

PEMODELAN BANJIR DI PASTEUR JAWA BARAT MENGGUNAKAN SAINT VENANT EQUATION DENGAN METODE BEDA HINGGA

Febriana Eka Adkhaniyah^{1*}, Nimas Nabila Anggraeni², Dian Candra Rini Novitasari^{3*}

^{1,2,3} Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya

¹diancrini@uinsa.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.46880/mtk.v12i2.5908>

ABSTRACT

Floods are natural disasters that often occur in Indonesia. Floods occur due to excessive water flow that inundates an area for a certain period of time. Floods can occur suddenly or gradually at any time, resulting in significant losses. According to the National Disaster Management Agency, from 2022 to 2024, Indonesia experienced 4,026 flood disasters, 699 of which occurred in West Java Province. On January 25, 2025, one of the areas in West Java, specifically Pasteur, Bandung, experienced a flood disaster triggered by the suboptimal performance of its drainage system and high rainfall intensity. Therefore, this research conducted flood modeling using the shallow water equation with the finite difference method. The purpose of this research is to minimize losses caused by flood disasters. Based on the research results, the Pasteur area has the potential to experience flooding if it experiences high rainfall intensity, which is also exacerbated by the inadequate drainage system. The modeling results indicate that the depth of the floodwater increased significantly, reaching a maximum depth of approximately 1.3 meters, after which it gradually decreased until it receded in about six hours.

Keywords: *Drainage System, Flood, Pasteur, Modeling, Saint Venant Equation*

I. PENDAHULUAN

Bencana alam merupakan fenomena yang terjadi karena adanya peristiwa alam yang dapat berlangsung kapan pun dan dimana pun, yang mana hal tersebut berdampak pada kerugian terhadap masyarakat [1]. Indonesia merupakan wilayah yang terletak pada cincin Asia Pasifik serta tergolong dalam wilayah dengan iklim tropis sehingga di wilayah Indonesia memiliki dua musim, yakni musim kemarau dan musim hujan. Adanya hal tersebut menyebabkan Indonesia sebagai wilayah yang rawan terhadap kejadian bencana [2]. Bencana yang seringkali terjadi di Indonesia adalah bencana hidrometeorologi, salah satunya bencana banjir [3]. Berdasarkan laporan dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana, sejak tahun 2022 sampai dengan tahun 2024 jumlah terjadinya bencana di Indonesia mencapai 12.416 kejadian, yang mana didominasi oleh bencana banjir sebanyak 4.206 kejadian [4]. Banjir merupakan fenomena ketika suatu wilayah tergenang oleh air dalam jangka waktu tertentu atau bahkan cukup lama.

Fenomena tersebut umumnya dapat terjadi karena tingginya curah hujan serta debit air yang melebihi kapasitas pembuangan air yang tersedia [5]. Salah satu provinsi di Indonesia yang kerap mengalami banjir adalah Provinsi Jawa Barat. Menurut data yang bersumber dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana Provinsi Jawa Barat, tercatat sebanyak 699 bencana banjir telah melanda daerah tersebut [6]. Tingginya intensitas curah hujan merupakan salah satu penyebab wilayah tersebut seringkali dilanda bencana banjir. Selain itu, banjir yang terjadi dikarenakan kurangnya daerah resapan air akibat daerah perkotaan serta dipicu oleh sistem drainase yang buruk.

Daerah yang kerap banjir salah satunya adalah di Provinsi Jawa Barat adalah wilayah Pasteur. Pada awal tahun 2025 tepatnya pada 24 Januari 2025, wilayah

Pasteur, Bandung, Jawa Barat mengalami bencana banjir dengan ketinggian muka air banjir diperkirakan mencapai 30 hingga 50 cm. Banjir yang terjadi di wilayah tersebut dipicu oleh sistem drainase yang tidak berfungsi secara optimal. Selain itu, menurut keterangan dari Teguh Rahayu, Kepala Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Bandung, menyebutkan bahwa di Kota Bandung terjadi pertumbuhan awan hujan pada siang hingga malam hari sehingga menimbulkan peningkatan intensitas hujan yang berpotensi banjir [7]. Hal ini berdampak pada sejumlah kerugian diantaranya terganggunya akses jalan dan merendam pemukiman yang mengakibatkan beberapa kerusakan pada rumah warga. Oleh karena itu, diperlukan adanya suatu pemodelan dan simulasi guna mengetahui sebaran banjir sebagai upaya mitigasi bencana.

Salah satu model yang dapat digunakan untuk melakukan pemodelan banjir ialah menggunakan *Saint Venant Equation* dengan metode beda hingga. Persamaan *Saint Venant* disebut juga *Shallow Water Equations*, dimana persamaan tersebut merupakan persamaan matematis yang sering digunakan sebagai dasar dalam memodelkan aliran air, seperti aliran banjir di sungai dan daerah perkotaan [8]. Metode beda hingga digunakan untuk penyelesaian metode numerik dari persamaan *Saint Venant*. Pada metode tersebut, turunan dari persamaan diferensialnya diubah menggunakan pendekatan ekspansi deret Taylor [9]. Adapun penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian ini, dimana aliran banjir dimodelkan secara matematis dari *Saint Venant Equation* dengan metode beda hingga. Temuan penelitian menunjukkan bahwa pada saat ketinggian air mengalami kenaikan, maka kecepatan aliran airnya juga akan naik, begitupun sebaliknya [10].

Berdasarkan uraian di atas, maka penelitian ini bertujuan untuk melakukan pemodelan dan simulasi

banjir di Pasteur dengan pendekatan matematis menggunakan *Saint Venant Equation* dengan metode beda hingga. Melalui pemodelan dan simulasi, sebaran genangan banjir serta waktu tempuh aliran banjir pada 24 Januari 2025 di wilayah tersebut dapat diperkirakan. Adanya penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi bagi pemerintah setempat guna upaya mitigasi bencana banjir di Pasteur, Bandung, Jawa Barat.

II. KAJIAN TERKAIT

Banjir

Banjir ialah salah satu bencana hidrometeorologi yang seringkali melanda wilayah Indonesia. Kondisi ini terjadi akibat letak geografis wilayah Indonesia yang letaknya pada wilayah iklim tropis sehingga menyebabkan Indonesia memiliki dua musim, yaitu musim kemarau dan musim hujan [11]. Bencana banjir adalah suatu bencana yang menggenangi suatu wilayah sehingga menutupi permukaan wilayah tersebut, dimana bencana ini diakibatkan oleh kapasitas penampungan air yang tidak mampu menampung debit air sehingga terjadinya luapan air [12]. Oleh karena itu, banjir berdampak pada masyarakat, diantaranya dapat menghambat sektor ekonomi, timbulnya masalah kesehatan serta akses air bersih menjadi sulit. Risiko bencana banjir ini mengalami peningkatan pada saat musim penghujan tiba pada wilayah yang rentan terhadap risiko bencana banjir.

Fenomena banjir dipicu oleh dua faktor yang meliputi faktor alam dan non alam. Adapun faktor alam yang menjadi penyebab terjadinya bencana banjir pada dasarnya yakni intensitas curah hujan yang tinggi. Namun, terdapat faktor lain seperti kapasitas sungai, pengaruh fisiografi, erosi, pasang air laut serta buruknya sistem drainase juga memicu terjadinya banjir [13]. Sementara itu, faktor non alam yakni manusia juga turut andil dalam terjadinya bencana banjir, dimana kebiasaan buruk membuang sampah sembarangan, perubahan kondisi daerah aliran sungai serta kerusakan hutan yang disebabkan oleh manusia juga menjadi penyebab banjir. Selain itu, adanya perubahan tata guna lahan juga semakin memperburuk potensi fenomena banjir [14].

Saint Venant Equation

Persamaan Saint Venant (*Saint Venant Equation*) adalah persamaan yang sering dikenal juga sebagai persamaan gelombang air dangkal atau *shallow water equation*. Persamaan tersebut merupakan salah satu persamaan dasar dalam model hidrodinamika yang digunakan untuk menggambarkan aliran air pada saluran terbuka. Persamaan Saint Venant berasal dari penyederhanaan dari persamaan Navier-Stokes. Formulasi tersebut diperoleh melalui proses kedalaman yang dirata-rata dengan pengasumsian bahwa skala vertikal jauh lebih kecil dibandingkan skala horizontal. Selain itu, hal tersebut disertai dengan penyederhanaan dimana pengaruh viskositas dan turbulensinya diabaikan serta tanpa mempertimbangkan pengaruh angin ataupun gaya Coriolis [10].

Persamaan Saint Venant ini merupakan suatu persamaan differensial parsial orde satu, yang mana persamaan tersebut mempunyai variabel bebas x dan t

serta variabel terikatnya yakni h dan Q yang secara berturut-turut merupakan kedalaman dan debit air. Pada dasarnya, *Saint Venant Equation* ini terdiri dari dua persamaan, yakni persamaan keseimbangan massa dan momentum. Pada persamaan keseimbangan massa, mengikuti prinsip dari hukum kekekalan massa. Sementara itu, untuk persamaan keseimbangan momentum berdasar pada penerapan Hukum II Newton. Adapun persamaan Saint Venant dapat dituliskan sebagai berikut [15].

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{Q^2}{A} \right) + gA \frac{\partial h}{\partial x} + gA(S_f - S_0) = 0 \quad (2)$$

keterangan:

- A : Luas penampang basah (m^2)
- Q : Debit air (m^3/s)
- h : Ketinggian air (m)
- g : Percepatan gravitasi (m/s^2)
- x : Jarak sepanjang saluran (m)
- t : Waktu (s)
- S_f : Kemiringan gesek
- S_0 : Kemiringan dasar saluran

Berdasarkan parameter-parameter dalam *Saint Venant Equation*, terdapat parameter yakni luas penampang basah serta kemiringan dasar saluran. Pada saluran terbuka, suatu karakteristik alirannya ditentukan oleh pengaruh kedua parameter, dimana kondisi tersebut berpengaruh terhadap kecepatan aliran dan debit air. Adapun untuk perhitungan luas penampang basah (A) dan kemiringan dasar saluran (S_0) dapat menggunakan persamaan di bawah ini.

$$A = bh \quad (3)$$

$$S_f = \frac{n^2 Q^2}{A^2 R^{4/3}} \quad (4)$$

Metode Beda Hingga

Metode beda hingga adalah salah satu metode numerik yang digunakan dalam penyelesaian persamaan diferensial, termasuk persamaan Saint Venant, dengan mengaproksimasi turunan menggunakan bentuk diskrit. Secara umum, metode beda hingga diterapkan untuk menyelesaikan persoalan teknis serta permasalahan matematis dari suatu gejala fisis. Metode ini sangat populer dalam pemodelan banjir karena kemudahannya implementasinya dan kemampuannya untuk menangani persamaan non-linier yang kompleks. Pada prinsipnya, metode ini bekerja dengan cara mengganti turunan yang terdapat dalam persamaan differensial dengan diskritisasi beda hingga yang berdasar pada deret Taylor [16].

Andaikan f dan semua turunannya, $f', f'', f''', \dots$ menerus di dalam selang $x \in [a, b]$, $f(x)$ dapat diperluas atau diekspansi ke dalam deret Taylor:

$$fx = f(x_0) + \frac{(x - x_0)}{1!} f'(x_0) + \frac{(x - x_0)^2}{2!} f''(x_0) + \dots \quad (5)$$

Misalkan $x - x_0 = h$, maka:

$$fx = f(x_0) + \frac{h}{1!} f'(x_0) + \frac{h^2}{2!} f''(x_0) + \dots \quad (6)$$

Adapun dalam penyelesaiannya, terdapat tiga jenis *difference* yang dapat digunakan untuk mencari $f(x + \Delta x)$. Ketiga jenis *difference* ini meliputi skema maju, skema mundur, dan skema tengah yakni sebagai berikut.

1. Skema Maju (*Forward Difference*)

$$\frac{df}{dt} = \frac{f(x_i + \Delta x) - f(x_i)}{\Delta x} \quad (7)$$

2. Skema Mundur (*Backward Difference*)

$$\frac{df}{dt} = \frac{f(x_i) - f(x_{i-1})}{\Delta x} \quad (8)$$

3. Skema Tengah (*Central Difference*)

$$\frac{df}{dt} = \frac{f(x_i + \Delta x) - f(x_{i-1})}{2\Delta x} \quad (9)$$

III. METODE

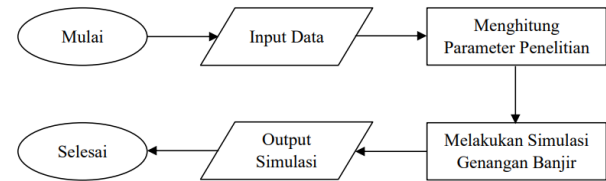
Penelitian ini mengambil studi kasus banjir di wilayah Pasteur, Kota Bandung, Jawa Barat yang terjadi pada 24 Januari 2025. Secara geografis, wilayah tersebut terletak pada titik koordinat 6°53'28,488" Lintang Selatan dan 107°36'6,304" Bujur Timur. Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder, diantaranya data curah hujan, data ketinggian genangan banjir, lebar drainase, ketinggian drainase dan data topografi. Berikut parameter-parameter yang akan digunakan dalam penelitian sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter Penelitian

Parameter	Simbol	Nilai	Satuan
Lebar atas	b	1	m
Lebar bawah	b	1	m
Tinggi saluran	h	0,8	m
Gravitasi	g	9,8	m/s^2
Debit kapasitas saluran	Q	1,744	m^3/s
Kemiringan dasar saluran	S_0	0,002	—
Koefisien manning	n	0,017	—
Jari-jari hidrolik	R	0,27	—

Data tersebut selanjutnya akan digunakan dalam pemodelan banjir menggunakan *Saint Venant Equation*.

Adapun tahapan penelitian akan ditunjukkan menggunakan *flowchart* atau bagan alir pada Gambar 1.



Gambar 1. Flowchart Penelitian

Mengacu pada Gambar 1, dapat diketahui bahwa tahapan pertama penelitian adalah menginput data, yakni data terkait parameter-parameter yang dibutuhkan dalam melakukan pemodelan banjir. Parameter-parameter yang telah dikumpulkan sebelumnya, tidak semua parameter tersebut diketahui nilainya, sehingga perlu dilakukan perhitungan. Oleh karena itu, tahapan selanjutnya adalah melakukan perhitungan estimasi parameter guna melengkapi parameter-parameter penelitian. Parameter yang diestimasi adalah luas penampang basah serta kemiringan gesek pada saluran drainase. Apabila nilai parameter tersebut telah diperoleh, maka bisa melangkah ke tahapan berikutnya, yakni melakukan simulasi terkait banjir yang terjadi di wilayah Pasteur, Jawa Barat. Pada simulasi ini, peneliti melihat bagaimanakah kedalaman air tersebut dalam waktu tertentu hingga menyebabkan bencana banjir. Tahapan terakhir dalam penelitian ini adalah menganalisis hasil simulasi yang kemudian dapat dijadikan dasar sebagai penarikan kesimpulan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

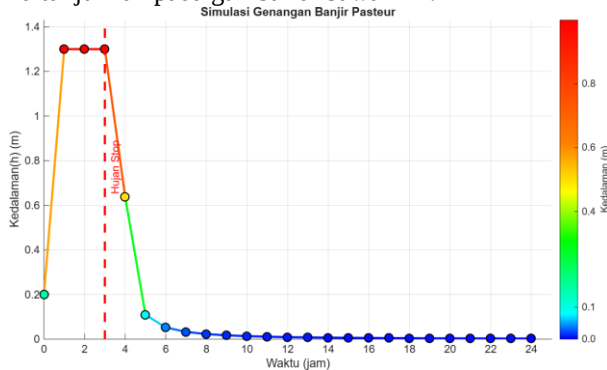
Untuk melakukan pemodelan banjir diperlukan adanya data luas penampang basah (A), dimana luas penampang basah yang dihitung sebagaimana persamaan (3) adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} A &= b \times h \\ &= 1 \times 0,8 \\ &= 0,8 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Selain itu, terdapat pula kemiringan gesek (S_f) yang belum diketahui nilainya. Oleh karena itu, dilakukan perhitungan kemiringan gesek guna memodelkan banjir. Untuk menghitung kemiringan gesek dapat diperoleh melalui perhitungan sebagai berikut dengan persamaan (4).

$$\begin{aligned} S_f &= \frac{n^2 Q^2}{A^2 R^{4/3}} \\ &= \frac{(0,017^2)(1,744^2)}{(0,8^2)(0,27^{4/3})} \\ &= \frac{(0,000289)(3,041536)}{(0,64) \left(\frac{81^3 \sqrt{10}}{1000} \right)} \\ &= 0,00787032 \end{aligned}$$

Berdasar pada parameter-parameter penelitian yang telah diketahui, berikut merupakan hasil pemodelan banjir pada bencana banjir di Pasteur, Jawa Barat yang terjadi pada tanggal 24 Januari 2025. Pemodelan dilakukan menggunakan pemrograman matlab dan hasil pemodelan genangan banjir akan ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 2. Hasil Pemodelan Genangan Banjir

Berdasarkan pemodelan banjir di Pasteur, diperoleh hasil simulasi yang menunjukkan bahwa apabila terdapat intensitas hujan yang tinggi, maka debit drainase pada kawasan tersebut tidak mampu menampung luapan air. Mengacu pada hasil pemodelan, dimana simulasi banjir yang dilakukan dengan durasi hujan selama 3 jam menghasilkan suatu simulasi sebagaimana dapat diketahui bahwa pada saat awal simulasi, dimana $t = 0$ genangan banjir masih relatif rendah bahkan tidak terjadi genangan. Namun, selanjutnya genangan banjir mengalami peningkatan setelah $t = 0$, dimana pada $t = 1$ yakni satu jam pertama hingga 3 jam berikutnya pada $t = 3$, genangan banjir mencapai titik maksimumnya yang disimbolkan dengan warna merah yakni sebesar 1,3 m sebagaimana terlihat pada gambar di atas. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa volume air yang masuk pada penampungan drainase jauh melebihi kapasitas saluran, sehingga hal tersebut mengakibatkan potensi banjir.

Selain itu, berdasarkan simulasi yang telah dilakukan juga memperlihatkan bahwa setelah adanya puncak genangan banjir dengan durasi $t = 3$, masih terdapat genangan banjir tetapi relatif menurun secara bertahap pada beberapa waktu tertentu. Hal ini terlihat sebagaimana pada $t = 4$ yang menunjukkan bahwa simulasi dengan durasinya 4 jam, kedalaman airnya sebesar 0,6 m yang kemudian mengalami penurunan pada $t = 5$ dengan kedalaman air menjadi 0,109 m. Berdasarkan adanya penurunan tersebut, kedalaman air selanjutnya mengalami penurunan lagi hingga airnya perlahan surut, dimana hasil simulasi menunjukkan bahwa pada $t = 10$ kondisi air telah sepenuhnya surut.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian terkait pemodelan banjir di wilayah Pasteur, Jawa Barat menggunakan *Saint Venant Equation* dengan metode beda hingga, diperoleh hasil yang menunjukkan bahwa Pasteur berpotensi banjir

apabila wilayah tersebut mengalami intensitas hujan yang tinggi. Hasil pemodelan menunjukkan bahwa kedalaman genangan air meningkat cukup signifikan hingga mencapai titik maksimum dengan kedalaman sekitar 1,3 meter dan genangannya mengalami penurunan hingga kembali normal dalam waktu kurang dari 6 jam. Hal tersebut diakibatkan adanya sistem drainase yang kurang optimal, dimana kapasitas sistem drainase yang ada pada wilayah tersebut tidak mampu menampung kapasitas air yang masuk saat curah hujannya tinggi. Oleh karena itu, diperlukan adanya perbaikan sistem drainase agar saat hujan berintensitas tinggi, saluran mampu memadai debit air sehingga dapat meminimalisir potensi bencana banjir.

VI. REFERENSI

- [1] N. G. Saputra, M. Rifai, and P. Marsingga, "Strategi Penanggulangan Bencana Banjir Kabupaten Karawang di Desa Karangligar Sebagai Desa Tangguh Bencana," *Din. J. Ilm. Ilmu Adm. Negara*, vol. 8, no. 1, pp. 62–76, 2021, doi: 10.25157/dinamika.v8i1.4426.
- [2] A. Baldah, A. V. Duarsih, and R. A. Maulana, "Clustering Daerah Rawan Bencana Alam di Indonesia Berdasarkan Provinsi dengan Metode K-Means," *J. Ilm. Inform. Glob.*, vol. 14, no. 2, pp. 31–36, 2023, doi: 10.36982/jiig.v14i2.3186.
- [3] S. H. S. Hengkelare, O. H. A. Rogi, and S. Suryono, "Mitigasi Risiko Bencana Banjir di Manado," *J. Spasial*, vol. 8, no. 2, pp. 267–274, 2021, doi: 10.35793/sp.v8i2.35037.
- [4] BNPB, "Geoportal Data Bencana Indonesia," *Badan Nasional Penanggulangan Bencana*, 2024. <https://gis.bnpb.go.id/> (accessed Sep. 01, 2025).
- [5] N. A. Wibowo and A. M. Abadi, "Analisis Tingkat Kerawanan Bencana Alam Banjir di Kabupaten Purbalingga dengan Fuzzy Logic," *J. Sains Dasar*, vol. 11, no. 2, pp. 83–94, 2022, doi: 10.21831/jsd.v11i2.52546.
- [6] Badan Penanggulangan Bencana Daerah Jawa Barat, "Infografis Kejadian Bencana," *Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Jawa Barat*, 2024.
- [7] T. Firmansyah, "BMKG Beberkan Penyebab Banjir di Pasteur dan Pagarsih Bandung," *Republika Online*, 2025. [https://news.republika.co.id/berita/sqml1j377/bmkg-beberkan-penyebab-banjir-di-pasteur-dan-pagarsih-bandung#:~:text=Hujan deras di wilayah Kota Bandung menyebabkan sejumlah, ini sudah surut dan kendaraan sudah bisa melintas. \(accessed Sep. 25, 2025\).](https://news.republika.co.id/berita/sqml1j377/bmkg-beberkan-penyebab-banjir-di-pasteur-dan-pagarsih-bandung#:~:text=Hujan deras di wilayah Kota Bandung menyebabkan sejumlah, ini sudah surut dan kendaraan sudah bisa melintas. (accessed Sep. 25, 2025).)
- [8] W. H. Hager, O. Castro-Orgaz, and K. Hutter, "Correspondence between de Saint-Venant and Boussinesq. 1: Birth of the Shallow-Water Equations," *Comptes Rendus - Mec.*, vol. 347, no. 9, pp. 632–662, 2019, doi: 10.1016/j.crme.2019.08.004.
- [9] G. P. Ningsi, F. Nendi, and L. Sugiarti, "An Application of the Finite Difference Method for Solving the Mass Spring System Equation," *J. Mat. Stat. Komputasi*, vol. 16, no. 3, pp. 404–416, 2020, doi: 10.20956/jmsk.v.
- [10] I. Raming, A. R. R. Putra, W. Wulandari, Y. P. Kaindi, S. Saderisa, and S. Tulzahrh, "Penerapan Metode Beda Hingga pada Model Matematika Aliran Banjir dari Persamaan Saint Venant," *Zeta-Math J.*, vol. 1,

- no. 1, pp. 128–138, 2022.
- [11] A. Syukur, *Buku Pintar Penanggulangan Banjir*, Pertama. Yogyakarta: DIVA Press, 2021.
- [12] C. F. Candraningtyas, L. P. W. Syahrani, and L. Luthfia, “Pengaruh Perubahan Tutupan Lahan di Daerah Aliran Sungai Bengawan Solo Terhadap Fungsi Pengendalian Banjir Surakarta 2023,” *J. Ilm. Bid. Sos. Ekon. Budaya, Teknol. dan Pendidik.*, vol. 2, no. 8, pp. 2481–2496, 2023, doi: 10.54443/sibatik.v2i8.1272.
- [13] V. Yutantri, R. Y. Suryandari, M. N. Putri, and L. F. Widyawati, “Persepsi Masyarakat Terhadap Faktor-Faktor Penyebab Banjir di Perumahan Total Persada Raya Kota Tangerang,” *J. Reg. Rural Dev. Plan.*, vol. 7, no. 2, pp. 199–214, 2023, doi: 10.29244/jp2wd.2023.7.2.199-214.
- [14] S. Rahman and A. Miradj, “Pemodelan Hidrologi-Hidraulik Terpadu untuk Penilaian Resiko Banjir di Daerah Aliran Sungai Tropis Perkotaan,” *J. Pendidik. Tambusai*, vol. 9, no. 2, pp. 22811–22821, 2025, doi: 10.31004/jptam.v9i2.30232.
- [15] A. E. Pratiwi, T. Widjajanti, and A. F. Wyrasti, “Penurunan Persamaan Saint Venant Secara Geometris,” *J. Beta*, vol. 6, no. 2, pp. 172–200, 2013.
- [16] T. Yulianto, R. Amalia, J. Matematika, K. Kunci, M. Beda Hingga, and P. Kontinuitas, “Penerapan Metode Beda Hingga pada Model Matematika Aliran Banjir dari Persamaan Saint Venant,” *Zeta-Math J.*, vol. 2, no. 1, pp. 2459–9948, 2016.