

## ANALISIS POTENSIAL PENGARUH PERUBAHAN TATA GUNA LAHAN DAN IKLIM TERHADAP SUMBER DAYA AIR DAS BEKASI DENGAN MENGGUNAKAN MODEL HIDROLOGI

Abdul Jabbar<sup>1</sup>, Herol<sup>2</sup>, Isria Miharti Maherni Putri<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Sipil, Universitas Pelita Bangsa

Jl. Inspeksi Kalimalang Tegal Danas, arah Delta Mas, Cikarang Pusat, Kab. Bekasi 17530, Indonesia

Koresponden Email:<sup>1</sup>[abduljabbar8ab@gmail.com](mailto:abduljabbar8ab@gmail.com)

### Abstract

*This research investigates the impacts of land use and climate change on the Bekasi Watershed in Indonesia using the Soil and Water Assessment Tool (SWAT) model. Despite incomplete river flow calibration data, the study provides an initial overview of hydrological changes in the Bekasi Watershed. Findings indicate the significant influence of land use changes on hydrological parameters, including surface runoff, lateral flow contribution, water yield from Hydrological Response Units (HRUs), actual evapotranspiration, sediment yield from HRUs, and potential evapotranspiration. The study emphasizes the importance of comprehensive river flow calibration data to enhance SWAT model accuracy in future assessments. Overall, this research highlights the need for continuous land use monitoring and improved river flow calibration data for effective water resource management in the Bekasi Watershed. These findings offer valuable insights for policymakers, researchers, and water resource managers striving for sustainable water resource management in the Bekasi region and similar watersheds facing land use and climate change challenges.*

### Info Artikel

Diterima: 30 November 2023

Direvisi: 14 Desember 2023

Dipublikasikan: 18 Desember 2023

**Keywords:** Watersheds, Land Use, Climate Change, Hydrology, Hydrological Models

**Kata kunci:** DAS, Tata guna Lahan, Perubahan Iklim, Hidrologi, Model Hidrologi

### Abstrak

Penelitian ini menginvestigasi dampak perubahan tata guna lahan dan iklim terhadap Daerah Aliran Sungai (DAS) Bekasi di Indonesia menggunakan *model Soil and Water Assessment Tool (SWAT)*. Meskipun data kalibrasi aliran sungai belum lengkap, penelitian ini memberikan gambaran awal tentang perubahan hidrologi di DAS Bekasi. Hasil penelitian menunjukkan pengaruh signifikan perubahan tata guna lahan terhadap parameter hidrologi, termasuk aliran permukaan, kontribusi aliran lateral, hasil aliran air dari Unit Respons Hidrologi (HRUs), evapotranspirasi aktual, hasil sedimen dari HRUs, dan evapotranspirasi potensial. Penelitian ini menekankan pentingnya data kalibrasi aliran sungai yang komprehensif untuk meningkatkan akurasi model SWAT di masa depan. Secara keseluruhan, penelitian ini menyoroti perlunya pemantauan berkelanjutan terhadap tata guna lahan dan perbaikan data kalibrasi aliran sungai untuk manajemen sumber daya air yang lebih efektif di DAS Bekasi. Temuan ini memberikan wawasan berharga bagi pembuat kebijakan, peneliti, dan pengelola sumber daya air yang berupaya menuju manajemen sumber daya air yang berkelanjutan di wilayah Bekasi dan DAS serupa yang menghadapi tantangan perubahan tata guna lahan dan iklim.

## 1. Pendahuluan

Perubahan tata guna lahan dan dampak perubahan iklim telah menjadi topik penelitian penting dalam dekade terakhir, khususnya dalam konteks pengelolaan sumber daya air di daerah aliran sungai (DAS).

Meskipun belum banyak dibahas dan diperhitungkan dalam manajemen sistem drainase dan pengendalian banjir, pengaruh perubahan iklim terhadap hidrologi menjadi semakin signifikan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa karakteristik hujan telah mengalami perubahan. Secara umum, musim hujan memiliki durasi yang lebih singkat, sementara musim kemarau menjadi lebih panjang. Jumlah hari dengan hujan cenderung menurun, sedangkan hujan harian maksimum dan intensitas hujan menunjukkan kecenderungan peningkatan.[1]

Penelitian ini berfokus pada analisis pengaruh perubahan tata guna lahan dan kondisi iklim terhadap sumber daya air di DAS Bekasi. Perubahan ini dipercaya memiliki dampak signifikan terhadap ketersediaan dan kualitas sumber daya air. Sejumlah studi sebelumnya telah menggarisbawahi pentingnya memahami pengaruh perubahan lingkungan pada sistem hidrologi. Namun, masih ada kesenjangan pengetahuan, khususnya dalam konteks DAS Bekasi. Penelitian ini dilakukan untuk mengisi kesenjangan tersebut dan memberikan wawasan baru mengenai pengaruh perubahan tata guna lahan dan iklim terhadap dinamika hidrologi di DAS Bekasi. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan pemahaman yang lebih mendalam tentang bagaimana perubahan tata guna lahan dan iklim mempengaruhi sumber daya air di DAS Bekasi, dengan menggunakan model SWAT sebagai alat analisis utama.

## 2. Metode

Metode penelitian ini dirancang untuk menyelidiki dampak perubahan tata guna lahan dan iklim terhadap sumber daya air di Daerah Aliran Sungai (DAS) Bekasi. Penelitian ini mengadopsi desain penelitian eksploratif dengan pendekatan kualitatif. Pendekatan ini memungkinkan kami untuk mendapatkan pemahaman yang mendalam tentang perubahan dalam DAS Bekasi dan bagaimana perubahan tersebut memengaruhi

sumber daya air. Berikut adalah rincian mengenai metode penelitian yang digunakan:

- a. Pengumpulan Data Sekunder yang meliputi data iklim dari tahun 2013 hingga 2023, data tutupan lahan tahun 2017 dan 2022, serta data jenis tanah seluruh dunia dari FAO-Unesco th 2007 akan diperoleh dari sumber yang relevan.
- b. Analisis Data yang diperoleh akan dianalisis menggunakan model SWAT (*Soil and Water Assessment Tool*) untuk mensimulasikan dampak perubahan tata guna lahan dan iklim terhadap sumber daya air di DAS Bekasi. Analisis akan mencakup aspek-aspek seperti aliran permukaan, infiltrasi, dan ketersediaan sumber daya air.
- c. Interpretasi dan Kesimpulan Hasil analisis akan diinterpretasikan untuk mengidentifikasi potensial pengaruh perubahan terhadap sumber daya air di DAS Bekasi. Kesimpulan akan ditarik berdasarkan temuan ini.

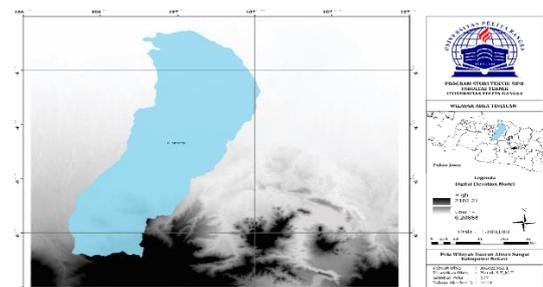
## 3. Hasil dan Pembahasan

### a. Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini membatasi ruang lingkungannya pada DAS Bekasi dengan fokus pada perubahan tata guna lahan dan iklim serta dampaknya terhadap ketersediaan sumber daya air di wilayah yang mencakup Kabupaten Bekasi, Kota Bekasi, Kota Depok, Kabupaten Bogor, dan Kota Bogor.

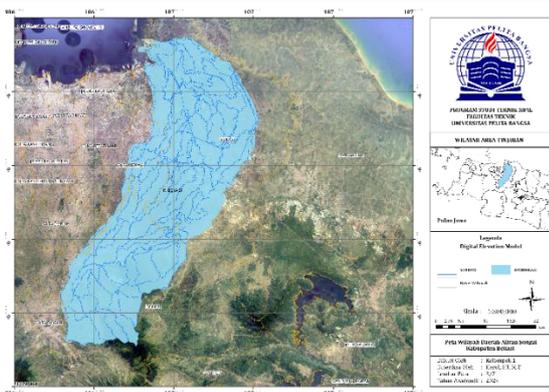
### b. Pengumpulan Data

Data iklim akan diperoleh dari sumber resmi seperti NASA. Data tutupan lahan akan diperoleh dari sumber yang relevan. Data jenis tanah seluruh dunia akan diperoleh dari FAO-Unesco. Selain itu, data observasi lapangan juga akan dikumpulkan untuk memvalidasi hasil simulasi model.



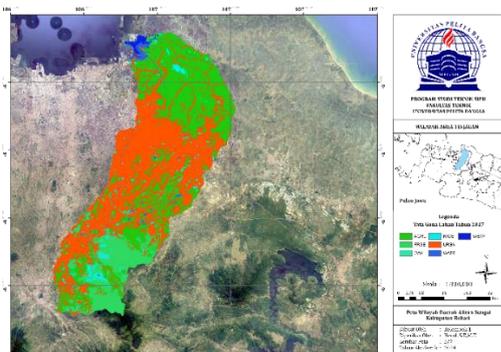
Gambar 1. Pengolahan data DEM

Pengolahan data Digital Elevation Model (DEM) dengan bantuan perangkat lunak ArcGIS dapat memberikan wawasan yang berharga tentang geometri permukaan bumi. Digital Elevation Model (DEM) adalah digital yang menggambarkan geometri dari bentuk permukaan bumi atau bagiannya yang terdiri dari himpunan titik-titik koordinat hasil sampling dari permukaan dengan algoritma yang mendefinisikan permukaan tersebut menggunakan himpunan koordinat Model. DEM adalah model digital yang memberikan informasi bentuk permukaan (topografi) dalam bentuk data raster, vector atau bentuk data lainnya. DEM memuat data ketinggian dan kemiringan yang mempermudah interpretasi. Sehingga dapat digunakan dalam berbagai aspek kehidupan.[2]

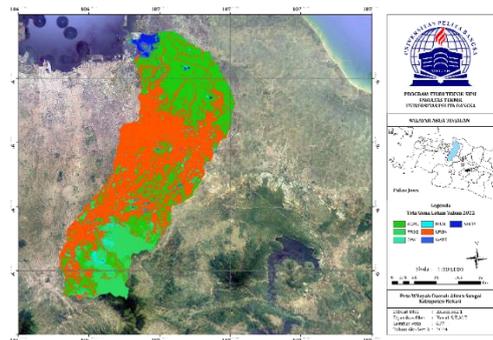


Gambar 2. Pengolahan Data DAS

Pengolahan data DAS (Daerah Aliran Sungai) dan Sub-DAS (Sub Daerah Aliran Sungai) melibatkan sejumlah langkah penting untuk menganalisis dan mengelola informasi hidrologi dan lingkungan terkait aliran air di wilayah tersebut.



Gambar 3. Pengolahan Data Tata Guna Lahan 2017

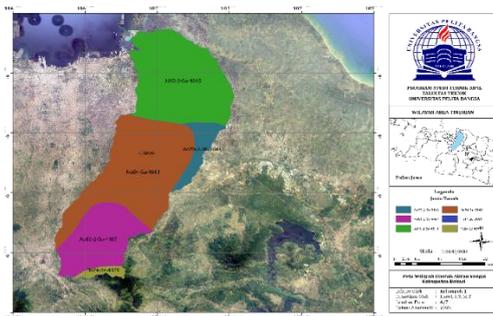


Gambar 4. Pengolahan Data Tata Guna Lahan 2022

Tabel 1. Klasifikasi Land Use SWAT

Uraian	2022 (Km <sup>2</sup> )	2017 (Km <sup>2</sup> )	2022 (%)	2017 (%)	Perubahan (%)
Water	18,6	21,95	1,32	1,56	0,24
Evergreen Forest	162,21	181,92	11,52	12,92	1,4
Woody Wetlands	15,98	8,86	1,13	0,63	0,51
Generic	478,47	504,02	33,97	35,78	1,81
Urban	704,44	652,03	50,02	46,29	3,72
Oak	2,45	4,89	0,17	0,35	0,17
Water	26,29	34,81	1,87	2,47	0,6
<b>Total</b>	<b>1408,45</b>	<b>1408,48</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	

Pengolahan data tata guna lahan (Land Use) melibatkan sejumlah langkah penting untuk menganalisis dan mengelola informasi tentang bagaimana lahan digunakan di wilayah tertentu.



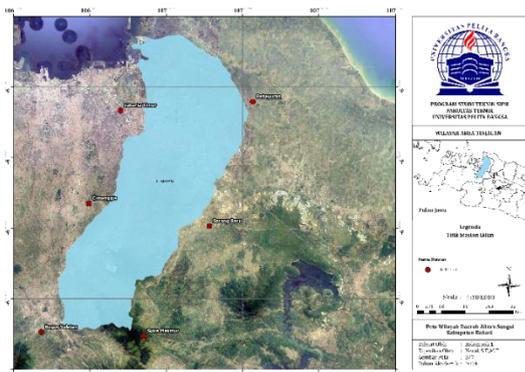
Gambar 5. Pengolahaxn Data Klasifikasi Jenis Tanah

Pengolahan data klasifikasi jenis tanah dari sumber FAO-Unesco tahun 2007 melibatkan beberapa langkah untuk menganalisis dan memahami jenis-jenis tanah dalam basis data tersebut.

**Tabel 2.** Klasifikasi Jenis Tanah FAO-Unesco Tahun 2007

No.	Nama	Kode Tanah	Luas	
			Km <sup>2</sup>	%
1	4515	Jd10-2-3a-4515	494.56	35.16
2	4543	Nd64-3a-4543	544.21	38.68
3	3643	Ao70-2-3b-3643	75.91	5.40
4	4467	Ao83-2-3c-4467	265.78	18.89
5	4575	To24-2c-4575	26.27	1.87
6	3856	Th17-2c-3856	0.07	0.01
<b>Total</b>			<b>1,406.81</b>	<b>100.00</b>

Data jenis tanah dapat digunakan untuk membangun model yang memprediksi jenis tanah berdasarkan faktor-faktor seperti iklim, topografi, dan vegetasi. Ini dapat membantu dalam pemetaan jenis tanah di wilayah yang belum dipetakan dengan baik.



**Gambar 6.** Titik Stasiun Iklim

Stasiun iklim adalah lokasi fisik di mana data iklim seperti suhu udara, kelembaban, curah hujan, dan kondisi cuaca lainnya diukur dan direkam secara teratur. Tujuan dari stasiun iklim adalah untuk memantau kondisi iklim di suatu wilayah tertentu dan mengumpulkan data yang dapat digunakan untuk analisis iklim jangka panjang.

**Tabel 3.** Titik Koordinat Stasiun Iklim

No.	Nama Stasiun	Koordinat	Ketinggian
1	Pebayuran	-6.17, 107.23	5
2	Jakarta Timur	-6.18, 106.96	7
3	Cimanggis	-6.38, 106.89	79
4	Serang Baru	-6.42, 107.14	32
5	Bogor Selatan	-6.64, 106.79	353
6	Suka Makmur	-6.65, 107.00	1387

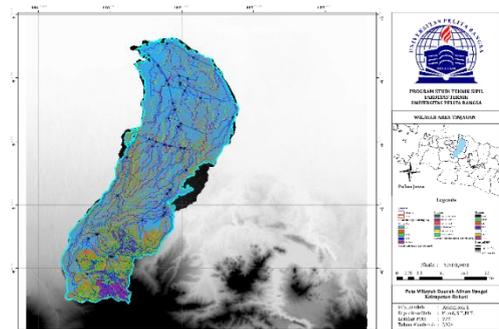
**Tabel 4.** Rerata Data Iklim 2013 S.D 2023

St.	RR	RH2M	WS2M	T_MI	T_MAX	TOA
1	1.40	0.07	85.50	21.79	28.75	35.70
2	1.40	0.07	85.50	21.79	28.75	35.70
3	2.36	0.07	81.57	25.65	29.65	35.70
4	6.83	0.80	2.88	26.29	29.36	35.70
5	1.40	0.07	85.50	21.79	28.75	35.70
6	1.40	0.07	85.50	21.79	28.75	35.70

- \*St. / Kode stasiun iklim
- \*RR / Curah hujan : (mm/day)
- \*RH2M / Kelembaban rata-rata : (%)
- \*WS2M / Kecepatan angin : (m/s)
- \*T\_MIN / Temperatur minimum : (C)
- \*T\_MAX / Temperatur maksimum : (C)
- \*TOA / Radiasi Matahari : (MJ/m<sup>2</sup>/day)

Data iklim stasiun hujan mengacu pada informasi yang diperoleh dari stasiun meteorologi yang khususnya mengukur curah hujan atau jumlah presipitasi yang jatuh di suatu wilayah selama periode waktu tertentu. Data ini sangat penting dalam pemantauan iklim dan dapat digunakan untuk berbagai tujuan, termasuk analisis iklim, peramalan banjir, manajemen sumber daya air, dan lainnya.

**c. Hasil Pengolahan Data**



**Gambar 7.** Hasil Pengolahan Data SWAT

Pengolahan data menggunakan SWAT dengan titik outlet pada koordinat -6.032232, 107.045093 yang menghasilkan 87 sub basin dan total luas area 1307.99 km<sup>2</sup> pada DAS Kabupaten Bekasi merupakan suatu proses analisis yang melibatkan

pemodelan hidrologi menggunakan perangkat lunak SWAT (*Soil and Water Assessment Tool*).

Hasil penelitian menggunakan model SWAT dengan perbandingan penggunaan data tutup lahan tahun 2017 dan 2022 mencakup beberapa parameter penting yang mempengaruhi siklus air dan erosi dalam wilayah penelitian. Nilai rata-rata bulanan untuk semua 87 Sub DAS di Kabupaten Bekasi.

Data ini memberikan landasan awal untuk penelitian lebih lanjut yang lebih mendalam pada masing-masing Sub DAS.

**Tabel 5.** Nilai Rata-Rata Bulanan di DAS (Daerah Aliran Sungai)

<b>Data Land Use Tahun 2017</b>							
<b>Mon</b>	<b>Rain (MM)</b>	<b>SURF Q (MM)</b>	<b>LAT Q (MM)</b>	<b>Water Yield (MM)</b>	<b>ET (MM)</b>	<b>Sed. Yield (T/HA)</b>	<b>PET (MM)</b>
1	123.57	22.83	0.47	37.13	71.77	1.49	758.96
2	156.16	55.82	0.48	73.76	67.25	4.47	639.71
3	110.93	22.18	0.46	48.94	95.34	1.51	764.73
4	85.92	12.3	0.31	32.2	78.59	0.66	752.47
5	69.49	7.26	0.22	18.02	68.77	0.41	772.62
6	55.78	3.36	0.17	6.25	41.82	0.14	724.13
7	51.3	2.81	0.2	6.66	39.88	0.12	725.46
8	49.45	2.81	0.17	6.7	43.57	0.14	747.39
9	54.98	3.52	0.17	6.85	45.26	0.15	768.22
10	72.41	8.52	0.2	13.06	50.96	0.42	831.4
11	84.4	11.27	0.24	18.04	54.72	0.55	784.37
12	101.88	13.61	0.36	24.02	64.62	0.75	784.32

**Tabel 6.** Nilai Rata-Rata Bulanan di DAS (Daerah Aliran Sungai)

<b>Data Land Use Tahun 2022</b>							
<b>Mon</b>	<b>Rain (MM)</b>	<b>SURF Q (MM)</b>	<b>LAT Q (MM)</b>	<b>Water Yield (MM)</b>	<b>ET (MM)</b>	<b>Sed. Yield (T/HA)</b>	<b>PET (MM)</b>
1	123.57	23.11	0.46	36.55	73.31	1.46	856.81
2	156.16	56.06	0.47	72.98	68.66	4.32	721.56
3	110.93	22.11	0.44	46.87	101.39	1.45	863.08
4	85.92	11.62	0.29	28.46	83.87	0.59	859.43
5	69.49	6.5	0.2	13.94	74.7	0.34	903.71
6	55.78	2.62	0.16	4.22	43.53	0.09	854.13
7	51.3	2.69	0.19	4.28	40.25	0.11	843.65
8	49.45	2.78	0.16	5.01	44.69	0.14	849.53
9	54.98	3.37	0.16	5.95	46.67	0.14	853.28
10	72.41	8.1	0.19	11.62	51.27	0.39	916.73
11	84.4	11.27	0.24	16.7	52.03	0.53	868.86
12	101.88	13.72	0.35	22.78	63.81	0.74	879.46

Dari tabel diatas daftar nilai maksimum dan minimum untuk setiap parameter menghasilkan:

- a. *Surface Runoff* (Aliran Permukaan) Tertinggi Bulan ke-2 dengan menggunakan data tata

guna lahan tahun 2022 - 56.06 mm, Terendah Bulan ke-6 dengan menggunakan data tata guna lahan tahun 2022 - 2.62 mm

- b. *Lateral Flow Contribution to Streamflow*

- (Kontribusi Aliran Lateral ke Aliran Sungai), Tertinggi Bulan ke-2 dengan menggunakan data tata guna lahan tahun 2017 - 0.48 mm, Terendah Bulan ke-6 dengan menggunakan data tata guna lahan tahun 2022 - 0.16 mm
- c. *Water Yield to Streamflow* from HRUs (Hasil Aliran Air dari HRUs) Tertinggi Bulan ke-2 dengan menggunakan data tata guna lahan tahun 2017 - 73.76 mm, Terendah Bulan ke-6 dengan menggunakan data tata guna lahan tahun 2022 - 4.22 mm
- d. *Actual Evapotranspiration* (Evapotranspirasi Aktual) Tertinggi Bulan ke-3 dengan menggunakan data tata guna lahan tahun 2022 - 101.39 mm Terendah Bulan ke-7 dengan menggunakan data tata guna lahan tahun 2017 - 39.88 mm
- e. *Sediment Yield from HRUs* (Hasil Sedimen dari HRUs) Tertinggi Bulan ke-2 dengan menggunakan data tata guna lahan tahun 2017 - 4.47 T/HA (Ton per Hektar), Terendah Bulan ke-6 dengan menggunakan data tata guna lahan tahun 2022 - 0.09 (Ton per Hektar),
- f. *Potential Evapotranspiration* (Evapotranspirasi Potensial) Tertinggi Bulan ke-10 dengan menggunakan data tata guna lahan tahun 2022 - 916.73 mm, Terendah Bulan ke-2 dengan menggunakan data tata guna lahan tahun 2017 - 639.71 mm

#### 4. Kesimpulan

- a. Penelitian ini menggunakan model SWAT (*Soil and Water Assessment Tool*) untuk menganalisis dampak perubahan tata guna lahan dan iklim di DAS Bekasi. Model SWAT digunakan untuk memodelkan siklus hidrologi, aliran permukaan, kontribusi aliran lateral, hasil aliran air dari unit penggunaan lahan hidrologi (HRUs), evapotranspirasi aktual, hasil sedimen dari HRUs, dan evapotranspirasi potensial. Melalui model ini, penelitian memberikan wawasan tentang bagaimana perubahan ini mempengaruhi berbagai aspek hidrologi di DAS Bekasi.
- b. Perubahan dalam tata guna lahan memiliki dampak yang signifikan pada berbagai parameter hidrologi di DAS Bekasi. Fluktuasi dalam aliran permukaan, kontribusi aliran lateral, hasil aliran air dari HRUs, evapotranspirasi aktual, hasil sedimen dari HRUs, dan evapotranspirasi potensial dapat diatribusikan kepada perubahan tata guna lahan. Ini mengindikasikan pentingnya pemantauan dan pengelolaan tata guna lahan yang berkelanjutan untuk menjaga keseimbangan hidrologi di wilayah tersebut.
- c. Meskipun penelitian ini memberikan gambaran awal tentang dampak perubahan tata guna lahan dan iklim di DAS Bekasi, hasil yang lebih akurat dan dapat diandalkan memerlukan data kalibrasi aliran sungai yang lebih lengkap. Data kalibrasi aliran sungai dapat membantu memvalidasi dan meningkatkan keakuratan model SWAT dalam merepresentasikan proses hidrologi di lapangan. Oleh karena itu, perlunya kalibrasi yang lebih mendalam menjadi penting untuk analisis hidrologi yang lebih akurat di masa depan.

#### Daftar Pustaka

- [1] Suripin and M. Helmi, "The Lost of Semarang Coastal Areas due to Climate Change and Land Subsidence," 2015.
- [2] H. Abdi, Azwar, and E. P. Yuliantini, "Analisis Digital Elevation Model (DEM) Menggunakan Arcgis 10.4.1 Pada Kawasan Baturaja Permai," 2022.
- [3] I. M. Rau and A. Sapei, "Analisis Debit Sungai dengan Menggunakan Model SWAT pada DAS Cipasauran, Banten," 2015.
- [4] F. Handayani, R. Hardiyenti, I. Agus, Sadtim, and Hartati, "Studi Penentuan Nilai Koefisien Pengaliran DAS Batang Arau di Kota Padang," 2020.
- [5] R. Muharomah, "Analisis Run-Off Sebagai Dampak Perubahan Lahan Sekitar Pembangunan Underpass Simpang Patal Palembang Dengan Memanfaatkan Teknik GIS," 2014.
- [6] C. Suryadi, M. M. I. Putri, and J. R. Georgen, "Analisis Perbandingan Temporal Debit Andalan

- Maksimum dan Minimum (Studi Kasus: DAS Cikapundung),” 2020.
- [7] Nurdin, M. Shalahuddin, Fakhri, Ermiyati, A. Malik, and H. Saut MM, “Penggunaan Sistem Informasi Geografis Dalam Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Menggunakan Model Soil And Water Assesment Tool (SWAT),” 2022.
- [8] B. Arifin Slamet Budi Yuwono Hanung Ismono, “Pengendalian Risiko Lingkungan di DAS Sekampung, Lampung,” 2018.
- [9] Suripin and D. Kurniani, “Pengaruh Perubahan Iklim terhadap Hidrograf Banjir di Kanal Banjir Timur Kota Semarang,” 2016.
- [10] P. Badan, L. Pertanian, D. Balai, P. Agroklimat, D. Hidrologi, and J. Tentara Pelajar, “Dampak Perubahan Iklim terhadap Sumberdaya Air: Identifikasi, Simulasi, dan Rencana Aksi,” 2014.
- [11] R. Aprilia and E. Sutriyono, “Identifikasi Morfometri dan Dinamika DAS Kali Bekasi, Kabupaten Bogor, Jawa Barat,” 2022.
- [12] I. Andriyani, S. Wahyuningsih, and R. S. Arumsari, “Penentuan Tingkat Bahaya Erosi di Wilayah DAS Bedadung Kabupaten Jember,” 2020.