk perencanaan pembangunan, pengelolaan sumber daya alam, analisis spasial, dan banyak lagi.

1. Data Spasial

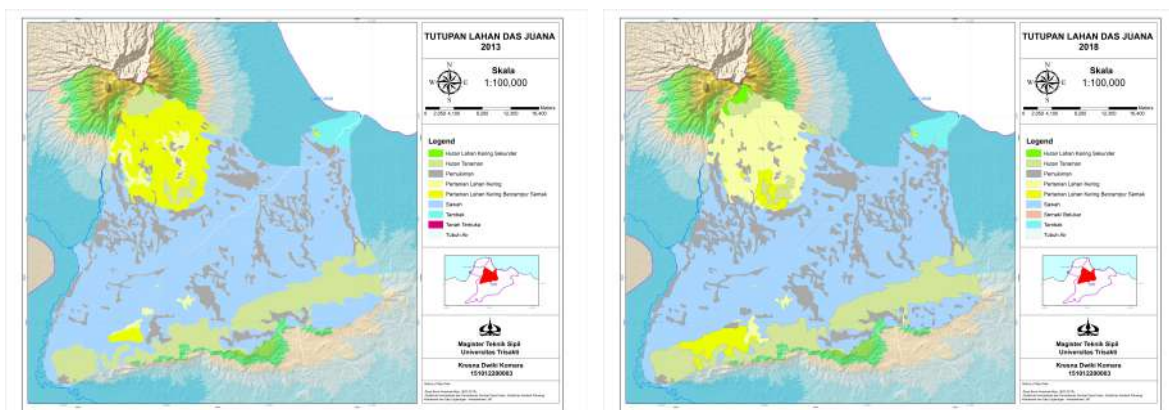
Data spasial dapat berupa data vektor (polygon, line, point) atau data raster. Data spasial yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah :

- Citra Satelit LANDSAT dari USGS United States Geological Survey yang bekerja sama dengan NASA (<https://earthexplorer.usgs.gov/>). Peta ini dipakai untuk mengidentifikasi tata guna lahan 2009 dan 2018. Hal ini dilakukan untuk melihat tren perubahan tata guna lahan sehingga bersifat time series.
- Peta jenis tanah dari peta tata guna lahan pada 2 Kabupaten yang merupakan penyusun DAS Juana yaitu Kudus dan Pati. Peta Jenis tanah dikeluarkan satu produk dengan peta tata guna lahan pada Rencana Tata Ruang dan Wilayah. Data ini diakuisisi dari Dinas Tata Ruang dan Perencanaan masing-masing Kabupaten.
- DEM (Digital Elevation Model) yang diakuisisi dari <https://tanahair.indonesia.go.id/> sebagai website resmi Badan Informasi Geospasial Republik Indonesia.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Tutupan Lahan DAS Juana

Klasifikasi tutupan lahan berdasarkan Kementerian Kehutanan dan Lingkungan Hidup pada DAS Juana adalah Hutan Lahan Kering Sekunder, Hutan Tanaman, Pemukiman, Pertanian Lahan Kering, Pertanian Lahan Kering Bercampur Semak, Sawah, Tambak, Tanah Terbuka dan Tubuh Air. Tutupan Lahan DAS Juana pada tahun 2013 dan 2018 dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Tutupan lahan DAS Juana Tahun 2013 dan 2018

Perubahan tutupan lahan yang terjadi antara tahun 2013 dan 2018 menunjukkan adanya dinamika pemanfaatan lahan di DAS Juana. Berdasarkan klasifikasi dari Kementerian Kehutanan dan Lingkungan Hidup, beberapa kategori mengalami peningkatan luasan, seperti pertanian lahan kering dan pemukiman, yang mencerminkan adanya ekspansi wilayah hunian dan aktivitas pertanian. Sebaliknya, beberapa kategori seperti sawah dan pertanian lahan kering bercampur semak mengalami penurunan luas, yang dapat disebabkan oleh alih fungsi lahan untuk keperluan lain, seperti pengembangan infrastruktur atau perubahan pola penggunaan lahan oleh masyarakat. Perubahan ini menunjukkan bahwa faktor sosial, ekonomi, dan kebijakan tata ruang memiliki peran penting dalam menentukan dinamika penggunaan lahan di DAS Juana, yang pada akhirnya dapat mempengaruhi keseimbangan lingkungan dan keberlanjutan sumber daya alam di wilayah tersebut.

Tabel 1. Tata Guna Lahan DAS Juana 2013

No	Tata Guna Lahan	Luasan (KM)
1	Hutan Lahan Kering Sekunder	1.055
2	Hutan Tanaman	191.313
3	Pemukiman	183.554
4	Pertanian Lahan Kering	26.407
5	Pertanian Lahan Kering Bercampur Semak	137.404
6	Sawah	717.075
7	Tambak	22.671
8	Semak/ Belukar	0.024

Tabel 1 menunjukkan data tata guna lahan di DAS Juana pada tahun 2013, yang mencerminkan distribusi penggunaan lahan di wilayah tersebut. Dari tabel ini, terlihat bahwa penggunaan lahan terbesar adalah untuk sawah, yang mencakup 717,075 km², diikuti oleh hutan tanaman seluas 191,313 km² dan pemukiman sebesar 183,554 km². Lahan pertanian kering dan lahan pertanian bercampur semak juga memiliki luasan yang cukup besar, masing-masing sebesar 26,407 km² dan 137,404 km². Sementara itu, kategori lainnya seperti hutan lahan kering sekunder, tambak, serta semak/belukar memiliki luasan yang lebih kecil, dengan semak/belukar sebagai kategori paling sedikit, hanya 0,024 km².

Distribusi tata guna lahan di DAS Juana pada tahun 2013 mencerminkan dominasi aktivitas pertanian dan pemukiman dalam penggunaan lahan. Luasan sawah yang terbesar menunjukkan bahwa sektor pertanian, khususnya persawahan, merupakan aktivitas utama di wilayah ini, yang kemungkinan besar bergantung pada sistem irigasi dan kondisi hidrologi setempat. Sementara itu, luasnya hutan tanaman dan pertanian lahan kering bercampur semak menunjukkan adanya kawasan yang masih mempertahankan fungsi ekologisnya, seperti penyimpanan air tanah dan pencegahan erosi. Namun, keberadaan kategori lahan dengan luas yang sangat kecil, seperti semak/belukar, dapat mengindikasikan bahwa sebagian besar lahan telah mengalami perubahan fungsi, yang dalam jangka panjang dapat mempengaruhi keseimbangan ekosistem dan pola aliran air di DAS Juana.

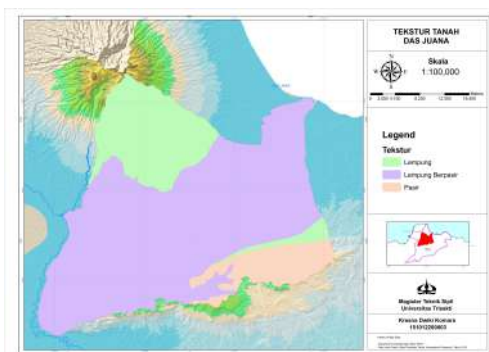
Tabel 2. Tata Guna Lahan DAS Juana 2018

No	Tata Guna Lahan	Luasan (KM)
1	Hutan Lahan Kering Sekunder	5.750
2	Hutan Tanaman	186.359
3	Pemukiman	195.053
4	Pertanian Lahan Kering	144.380
5	Pertanian Lahan Kering Bercampur Semak	40.416
6	Sawah	684.649
7	Tambak	0.261
8	Semak/ Belukar	22.734
9	Tubuh Air	2.450

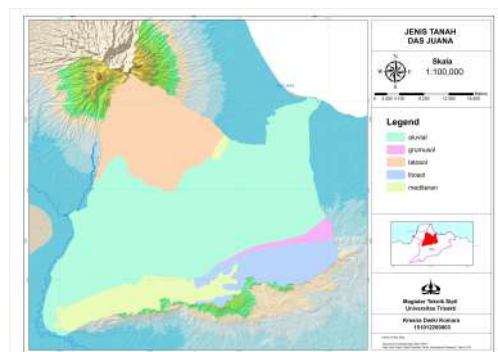
Tabel 2 menyajikan perubahan tata guna lahan di DAS Juana pada tahun 2018, menunjukkan adanya pergeseran signifikan dalam beberapa kategori. Luasan sawah mengalami sedikit penurunan menjadi 684,649 km², sementara pemukiman mengalami peningkatan menjadi 186,359 km². Perubahan terbesar terlihat pada pertanian lahan kering yang mengalami peningkatan drastis dari 26,407 km² pada tahun 2013 menjadi 144,380 km² pada tahun 2018, sementara lahan pertanian bercampur semak berkurang cukup drastis menjadi 40,416 km². Selain itu, terdapat kategori baru yang muncul pada tahun 2018, yaitu tubuh air dengan luas 2,450 km², menunjukkan kemungkinan adanya pembangunan waduk atau pengembangan daerah perairan lainnya. Perubahan ini mencerminkan dinamika tata guna lahan yang dapat memengaruhi kondisi hidrologi di DAS Juana.

Berdasarkan Badan Penelitian Tanah Kementerian Pertanian (2010) jenis tanah yang terdapat pada DAS Juana adalah Aluvial, Andosol, Grumusol, Latosol, Litosol, Mediteran, Podsolik dan Regosol sedangkan Tekstur tanah yang dimiliki DAS Juana yaitu lempung berpasir, pasir, dan lempung. Sebaran jenis tanah dan tekstur tanah dapat dilihat pada Gambar 6 dan 7 di bawah ini. Sedangkan berdasarkan Tutupan lahan DAS Juana kemudian dioverlay dengan data tekstur tanah sehingga diperoleh nilai CN pada masing-masing Sub

DAS. Selanjutnya dilakukan kalkulasi nilai curve number rata-rata pada masing-masing Sub DAS untuk kedua tahun pengamatan.



Gambar 6. Tekstur tanah DAS Juana



Gambar 7. Jenis tanah DAS Juana

Karakteristik tanah di DAS Juana memiliki peran penting dalam menentukan kapasitas infiltrasi air, erosi, serta ketersediaan air tanah di wilayah tersebut. Keberagaman jenis tanah seperti Aluvial dan Latosol menunjukkan adanya variasi dalam kesuburan tanah serta kemampuannya dalam mendukung aktivitas pertanian dan vegetasi alami. Selain itu, tekstur tanah yang didominasi oleh lempung berpasir dan pasir memberikan indikasi terhadap potensi drainase serta daya serap tanah terhadap air hujan.

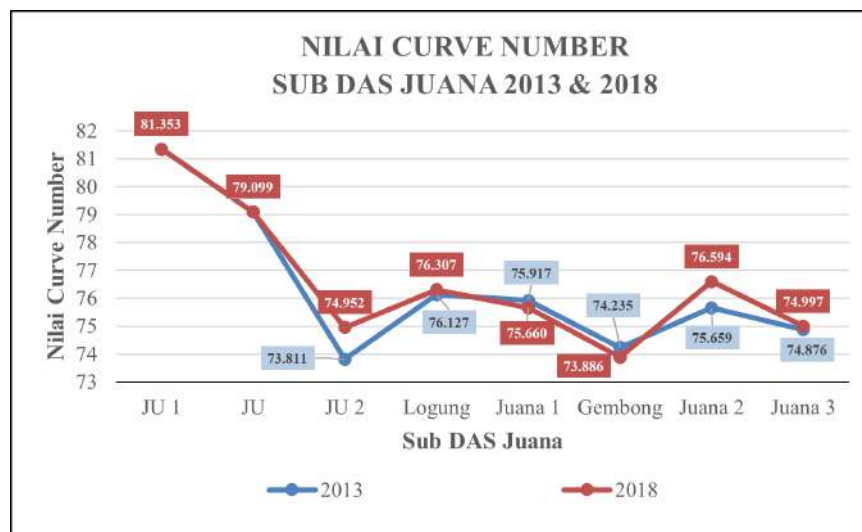
Analisis lebih lanjut terhadap tutupan lahan dan tekstur tanah melalui proses overlay memungkinkan diperolehnya informasi mengenai nilai Curve Number (CN) yang merepresentasikan tingkat aliran permukaan di masing-masing Sub DAS. Nilai CN ini menjadi parameter kunci dalam evaluasi hidrologi karena dapat digunakan untuk mengestimasi limpasan air hujan serta efektivitas infiltrasi tanah. Dengan membandingkan nilai CN pada dua periode pengamatan, dapat dianalisis perubahan karakteristik hidrologi DAS Juana seiring dengan perubahan penggunaan lahan dan kondisi tanah yang terjadi.

Tutupan lahan DAS Juana kemudian dioverlay dengan jenis tanah dari Kementerian Pertanian sehingga diperoleh tutupan lahan dan jenis tanah serta kemampuan tanah dalam meresapkan air (Hydrologic Soil Group) pada setiap tutupan lahan untuk masing-masing sub DAS pada DAS Juana. Nilai CN pada tahun 2013 dan 2018 pada masing-masing sub DAS dapat dilihat pada Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3. Perbandingan Hasil Analisis

NO	NAMA SUB DAS	NILAI CN		Selisih Nilai CN	HEC HMS Trial 3		Selisih Debit (M ³ /det)
		2013	2018		2013 (M ³ /dt)	2018 (M ³ /dt)	
1	JU 1	81.353	81.353	0.00	85.600	85.600	0.00
2	JU	79.097	79.099	0.00	1193.500	1193.500	0.00
3	JU 2	73.811	74.952	1.14	61.700	81.600	19.90
4	Logung	76.127	76.307	0.18	581.800	582.800	1.00
5	Juana 1	75.917	75.660	-0.26	113.900	106.300	-7.60
6	Gembong	74.235	73.886	-0.35	106.500	106.200	-0.30
7	Juana 2	75.659	76.594	0.94	152.900	154.500	1.60
8	Juana 3	74.876	74.997	0.12	161.400	161.700	0.30

Berdasarkan analisis tutupan lahan pada DAS Juana, selama kurun waktu 5 tahun yaitu tahun 2013 sampai 2018 terjadi perubahan nilai Curve Number (kemampuan lahan dalam meresapkan air) sebagai akibat dari perubahan tutupan lahan. Tren yang terjadi yaitu peningkatan nilai CN pada 5 Sub DAS, penurunan nilai CN pada 2 Sub DAS dan nilai CN yang setara (stagnan) pada 1 Sub DAS. Tren nilai Curve Number ditampilkan dalam grafik perbandingan nilai CN pada gambar 8. Peningkatan terbesar terjadi pada Sub DAS Juana 2 sebesar (+) 0.935, sedangkan penurunan terbesar terjadi pada sub DAS Gembong sebesar (-) 0.349. Sub DAS JU-1 dan JU-2 memiliki nilai CN yang tetap.



Gambar 8. Nilai Curve Number Sub DAS Juana 2013 dan 2018

Hasil analisis tata guna lahan berupa nilai CN pada 8 Sub Das digunakan pada permodelan hidrologi menggunakan metode SCS CN dengan HEC HMS yang dikalibrasi dengan perhitungan HSS SCS (Statistik) dan didapatkan bahwa 4 Sub DAS yaitu JU2, Logung, Juana 2, dan Juana 3 mengalami kenaikan debit banjir, sedangkan 2 Sub DAS yaitu Juana 1 dan Gembong mengalami penurunan puncak debit banjir serta 2 sub DAS yaitu JU 1 dan JU tidak mengalami penurunan maupun peningkatan puncak debit banjir. Peningkatan puncak debit banjir pada 4 Sub DAS dan penurunan puncak banjir pada 2 Sub DAS adalah linear atau berbanding lurus dengan nilai kenaikan maupun penurunan nilai Curve Number. Sedangkan 1 Sub DAS yaitu JU tidak mengalami kenaikan debit banjir. Kenaikan nilai CN yang tidak signifikan (0.002) berimbaskan kepada nilai debit banjir yang tetap atau stagnan.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis tata guna lahan yang dilakukan pada rentang waktu 5 tahun yaitu 2013 sampai 2018 didapatkan suatu tren yaitu peningkatan nilai CN pada 5 Sub DAS, penurunan nilai CN pada 1 Sub DAS dan nilai CN yang sama (stagnan) pada 1 Sub DAS. Sub DAS yang mengalami peningkatan nilai CN yaitu, nilai CN Sub DAS JU tahun 2013 sebesar 79.097, sedangkan pada tahun 2018 sebesar 79.099, Sub DAS JU 2 tahun 2013 adalah 73.811, sementara tahun 2018 adalah 74.952, Sub DAS Logung pada tahun 2013 adalah 76.127 sedangkan pada tahun 2018 adalah 76.307, Sub DAS Juana 2 pada tahun 2013 adalah 75.659 sementara tahun 2018 adalah 76.594, Sub DAS Juana 3 dengan nilai CN tahun 2013 adalah 74.876 sedangkan tahun 2018 adalah 74.997. Peningkatan nilai CN terjadi karena meningkatnya luasan pemukiman dan menurunnya luasan lahan dengan nilai tata guna lahan yang lebih rendah seperti sawah, pertanian lahan kering bercampur semak, hutan tanaman dan hutan lahan kering sekunder. Sub DAS yang mengalami penurunan nilai Curve Number adalah Sub DAS Juana 1 yang memiliki nilai CN di tahun 2013 sebesar 75.917, sedangkan pada tahun 2018 sebesar 75.660, dan Sub DAS Gembong pada 2013 memiliki nilai CN 74.235 sementara pada tahun 2018 memiliki nilai CN 73.886. Penurunan nilai Curve Number dikarenakan peningkatan luasan hutan lahan kering sekunder. Sementara Sub DAS yang memiliki nilai CN tetap dari tahun 2013 sampai 2018 adalah JU 1 dengan nilai CN 81.353. Dan peningkatan maupun penurunan Curve Number berpengaruh terhadap hidrograf maupun debit puncak yang terjadi. Berdasarkan Analisa pemodelan HEC HMS dan metode SCS CN statistic, 4 Sub DAS mengalami peningkatan debit banjir. Sub DAS JU 2 di tahun 2013 memiliki debit sebesar 61.70 m³/dt menjadi 81.60 m³/dt di tahun 2018, debit Sub DAS Logung 2013 sebesar 639.80 m³/dt menjadi 640.90 m³/dt, Sub DAS Juana 2 sebesar 101.90 m³/dt menjadi 154.50 m³/dt dan Sub DAS Juana 3 dari 107.60 m³/dt menjadi 134.80 m³/dt. 2 Sub DAS memiliki nilai debit tetap yaitu JU 1 85.80 m³/dt dan JU 1060.60 m³/dt. Sedangkan Juana 1 memiliki nilai debit yang menurun dari tahun 2013 sebesar 71.20 m³/dt menjadi 70.10 m³/dt, Juana 2 sebesar 106.50 m³/dt di tahun 2013 menjadi 106.20 m³/dt di tahun 2018. Peningkatan atau penurunan debit mengikuti perubahan nilai Curve Number, dengan kisaran kenaikan 0.1–1.1 dan penurunan 0.2–0.3. Sementara itu, dua

Sub DAS tidak menunjukkan perubahan signifikan karena nilai Curve Number tetap stabil (0.000–0.002).

6. SARAN

Dari hasil analisa perubahan tata guna lahan yang diperoleh terjadi penurunan signifikan 100% berubah dari tata guna lahan Pertanian Lahan Kering Sekunder menjadi Pertanian Lahan Kering atau sebaliknya. Sehingga perlu dilakukan kajian yang lebih mendalam dan akurat terkait tata guna lahan. Mengingat kejadian banjir yang menjadi kalender tahunan pada lokasi studi, maka perlu dilakukan modelling lanjutan terkait luasan genangan banjir yang tercipta. Agar diketahui rencana kapasitas tampung yang dibutuhkan dalam mengalirkan limpasan air. Kaitan dengan nilai CN yang berkurang maka perlu diupayakan untuk perlindungan tata guna lahan Hutan khususnya di 4 Sub DAS yaitu JU, Juana 2, Logung dan Gembong. Hal ini dikarenakan lokasi ke empat sub DAS tersebut berada pada pegunungan Muria.

7. DEKLARASI

7.1. Tentang Penulis

Kresna Dwiki Komara (KD)  -

Endah Kurniyaningrum (EK)  <https://orcid.org/0009-0006-0094-1208>

Astri Rinanti (AR)  <https://orcid.org/0000-0001-8649-6307>

Bambang Endro Yuwono (BE)  <https://orcid.org/0000-0003-0042-3196>

Darmawan Pontan (DP)  <https://orcid.org/0000-0001-7875-6105>

7.2. Kontribusi Penulis

Konseptualisasi: KD; Metodologi: EK ; Perangkat Lunak: AR; Validasi: BE dan DP; Analisis Formal: KD dan EK; Investigasi: AR ; Sumber Daya: BE; Kurasi Data: DP; Penulisan Draf Asli Persiapan: KD dan EK ; Penulisan Tinjauan dan Penyuntingan: AR dan BE ; Visualisasi: DP; Semua penulis, KD dan EK, telah membaca dan menyetujui versi naskah yang diterbitkan.

7.3. Pernyataan Ketersediaan Data

Data yang disajikan dalam studi ini tersedia atas permintaan dari penulis terkait.

7.4. Pendanaan

Penulis tidak menerima dukungan finansial untuk penelitian, kepenulisan, dan/atau penerbitan artikel ini.

7.5. Deklarasi Konflik Kepentingan

Penulis menyatakan bahwa mereka tidak memiliki konflik kepentingan, konflik kepentingan finansial yang diketahui, atau hubungan pribadi yang dapat memengaruhi pekerjaan yang dilaporkan dalam makalah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Fernando, A. Utama, G. Taurano, L. Riani, and I. Moe, "Development of flood inundation maps as an initial assessment for flood disaster mitigation-a case study of selagan river basin," in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 708, no. 1. IOP Publishing, 2021, p. 012030.
- [2] R. K. Damanik, T. R. Sinaga, and A. D. Sipayung, "Manajemen daerah aliran sungai berbasis masyarakat di daerah aliran sungai wampu kabupaten langkat," *Jurnal Abdimas Mutiara*, vol. 3, no. 2, pp. 1–6, 2022.
- [3] A. Y. Pratama, A. B. Prasetijo, and A. Sofwan, "Evaluasi kinerja perutean broadcast vehicular ad hoc network (vanet)," *Technomedia Journal*, vol. 8, no. 2 Special Issues, pp. 236–247, 2023.
- [4] A. Fardilla, R. Septiavi, T. Juwita, R. M. Arba, R. Sefmaliza, A. R. Fanbudy *et al.*, "Analisis perubahan tutupan lahan pada kota padang menggunakan citra satelit," *J Tanah dan Sumberd Lahan*, vol. 10, no. 2, pp. 353–67, 2023.
- [5] E. Kurniyaningrum, M. D. Faluty, H. D. Mulya, S. Andayani, D. P. A. Hidayat, W. Sejati, and H. Sattar, "Factor for correcting the rainfall of chirps satellite data against observation data on the ciliwung watershed (case study of kemayoran meteorologi station)," *International Journal on Livable Space*, vol. 9, no. 2, pp. 149–158, 2024.

- [6] A. Felix, D. Y. Bernanda, A. S. Kembau, F. Effendy, and R. Nathaniel, "Application-based elementary schools interactive education platform analysis and design," *IAIC Transactions on Sustainable Digital Innovation (ITSDI)*, vol. 6, no. 2, pp. 114–128, 2025.
- [7] M. Y. M. Ikhsan, "Analisis model transformasi hujan-aliran pada das kali lamong dengan hechms," *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, vol. 19, no. 4, pp. 387–394, 2021.
- [8] M. Aldi *et al.*, "Skenario pengurangan bencana banjir berdasarkan penggunaan lahan di daerah aliran sungai (studi kasus: Sub-das lasolo, kabupaten konawe utara)= flood disaster reduction scenario based on land use in riverflow areas (case study: Lasolo sub-watershed, north konawe regency)," Ph.D. dissertation, Universitas Hasanuddin, 2022.
- [9] A. Lansonina and M. Austin, "The role of information management in enhancing organizational resilience," *APTISI Transactions on Management*, vol. 8, no. 1, pp. 32–39, 2024.
- [10] H. Rumbiak, A. M. Muslimin, B. Afkri *et al.*, "Analisis potensi erosi tanah daerah aliran sungai wosi, manokwari, papua barat menggunakan teknologi penginderaan jauh dan sistem informasi geografis," *Jurnal Natural*, vol. 19, no. 1, pp. 31–41, 2023.
- [11] T. Kadri, E. Kurniyaningrum, and L. M. Limantara, "Hydrology characteristics in krukut river riparian buffer zone," *Journal of Southwest Jiaotong University*, vol. 56, no. 6, 2021.
- [12] R. Widiati, B. W. Soetjipto, M. Siscawati, and O. Jayanagara, "The critical role of psychological capital in empowering female managers amid digital innovation," *Aptisi Transactions on Technopreneurship (ATT)*, vol. 6, no. 3, pp. 537–549, 2024.
- [13] A. Azwar, L. Lucyana, E. R. Meiwindi, and F. Rezaliyanti, "Pemetaan dan pengaruh debit banjir terhadap tata guna lahan di kelurahan sekarjaya (studi kasus: Rss sriwijaya)," *Jurnal Media Infotama*, vol. 20, no. 2, pp. 575–580, 2024.
- [14] A. J. Februant, L. M. Limantara, and J. S. Fidari, "Analisis curah hujan serial terhadap debit maksimum di sub das lesti, das brantas, provinsi jawa timur," *Jurnal Teknologi Dan Rekayasa Sumber Daya Air*, vol. 1, no. 2, pp. 826–838, 2021.
- [15] R. Royani, S. D. Maulina, S. Sugiyono, R. W. Anugrah, and B. Callula, "Recent developments in health-care through machine learning and artificial intelligence," *IAIC Transactions on Sustainable Digital Innovation (ITSDI)*, vol. 6, no. 1, pp. 86–94, 2024.
- [16] F. Yavari, S. A. Salehi Neyshabouri, J. Yazdi, A. Molajou, and A. Brysiewicz, "A novel framework for urban flood damage assessment," *Water Resources Management*, vol. 36, no. 6, pp. 1991–2011, 2022.
- [17] A. Shatnawi and M. Ibrahim, "Derivation of flood hydrographs using scs synthetic unit hydrograph technique for housha catchment area," *Water Supply*, vol. 22, no. 5, pp. 4888–4901, 2022.
- [18] N. D. Noviat, M. Munawarah, T. L. Amir, and T. Febiola, "Relationship between body mass index and urinary incontinence in the elderly: A comprehensive analysis," *ADI Journal on Recent Innovation*, vol. 6, no. 1, pp. 65–73, 2024.
- [19] L. Utama, "Kawasan berpotensi banjir pada daerah aliran sungai (das) kuranji," *Rang Teknik Journal*, vol. 5, no. 1, pp. 110–115, 2022.
- [20] M. B. Budianto, B. Harianto, S. Salehudin, H. Hartana, and S. Hidayat, "Dampak perubahan tata guna lahan dan implikasinya terhadap besaran debit banjir pada kawasan ekonomi khusus (kek) mandalika: Impact of land use change and its implications for flood discharge in the mandalika special economic zone (sez)," *Jurnal Sains Teknologi & Lingkungan*, vol. 8, no. 2, pp. 102–114, 2022.
- [21] E. Nathanael and W. Sejati, "Effective government management of flood discharge in drainage channels using hec-ras 6.3. 1 application," *APTISI Transactions on Management*, vol. 7, no. 3, pp. 210–220, 2023.
- [22] E. R. Iyan, B. Y. Labdul, and R. Husnan, "Optimasi koefisien parameter hidrograf satuan sintetik itb-1 dan itb-2 di sub das bionga kayubulan," *Composite Journal*, vol. 2, no. 1, pp. 21–27, 2022.
- [23] A. R. Lapian, E. Suryadi, and K. Amaru, "Identifikasi perubahan luasan lahan di wilayah sub-das cikeruh menggunakan citra landsat 8 dengan google earth engine (gee): Identification of changes in land area in the cikeruh sub-das area using landsat 8 imagery with google earth engine (gee)," *Media Ilmiah Teknik Lingkungan (MITL)*, vol. 8, no. 2, pp. 63–73, 2023.
- [24] M. Toha, E. Anoh *et al.*, "Strategi public relations dalam menangani pemberitaan negatif di media massa atas pengoperasian teknologi pionir indonesia," *Technomedia Journal*, vol. 8, no. 2 Oktober, pp. 235–247, 2023.
- [25] G. Azza and S. S. Jumadi, "Analisis spasial kesesuaian indeks potensi lahan (ipl) terhadap produktivitas pertanian di kabupaten ngawi," Ph.D. dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2023.

-
- [26] C. Gracia, C. Dewi, and R. Anisa, "Analisis pengaruh intensitas curah hujan terhadap luas daerah genangan berpotensi banjir di kota bandar lampung," *Datum: Journal of Geodesy and Geomatics*, vol. 3, no. 2, pp. 55–65, 2023.
- [27] M. I. Reihandho and D. Fajarwati, "Faktor-faktor yang mempengaruhi niat penggunaan perbankan digital di indonesia: indonesia," *ADI Bisnis Digital Interdisiplin Jurnal*, vol. 4, no. 2, pp. 70–80, 2023.
- [28] M. K. Sahu, H. R. Shwetha, and G. S. Dwarkish, "State-of-the-art hydrological models and application of the hec-hms model: a review," *Modeling Earth Systems and Environment*, vol. 9, no. 3, pp. 3029–3051, 2023.
- [29] Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), *IRBI (Indeks Risiko Bencana Indonesia)*. Badan Nasional Penanggulangan Bencana, January 2023.
- [30] D. Wibowo, I. W. Wanakusuma, and S. C. Simamora, "Analisis perbandingan rasio profitabilitas bank muamalat sebelum dan sesudah penerapan muamalat mobile dan muamalat digital islamic network (din)," *Technomedia Journal*, vol. 8, no. 1 Special Issues, pp. 108–122, 2023.
- [31] E. Kurniyaningrum and M. Kurniawan, "Climate change effect on water balance for water critically in upper bogowonto watershed, indonesia," in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 1195, no. 1. IOP Publishing, 2023, p. 012053.
- [32] S. Brown, M. Pereira, and I. Guvlor, "Implementation of artificial intelligence framework to enhance human resources competency in indonesia," *International Journal of Cyber and IT Service Management*, vol. 4, no. 1, pp. 65–71, 2024.
-