Jurnal Ilmiah Kanderang Tingang
Vol.17 No.2 Juli-Desember 2026
FKIP Universitas Palangka Raya

ISSN 2087-166X (printed)
ISSN 2721-012X (online)
DOI: https://doi.org/10.37304/jikt.v17i2.461

Perubahan Respon Hidrologi DAS Tukad Unda Akibat Perubahan Tata Guna Lahan Tahun 2014 dan 2024

I Made Alit Widnyana[(1)], Husnayaen [(2)], Adrian Pratama Putra[(3)]
[1,2,3]Institut Sains dan Teknologi Nahdlatul Ulama Bali, Indonesia
Email: alitwidnyana1968@gmail.com, husnayaen.23@gmail.com, adrian.vague@gmail.com

Diterima:20-08-2026; Disetujui:26-10-2026; Dipublikasi:09-11-2026

ABSTRAK

Perubahan tata guna lahan dapat memengaruhi karakteristik hidrologi suatu daerah aliran sungai melalui perubahan kemampuan permukaan dalam meresapkan, menahan, dan mengalirkan air hujan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan debit puncak banjir akibat perubahan tata guna lahan di DAS Tukad Unda pada tahun 2014 dan 2024 menggunakan Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Snyder. Analisis dilakukan melalui identifikasi perubahan tata guna lahan, penentuan koefisien limpasan, analisis hujan rancangan, distribusi hujan jam-jaman, penentuan hujan efektif, serta transformasi hujan efektif menjadi hidrograf banjir menggunakan HSS Snyder. Hasil analisis menunjukkan bahwa koefisien limpasan DAS meningkat dari 0,38 pada tahun 2014 menjadi 0,40 pada tahun 2024, yang menunjukkan peningkatan proporsi curah hujan yang berpotensi menjadi limpasan langsung. Dengan luas DAS sebesar 2.3150,48 Ha atau 231,50 km², panjang sungai utama 51,8 km, dan panjang dari outlet menuju pusat gravitasi DAS sebesar 20,4 km, HSS Snyder menghasilkan karakteristik hidrograf yang kemudian digunakan untuk mentransformasikan hujan efektif pada kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun. Perubahan tutupan lahan DAS Tukad Unda tahun 2014–2024 menunjukkan peningkatan karakteristik limpasan yang ditandai dengan kenaikan CN Composite dari 55,77 menjadi 60,73 dan IMP Composite dari 4,8% menjadi 6,2%. Kondisi tersebut menyebabkan hujan efektif tahun 2024 lebih besar dibandingkan tahun 2014. Pemodelan menggunakan HSS Snyder menunjukkan peningkatan debit puncak, terutama pada kala ulang 100 tahun, dari 55,03 m³/s pada tahun 2014 menjadi sekitar 119,00 m³/s pada tahun 2024.Hasil penelitian menunjukkan bahwa perubahan tata guna lahan pada DAS Tukad Unda berkontribusi terhadap peningkatan limpasan dan debit puncak banjir. Temuan ini menunjukkan pentingnya pengelolaan tata guna lahan yang mempertahankan fungsi resapan dan retensi DAS sebagai bagian dari upaya pengurangan risiko banjir dan pengelolaan sumber daya air berkelanjutan.

Kata Kunci : perubahan tata guna lahan, debit puncak, HSS Snyder, hujan efektif, DAS Tukad Unda

PENDAHULUAN

Provinsi Bali mengalami perubahan tata guna lahan yang pesat akibat pertumbuhan penduduk dan ekspansi pariwisata, termasuk alih fungsi sawah menjadi permukiman dan infrastruktur pariwisata. Perubahan ini berdampak pada berkurangnya lahan pertanian, penurunan retensi air, serta meningkatnya ancaman terhadap ketahanan pangan (Faoziyah et al., 2024; Putri et al., 2020). Berbagai studi menunjukkan bahwa perubahan land use/land cover (LULC) mempengaruhi siklus hidrologi, terutama evapotranspirasi, infiltrasi, dan aliran permukaan, yang pada akhirnya mengganggu keseimbangan air dan ketersediaan sumber daya air untuk irigasi pertanian (Bosmans et al., 2017; Kayitesi et al., 2022).

Perubahan DAS dari lahan terbuka atau vegetasi alami menjadi lahan terbangun dan pertanian meningkatkan limpasan permukaan, mempercepat waktu

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License. Copyright © Author.

ISSN 2087-166X (printed)
ISSN 2721-012X (online)
DOI: https://doi.org/10.37304/jikt.v17i2.461

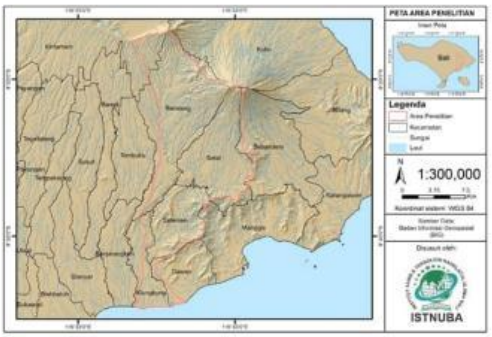
konsentrasi aliran, serta menaikkan debit puncak sungai yang berpotensi memicu banjir dan erosi, sehingga menurunkan fungsi DAS dan berdampak negatif pada wilayah hilir (Indriyani & Amalia, 2022; Permatasari, 2017)..

Beberapa peneliti telah melakukan penelitian dengan metode Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Snyder, antara lain (Koneti et al., 2018) melakukan penelitian menunjukkan bahwa perubahan tutupan lahan (LULC) antara 1985–2014 mempengaruhi dinamika curah hujan-runoff di DAS besar, dengan peningkatan runoff permukaan sebagai akibat urbanisasi. Mereka menggunakan teknik remote sensing dan GIS untuk mendeteksi perubahan LULC, dan mengaitkannya dengan respon aliran sungai. Dalam konteks metodologis, model Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Snyder masih menjadi salah satu pendekatan efektif untuk memperkirakan respon hidrologi di wilayah dengan keterbatasan data pengamatan debit sungai. Parameter utama HSS Snyder, yaitu Ct dan Cp, sangat sensitif terhadap perubahan tata guna lahan dan morfometri DAS, sehingga dapat digunakan untuk mendeteksi dampak perubahan spasial terhadap dinamika aliran sungai seperti penelitian yang dilakukan oleh (Iresh et al., 2024).

Perubahan tata guna lahan yang tidak terkendali dapat menurunkan ketersediaan air irigasi akibat berkurangnya vegetasi alami sebagai penyimpan dan peresap air, sehingga aliran permukaan meningkat (Bruijnzeel, 2004). Di wilayah pertanian seperti DAS Tukad Unda, Kabupaten Klungkung, perubahan cepat dari sawah atau vegetasi ke penggunaan lain meningkatkan risiko banjir sawah, menurunkan retensi dan infiltrasi air, serta mengurangi peluang pemenuhan kebutuhan irigasi akibat meningkatnya limpasan permukaan (Wijaya et al., 2024). Perubahan tata guna lahan di wilayah hulu meningkatkan limpasan permukaan serta intensitas dan frekuensi banjir, sementara urbanisasi pesat di wilayah tengah DAS Tukad Unda menjadi faktor utama pendorong perubahan tersebut. (Atharinafi & Wijaya, 2021). Dengan pendekatan HSS Snyder, analisis spasial, dan kajian aplikatif di DAS Tukad Unda, penelitian ini diharapkan menghasilkan data serta rekomendasi yang relevan secara ilmiah dan kebijakan (Barid & Afanda, 2022)

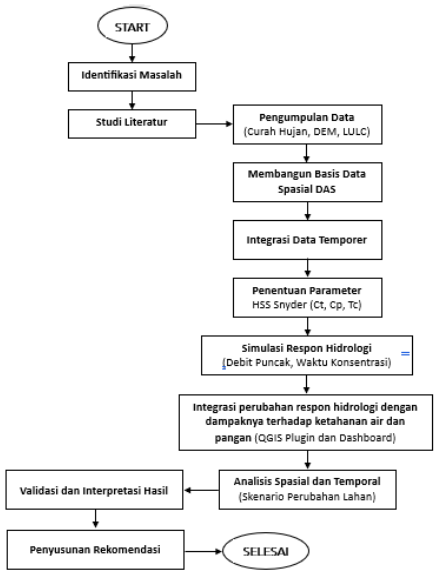
METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian ini berada di Daerah Aliran Sungai (DAS) Tukad Unda, Kabupaten Klungkung, Provinsi Bali. DAS Tukad Unda merupakan representasi karakteristik DAS tropis sehingga menjadi lokasi ideal untuk mengetahui pemahaman awal mengenai tren perubahan respon hidrologi terhadap perubahan tata guna lahan. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

ISSN 2087-166X (printed)
ISSN 2721-012X (online)
DOI: https://doi.org/10.37304/jikt.v17i2.461



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

Penjelasan umum bagan alir penelitian sebagai berikut: Data hujan harian diambil dari stasiun hujan yang sesuai koordinat stasiun hujannya. Data TMA diambil dari stasiun pos duga yang sesuai koordinat pos duganya. DEMNAS untuk mendapatkan Peta kontur DAS Tukad Unda di dapat dari BP. DAS (Balai Pengelola Sungai) Unda Anyar. Analisis data hujan kawasan DAS Unda dengan Metode Thiessen, dilanjutkan dengan hitungan hujan Mononobe dengan distribusi hujan jam-jaman. Menghitung hidrograf satuan terukur. Menghitung HSS (Hidrograf Satuan Sintetis) Snayder. Menghitung hidrograf satuan terukur dari debit TMA. Menghitung HSS Snyder. Validasi antara hidrograf satuan terukur dan HSS Snyder.

Penelitian ini dimulai dengan pengumpulan data sekunder berupa data hujan dan data AWLR dari pos duga air. Data sekunder tersebut dapat diperoleh dari BWS (Balai Wilayah Sungai) Bali Penida, BBMKG (Balai Besar Meteorologi dan Geofisika) Wilayah III Denpasar dan dari situs Hidrologi.net.

Data hujan dari berberapa stasiun hujan dipilih dengan waktu yang sama. Data hujan yang terpilih dipasangkan dengan data TMA dengan tanggal yang sama.

Secara administratif aliran Tukad Unda mencakup wilayah Kabupaten Karangasem, Kabupaten Bangli dan Kabupaten Klungkung. Sungai utama pada dengan ID 207 merupakan sungai-sungai yang melalui daerah pada Kabupaten Karangasem, Kabupaten Bangli dan Kabupaten Klungkung, sehingga memiliki multi fungsi sebagai sumber air untuk irigasi, air minum maupun sebagai fungsi drainase. DAS Tukad Unda rnerupakan DAS lintas kabupaten yaitu Kabupaten Klungkung dan Kabupaten Karangasem, yang terdiri dari luas total daerah aliran sungai (*catchment area*) Tukad Unda adalah 2.3150,48 Ha atau 231,50 km², panjang sungai utama 51,8 km.

Salah satu metode yang digunakan untuk menghitung hujan kawasan adalah Metode Thiessen. Metode ini digunakan karena memperhitungkan faktor luas wilayah pengaruh dari masing-masing lokasi stasiun hujan. Dengan mempertimbangkan luas dan posisi stasiun, metode ini mampu merepresentasikan besaran curah hujan yang sesungguhnya terjadi pada kawasan tersebut secara lebih proporsional. Persamaan untuk menghitung curah hujan rerata dengan pendekatan

ISSN 2087-166X (printed)
ISSN 2721-012X (online)
DOI: https://doi.org/10.37304/jikt.v17i2.461

Thiessen dapat dirumuskan sebagai berikut: (Anam, S; Noerhayati, E; Rachmawati, 2020).

$$\acute{P} = \frac{A_1P_1 + A_2P_2 + \cdots + A_nP_n}{A_1 + A_2 + A_3 + \cdots + A_n}$$

Dimana:
Ṕ = hujan rata-rata (mm)
P_n= Hujan masing-masing stasiun.
A_n= luas polygon Thiessen

Intensitas hujan didefinisikan sebagai kedalaman curah hujan yang terjadi dalam setiap satuan waktu, di mana besarannya dipengaruhi oleh durasi maupun frekuensi terjadinya hujan tersebut. Untuk mengkonversi data curah hujan harian menjadi intensitas hujan jam-jaman, digunakan metode Mononobe. Penelitian ini menggunakan durasi hujan selama 6 jam sebagai dasar perhitungan intensitas hujan,

Data curah hujan yang tersedia dalam penelitian ini merupakan data curah hujan harian, sehingga tidak tersedia data observasi hujan dengan interval waktu jam-jaman. Sementara itu, analisis Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Snyder memerlukan distribusi hujan menurut waktu sebagai masukan dalam pembentukan hujan efektif dan hidrograf. Oleh karena itu, hujan rancangan yang telah diperoleh dari analisis frekuensi selanjutnya diubah menjadi distribusi hujan temporal secara sintetik. Distribusi hujan jam-jaman dalam penelitian ini menggunakan metode Mononobe, yang digunakan untuk memperkirakan intensitas dan distribusi hujan berdasarkan hujan rancangan 24 jam. Adapun persamaan dengan menggunakan metode Modified Mononobe sebagai berikut: (Yuli Yani, P. R., Saidah, H., & Wirahman, 2021).

$$I = \frac{R_{24}}{24} x \{\frac{24}{t}\}^{\frac{2}{3}}$$

Dimana:
I : intensitas hujan (mm/jam)
R_{24} : curah hujan maksimum selama 24 jam (mm/hari)
t : lama atau durasi curah hujan (jam)

Koefisien limpasan (C) merupakan besaran yang ditetapkan berdasarkan karakteristik tata guna lahan, dan memegang peranan penting sebagai salah satu faktor penentu dalam perhitungan debit limpasan. Pada penelitian ini, nilai koefisien limpasan yang digunakan disamping mengacu kepada karakteristik tata guna lahan dan juga mengacu pada ketentuan SNI 03-2415-1991(Badan Standardisasi Nasional, 2016). Perhitungan nilai koefisien limpasan (C) dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut: (Herdiaprila, T., & Hartati, 2023)

$$C_{DAS} = \frac{\sum_{i=1}^{n} C_i A_i}{\sum_{i=1}^{n} A_i}$$

Dimana:
Ai : luas lahan (ha)
Ci : koefisien aliran lahan
C_{DAS} : koefisien limpasan DAS

Debit aliran dasar (*baseflow*) merupakan komponen debit sungai yang berasal dari pelepasan air tanah (*groundwater discharge*) secara perlahan ke sungai, yang menjadi penopang aliran sungai pada saat tidak terjadi hujan (kondisi resesi). Dalam konteks HSS Snyder, debit aliran dasar ini penting karena debit total (*total runoff*) merupakan penjumlahan dari debit limpasan langsung (*direct runoff*) hasil konvolusi hidrograf satuan dengan debit aliran dasar.

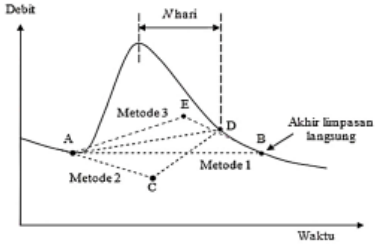
ISSN 2087-166X (printed)
ISSN 2721-012X (online)
DOI: https://doi.org/10.37304/jikt.v17i2.461

Penentuan *baseflow* dapat dilakukan dengan 3 metode yaitu metode 1 dengan menarik garis lurus dari A yakni titik mulai aliran langsung hingga titik B atau akhir limpasan langsung. Kemudian, metode 2 dengan cara menarik garis dari titik A sampai titik C yang berada sejajar dengan puncak hidrograf hingga ke titik D yang jaraknya menggunakan nilai *N* yakni hari sesudah puncak. Nilai *N* di dapat dengan menggunakan rumus berikut (Indarto, I., & Herlinda, 2020):

$$N = A^{0,2}$$

Dimana:
N : waktu (hari)
A : luas DAS (mil²)

Metode 3 dengan cara menarik kurva resesi ke belakang yang berawal dari titik akhir aliran langsung atau titik B hingga titik E dibawah titik balik. Sungai Tukad Unda menggunakan metode A ke B untuk penentuan aliran dasarnya, dikarenakan merupakan sungai *intermitten*. Sungai *intrermitten* dipengaruhi saat terjadi hujan debit naik, saat kemarau debit kecil cendrung sedang tetapi masih ada airnya. Sungai *intermitten* memiliki aliran dasar yang relatif tetap.



Gambar 3 Pemisahan Aliran Dasar. (Agusalim, M., & Nanda, 2018)

Suatu hidrograf terbentuk dari respons DAS terhadap curah hujan dalam satuan waktu tertentu. Berdasarkan cara perolehannya, hidrograf satuan dibedakan menjadi hidrograf satuan terukur dan hidrograf satuan sintetik (HSS). Hidrograf satuan terukur diperoleh melalui proses penurunan (derivasi) dari data hujan dan data debit yang tercatat secara aktual di lapangan. Data hujan umumnya direkam menggunakan alat pencatat hujan otomatis, yaitu *Automatic Rainfall Recorder* (ARR), yang terpasang pada stasiun-stasiun pengamatan tertentu. Sementara itu, data debit diperoleh dari alat pencatat debit otomatis, yaitu *Automatic Water Level Recorder* (AWLR) (Kristianto, A. B., Nyoman, N. I., Sila, D. I. G. B., & Yekti, 2019).

Berdasarkan data yang diperoleh di lapangan, maka debit dapat dihitung dengan data AWLR yang ada yakni menggunakan persamaan lengkung debit. Persamaan lengkung debit ini menghubungkan antara AWLR dan debit. Adapun rumus dari persamaan tersebut sebagai berikut (Andi Setiawan dan Edi Susanto, 2019)

$$Q = K(H - H_o)^n$$

Dimana:
Q : debit (m³/s)
K : nilai hantaran penampang (m²/s)
H : tinggi muka air (m)
H0 : kedalaman aliran nol (m)
n : eksponen (untuk sungai lebar 1,3 dan 1,8, untuk alur relatif dalam >2 tetapi <3)

Pada penelitian ini, digunakan pendekatan persamaan polinomial, di mana ordinat hidrograf satuan dinyatakan berturut-turut sebagai U1, U2….U8, dan seterusnya. Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut (Zulfa, G. F.,

ISSN 2087-166X (printed)
ISSN 2721-012X (online)
DOI: https://doi.org/10.37304/jikt.v17i2.461

Purnaditya, N. P., Wigati, R., Subekti, S., & Priyambodho, 2023):
A : $R_1U_1 = X_1$..... U_1 =...
B : $R_1U_2 + R_2U_1 = X_2$ ..... U_2 =...
C : $R_1U_3 + R_2U_2 + R_3U_1 = X_3$.. U_3 = ...
D : $R_1U_4 + R_2U_3 + R_3U_2 = X_4$ ..U_4 = ...
E : $R_1U_5 + R_2U_4 + R_3U_3 = X_5$...$U_5$ = ... dst.

Metode HSS Snyder menggunakan dua parameter non-fisik, yaitu Ct dan Cp, yang merupakan koefisien yang bergantung pada satuan pengukuran serta karakteristik spesifik dari suatu DAS. Nilai Ct dan Cp ini dapat bervariasi antar wilayah, mengikuti perbedaan kondisi fisik masing-masing DAS. Beberapa parameter penting yang terlibat dalam metode Snyder ini meliputi unsur waktu mencakup waktu kelambatan (*time lag*), waktu dasar (*time base*), aliran puncak (*peak flow*), serta durasi hujan efektif, yang keseluruhannya saling terkait dengan geometri fisik DAS (Kahffi, A., & Lipu, 2021).
Persamaan yang dapat digunakan sebagai berikut (Agusalim, M., & Nanda, 2018):

$$T_L = \alpha \; x \; C_t (L x L_c)^{0,3}$$

$$T_{R'} = \frac{T_L}{5,5}$$

$$T_{L(ajs.)} = T_L + 0,25x(T_{R'} - t_r)$$

$$T_B = 3 + \frac{T_{L(ajs.)}}{8}$$

$$Q_P = \alpha(\frac{C_p x \, A}{T_{L(ajs.)}})$$

$$Q_{PR} = Q_P \frac{T_L}{T_{L(ajs.)}}$$

Dimana:
T_L = waktudari titik berat durasi hujan efektif ($T_{R'}$) ke puncak hidrograf satuan durasi standar dari hujan efektif (jam)
$T_{R'}$ = durasi standar hujan efektif (jam)
$T_{L(ajs.)}$ = waktu dari titik berat durasi hujan efektif, tr ke puncak hidrograf satuan (jam).
t_r = durasi hujan efektif (jam).
A = konstanta, (0,75 untuk T_L dan 0,275 untuk Q_P)
T_B = waktu dasar hidrograf satuan (hari)
Q_P = debit puncak untuk durasi t_D
Q_{PR} = debit puncak untuk durasi t_r
T = panjang sungai utama terhadap titik kontrol yang ditinjau (Km)
Lc = jarak antara titik kontrol ke titik yang terdekat dengan titik berat DAS (Km)
A = luas DAS (Km²)
Ct = koefisien yang tergantung kemiringan DAS (1,8 - 2,2)
Cp = koefisien yang tergantung pada karakteristik DAS (0,4 - 0,94)

Pemilihan nilai Ct tergantung kemiringan DAS. Daerah yang memiliki kemiringan tidak banyak yang landai dipilih Ct kecil (1,8), sedangkan untuk daerah yang banyak landai dipilih Ct besar (2,2). Daerah yang perpaduan landai dan curam maka dipilih diantara nilai tersebut.

Pemilihan nilai Cp tergantung karakteristik DAS. Karakteristik DAS mengacu pada tata guna lahan. Tata guna lahan yang lebih banyak meresap maka

ISSN 2087-166X (printed)
ISSN 2721-012X (online)
DOI: https://doi.org/10.37304/jikt.v17i2.461

Cp kecil (0,4), sedangkan yang semakin kedap dan komplek maka dipilih Ct besar (0,94). Daerah yang perpaduan lahan hutan, pemukiman dan lain-lain menggunakan Ct antara 0,4 – 0,94. Untuk memudahkan penggambaran dalam HSS Snyder maka rumus yang dapat digunakan sebagai berikut:

$$W_{50} = 0{,}18(\frac{Q_p}{A})^{-1{,}075}$$

$$W_{75} = 0{,}10(\frac{Q_p}{A})^{-1{,}075}$$

W50 dan W75 merupakan lebar dari unit hidrograf yang dijadikan acuan pada debit 50% dan 75% dari debit puncak yang dinyatakan dalam satuan jam. Lebar dari W50 dan W75 dibuat dengan perbandingan 1:2.

Metode *Root Mean Square Error* (RMSE) digunakan untuk mengevaluasi tingkat kesalahan HSS Snyder dengan membandingkan hidrograf hasil pemodelan dan hidrograf satuan terukur. Nilai RMSE menunjukkan besarnya penyimpangan antara hasil pemodelan dan data pengamatan, sehingga semakin kecil nilai RMSE atau semakin mendekati nol, semakin tinggi tingkat ketelitian model (Suprayogi, I., Trimaijon, 2014) .Pada penelitian ini, model dikategorikan memiliki tingkat ketelitian yang baik apabila nilai RMSE < 10%. Perhitungan RMSE mengacu pada persamaan sebagai berikut (Armston, 2009):

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum(X-Y)^2}{n}}$$

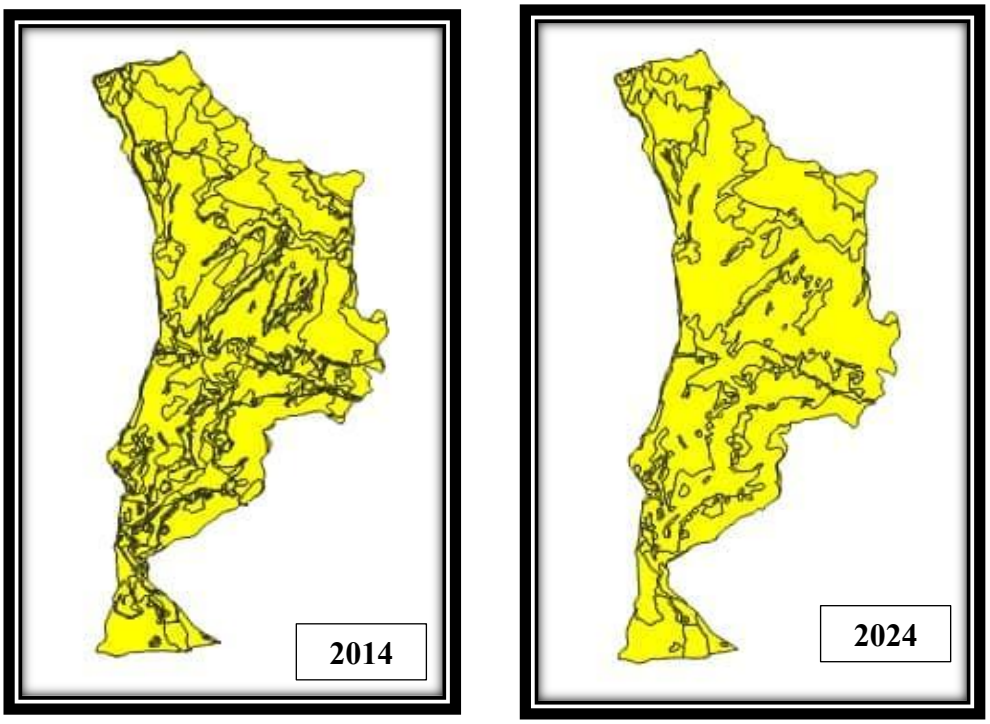
Dimana:
n = jumlah data
X = Nilai pengamatan
Y = nilai prediksi

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Tata Guna Lahan

Tahap pertama dilakukan dengan membandingkan peta LULC tahun 2014 dan tahun 2024 pada wilayah DAS Tukad Unda. Masing-masing peta terlebih dahulu dipotong (clip) berdasarkan batas DAS Tukad Unda sehingga analisis hanya dilakukan pada wilayah penelitian.

ISSN 2087-166X (printed)
ISSN 2721-012X (online)
DOI: https://doi.org/10.37304/jikt.v17i2.461



Gambar 3. Perbandingan Peta Tutupan Lahan Tahun 2014 dan Tahun 2024

Berdasarkan gambar 3, akan menghasilkan tabel Hydrologic Soil Group(HSG), Curve Number(CN), CN Composite, Imperviousness (IMP) dan IMP Composite seperti Tabel 1.

Tabel 1. Hydrologic Soil Group(HSG), Curve Number(CN), CN Composite, Imperviousness (IMP) dan IMP Composite Tahun 2014

Code	Classification	Luas (Ha)	IHSG	CN	CN Composite	IMP	IMP Composite
2001	Hutan Lahan Kering Primer	9878702,0	A	36	55,8	0	4,8
2002	Hutan lahan Kering Sekunder	46142189,0	A	45		0	
2010	Perkebunan	191347,0	A	25		5	
2007	Belukar	17531600,0	A	36		5	
2012	Pemukiman	9188764,0	A	81		30	
2014	Tanah Terbuka	3295861,0	A	39		5	
5001	Badan Air	317642,0	A	39		0	
20091	Pertanian Lahan Kering	36495836,0	A	49		5	
20092	Pertanian Lahan Kering Semak	75618893,0	A	67		5	
20093	Sawah	33026550,0	A	64		5	
20141	Pertambangan	0,0	A	74		5	

Sumber: Pengolahan Data

Berdasarkan karakteristik kelompok tanah yang digunakan, DAS Tukad Unda tahun 2014 didominasi oleh kelompok hidrologi tanah A. Hasil pembobotan berdasarkan luas masing-masing kelas tutupan lahan menghasilkan nilai CN Composite sebesar 55,8 dan IMP Composite sebesar 4,8%. Nilai CN Composite tersebut menunjukkan karakteristik DAS Tukad Unda yang memiliki potensi

ISSN 2087-166X (printed)
ISSN 2721-012X (online)
DOI: https://doi.org/10.37304/jikt.v17i2.461

limpasan pada tingkat sedang, sedangkan IMP Composite sebesar 4,8% menunjukkan bahwa proporsi permukaan kedap secara keseluruhan relatif kecil, meskipun beberapa kelas seperti permukiman memiliki nilai imperviousness yang lebih tinggi.

Tabel 2. Hydrologic Soil Group(HSG), Curve Number(CN), CN Composite, Imperviousness (IMP) dan IMP Composite Tahun 2024

Code	Classification	Luas (Ha)	IHSG	CN	CN Composite	IMP	IMP Composite
2001	Hutan Lahan Kering Primer	1957,4	A	36	60,7	0	6,2
2002	Hutan lahan Kering Sekunder	759,7	A	45		0	
2006	Hutan Tanaman	839,6	A	25		0	
2007	Belukar	567,3	A	36		5	
2012	Pemukiman	1278,3	A	81		30	
2014	Tanah Terbuka	368,3	A	39		5	
3000	Padang Rumput	166,9	A	39		5	
20091	Pertanian Lahan Kering	399,1	A	49		5	
20092	Pertanian Lahan Kering Semak	12331,7	A	67		5	
20093	Sawah	4203,8	A	64		5	
20141	Pertambangan	278,5	A	74		50	

Sumber: Pengolahan Data

Berdasarkan tutupan lahan DAS Tukad Unda tahun 2024, nilai Curve Number (CN) setiap kelas berkisar antara 25–81, dengan nilai tertinggi pada permukiman (81). Hasil pembobotan berdasarkan luas menghasilkan CN Composite sebesar 60,7 dan IMP Composite sebesar 6,2%. Nilai tersebut menunjukkan adanya kecenderungan peningkatan potensi limpasan permukaan akibat perubahan karakteristik tutupan lahan dan peningkatan permukaan kedap air. Kondisi ini menjadi salah satu indikator perubahan respon hidrologi DAS Tukad Unda pada tahun 2024.

Analisis Hujan Efektif Menggunakan Metode SCS-CN.

Metode Soil Conservation Service–Curve Number (SCS-CN) digunakan untuk menentukan besarnya hujan efektif atau limpasan langsung berdasarkan karakteristik tutupan lahan dan kondisi hidrologi tanah. Metode ini mempertimbangkan nilai Curve Number (CN) yang menggambarkan kemampuan DAS Tukad Unda dalam meresapkan dan menahan air hujan. Semakin besar nilai CN, semakin kecil kemampuan infiltrasi dan semakin besar potensi limpasan permukaan. Dalam penelitian ini, metode SCS-CN digunakan untuk mengidentifikasi perubahan hujan efektif DAS Tukad Unda antara tahun 2014 dan 2024 sebagai dampak perubahan tutupan lahan. Hujan efektif yang diperoleh selanjutnya digunakan sebagai input dalam pembentukan hidrograf menggunakan HSS Snyder.

ISSN 2087-166X (printed)
ISSN 2721-012X (online)
DOI: https://doi.org/10.37304/jikt.v17i2.461

Tabel 3. Hujal Efektif Tahun 2014

Periode Ulang (Tahun)	Hujan (mm)	Retensi Air Oleh Tanah (S)	Hujan Efektif (mm)
2,00	122,63	164,25	31,73
5,00	157,50	164,25	53,78
10,00	175,75	164,25	66,48
25,00	195,20	164,25	80,70
50,00	207,76	164,25	90,20
100,00	219,06	164,25	98,93

Sumber: Pengolahan Data

Tabel 4. Hujal Efektif Tahun 2024

Periode Ulang (Tahun)	Hujan (mm)	Retensi Air Oleh Tanah (S)	Hujan Efektif (mm)
2,00	122,63	201,43	23,90
5,00	157,50	201,43	43,12
10,00	175,75	201,43	54,47
25,00	195,20	201,43	67,35
50,00	207,76	201,43	76,03
100,00	219,06	201,43	84,06

Sumber: Pengolahan Data

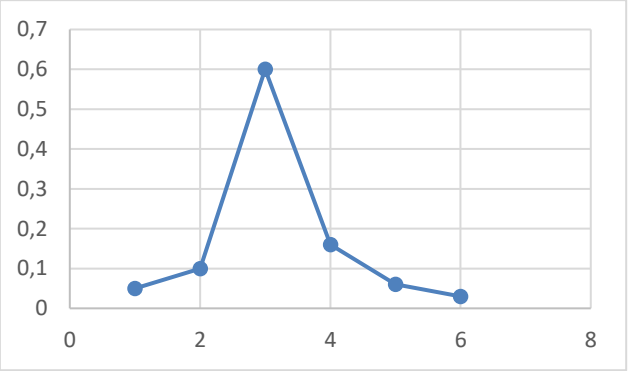
Untuk pola distribusi hujan jam-jaman setelah melalui analisis maka diperoleh hasil seperti pada Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 5. Hasil Distribusi Hujan Jam-Jaman Tahun 2014

Waktu	1	2	3	4	5	6
Rt/Rtot	0,05	0,1	0,6	0,16	0,06	0,03

Sumber: Pengolahan Data

Berikut ini grafik hasil distribusi hujan jam-jaman tahun 2014



Gambar 4. Distribusi Hujan Jam-Jaman Tahun 2014

Gambar 4 menunjukkan distribusi hujan jam-jaman selama durasi 6 jam yang tidak merata. Curah hujan meningkat dari jam pertama hingga mencapai puncak pada jam ketiga dengan proporsi sekitar 60%, kemudian menurun hingga akhir durasi hujan. Konsentrasi hujan pada jam ketiga menunjukkan bahwa periode tersebut merupakan fase kritis dalam pembentukan limpasan dan berpotensi memberikan kontribusi terbesar terhadap pembentukan debit puncak DAS Tukad Unda.

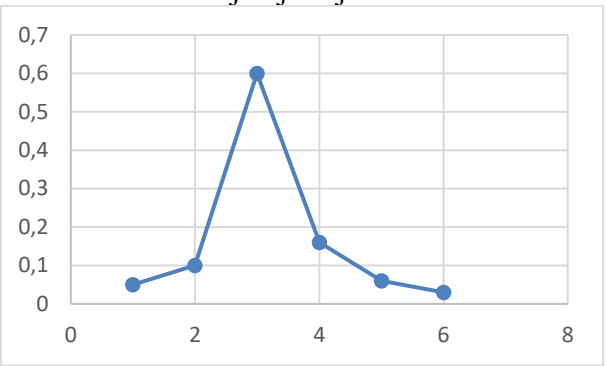
ISSN 2087-166X (printed)
ISSN 2721-012X (online)
DOI: https://doi.org/10.37304/jikt.v17i2.461

Tabel 6. Hasil Distribusi Hujan Jam-Jaman Tahun 2024

Waktu	1	2	3	4	5	6
Rt/Rtot	0,05	0,1	0,6	0,16	0,06	0,03

Sumber: Pengolahan Data

Berikut ini grafik hasil distribusi hujan jam-jaman tahun 2024.



Gambar 5. Distribusi Hujan Jam-Jaman Tahun 2014

Pola tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar hujan terkonsentrasi pada periode tengah kejadian hujan, sehingga jam ke-3 menjadi periode yang memberikan kontribusi terbesar terhadap pembentukan limpasan dan debit puncak DAS Tukad Unda.

HSS Snyder

Perhitungan HSS Snyder Tahun 2014

Data yang dibutuhkan antara lain:

1. Luas DAS Tukad Unda : 2.3150,48 Ha atau 231,50 km²
2. Curve Number (CN) : 55,77
3. Konstanta Snyder untuk satuan SI (C1) : 0,75
4. Koefisien waktu Snyder (Ct) : 1,4
5. Panjang Sungai : 51,8 km
6. Panjang dari outlet menuju titik terdekat dengan pusat DAS (Lc) : 20,4 km
7. Time lag : 8,48 jam
8. Peaking Coefficient (Cp) : 0,6
9. Retensi maksimum tanah (S) : 201,43 mm
10. Initial Abs (Ia) : 40,29 mm
11. Imperviousness Composite (IMP) : 4,776 %

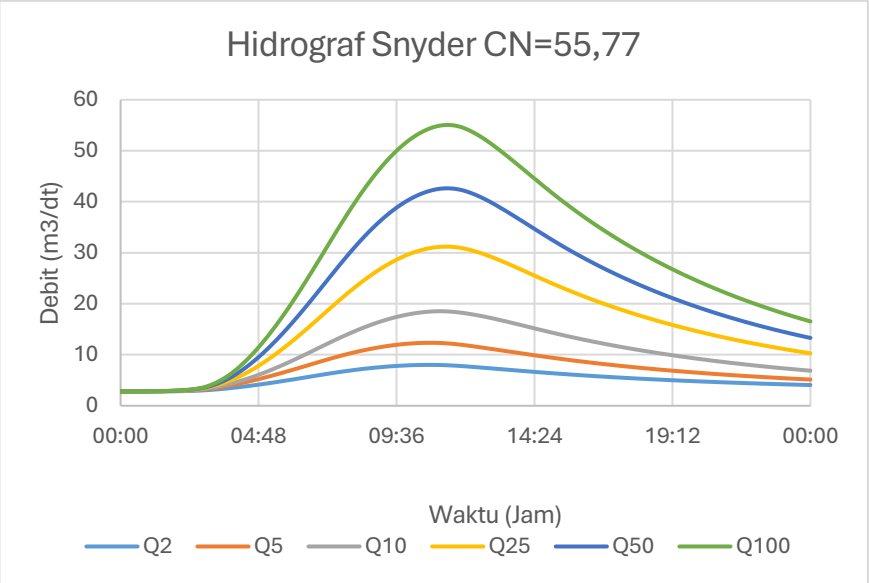
Berdasarkan data yang diperoleh di lapangan dan pengolahan data, maka debit puncak dapat dihitung seperti pada Tabel 7.

Tabel 7. Debit Puncak Tahun 2014 (m³/s)

Waktu	**Q2**	**Q5**	**Q10**	**Q25**	**Q50**	**Q100**
Qmax	19,198	35,377	53,398	79,394	99,607	119,934

Sumber; Pengolahan Data

ISSN 2087-166X (printed)
ISSN 2721-012X (online)
DOI: https://doi.org/10.37304/jikt.v17i2.461



Gambar 6. Hidrograf Snyder DAS Tukad Unda Tahun 2014

Gambar 6 menunjukkan hidrograf Snyder DAS Tukad Unda tahun 2014 untuk berbagai kala ulang, yaitu 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun. Grafik menunjukkan pola hidrograf yang relatif serupa, dengan debit meningkat secara bertahap hingga mencapai debit puncak pada sekitar jam ke-11, kemudian menurun secara bertahap hingga akhir periode simulasi. Semakin besar kala ulang, semakin tinggi debit puncak yang dihasilkan. Debit puncak terendah terjadi pada kala ulang 2 tahun, sedangkan debit puncak tertinggi terjadi pada kala ulang 100 tahun sebesar sekitar 55,03 m^3/s. Pola tersebut menunjukkan bahwa peningkatan besarnya hujan rancangan menghasilkan peningkatan debit puncak, sementara waktu tercapainya puncak relatif sama. Kondisi ini menunjukkan karakteristik respon hidrologi DAS Tukad Unda terhadap kejadian hujan dengan berbagai kala ulang berdasarkan HSS Snyder tahun 2014

Perhitungan HSS Snyder Tahun 2024
Data yang dibutuhkan antara lain:

1.	Luas DAS Tukad Unda	:	2.3150,48 Ha atau 231,50 km^2
2.	Curve Number (CN)	:	60,73
3.	Konstanta Snyder untuk satuan SI (C1)	:	0,75
4.	Koefisien waktu Snyder (Ct)	:	1,4
5.	Panjang Sungai	:	51,8 km
6.	Panjang dari outlet menuju titik terdekat dengan pusat DAS (Lc)	:	20,4 km
7.	Time lag	:	8,48 jam
8.	Peaking Coefficient (Cp)	:	0,6
9.	Retensi maksimum tanah (S)	:	164,25 mm
10.	Initial Abs (Ia)	:	32,85 mm
11.	Imperviousness Composite (IMP)	:	6,153 %

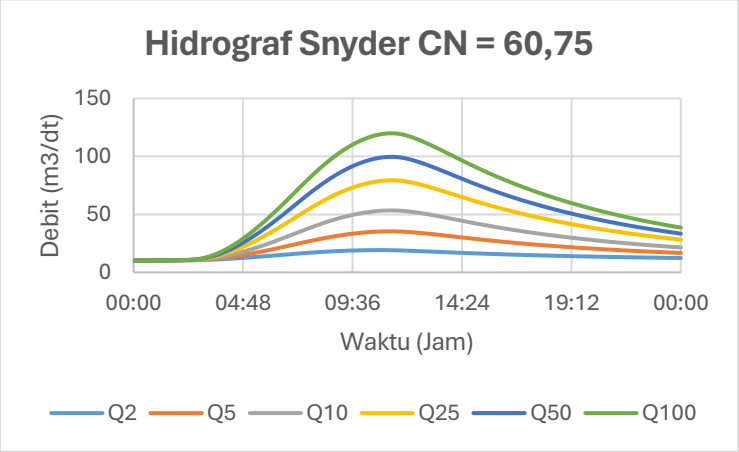
Berdasarkan data yang diperoleh di lapangan dan pengolahan data, maka debit puncak dapat dihitung seperti pada Tabel 8.

ISSN 2087-166X (printed)
ISSN 2721-012X (online)
DOI: https://doi.org/10.37304/jikt.v17i2.461

Tabel 8. Debit Puncak Tahun 2024 (m^3/s)

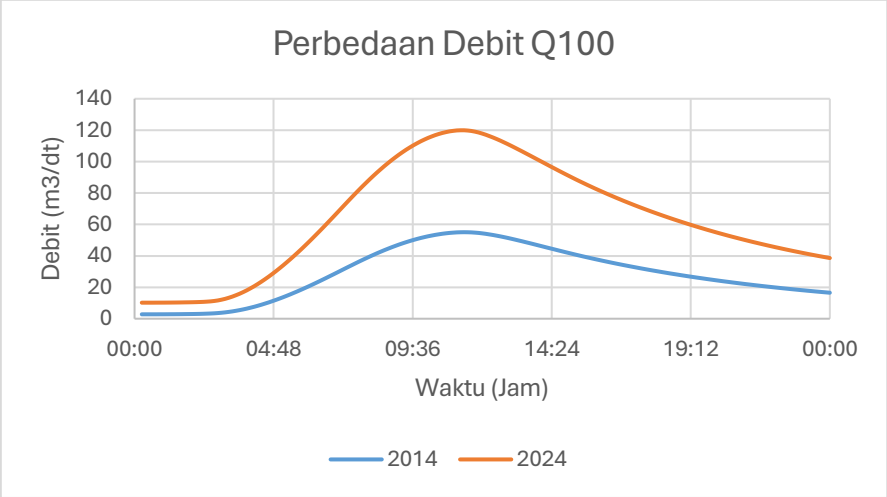
Waktu	Q2	Q5	Q10	Q25	Q50	Q100
Qmax	19,198	35,377	53,398	79,394	99,607	119,934

Sumber: Pengolahan Data.



Gambar 7. Hidrograf Snyder DAS Tukad Unda Tahun 2024

Pada Gambar 8 ditampilkan Perbedaan Hidrograf Snyder DAS Tukad Unda Tahun 2014 dan Tahun 2024.



Gambar 8. Perbedaan Hidrograf Snyder DAS Tukad Unda Tahun 2014 dan Tahun 2024.

KESIMPULAN

Perubahan tutupan lahan DAS Tukad Unda tahun 2014–2024 menunjukkan peningkatan karakteristik limpasan yang ditandai dengan kenaikan CN Composite dari 55,77 menjadi 60,73 dan IMP Composite dari 4,8% menjadi 6,2%. Kondisi tersebut menyebabkan hujan efektif tahun 2024 lebih besar dibandingkan tahun 2014. Pemodelan menggunakan HSS Snyder menunjukkan peningkatan debit puncak, terutama pada kala ulang 100 tahun, dari 55,03 m^3/s pada tahun 2014 menjadi sekitar 119,00 m^3/s pada tahun 2024. Hasil ini menunjukkan bahwa perubahan tata guna lahan berkontribusi terhadap peningkatan limpasan dan debit puncak banjir DAS Tukad Unda, sehingga diperlukan pengelolaan tata guna lahan yang mempertahankan fungsi infiltrasi dan retensi DAS untuk mengurangi risiko banjir.

ISSN 2087-166X (printed)
ISSN 2721-012X (online)
DOI: https://doi.org/10.37304/jikt.v17i2.461

DAFTAR PUSTAKA

Agusalim, M., & Nanda, A. R. (2018). Perbandingan Hidrograf Satuan Amatan Dan Hidrograf Satuan Sintesis (Das Maros Sub Das Maros Tompubulu). *Teknik Hidro*, *11(1)*, 1–11. https://doi.org/10.26618/th.v11i1.2435

Anam, S; Noerhayati, E; Rachmawati, A. (2020). Studi Pengembangan Jaringan Irigasi Sprinkler Berbasis Gravitasi di Desa Poncokusumo Kabupaten Malang. *Universitas Islam Malang, 8(3)*, 162–173.

Andi Besse Rimba, Geetha Mohan, Saroj Kumar Chapagain, Andi Arumansawang, Carolyn Payus, Kensuke Fukushi, Husnayaen, Takahiro Osawa, R. A. (2021). Impact of population growth and land use and land cover (LULC) changes on water quality in tourism-dependent economies using a geographically weighted regression approach. *Environmental Science and Pollution Research*. https://doi.org/10.1007/s11356-020-12285-8

Andi Setiawan dan Edi Susanto. (2019). Penentuan Liku Kalibrasi Debit (Rating Curve) pada Musim Hujan di Daerah Aliran Sungai (DAS) Deli. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian Dan Biosistem*, *Vol. 7*, *No*, 157–165.

Armston, J. D. (2009). Prediction and validation of foliage projective cover from Landsat-5 TM and Landsat-7 ETM+ imagery. *Journal of Applied Remote Sensing*, *3(1)*. https://doi.org/10.1117/1.3216031

Atharinafi, Z., & Wijaya, N. (2021). Land Use Change and Its Impacts on Surface Runoff in Rural Areas of the Upper Citarum Watershed (Case Study : Cirasea Sub- watershed). *Journal of Regional and City Planning*, *32*(1), 36–55. https://doi.org/10.5614/jpwk.2021.32.1.3

Badan Standardisasi Nasional. (2016). *SNI 2415:2016 Tata cara perhitungan debit banjir rencana*.

Barid, B., & Afanda, B. O. (2022). Increasing peak flow of snyder synthetic hydrograph units in the serenan sub-watershed of Bengawan Solo Watershed. *Jurnal ASTONJADRO*, *2018*, 616–626.

Bosmans, J. H. C., Beek, L. P. H. Van, Sutanudjaja, E. H., & Bierkens, M. F. P. (2017). *Hydrological impacts of global land cover change and human water use*. *2005*, 5603–5626.

Bruijnzeel, L. A. (2004). *Hydrological functions of tropical forests : not seeing the soil for the trees ?* (Vol. 104). https://doi.org/10.1016/j.agee.2004.01.015

Faoziyah, U., Rosyaridho, M. F., & Panggabean, R. (2024). Unearthing Agricultural Land Use Dynamics in Indonesia : Between Food Security and Policy Interventions. *Jurnal MDPI*, 1–29.

Herdiaprila, T., & Hartati, E. (2023). *Penentuan Koefisien Limpasan Rata-Rata (Cr) Tata Guna Lahan Kelurahan Sukamiskin Kecamatan Arcamanik Kota Bandung*. *VIII–2*.

Indarto, I., & Herlinda, N. D. (2020). Aplikasi Metode Pemisahan Aliran Dasar Berbasis Grafis Digital: Studi Pendahuluan Di Wilayah DAS Brantas. *Jurnal Sumber Daya Air*, *16(1),* 11–22.

Indriyani, M., & Amalia, R. S. (2022). *Analisa Debit Puncak Menggunakan Pendekatan Metode Hidrograf Satuan Sintetis (HSS) Snyder dan HEC-HMS (Peak Discharge Analysis Using Synthetic Unit Hydrograph Method (HSS) Snyder and HEC-HMS Approach)*. *6*, 48–57.

Iresh, A. D. S., Dilthara, G. W. A. S., & Sugeeshwara, S. P. C. (2024). Estimation of Catchment Parameters of Snyder ’ s Synthetic Method for Water

ISSN 2087-166X (printed)
ISSN 2721-012X (online)
DOI: https://doi.org/10.37304/jikt.v17i2.461

Resources Planning and Flood Management in Sri Lanka. *ENGINEER*.

Kahffi, A., & Lipu, S. (2021). Analisis Hidrograf DAS Poso dengan Metode Hidrograf Satuan Sintetis Snyder dan Hidrograf Satuan Sintetis Soil Conversation Service (SCS). *Civil Engineering Journal on Research and Development*, 121–128. https://doi.org/10.22487/renstra.v2i2.334

Kayitesi, N. M., Guzha, A. C., & Mariethoz, G. (2022). Impacts of land use land cover change and climate change on river hydro-morphology- a review of research studies in tropical regions. *Journal of Hydrology*, *615*(PA), 128702. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2022.128702

Koneti, S., Sunkara, S. L., & Roy, P. S. (2018). *Hydrological Modeling with Respect to Impact of Land-Use and Land-Cover Change on the Runoff Dynamics in Godavari River Basin Using the HEC-HMS Model*. https://doi.org/10.3390/ijgi7060206

Kristianto, A. B., Nyoman, N. I., Sila, D. I. G. B., & Yekti, M. I. (2019). *Comparative Model of Measured Unit Hydrograph (Case Study of Tukad Pakerisan Watershed)*. *7(1)*, 21–31.

Permatasari, R. (2017). *Pengaruh Perubahan Penggunaan Lahan terhadap Rezim Hidrologi DAS (Studi Kasus : DAS Komering)*. *24*(1), 91–98. https://doi.org/10.5614/jts.2017.24.1.11

Putri, D. A. I., Widiarti, W. Y., & Halik, G. (2020). *DAMPAK PERUBAHAN TATA GUNA LAHAN TERHADAP DEBIT PUNCAK DI SUB DAS TALANG KABUPATEN JEMBER*. *16*(1), 30–38.

Suprayogi, I., Trimaijon, & M. (2014). Model Prediksi Liku Kalibrasi Menggunakan Pendekatan Jaringan Saraf Tiruan (ZST) (Studi Kasus : Sub DAS Siak Hulu). *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Riau*, *1(1)*, 1–18.

Watershed, L., & Çalı, A. (2025). *Exploring Hydrological Response to Land Use / Land Cover Change Using the SWAT + Model in the Iznik*.

Wijaya, O. T., Yudianto, D., Fitriana, F., & Sanjaya, S. (2024). PREDIKSI DAMPAK PERUBAHAN TATAGUNA LAHAN TERHADAP DEBIT LIMPASAN , STUDI KASUS : GEREJA RANCASARI PREDICTION OF LAND USE CHANGE IMPACT ON RUNOFF , CASE STUDY : RANCASARI. *Jurnal Sumber Daya Air*, *20*(2), 87–98.

Yuli Yani, P. R., Saidah, H., & Wirahman, L. (2021). Pola Distribusi Hujan Jam-Jaman Di Stasiun Hujan Jurang Sate Dan Stasiun Hujan Lingkok Lime Pada Wilayah Lombok Tengah. *Spektrum Sipil*, *8(1)*, 41–54.

Zulfa, G. F., Purnaditya, N. P., Wigati, R., Subekti, S., & Priyambodho, B. A. (2023). Prediction of Snyder Synthetic Unit Hydrograph Coefficient for Cidurian Watershed. *Jurnal Teknik Sipil*, *12(2)*, 271. https://doi.org/10.36055/fondasi.v12i2.22046