



# Evaluasi Daya Dukung Sistem Drainase Eksisting Menggunakan Analisis Spasial Berbasis DEMNAS Di Kelurahan Kraton Kota Tegal

**Aldhora Bagus Raditya<sup>1</sup>, Alfita Ilfiyaningrum<sup>1,\*</sup>, Roudhoh Aura Shofa<sup>1</sup>, Feri Immawan Yasir<sup>1</sup>, Rizqullah Alvien Inzhagie<sup>1</sup>, Balya Falahu Amri<sup>1</sup>.**

<sup>1</sup>Program Studi S1 Teknik Sipil  
Universitas Negeri Semarang  
Sekaran, Kec. Gunungpati,  
Kota Semarang, Jawa Tengah  
50229  
aldhora@students.unnes.ac.id  
ilfiyaalfita@mail.unnes.ac.id

## ABSTRAK

Kelurahan Kraton, Kota Tegal mengalami banjir berulang dengan ketinggian 20-60 cm akibat ketidakmampuan sistem drainase menampung limpasan air hujan. Penelitian ini bertujuan menganalisis karakteristik spasial daerah tangkapan air dan mengevaluasi daya tampung sistem drainase eksisting. Data diperoleh melalui survei lapangan dan analisis spasial berbasis Digital Elevation Model Nasional (DEMNAS) menggunakan ArcGIS 10.8. Analisis hidrologi dilakukan dengan metode rasional menggunakan distribusi Log Pearson III, sedangkan kapasitas saluran dihitung menggunakan persamaan Manning. Hasil analisis menunjukkan daerah tangkapan air memiliki luas 9,22 ha dengan kemiringan lahan sangat landai sebesar 76,4% dari total luas daerah tangkapan dan koefisien limpasan 0,75. Debit limpasan rencana pada area kontribusi saluran D1 sebesar 2,176 ha mencapai 1,54 m<sup>3</sup>/s untuk kala ulang 10 tahun. Hasil evaluasi menunjukkan saluran D1 sebagai saluran yang mengalirkan limpasan pada sub-sistem barat menuju titik outlet memiliki kapasitas maksimum 0,41 m<sup>3</sup>/s dan defisit 73% pada kala ulang 10 tahun. Kondisi ini mengindikasikan sistem drainase eksisting tidak memiliki daya tampung yang memadai karena ketidaksesuaian antara karakteristik daerah tangkapan air yang didominasi lahan terbangun dengan kapasitas fisik saluran yang terbatas.

**Katakunci:** Daerah Tangkapan Air; Daya Tampung Drainase; DEMNAS.

## ABSTRACT

Kraton Sub-district, Tegal City experiences recurring flooding with heights of 20-60 cm due to the drainage system's inability to accommodate rainwater runoff. This study aims to analyze the spatial characteristics of the catchment area and evaluate the capacity of the existing drainage system. Data were obtained through field surveys and spatial analysis based on the National Digital Elevation Model (DEMNAS) using ArcGIS 10.8. Hydrological analysis was conducted using the rational method with Log Pearson III distribution, while channel capacity was calculated using Manning's equation. The analysis results show the catchment area has an area of 9.22 ha with very gentle land slope 76.4% of the total catchment area and a runoff coefficient of 0.75. The design discharge in the contributing area of channel D1 measuring 2.176 ha reaches 1.54 m<sup>3</sup>/s for a 10-year return period. Evaluation results indicate that channel D1, which conveys runoff from the western sub-system to the outlet point, has a maximum capacity of 0.41 m<sup>3</sup>/s with a 73% deficit at the 10-year return period. This condition indicates that the existing drainage system lacks adequate capacity due to the mismatch between catchment area characteristics dominated by built-up land and the limited physical capacity of the channels.

**Keywords:** Catchment Area; Drainage Capacity; DEMNAS.

Corresponding Author:

✉ **Alfita Ilfiyaningrum**

Received on: March 02, 2026

Revised on: May 10, 2026

Accepted on: June 05, 2026

DOI:

## 1. PENDAHULUAN

Sistem drainase merupakan komponen infrastruktur perkotaan yang berfungsi menampung dan mengalirkan limpasan air hujan untuk mencegah genangan dan banjir [1]. Perubahan iklim menyebabkan meningkatnya intensitas curah hujan, ditambah dengan pertumbuhan kawasan perkotaan yang pesat, mengakibatkan meningkatnya volume limpasan permukaan yang harus ditampung oleh sistem drainase[2], [3]. Ketidaksesuaian antara kapasitas drainase dengan karakteristik daerah tangkapan air dapat menyebabkan terjadinya genangan dan banjir perkotaan[4], [5].

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengidentifikasi faktor penyebab banjir perkotaan dan mengevaluasi kinerja sistem drainase. Hassan *et al.* melakukan penelitian di New Cairo, Mesir dengan membandingkan dampak urbanisasi, perubahan iklim, dan desain drainase terhadap volume limpasan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa urbanisasi meningkatkan limpasan permukaan hingga 180%, sementara perubahan iklim meningkatkan limpasan sebesar 48%, dan sekitar 70% jaringan drainase tidak mampu menampung limpasan hujan dengan periode 2 tahun[3]. Hal ini menunjukkan pentingnya evaluasi sistem drainase yang mempertimbangkan karakteristik spasial daerah tangkapan air.

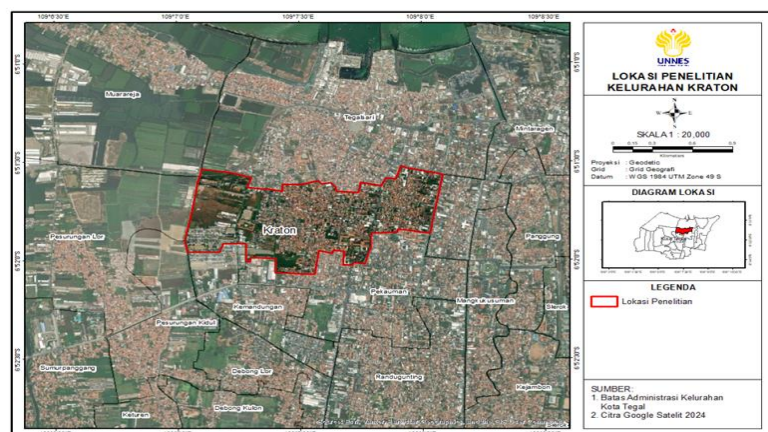
Permasalahan banjir juga terjadi di Kelurahan Kraton, Kota Tegal yang mengalami banjir berulang. Berdasarkan laporan BNPB pada 21 Maret 2024, banjir melanda wilayah ini dengan ketinggian 20-60 cm[6], dan kembali terjadi pada 17 Januari 2025 dengan ketinggian 30-50 cm[7]. Frekuensi kejadian yang berulang menunjukkan permasalahan tidak hanya karena kapasitas saluran, tetapi juga ketidaksesuaian antara daya dukung sistem drainase dengan karakteristik spasial daerah tangkapan air

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik spasial daerah tangkapan air menggunakan analisis berbasis Digital Elevation Model Nasional (DEMNAS) dan mengevaluasi daya tampung sistem drainase eksisting serta mengkaji implikasi karakteristik daerah tangkapan air terhadap daya dukung dan daya tampung sistem drainase eksisting di Kelurahan Kraton, Kota Tegal.

## 2. MATERIAL DAN METODE

### 2.1 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Kelurahan Kraton, Kecamatan Tegal Barat, Kota Tegal, Provinsi Jawa Tengah dengan luas wilayah 1,23 km<sup>2</sup>. Lokasi penelitian berada pada elevasi 0-5 m dengan kemiringan lahan relatif datar hingga landai. Kawasan ini merupakan area permukiman padat yang mengalami banjir berulang, khususnya di Jalan Rambutan. Peta lokasi penelitian disajikan pada Gambar 1.



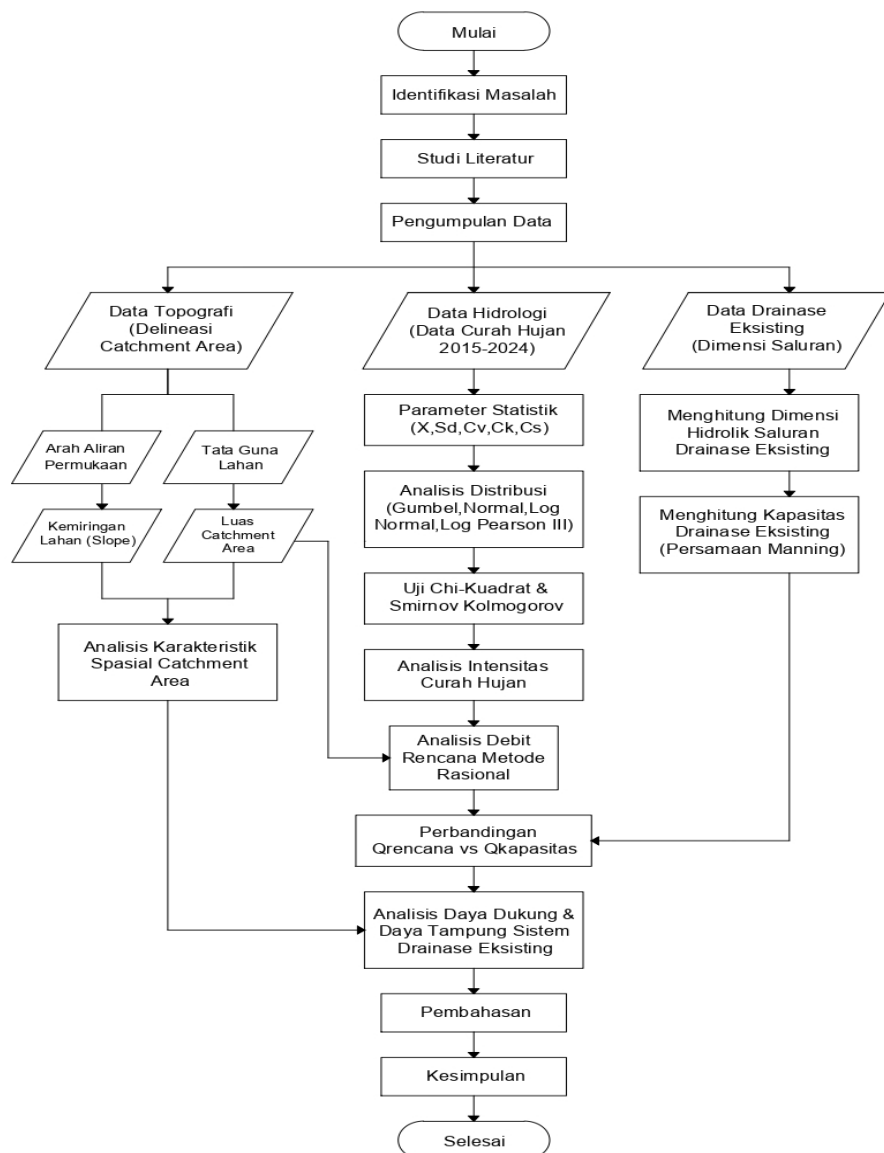
**Gambar 1.** Lokasi Penelitian

## 2.2 Data Penelitian

Data yang digunakan pada penelitian ini yaitu data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui survei lapangan untuk mengukur dimensi saluran drainase eksisting yang meliputi lebar, kedalaman, dan kondisi fisik saluran. Pengukuran dilakukan secara langsung menggunakan meteran pada saluran-saluran drainase di daerah tangkapan air Kelurahan Kraton. Data sekunder yang digunakan meliputi data curah hujan harian periode 2015-2024 yang diperoleh dari Stasiun Meteorologi Maritim Tegal. Data spasial berupa Digital Elevation Model (DEM) tahun 2018 dengan resolusi 8 meter diperoleh dari Badan Informasi Geospasial (BIG). Peta tata guna lahan tahun 2024 dari Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang (DPUPR) Kota Tegal. Data panjang dan kemiringan saluran drainase diperoleh melalui pengukuran menggunakan aplikasi Google Earth.

## 2.3 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif-kuantitatif dengan pendekatan analisis spasial berbasis GIS[8], [9] yang diintegrasikan dengan analisis hidrologi dan hidrolika[1], [10]. Tahapan penelitian disajikan dalam diagram alir pada Gambar 2.

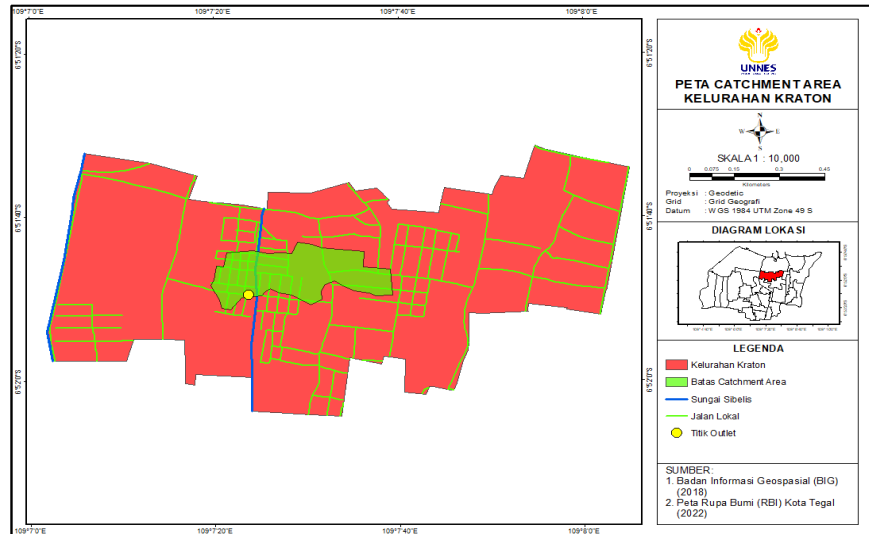


**Gambar 2.** Diagram Alir Penelitian

### 3. HASILDANPEMBAHASAN

#### 3.1 Karakteristik Spasial Daerah Tangkapan Air

Hasil deliniasi menggunakan DEMNAS menunjukkan daerah tangkapan air di kawasan rawan banjir Kelurahan Kraton memiliki luas 9,22 ha atau 0,092 km<sup>2</sup> dengan elevasi berkisar antara 0-5 mdpl. Titik outlet berada di Jalan Rambutan pada elevasi 1,8 mdpl yang merupakan lokasi kejadian banjir berulang. Peta *catchment area* disajikan pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Peta Catchment Area di Kelurahan Kraton

Karakteristik kemiringan lahan menunjukkan dominasi klasifikasi sangat landai (2-7%) [11] dengan persentase 76,44% dari total luas *catchment*. Kondisi topografi yang sangat landai hingga datar menyebabkan kecepatan aliran permukaan lambat dengan waktu konsentrasi singkat sekitar 4,5 menit[12]. Pada Tabel 1. disajikan kemiringan lahan pada *catchment area*.

**Tabel 1.** Klasifikasi Kemiringan Lahan di Catchment Area

Kelas	Kemiringan (%)	Klasifikasi	Luas (ha)	Persentase (%)
1	0 - 2	Datar	1.376	14.93%
2	2 - 7	Sangat Landai	7.047	76.44%
3	7 - 15	Landai	0.750	8.14%
4	15 - 30	Agak Curam	0.0457	0.50%
Total			9.22	100.0%

Analisis tata guna lahan menunjukkan dominasi permukiman padat 85,22%. Tingginya proporsi lahan terbangun menghasilkan koefisien limpasan komposit (C) sebesar 0,75 [10], yang menunjukkan 75% dari curah hujan langsung menjadi limpasan permukaan. Pada Tabel 2 disajikan tata guna lahan pada *catchment area*.

**Tabel 2.** Tata Guna Lahan dan Koefisien Run-Off

Nama Objek	C	A (ha)	Persentase (%)	C x A
Perumahan (Pemukiman Padat)	0.75	7.8560	85.22%	0.639
Jalan (Aspal/Beton)	0.75	1.0360	11.24%	0.084
Masjid & Pendidikan	0.75	0.2300	2.49%	0.019
Semak Belukar	0.18	0.0810	0.88%	0.002
Sungai	1.00	0.0160	0.17%	0.002
Total		9.22	100%	<b>0.75</b>

### 3.2 Analisis Curah Hujan

Analisis frekuensi curah hujan[1], [13] menggunakan data curah hujan harian maksimum periode 2015-2024 dari Stasiun Meteorologi Maritim Tegal. Pada Tabel 3 disajikan hasil perhitungan parameter statistik untuk menghitung curah hujan rencana.

**Tabel 3** Parameter Statistik Data Curah Hujan

No	Parameter Statistik	Hasil
1	Rata-rata Curah Hujan ( $\bar{X}$ )	120.57
2	Standar Deviasi ( $Sd$ )	37.17
3	Koefisien Variasi ( $Cv$ )	0.31
4	Koefisien Kemencengan ( $Cs$ )	0.43
5	Koefisien Kurtosis ( $Ck$ )	3.68

Berdasarkan hasil parameter statistik curah hujan rencana, metode distribusi yang memenuhi persyaratan adalah distribusi Log Pearson III[1], [14]. Pada Tabel 4 disajikan curah hujan rencana metode distribusi Log Pearson III.

**Tabel 4.** Curah Hujan Rencana Log Pearson III

Curah Hujan Rencana					
Kala Ulang (Tahun)	$Log \bar{X}$	Nilai $K_T$	$S_d(logX)$	$Log X_T$	$X_T$ (mm)
2	2,062	0,024	0,136	2,066	<b>116,29</b>
5	2,062	0,846	0,136	2,178	<b>150,57</b>
10	2,062	1,263	0,136	2,235	<b>171,66</b>

### 3.3 Analisis Intensitas Curah Hujan dan Debit Limpasan

Intensitas curah hujan dihitung menggunakan rumus Mononobe [14] dengan kala ulang 2, 5, dan 10 tahun. Pada Tabel 5. disajikan hasil perhitungan intensitas curah hujan rencana.

**Tabel 5.** Intensitas Curah Hujan Rencana

Intensitas Curah Hujan			
Kala Ulang (Tahun)	$X_T$ (mm)	Faktor Konstan	$I$ (mm/jam)
2	116.29	47.02	<b>227.83</b>
5	150.57	47.02	<b>295.00</b>
10	171.66	47.02	<b>336.31</b>

Debit limpasan rencana untuk total luas *catchment area* dihitung dengan kala ulang 2, 5, 10 tahun menggunakan metode rasional[1], [15]. Pada Tabel 6. Disajikan hasil perhitungan debit limpasan ( $Q_{rencana}$ ).

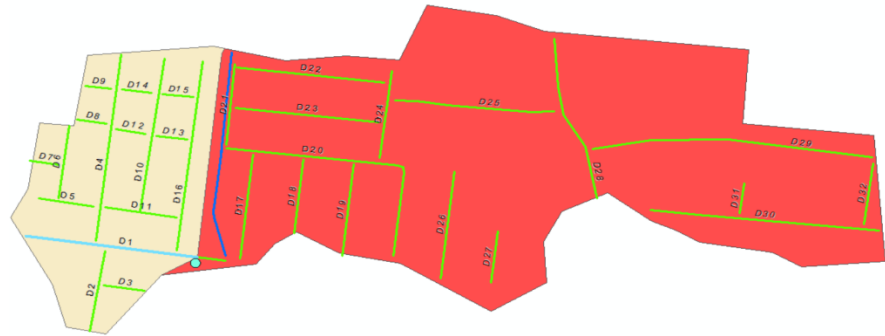
**Tabel 6.** Debit Limpasan Rencana

Debit Limpasan Aliran				
Periode (Tahun)	A (km <sup>2</sup> )	C	I (mm/jam)	Q (m <sup>3</sup> /s)
2	0.092	0.75	227.83	<b>4.37</b>
5	0.092	0.75	295.00	<b>5.66</b>
10	0.092	0.75	336.31	<b>6.45</b>

### 3.4 Evaluasi Daya Tampung Sistem Drainase

Evaluasi daya tampung dilakukan dengan membandingkan debit limpasan rencana terhadap kapasitas saluran. Daerah tangkapan air dibagi menjadi dua sub-sistem berdasarkan pola arah aliran permukaan di daerah tangkapan air dan keberadaan sungai sebagai batas alami. Sub-sistem barat mengalirkan limpasan aliran melalui saluran D1 sebagai saluran kritis yang mengalirkan limpasan menuju titik outlet, sedangkan sub-sistem timur mengalirkan limpasan langsung ke badan air penerima dan saluran drainase lain. Kapasitas saluran drainase dihitung dengan persamaan manning[10] dan diperoleh kapasitas maksimum saluran D1 sebesar  $0,41 \text{ m}^3/\text{s}$

Evaluasi daya tampung difokuskan pada saluran D1 dengan debit limpasan kumulatif yang disesuaikan dengan luas area kontribusinya. Hasil deliniasi area kontribusi saluran D1 disajikan pada Gambar 4.



**Gambar 4.** Deliniasi Area Saluran Drainase 1 (D1)

Berdasarkan hasil deliniasi didapatkan luas area yang berkontribusi mengalirkan limpasan permukaan melalui saluran D1 adalah sebesar  $2,176 \text{ ha}$  atau  $0,022 \text{ km}^2$ . Debit limpasan pada area kontribusi saluran D1 diperoleh sebesar  $1,05 \text{ m}^3/\text{s}$  (kala ulang 2 tahun),  $1,35 \text{ m}^3/\text{s}$  (kala ulang 5 tahun), dan  $1,54 \text{ m}^3/\text{s}$  (kala ulang 10 tahun). Pada Tabel 7. disajikan hasil perbandingannya.

**Tabel 7.** Evaluasi Daya Tampung Drainase D1

Perbandingan Debit Rencana & Kapasitas Eksisting				
Kala Ulang (Tahun)	Debit Rencana ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	Kapasitas Saluran ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	Defisit (%)	Hasil
2	1.05	0.41	60%	Tidak Mampu
5	1.35	0.41	69%	Tidak Mampu
10	1.54	0.41	73%	Tidak Mampu

Hasil perbandingan debit rencana dengan kapasitas saluran menunjukkan bahwa saluran D1 mengalami defisit kapasitas sebesar 73% pada kala ulang 10 tahun. Saluran D1 sebagai saluran yang mengalirkan aliran pada sub sistem barat menuju titik outlet mengalami defisit kapasitas sebesar 73% pada kala ulang 10 tahun. Kapasitas saluran yang ada tidak memadai untuk menampung debit limpasan dari area kontribusi seluas  $0,022 \text{ km}^2$ . Meskipun luas area ini relatif kecil dibandingkan luas total daerah tangkapan air, namun karena permukiman padat dan tingginya koefisien limpasan menyebabkan sebagian besar curah hujan berubah menjadi limpasan permukaan, sehingga debit yang masuk ke saluran tetap melampaui kapasitas saluran.

## 4. KESIMPULAN

Banjir di Kelurahan Kraton disebabkan oleh beberapa faktor. Faktor pertama adalah keterbatasan kapasitas sistem drainase eksisting. Saluran D1 mengalami defisit kapasitas 73% pada kala ulang 10 tahun akibat dominasi permukiman padat (85,22%) yang menghasilkan koefisien limpasan C tinggi yaitu 0,75, sehingga debit limpasan dari area kontribusi seluas  $0,022 \text{ km}^2$  tetap

melampaui kapasitas saluran.

Selain keterbatasan kapasitas sistem drainase, topografi pada daerah tangkapan airdidominasi oleh kemiringan lahan yang sangat landai dengan persentase 76,44% dari total luas daerah yang menyebabkan kecepatan aliran rendah dan menghasilkan waktu konsentrasi pendek (4,5 menit), sehingga limpasan tiba bersamaan dan menghasilkan debit puncak tinggi.

Curah hujan tinggi juga menjadi faktor banjir di Kelurahan Kraton. Berdasarkan analisis curah hujan rencana diperoleh hasil intensitas curah hujan rencana yang tinggi yaitu sebesar 336,31 mm/jam pada kala ulang 10 tahun dengan waktu konsentrasi pendek (4,5 menit) sehingga menghasilkan debit puncak besar dalam waktu singkat yang tidak mampu ditampung oleh sistem drainase eksisting dengan kapasitas terbatas.

### UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Stasiun Meteorologi Maritim Tegal atas penyediaan data curah hujan, Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang (DPUPR) Kota Tegal atas data tata guna lahan, serta Badan Informasi Geospasial (BIG) atas ketersediaan data DEMNAS yang digunakan dalam penelitian ini. Kemudian terimakasih penulis ucapkan kepada dosen pembimbing yang telah banyak memberikan ilmu pengetahuan, bimbingan dan pengarahan kepada penulis serta kepada Program Studi Teknik Sipil Universitas Negeri Semarang atas dukungan fasilitas dan bimbingan selama penelitian

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Suripin, *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: ANDI Offset, 2004.
- [2] I. M. Kourtis and V. A. Tsihrintzis, "Adaptation of urban drainage networks to climate change: A review," *Sci. Total Environ.*, vol. 771, p. 145431, 2021, doi: 10.1016/j.scitotenv.2021.145431.
- [3] B. T. Hassan, M. Yassine, and D. Amin, "Design Impacts on Urban Flashfloods in an Arid Region : Case," *Water*, vol. 14, no. 15, p. 2430, 2022.
- [4] B. Liu, C. Xu, J. Yang, S. Lin, and X. Wang, "Effect of Land Use and Drainage System Changes on Urban Flood Spatial Distribution in Handan City: A Case Study," *Sustain.*, vol. 14, no. 21, 2022, doi: 10.3390/su142114610.
- [5] H. Mensah and D. K. Ahadzie, "Causes, impacts and coping strategies of floods in Ghana: a systematic review," *SN Appl. Sci.*, vol. 2, no. 5, pp. 1–13, 2020, doi: 10.1007/s42452-020-2548-z.
- [6] Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), "Banjir Rendam Tiga Kecamatan di Tegal," Kota Tegal, 2024. <https://bnpb.go.id/berita/banjir-rendam-tiga-kecamatan-di-tegal?>
- [7] KRJogja.com, "Kota Tegal dikepung banjir terparah di wilayah Kelurahan Kraton," Kota Tegal, 2025. <https://www.krjogja.com/peristiwa/1245541006/kota-tegal-dikepung-banjir-terparah-di-wilayah-kelurahan-kraton>
- [8] Q. Si, H. C. Brito, P. B. R. Alves, M. A. Pavao-Zuckerman, I. A. A. Rufino, and M. D. Hendricks, "GIS-based spatial approaches to refining urban catchment delineation that integrate stormwater network infrastructure," *Discov. Water*, vol. 4, no. 1, 2024, doi: 10.1007/s43832-024-00083-z.
- [9] S. K. Jenson and J. O. Domingue, "Extracting topographic structure from

---

digital elevation data for geographic information system analysis,” *Photogramm. Eng. Remote Sensing*, vol. 54, no. 11, pp. 1593–1600, 1988.

- [10] H. Notodiharjo, M., Iribaram, R.S., Hardjasaputra, *Drainase Perkotaan*. Jakarta: UPT Penerbitan Universitas Tarumanegara, 1998.
- [11] R. . Van Zuidam, *Guide to Geomorphologic Aerial Photographic Interpretation and Mapping*. Enschede: ITC (International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences), 1985.
- [12] T. P. Kirpich, *Time of Concentration of Small Agricultural Watersheds*. *Civil Engineering*, 10(6), 362, 1940.
- [13] Soewarno, *Hidrologi-Aplikasi Metode Statistik untuk Analisis Data*. Bandung: NOVA, 1995.
- [14] Triatmodjo, *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset, 2008.
- [15] V. Te Chow, D. R. Maidment, L. W. Mays, and L. W. M. Ven Te Chow, David R. Maidment, “Applied Hydrology Chow 1988.pdf,” 1998. [http://ponce.sdsu.edu/Applied\\_Hydrology\\_Chow\\_1988.pdf](http://ponce.sdsu.edu/Applied_Hydrology_Chow_1988.pdf)