



Identifikasi Karakteristik Sub-DAS Sungai Biting Menggunakan DEMNAS dan STRM

Afif Amiluddin^{1*}, Icha Tatrissa Derka²

^{1,2}Teknik Sipil, Universitas Mochammad Sroedji, Indonesia

Jl. Sriwijaya No.32, Kali Oktak, Karangrejo, Kec. Sumbersari, Kabupaten Jember, Jawa Timur 68124

E-mail*: Afifamiluddin3@gmail.com

ABSTRACT

The problem of runoff is one of the important and relevant hydrological topics in environmental dynamics and disasters. Therefore, this research aims to test topographic data sources with different resolutions to obtain characteristics of river basins by modelling surface flow using GIS and remote sensing, with the Flow Accumulation (FA) and Stream Power Index (SPI) methods. The model source uses SRTM topographic data with a resolution of 30 m and DEMNAS with a resolution of 8 m. Both data were processed using the same processing method to produce watershed boundary, SPI, and FA data. The model's reliability will be validated by field surveys and using Area Under Curve (AUC) statistics. Data processing shows the results of DEMNAS watershed boundary data of 9,064.41 ha, and SRTM 8,875.95 ha. FA DEMNAS 143,108 km, SRTM 156,133 km. Validated results show the SRTM value for FA of 0.943 and SPI of 0.968 for DEMNAS, FA value of 0.97, and SPI of 0.952. The AUC results show that DEMNAS has a higher value because the resolution value is greater. Higher-resolution density produces more precise hydrological modelling and sharper detail, enabling its application at larger scales.

Keywords : Watershed, DEMNAS, SRTM, GIS, Hydrology.

ABSTRAK

Permasalahan aliran limpasan merupakan salah satu topik hidrologi yang penting dan relevan dalam bidang dinamika lingkungan dan kebencanaan. Meninjau permasalahan tersebut penelitian ini bertujuan untuk menguji sumber data topografi dengan resolusi berbeda, guna memperoleh karakteristik daerah aliran sungai dengan memodelkan aliran permukaan menggunakan SIG dan penginderaan jauh. Dengan menggunakan metode *Flow Accumulation* (FA) dan *Stream Power Index* (SPI). Sumber model menggunakan data topografi SRTM dengan resolusi 30 m dan DEMNAS dengan resolusi 8 m. Kedua data di olah dengan metode pengolahan yang sama untuk menghasilkan data Batas DAS, SPI, dan FA. Keandalan model akan divalidasi dengan survei lapangan dan menggunakan statistik Area Under Curve (AUC). Pengolahan data menunjukkan hasil data batas DAS DEMNAS sebesar 9,064.41 ha, SRTM 8,875.95 ha. FA DEMNAS 143,108 km, SRTM 156,133 km. Hasil Validasi menunjukkan nilai SRTM untuk FA 0,943 dan SPI 0.968 untuk DEMNAS, nilai FA 0.97 dan SPI 0.952. Hasil AUC menunjukkan bahwa DEMNAS mempunyai nilai yang lebih tinggi karena nilai resolusinya lebih besar. Resolusi dengan kerapatan yang lebih tinggi menghasilkan pemodelan hidrologi yang lebih presisi dan ketajaman hingga penggunaan skala yang lebih besar.

Kata Kunci : Batas DAS, DEMNAS, SRTM, SIG, Hidrologi.



1. PENDAHULUAN

Pemodelan hidrologi, khususnya dalam analisis Daerah Aliran Sungai (DAS), memiliki peran yang sangat penting dalam berbagai aspek analisis lingkungan, terutama dalam pengelolaan dan pengendalian neraca air. Identifikasi pola DAS merupakan data dasar yang harus dipenuhi dalam suatu analisis hidrologi karena berkaitan dengan desain model hidrologi, seperti perhitungan curah hujan, tingkat orde sungai, penggunaan lahan, kemiringan lahan, dan faktor lainnya sebagainya (Vojtek and Vojteková, 2016).

Pola dan bentuk DAS sangat dipengaruhi oleh kondisi bentang alam atau topografi, yang dapat direpresentasikan melalui Digital Elevation Model (DEM). Dalam pengembangannya, analisis DAS dapat dilakukan dengan mengintegrasikan Sistem Informasi Geografis (SIG) dan Penginderaan Jauh (PJ) untuk menyusun atribut DAS dan analisis aliran permukaan (Dan *et al.*, 2023). Pesatnya perkembangan teknologi penginderaan jauh memberikan akses terhadap data topografi dengan resolusi yang beragam secara gratis, sehingga membuka peluang besar untuk analisis karakteristik hidrologi DAS.

Kualitas suatu pemodelan hidrologi ditentukan oleh skala dan resolusi spasial data yang digunakan. Faktor ini sangat berpengaruh terhadap keakuratan analisis, baik dalam aspek hidrologi (Hidayah, Widiarti and Ammarulsyah, 2022; Maulana, Hidayah and Halik, 2023), pemetaan risiko longsor (Yoshihara *et al.*, 2022), maupun analisis kerawanan banjir (Hidayah *et al.*, 2022; Maulana, Hidayah and Halik, 2023; Chowdhury, 2024).

Metode Stream Power Index (SPI) dan Flow Accumulation (FA) merupakan teknik yang paling umum digunakan untuk menggambarkan karakteristik aliran permukaan dan kekuatan aliran (Hidayah *et al.*, 2022; Maulana, Hidayah and Halik, 2023; Chowdhury, 2024). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa metode FA digunakan dalam pemodelan arah aliran menggunakan resolusi sangat tinggi untuk perencanaan saluran drainase. Namun, metode ini sering kali mengalami kendala dalam validasi langsung di lapangan karena tidak selalu tersedia aliran air saat pengambilan data (Taufik, Amiluddin and Bioresita, 2020).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa kualitas hasil pemodelan SPI dan FA dipengaruhi oleh skala peta, cakupan wilayah, dan jenis data yang digunakan (Danielson, 2013). Namun, sebagian penelitian belum menyajikan validasi hasil FA dan SPI secara statistik spasial maupun validasi langsung di lapangan (*in-situ*). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menerapkan pemodelan SPI dan FA

dengan resolusi yang berbeda guna mengeksplorasi variabilitas hasil pemodelan hidrologi, dengan validasi melalui survei lapangan serta verifikasi hidrologi di lokasi penelitian.

Penelitian ini juga bertujuan untuk menganalisis bagaimana resolusi spasial dan luas wilayah penelitian memengaruhi kualitas hasil pemodelan. Proses penelitian mencakup beberapa aspek metodologis, termasuk penyetaraan standar data, dengan memastikan kesesuaian antara sumber data yang digunakan agar memiliki nilai analisis yang sepadan.

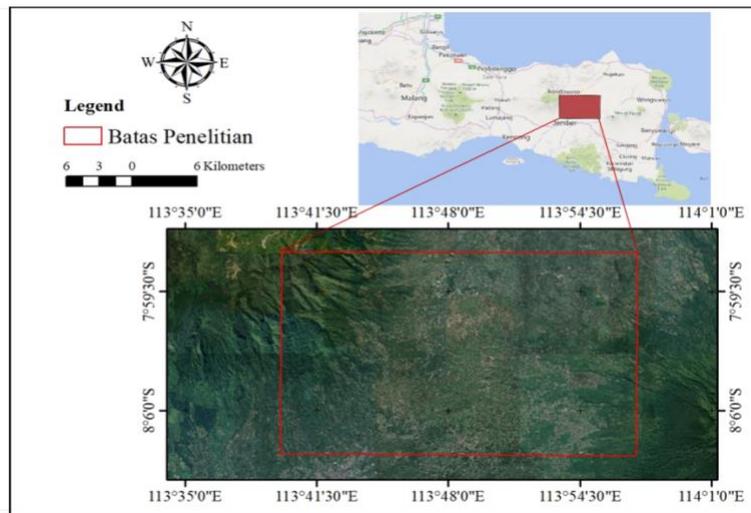
Dalam penelitian ini, dua sumber data topografi yang digunakan adalah Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) dan Digital Elevation Model Nasional (DEMNAS) (De Rosa, Fredduzzi and Cencetti, 2019). Penelitian sebelumnya telah menggunakan berbagai data topografi dengan resolusi yang lebih kecil, seperti ASTER GDEM, SRTM, Interferometric Synthetic Aperture Radar (IFSAR), dan DEM (Nurfaika, 2015; De Rosa *et al.*, 2019), yang masing-masing memiliki keunggulan dan keterbatasan berbeda. Namun, penelitian ini berfokus pada data topografi yang hanya diproduksi di Indonesia dan mencakup wilayah relatif kecil, dengan pengujian menggunakan algoritma SPI dan FA (Zhou, Dong and Wei, 2019)(Chowdhury, 2024).

Indonesia memiliki sumberdata topografi dengan bersumber dari data IFSAR resolusi 5m dan ALOS PALSAR resolusi 11.25m x 11.25m yang diproses dan di tajamkan hingga resolusi 8m x 8m. SRTM merupakan data topografi dengan platform Space Shuttle Endeavour dengan skala resolusi 30mx30m. SRTM sebagai salah satu DEM global yang paling banyak digunakan, dan tersedia untuk umum (Amiruddin, Asta and Handayani, 2021).

Dengan demikian, penelitian ini berupaya mengoptimalkan pemanfaatan data resolusi tinggi untuk meningkatkan akurasi pemodelan hidrologi di DAS serta memberikan kontribusi dalam memahami pengaruh resolusi spasial terhadap kualitas model hidrologi di Indonesia.

2. METODE

Penelitian ini dilakukan di wilayah Sungai Biting dengan outlet yang terletak pada koordinat X 113.765218° dan Y -8.116319°. Pelaksanaan penelitian berlangsung pada bulan September hingga Oktober, yang merupakan periode transisi antara musim kemarau dan musim hujan. Kondisi ini masih memungkinkan untuk dilakukan survei lapangan. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

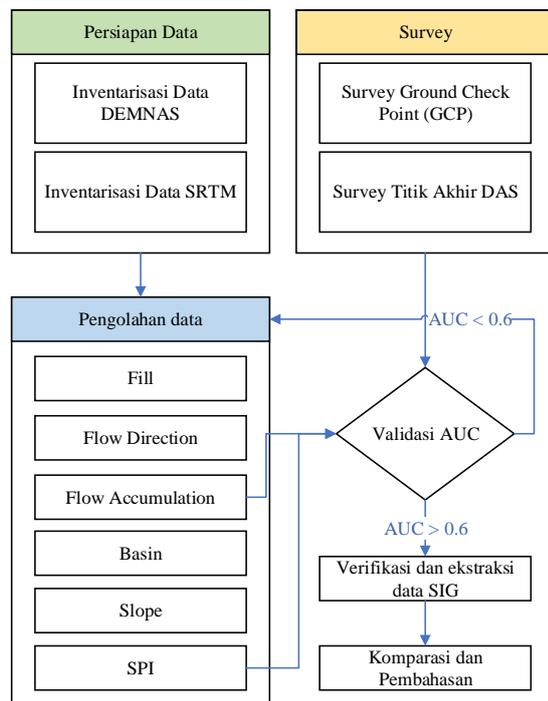


Gambar 1. Wilayah Penelitian

Tahapan Kegiatan meliputi : persiapan dan pengolahan data, validasi data yang dijelaskan pada Gambar 2. Dalam proses pengolahan data, SRTM dan DEMNAS diturunkan menjadi data baru yaitu akumulasi aliran dan kemiringan yang diturunkan menjadi SPI. Kemudian survei *Ground Check Point* (GCP) digunakan untuk validasi menggunakan metode area undercurve terhadap FA dan SPI. Diagram alir penelitian ditunjukkan pada Gambar 2.

Tabel 1 Persiapan Data

Nama	Resolusi	Sumber data
Shuttle Radar Topographic	30m	https://earthexplorer.usgs.gov/
DEMNAS	8m	https://tanahair.indonesia.go.id/
GCP	30m & 8m	Survey
Data verifikasi	30m & 8m	Survey
Titik Outlet	30m & 8m	Survey



Gambar 2. Flowchart penelitian

2.1 Persiapan Data

Penelitian di mulai dengan inventarisasi data DEMNAS dan SRTM, penentuan titik outlet dan pra pengolahan data. pra pengolahan data di lakukan dengan cara menyesuaikan proyeksi kedua data tersebut, selanjutnya di potong berdasarkan perkiraan area DAS.

2.2 Pengolahan data

Pengolahan data awal dilakukan proses yang berulang yaitu, *fill*, *Flow direction*, *Flow accumulation*, kemiringan, dan SPI. FA adalah proses menghitung total jumlah aliran air yang mengalir ke setiap sel dalam suatu model DEM. Perhitungan arah aliran air yang mengarah turun dari titik-titik ketinggian ke titik yang lebih rendah, semakin banyak pola ketinggian yang menurun maka akumulasi aliran akan semakin banyak. Hasilnya adalah raster yang menunjukkan akumulasi aliran untuk setiap sel, dengan nilai yang lebih tinggi menunjukkan area dengan aliran yang lebih terkonsentrasi. (Zhou, Dong and Wei, 2019)

SPI merupakan pemodelan turunan yang dihitung menggunakan Analisa spasial dengan melakukan overlay beberapa variabel primer (De Rosa, Fredduzzi and Cencetti, 2019a). SPI menunjukkan tingkat kecepatan aliran yang mengidkasikan kecepatan erosi di suatu wilayah dengan asumsi debit sebanding dengan area tertentu dan di dukung dengan cekungan pada area tersebut, perhitungan SPI seperti pada berikut

$$SPI_i = \ln (DA_i \times \tan(G_i)) \quad (1)$$

Dimana DA merupakan drainase hulu (FA dikalikan dengan Luasan area), dan G merupakan kemiringan dalam radian(Danielson, 2013)

2.3 Validasi Model

Validasi model di bagi menjadi dua cara, cara pertama validasi hasil spasial menggunakan AUC. AUC digunakan untuk mengetahui nilai akurasi spasial dari model yang di dapatkan Model *Weight of Evidence* (WoE) memperkirakan model dengan kejadian terjadinya dan tidak terjadinya suatu peristiwa. Bobot positif (W^+) dalam model WoE menunjukkan adanya peristiwa dan bobot negatif (W^-) menunjukkan tidak adanya peristiwa (Costache *et al.*, 2021)(Chowdhury, 2024). Beberapa penelitian yang menggunakan AUC sebagai validasi spasial seperti pada penelitian banjir, Analisa spasial, dan pemodelan hidrologi (Aprilia, Hidayah and Junita K, 2021; Hidayah, Widiarti and Ammarulsyah, 2022; Chen *et al.*, 2023; Maulana, Hidayah and Halik, 2023; Chowdhury, 2024)

$$W^+ = \ln \frac{\frac{Npix_1}{Npix_1+Npix_2}}{\frac{Npix_3}{Npix_3+Npix_4}} \quad (2)$$

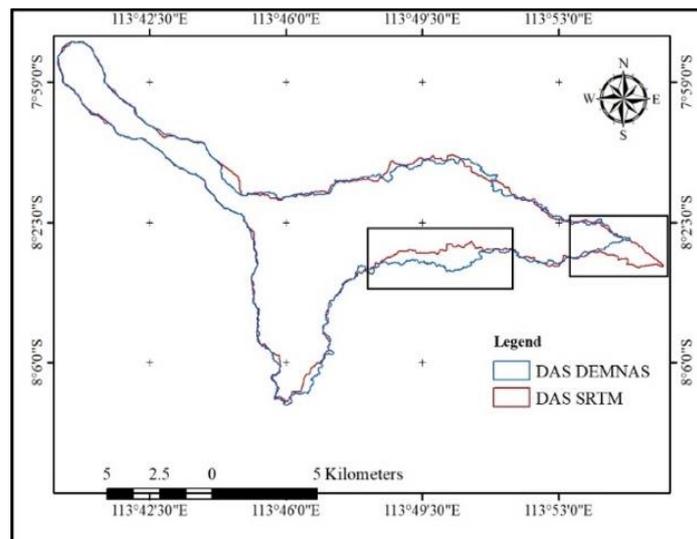
$$W^- = \ln \frac{\frac{Npix_1}{Npix_1+Npix_2}}{\frac{Npix_3}{Npix_3+Npix_4}} \quad (3)$$

Dimana $Npix_1$ = banyaknya titik eksisting pada suatu kelas faktor pengkondisi, $Npix_2$ = ada tidaknya data pada suatu faktor pengkondisi, $Npix_3$ = adanya faktor prediktif namun tidak adanya lokasi eksisting pada suatu kelas faktor dari faktor pengkondisi, $Npix_4$ = tidak adanya lokasi eksisting.

Validasi berikutnya adalah dengan cara hasil dari pemodelan di ambil titik koordinat di peta, selanjutnya di lakukan survey dilapangan untuk mengetahui kondisi lapangan sebenarnya. Validasi di lapangan dengan cara survey titik verifikasi, pemilihan titik survey di bagi menjadi empat titik sesuai dengan tingkat.

3. PEMBAHASAN

Dari hasil pemodelan menunjukkan batas Sub-DAS yang di hasilkan dari dua sumber data yang berbeda memiliki perbedaan yang tidak signifikan, secara bentuk dan luas. Di tunjukan Pada Gambar 3.



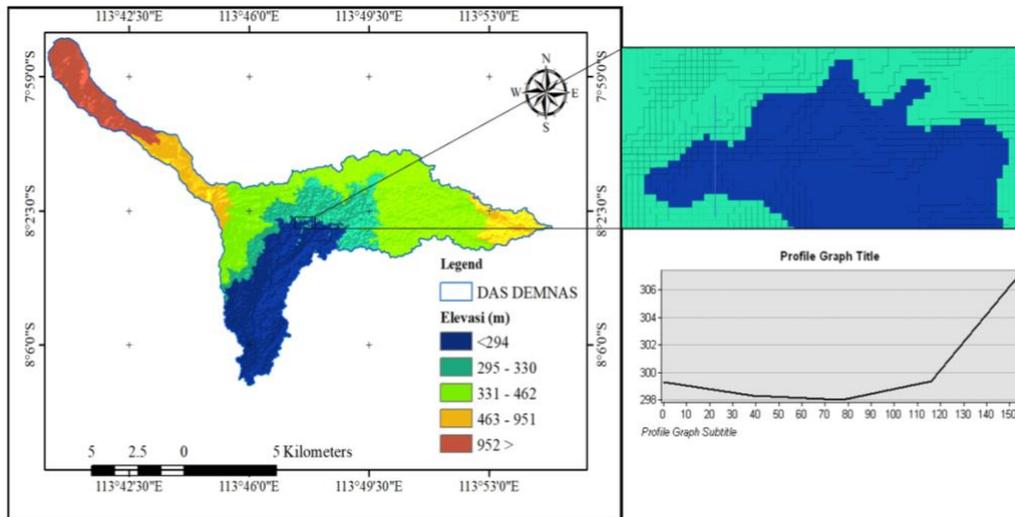
Gambar 3. Batas DAS yang dihasilkan

Resolusi spasial data merupakan faktor utama dalam pembentukan morfologi Daerah Aliran Sungai (DAS) karena memengaruhi bentuk, karakteristik topografi, luas batas DAS, serta kualitas data turunannya. Resolusi spasial yang digunakan dalam Digital Elevation Model Nasional (DEMNAS) adalah 8 meter \times 8 meter. Gambar berikut menggambarkan karakteristik serta contoh profil dari data tersebut.

Gambar 3 menunjukkan perbedaan hasil proses deliniasi DAS berdasarkan dua jenis data topografi, yaitu DEMNAS dan Shuttle Radar Topography Mission (SRTM). Hasil deliniasi

menggunakan DEMNAS menunjukkan bahwa luas DAS yang dihasilkan sebesar 9.016,41 hektar, sementara hasil deliniasi menggunakan SRTM menghasilkan luas DAS sebesar 8.875,95 hektar. Meskipun terdapat perbedaan dalam luas DAS yang dihasilkan, bentuk DAS dari kedua data tersebut relatif mirip.

Selain itu, karakteristik elevasi yang diperoleh dalam proses pemetaan aliran permukaan dan daerah aliran sungai menggunakan DEMNAS dan SRTM dapat diamati pada Gambar 4 dan Gambar 5.

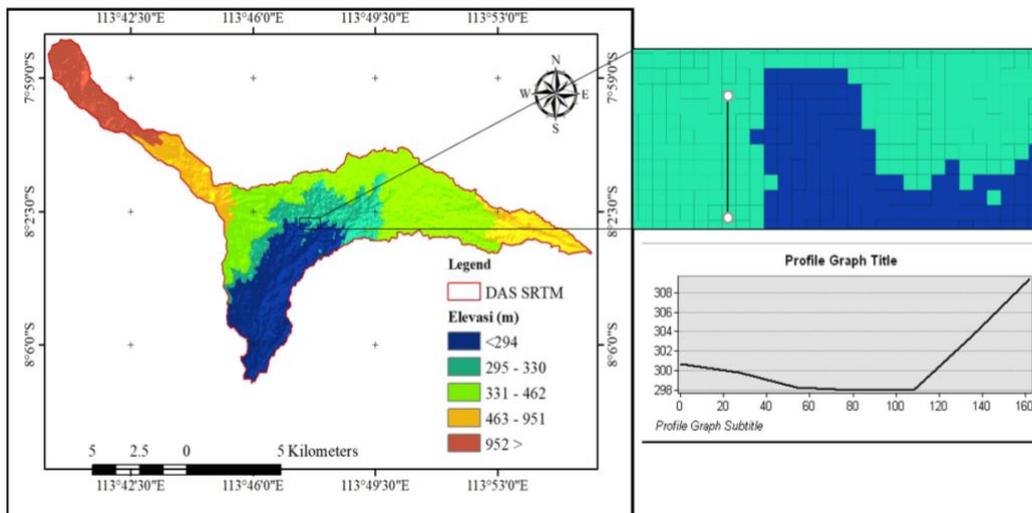


Gambar 4. Potongan Memanjang DEMNAS

Gambar 4 menampilkan hasil deliniasi Daerah Aliran Sungai (DAS) berdasarkan data Digital Elevation Model Nasional (DEMNAS) serta analisis profil topografi. Pada peta sebelah kiri, distribusi elevasi DAS dikategorikan dalam lima rentang warna, dengan batas DAS hasil deliniasi dari DEMNAS ditandai dengan warna biru transparan. Skala dan koordinat geografis turut disertakan untuk referensi lokasi.

Di bagian kanan atas, diagram menunjukkan tampilan raster elevasi dari DEMNAS, memberikan

gambaran struktur topografi wilayah yang dianalisis. Grafik di kanan bawah menggambarkan perubahan elevasi sepanjang jalur tertentu dalam DAS, dengan tren elevasi yang menunjukkan titik terendah di tengah sebelum mengalami kenaikan di bagian akhir. Secara keseluruhan, gambar ini mengilustrasikan perbedaan karakteristik elevasi DAS berdasarkan DEMNAS, baik dalam distribusi topografi maupun dalam analisis profil aliran permukaan.

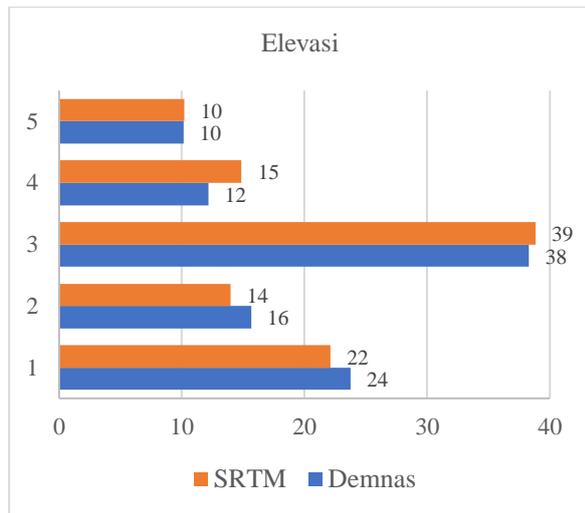


Gambar 5. Potongan memanjang SRTM

Gambar 5 menunjukkan hasil deliniasi Daerah Aliran Sungai (DAS) berdasarkan data Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), dengan analisis elevasi dan profil topografi. Peta di sebelah kiri menggambarkan distribusi ketinggian dalam lima kategori warna, di mana batas DAS ditandai dengan warna merah transparan. Skala dan koordinat geografis juga ditampilkan untuk referensi lokasi.

Di bagian kanan atas, diagram profil elevasi menunjukkan perubahan ketinggian sepanjang

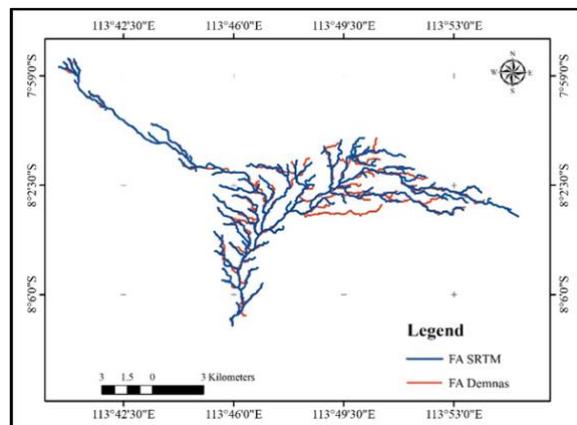
lintasan tertentu dalam DAS. Grafik di kanan bawah menggambarkan variasi elevasi sepanjang jalur tersebut, dengan tren kenaikan signifikan di bagian akhir. Secara keseluruhan, gambar ini mengilustrasikan karakteristik topografi DAS berdasarkan SRTM, termasuk batas DAS, distribusi elevasi, serta perubahan ketinggian sepanjang jalur tertentu.



Gambar 6. Jumlah piksel di setiap kelas

Karakteristik elevasi pada kedua data di tampilkan pada Gambar 4 dan Gambar 5, pada Gambar 4 di tunjukan dengan ketajaman yang sama menunjukkan distribusi piksel yang lebih rapat dengan di tunjukannya profil memanjang ada perbedaan data kelas. Pada Gambar 5 resolusi SRTM pada gambar kerapatan lebih rendah dan garis potongan melintang tidak memiliki perbedaan kelas. Dari kedua potongan tersebut menunjukkan adanya selisih kerapatan resolusi. pada Gambar 6 menunjukkan jumlah piksel untuk setiap kelas data, masing-masing data menunjukkan jumlah piksel dalam kelas tidak memiliki selisih yang signifikan.

Flow Accumulation (FA) merupakan data dasar yang penting untuk banyak analisis hidrologi dan topografi seperti deliniasi sub-DAS, penataan saluran sungai serta ekstraksi saluran sungai (Pareta and Pareta, 2011). FA merupakan suatu sebaran beberapa arah air bergabung membentuk arah aliran baru, yang karakteristik umumnya lebih rendah dari lingkungan sekitarnya. Pemodelan FA menggunakan DEMNAS dan SRTM dapat dilihat pada Gambar 7.

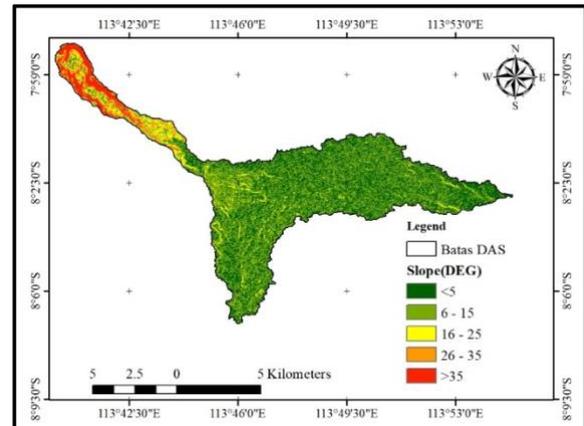


Gambar 7. FA DEMNAS dan SRTM

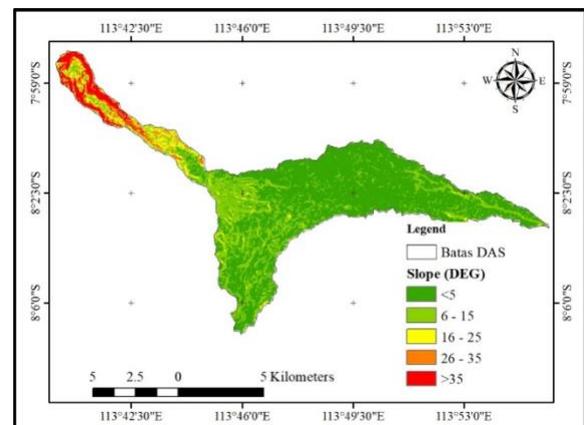
Gambar 7 menampilkan perbedaan hasil pengolahan Flow Accumulation (FA) antara DEMNAS dan SRTM. Hasil analisis menunjukkan

bahwa pola aliran yang dihasilkan oleh DEMNAS cenderung lebih pendek, sementara SRTM memiliki jangkauan yang lebih luas. Berdasarkan data FA, panjang total aliran yang dihasilkan dari DEMNAS adalah 143,108 km, sedangkan SRTM menghasilkan panjang aliran sebesar 156,133 km.

Kemiringan lereng (slope) merupakan data turunan dari topografi yang menggambarkan arah serta tingkat kecuraman suatu wilayah. Informasi kemiringan ini diperoleh dari hasil pemrosesan data DEMNAS dan SRTM. Perbandingan kemiringan yang dihasilkan oleh kedua sumber data tersebut dapat diamati pada Gambar 7 dan Gambar 8.



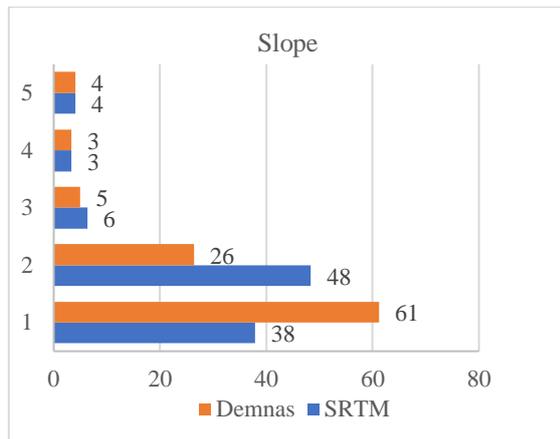
Gambar 8. Slope DEMNAS



Gambar 9. Slope SRTM

Gambar 8 dan 9 menampilkan distribusi kemiringan berdasarkan masing-masing jenis data yang digunakan. Kemiringan diklasifikasikan ke dalam lima kategori, yaitu kurang dari 5°, 5°–15°, 15°–25°, 25°–35°, dan lebih dari 35°. Secara visual, peta kemiringan yang dihasilkan dari kedua sumber data menunjukkan pola yang hampir identik.

Untuk mengidentifikasi perbedaan lebih rinci, dilakukan analisis dengan membuka resolusi data pada masing-masing dataset. Langkah ini bertujuan untuk mengevaluasi tingkat akurasi dan perbedaan representasi kemiringan pada kedua jenis data yang digunakan.

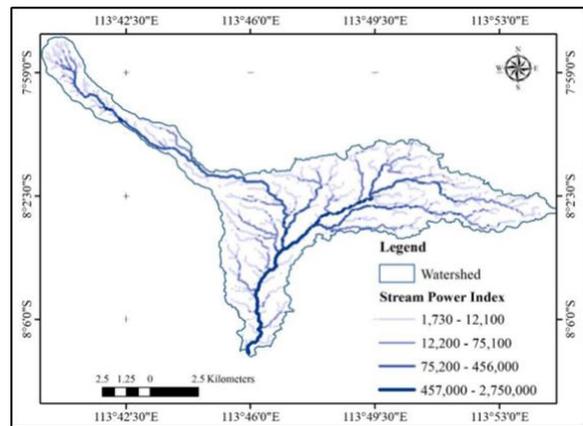


Gambar 10. Jumlah Pixel dalam kelas *Slope*

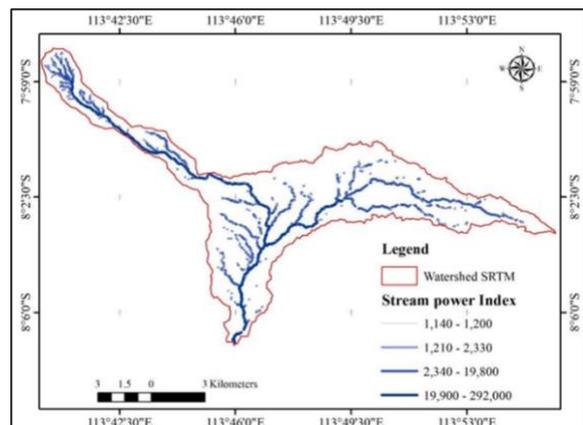
Gambar 10 menunjukkan perbedaan nilai kemiringan piksel antara DEMNAS dan SRTM pada setiap kelas. Pada kelas 1, nilai kemiringan piksel yang dihasilkan oleh DEMNAS mencapai 61%, sedangkan SRTM hanya sebesar 38%. Pada kelas 2, nilai kemiringan DEMNAS tercatat sebesar 26%, sementara SRTM memiliki nilai yang lebih tinggi, yaitu 48%. Pada kelas 3, DEMNAS menunjukkan kemiringan sebesar 5%, sedikit lebih rendah dibandingkan SRTM yang mencapai 6%. Pada kelas 4, kedua dataset memiliki nilai kemiringan yang sama, yaitu 3%. Sementara itu, pada kelas 5, kemiringan DEMNAS tercatat sebesar 4%, sedikit lebih rendah dibandingkan SRTM yang mencapai 5%.

Secara keseluruhan, DEMNAS memiliki nilai kemiringan lebih tinggi pada kelas 1, sedangkan SRTM lebih dominan pada kelas 2. Perbedaan ini disebabkan oleh variasi resolusi dan perbedaan bentuk Daerah Aliran Sungai (DAS) yang dihasilkan oleh masing-masing dataset. Variasi dalam bentuk DAS berkontribusi terhadap perbedaan pola distribusi kemiringan yang teridentifikasi pada data tersebut.

Stream Power Index (SPI) merupakan parameter penting dalam studi bahaya hidrologi, yang menggambarkan kekuatan erosi akibat aliran air (De Rosa, Fredduzzi and Cencetti, 2019b; Rani Mahanta and Singh Rawat, 2020). SPI mengukur tingkat energi pada dasar serta tepian sungai atau aliran per satuan panjang. Berbeda dengan slope yang memiliki kelas standar, data SPI berasal dari berbagai kombinasi data, menghasilkan tingkat variabilitas yang lebih tinggi. Oleh karena itu, metode klasifikasi SPI menggunakan pendekatan statistik Natural Breaks, yang membagi kelas berdasarkan pola distribusi statistik dalam dataset (Lukyanchuk, Kovalchuk and Pidkova, 2020). Hasil analisis SPI menggunakan DEMNAS dan SRTM dapat diamati pada Gambar 11 dan Gambar 12.

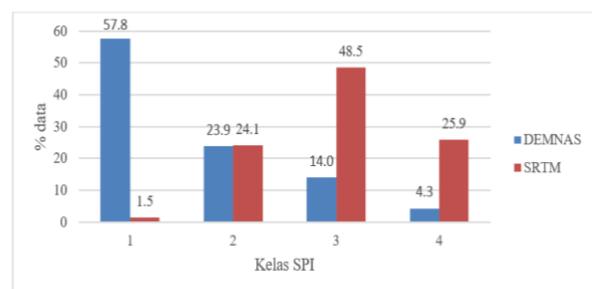


Gambar 11. SPI DEMNAS



Gambar 12. SPI SRTM

Hasil SPI menunjukkan terdapat perbedaan data masing-masing DEMNAS dan SRTM. Grafik pada Gambar 13 menunjukkan perbedaan data untuk setiap hasil.



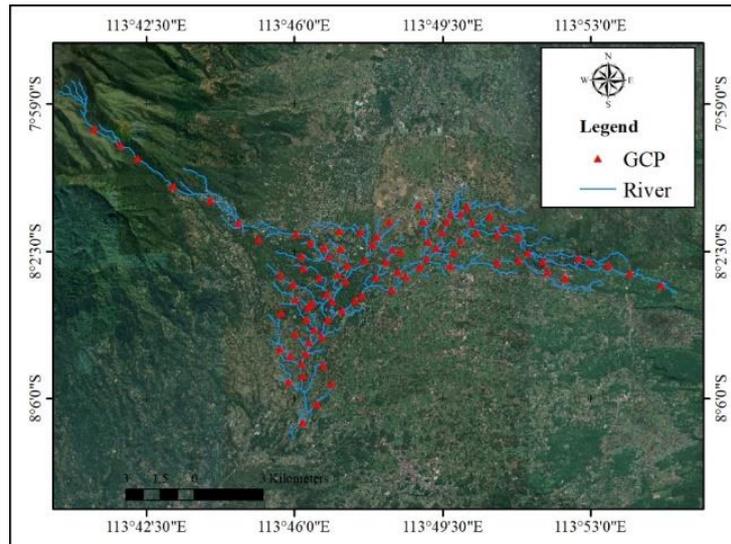
Gambar 13. Presentase Nilai SPI

Pada gambar 13 menunjukkan bahwa nilai piksel untuk SPI DEMNAS kelas 1 bernilai 57,8%, sedangkan untuk SPI SRTM 1 bernilai 1,47%. Nilai SPI DEMNAS 2 sebesar 23,9%, sedangkan nilai SPI SRTM 2 sebesar 24,1%. Nilai SPI DEMNAS 3 sebesar 14%, sedangkan nilai SPI SRTM 3 sebesar 48,5%. Nilai SPI DEMNAS 4 sebesar 4,3%, sedangkan nilai SPI SRTM 4 sebesar 25,9%. Dari analisa tersebut terlihat bahwa nilai SPI DEMNAS lebih tinggi dibandingkan dengan kemiringan SRTM pada nilai 1, namun kemiringan SRTM lebih tinggi pada nilai 2, 3 dan 4. Pada gambar 10 menunjukkan pola pada data DEMNAS lebih baik di banding

dengan pola SRTM, pola klasifikasi DEMNAS menunjukkan kelas 1 memiliki jumlah yang banyak, hal tersebut menunjukkan anak sungai yang di visualisasikan lebih banyak. Kemudian di kelas 2 jumlah sebaran data hampir sama, kelas 3 dan 4 sangat berbeda. Data DEMNAS menyajikan SPI lebih halus yaitu pada gambar 12 jumlah kelas semakin tinggi maka nilai SPI juga semakin tinggi namun jumlah data semakin kecil. Hal tersebut bermakna SPI mampu menggambarkan kondisi hidrologi pada setiap orde sungai. Untuk data SRTM berbanding terbalik, hal tersebut di pengaruhi oleh

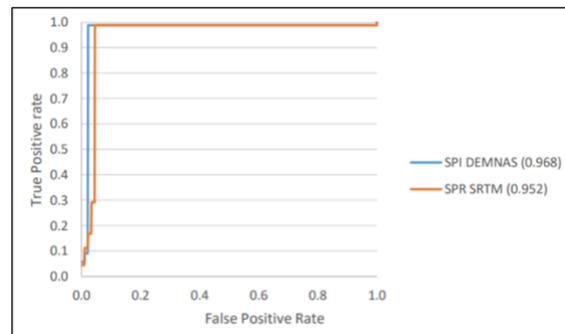
resolusi dan wilayah kerja yang kurang luas sehingga nilai dari SPI SRTM tidak bisa maksimal. Bias tersebut dikarenakan dengan ukuran skala yang sama jumlah data SRTM lebih sedikit, perbedaan jumlah data ini yang berakibat adanya perbedaan yang signifikan.

Validasi menggunakan Metode AUC terhadap FA dan SPI, titik survei diambil pada beberapa lokasi sampel di lapangan, seperti pada Gambar 14. Data GCP ini digunakan untuk validasi antar model dengan keberadaan aliran permukaan atau daerah aliran potensial ketika terdapat air permukaan.

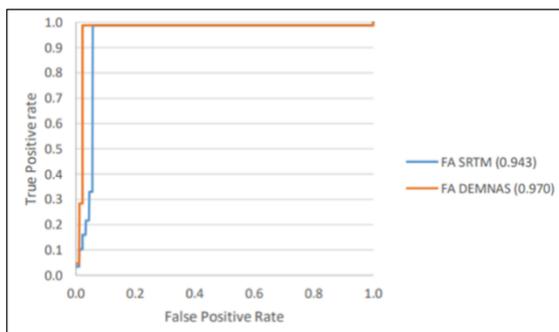


Gambar 14. Titik Survei Validasi

Validasi memberikan informasi tentang tingkat keandalan model, sementara area yang lebih besar di bawah kurva berarti pencapaian akurasi yang lebih tinggi, dan oleh karena itu nilai AUC memberikan evaluasi kuantitatif. Kelima plot distribusi untuk ROC sangat mirip sehingga plot-plot tersebut saling tumpang tindih dan nilai AUC hasilnya bervariasi. Kumpulan validasi menghasilkan nilai yang sangat kontras antara true positive rate. dan false positive rate. Teknik validasi menggunakan hasil survey AUC, survey point diambil secara merata pada beberapa titik data hasil pengolahan, hasil AUC berdasarkan FA dan SPI dapat dilihat pada Gambar 15 dan Gambar 16.



Gambar 16. Validasi SPI



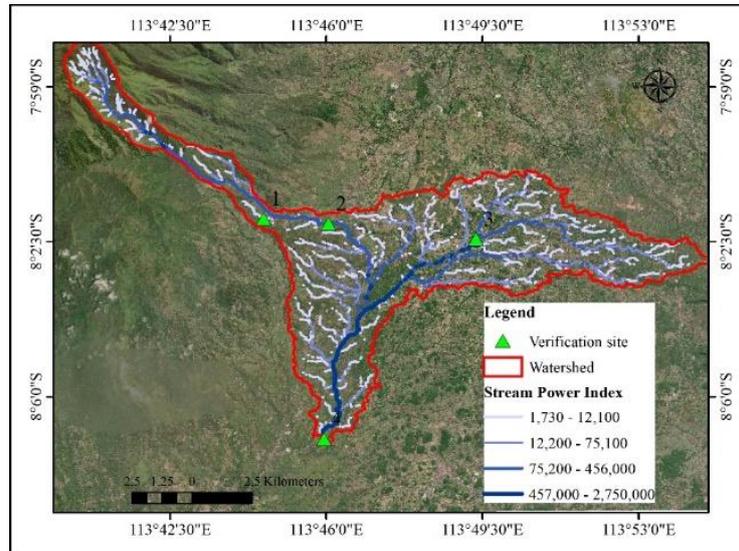
Gambar 15. Validasi untuk FA

Dari Gambar 15 dan Gambar 16 untuk validasi FA DEMNAS dan SRTM terlihat tingkat validasi DEMNAS lebih tinggi 0,027 dibandingkan SRTM (validasi terhadap DEMNAS bernilai 0,970 dan SRTM bernilai 0,943). Sedangkan pada validasi SPI DEMNAS dan SRTM terlihat tingkat validasi DEMNAS juga lebih tinggi yaitu 0,016 dibandingkan SRTM (validasi terhadap DEMNAS bernilai 0,968 dan SRTM bernilai 0,952). Artinya nilai validasi DEMNAS lebih tinggi dibandingkan SRTM.

Verification Site merupakan Teknik validasi dengan cara survey hidrologi yang di lakukan untuk mengetahui model yang dihasilkan dengan data di lapangan. seperti pengujian sistem untuk membuktikan bahwa semua persyaratan yang

ditentukan pada tahap tertentu telah terpenuhi. Kombinasi interpretasi foto udara/gambar satelit dan verifikasi lapangan yang intensif digunakan untuk menganalisis hasil model SPI (De Rosa, Fredduzzi

and Cencetti, 2019b) Empat wilayah dipilih untuk verifikasi pada Gambar 17. Lokasi verifikasi dipilih berdasarkan kelas nilai SPI dan aksesibilitas bisa dijangkau dengan moda transportasi.



Gambar 17. Titik Verifikasi Lapangan

Verifikasi dilakukan di empat lokasi yang mempunyai indeks daya aliran berbeda untuk kategori SPI rendah, cukup, tinggi dan sangat tinggi. Verifikasi pertama untuk wilayah dengan SPI rendah seperti terlihat pada Gambar 18. Hasil verifikasi 1 pada Gambar 18 menunjukkan nilai SPI sebesar 1,730 – 12,100.

Hasil verifikasi ini memberikan gambaran mengenai keakuratan data SPI yang digunakan dalam analisis hidrologi. Dengan membandingkan hasil pemodelan dengan kondisi aktual di lapangan, penelitian ini dapat mengidentifikasi sejauh mana SPI dapat digunakan sebagai indikator untuk memahami karakteristik aliran permukaan dan distribusi energi aliran di suatu wilayah DAS. Selanjutnya, hasil verifikasi pada kategori SPI lainnya akan digunakan untuk melihat pola variasi daya aliran berdasarkan kondisi topografi yang berbeda.



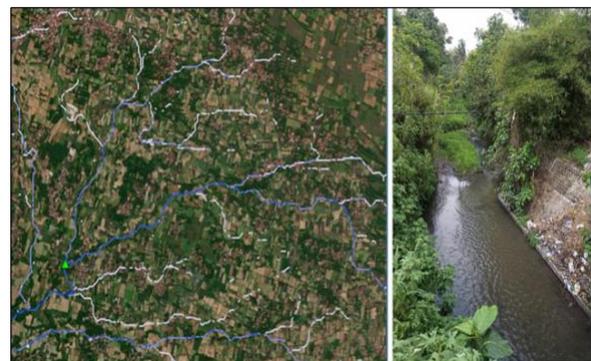
Gambar 18. Titik verifikasi 1

Verifikasi kedua untuk wilayah dengan SPI yang cukup seperti terlihat pada Gambar 19. Hasil verifikasi 2 pada Gambar 19 menunjukkan nilai SPI sebesar 12.200 – 75.100.



Gambar 19. Titik verifikasi 2

Verifikasi ketiga untuk wilayah dengan SPI tinggi seperti terlihat pada Gambar 20. Hasil verifikasi 3 pada Gambar 20 menunjukkan nilai SPI sebesar 17.200 – 456.000.



Gambar 20. Titik verifikasi 3

Verifikasi keempat untuk daerah dengan SPI sangat tinggi seperti terlihat pada Gambar 21. Hasil verifikasi 4 pada Gambar 21 menunjukkan nilai SPI sebesar 457.000 – 2.750.000.



Gambar 21. Titik verifikasi 4

Hasil pemodelan menunjukkan SPI memberikan informasi mengenai pola hidrologi secara mendetail, didukung dengan data resolusi yang tinggi yaitu DEMNAS.

4. KESIMPULAN

Dalam pembuatan model hidrologi berbasis spasial, resolusi data topografi memiliki peran yang sangat penting. Dengan menggunakan dua sumber data resolusi yang berbeda menghasilkan model yang berbeda. Uji perbedaan itu meliputi Elevasi, Slope, Batas DAS, FA dan SPI. SRTM dan DEMNAS dapat dijadikan model topografi dengan kelebihan masing-masing. Hasil penelitian menunjukkan nilai SRTM untuk FA 0,943 dan SPI 0,968 untuk DEMNAS, nilai FA 0,97 dan SPI 0,952. Hasil ini telah divalidasi melalui jaringan sungai dan survei lapangan, serta menggunakan statistik Area Under Curve (AUC). Dapat disimpulkan bahwa karakteristik wilayah sungai dengan pemodelan aliran permukaan menggunakan metode FA dan SPI diperoleh hasil bahwa DEMNAS mempunyai nilai yang lebih tinggi. Hal tersebut di tunjukan dengan hasil SPI yang lebih detail dan menyeluruh, maka data DEMNAS sangat sesuai digunakan untuk Analisa SUB-DAS. Pada penelitian berikutnya sebaiknya bisa di gunakan untuk Analisa lebih lanjut dengan data resolusi yang lebih tinggi di wilayah yang lebih kecil.

PUSTAKA

- Amiruddin, A., Asta, A. and Handayani, R. (2021) 'Penentuan Batas DAS Tojo Berbasis GIS Menggunakan Perangkat HEC HMS 4.4 dan QGIS 3.16', *Borneo Engineering: Jurnal Teknik Sipil*, 5(3), pp. 273–282. Available at: <https://doi.org/10.35334/be.v5i3.2223>.
- Aprilia, R., Hidayah, E. and Junita K, D. (2021) 'Frequency ratio application for mapping flood susceptibility in Welang Watershed, East Java', *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 930(1). Available at: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/930/1/012095>.
- Chen, Y. *et al.* (2023) 'Modeling rules of regional

flash flood susceptibility prediction using different machine learning models', *Frontiers in Earth Science*, 11(January), pp. 1–17. Available at: <https://doi.org/10.3389/feart.2023.1117004>.

- Chowdhury, M.S. (2024) 'Flash flood susceptibility mapping of north-east depression of Bangladesh using different GIS based bivariate statistical models', *Watershed Ecology and the Environment*, 6(September 2023), pp. 26–40. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.wsee.2023.12.002>.
- Costache, R. *et al.* (2021) 'Flash-flood potential mapping using deep learning, alternating decision trees and data provided by remote sensing sensors', *Sensors (Switzerland)*, 21(1), pp. 1–21. Available at: <https://doi.org/10.3390/s21010280>.
- Dan, P.D. *et al.* (2023) 'THE USE OF DEM-NAS AND SRTM-DEM AS THE BASIS OF', pp. 17–26.
- Danielson, T. (2013) 'Utilizing a High Resolution Digital Elevation Model (DEM) to Develop a Stream Power Index (SPI) for the Gilmore Creek Watershed in Winona County, Minnesota', *Resource Analysis*, 15, p. 11. Available at: <http://www.gis.smumn.edu>.
- Hidayah, E.- (2023) 'Penilaian Risiko Banjir dengan Pendekatan Rasio Frekuensi dan AHP di Sub-DAS Jompo, Jember Jawa Timur', *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, 21(1), p. 47. Available at: <https://doi.org/10.12962/j2579-891x.v21i1.14670>.
- Hidayah, E. *et al.* (2022) 'Assessing Coastal Flood Susceptibility in East Java, Indonesia: Comparison of Statistical Bivariate and Machine Learning Techniques', *Water (Switzerland)*, 14(23). Available at: <https://doi.org/10.3390/w14233869>.
- Hidayah, E., Widiarti, W.Y. and Ammarulsyah, A.R. (2022) 'Zonasi Tingkat Kerawanan Banjir Bandang dengan Sistem Informasi Geografis di Sub-DAS Kaliputih Kabupaten Jember', *Jurnal Teknik Pengairan*, 13(2), pp. 273–282. Available at: <https://doi.org/10.21776/ub.pengairan.2022.013.02.12>.
- Kuswardhana, A.T., Hidayah, E. and Wahyono, R.U.A. (2023) 'Pemetaan Geospasial Risiko Banjir di Sub-DAS Gunting, Jombang Jawa Timur', *Rekayasa Sipil*, 17(1), pp. 54–65. Available at: <https://doi.org/10.21776/ub.rekayasasipil.2023.017.01.8>.
- Lukyanchuk, K.A., Kovalchuk, I.P. and Pidkova, O.M. (2020) 'Application of A remote sensing in monitoring of erosion processes', *Geoinformatics 2020 - XIXth International Conference 'Geoinformatics: Theoretical and Applied Aspects'* [Preprint], (May). Available at: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2020geo131>.

- Maulana, B.I., Hidayah, E. and Halik, G. (2023) 'Flood Susceptibility Mapping in Gending District by Comparison Frequency Ratio and Weight of Evidence for Mitigation Strategy', *UKaRsT*, 7(1), pp. 17–32. Available at: <https://doi.org/10.30737/ukarst.v7i2.3999>.
- Nurfaika (2015) 'Analisis Karakterist Morfometri Daerah Aliran Sungai Melalui Pemanfaatan Penginderaan Jauh Dan Sistem Informasi Geografi', *Jurnal Geografi*, pp. 1–34.
- Pareta, K. and Pareta, U. (2011) 'Quantitative Morphometric Analysis of a Watershed of Yamuna Basin, India using ASTER (DEM) Data and GIS', *International Journal of Geomatics and Geosciences*, 2(1), pp. 248–269.
- Rani Mahanta, A. and Singh Rawat, K. (2020) 'Comparative Analysis of CARTOSAT, ASTER and SRTM Digital Elevation Models for Kancheepuram Watershed', *International Journal of Advanced Research in Engineering and Technology (IJARET)*, 11(5), pp. 827–834. Available at: <https://iaeme.com/Home/issue/>.
- De Rosa, P. *et al.* (2019) 'Stream power determination in GIS: An index to evaluate the most 'sensitive' points of a river', *International Remote Sensing Applied Journal*, 11(2), pp. 68–73. Available at: <https://doi.org/10.24036/irsaj.v3i2.38>.
- De Rosa, P., Fredduzzi, A. and Cencetti, C. (2019a) 'Stream power determination in GIS: An index to evaluate the most 'sensitive' points of a river', *Water (Switzerland)*, 11(6), pp. 2–9. Available at: <https://doi.org/10.3390/w11061145>.
- De Rosa, P., Fredduzzi, A. and Cencetti, C. (2019b) 'Stream power determination in GIS: An index to evaluate the most 'sensitive' points of a river', *Water (Switzerland)*, 11(6). Available at: <https://doi.org/10.3390/w11061145>.
- Taufik, M., Amiluddin, A. and Bioresita, F. (2020) 'Generated Topographic Data from UAV, For Simple Irrigation Planning (Case Study, Sugar Cane in Jember)', *International Research Journal of Advanced Engineering and Science*, 5(1), pp. 245–248.
- Vojtek, M. and Vojteková, J. (2016) 'GIS-based Approach to Estimate Surface Runoff in Small Catchments: A Case Study', *Quaestiones Geographicae*, 35(3), pp. 97–116. Available at: <https://doi.org/10.1515/quageo-2016-0030>.
- Yoshihara, N. *et al.* (2022) 'Science of the Total Environment Catchment-scale impacts of shallow landslides on stream water chemistry', *Science of the Total Environment*, 825, p. 153970. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.153970>.
- Zhou, G., Dong, W. and Wei, H. (2019) 'A fast and simple algorithm for calculating flow accumulation matrices from raster digital elevation models', *Abstracts of the ICA*, 1(July), pp. 1–2. Available at: <https://doi.org/10.5194/ica-abs-1-434-2019>.

HALAMAN INI SENGAJA DI KOSONGKAN