

ANALISIS TINGGI MUKA AIR BANJIR SEBAGAI DASAR PENETAPAN BATAS SEMPADAN SITU TERATE, KABUPATEN SERANG, BANTEN

Suharni^{1*}, Elza Novilyansa², Yeddy Andriansyah³, Rina Febrina¹, Lita Istiyanti⁴

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Malahayati, Bandar Lampung, Indonesia

²Doktor Ilmu Lingkungan, Pascasarjana Universitas Lampung, Bandar Lampung, Indonesia

³Program Studi Teknik Sipil Universitas Mathla'ul Anwar, Pandeglang, Banten, Indonesia

⁴Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Lampung Selatan, Indonesia

*E-mail: suharni@malahayati.ac.id

Received: 01 July 2026

Accepted: 15 July 2026

Published: 31 July 2026

Abstrak

Situ merupakan salah satu komponen hidrologis yang berperan penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem dan keberlanjutan sumber daya air. Selain berfungsi sebagai tampungan air, situ juga berperan sebagai kawasan konservasi air, pengendali banjir, pengimbuhan (*recharge*) air tanah, penyedia air baku, sumber air irigasi, habitat perikanan air tawar, serta sarana rekreasi. Penetapan batas badan air situ merupakan langkah penting dalam upaya perlindungan fungsi ekologis situ dan pengendalian pemanfaatan ruang di sekitarnya. Penelitian ini bertujuan menentukan tinggi muka air (TMA) banjir Situ Terate sebagai dasar penentuan batas badan air situ. Penentuan TMA dilakukan melalui integrasi analisis hidrologi, analisis hidraulika, dan verifikasi terhadap informasi banjir historis. Data yang digunakan meliputi DEMNAS, data curah hujan periode 2015–2024, serta informasi kejadian banjir historis yang diperoleh melalui survei lapangan dan wawancara masyarakat. Analisis spasial dilakukan menggunakan ArcGIS untuk menentukan daerah tangkapan air dan karakteristik hidrologi kawasan, sedangkan analisis hidraulika dilakukan menggunakan HEC-RAS 2D dengan input debit banjir rancangan hasil perhitungan Hidrograf Satuan Sintetis (HSS) Nakayasu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa elevasi muka air hasil simulasi debit banjir kala ulang 50 tahun (Q_{50}) sebesar +17,107 mdpl memiliki kesesuaian dengan elevasi banjir historis sebesar +17,11 mdpl. Berdasarkan hasil verifikasi tersebut, TMA banjir Situ Terate ditetapkan pada elevasi +17,11 mdpl dengan luas badan air sebesar 22,10 ha. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai dasar penentuan batas badan air situ serta sebagai data pendukung dalam proses penetapan sempadan Situ Terate sesuai ketentuan yang berlaku.

Kata Kunci: Banjir Historis, HSS Nakayasu, HEC-RAS 2D, Badan Air Situ, Situ Terate

Abstract

Situ, a term used in Indonesia for small natural lakes, plays an important role in maintaining ecosystem balance and supporting the sustainability of water resources. In addition to functioning as a water storage body, a situ also serves as a water conservation area, flood control facility, groundwater recharge zone, raw water source, irrigation water supply, freshwater fish habitat, and recreational area. Delineation of the situ waterbody boundary is an essential step in protecting its ecological functions and controlling land use development in the surrounding area. This study aims to determine the flood water level (FWL) of Situ Terate as a basis for defining the waterbody boundary. The determination of the flood water level was conducted through the integration of hydrological analysis, hydraulic modeling, and verification using historical flood information. The data used in

this study consisted of DEMNAS (Indonesian National Digital Elevation Model), rainfall records for the period 2015–2024, and historical flood information obtained through field surveys and community interviews. Spatial analysis was performed using ArcGIS to delineate the catchment area and derive its hydrological characteristics, while hydraulic modeling was carried out using HEC-RAS 2D with design flood hydrographs generated by the HSS Nakayasu method. The results indicate that the simulated water surface elevation corresponding to the 50-year return period flood (Q50) was +17.107 m above mean sea level (amsl), which closely matched the historical flood elevation of +17.11 m amsl. Based on this verification, the flood water level of Situ Terate was established at +17.11 m amsl, resulting in a waterbody area of 22.10 ha. The findings of this study can be used as a basis for delineating the situ waterbody boundary and as supporting information for the establishment of the Situ Terate buffer zone in accordance with the applicable regulations.

Keywords: *Historical Flood, HSS Nakayasu, HEC-RAS 2D, Lake Waterbody Boundary, Situ Terate*

Suharni, et al. (2026). Analisis Tinggi Muka Air Banjir Sebagai Dasar Penetapan Batas Sempadan Situ Terate, Kabuoaten Serang, Banten. *Jurnal of Infrastructural in Civil Engineering*, Vol. (07), No. 02, pp: 119-133.

PENDAHULUAN

Situ merupakan suatu wadah genangan air di atas permukaan tanah yang terbentuk secara alami maupun buatan dengan sumber air berasal dari air hujan, air tanah, dan/atau sumber air lainnya. Sebagai salah satu komponen sumber daya air, situ memiliki fungsi ekologis, hidrologis, dan sosial-ekonomi yang penting bagi keberlanjutan lingkungan dan kehidupan masyarakat. Secara ekologis, situ berfungsi sebagai kawasan konservasi keanekaragaman hayati yang mendukung keberlangsungan ekosistem perairan dan lingkungan sekitarnya. Dari aspek hidrologis, situ berperan sebagai tampungan air dan daerah imbuhan (*recharge*) air tanah yang dapat mereduksi debit puncak limpasan serta berkontribusi dalam pengendalian banjir. Sementara itu, dari aspek sosial-ekonomi, situ dimanfaatkan sebagai sumber air baku, penyedia air irigasi, sarana perikanan air tawar, serta ruang publik yang mendukung kegiatan rekreasi dan ekowisata [1], [2].

Perlindungan dan pelestarian situ perlu dilakukan untuk menjaga keberlanjutan fungsi ekologis, hidrologis, dan sosial-ekonomi yang dimilikinya. Namun, beberapa situ saat ini mengalami degradasi fungsi akibat aktivitas manusia dan pemanfaatan ruang yang tidak sesuai dengan peruntukannya. Okupasi lahan, penumpukan sampah, dan sedimentasi merupakan beberapa faktor yang menyebabkan terganggunya fungsi situ serta menurunkan kualitas lingkungan perairan situ [1]. Pesatnya laju pertumbuhan penduduk turut mendorong terjadinya perubahan penggunaan lahan di sekitar kawasan situ yang tidak sesuai dengan peruntukannya. Kondisi tersebut terjadi karena peningkatan jumlah penduduk yang menyebabkan bertambahnya kebutuhan lahan untuk kegiatan ekonomi dan permukiman sehingga berpotensi mendorong pemanfaatan ruang yang tidak terkendali hingga memasuki kawasan perlindungan situ [3].

Sebagai upaya menjaga fungsi dan kelestarian situ, pemerintah mengatur penetapan garis sempadan danau/situ sebagai kawasan perlindungan setempat melalui Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 28/PRT/M/2015 tentang Penetapan Garis Sempadan Sungai dan Garis Sempadan Danau. Penetapan garis sempadan danau/situ bertujuan agar fungsi danau/situ tidak terganggu oleh aktivitas yang berkembang di sekitarnya. Berdasarkan peraturan tersebut, penetapan garis sempadan danau/situ didasarkan pada muka

air tertinggi yang pernah terjadi, dengan jarak sempadan paling sedikit 50 m dari tepi muka air tertinggi [4].

Situ Terate merupakan situ yang terletak di Kabupaten Serang, Provinsi Banten. Berdasarkan Peraturan Daerah Kabupaten Serang Nomor 5 Tahun 2020 tentang Perubahan Atas Peraturan Daerah Kabupaten Serang Nomor 10 Tahun 2011 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Serang Tahun 2011 – 2031, Situ Terate ditetapkan sebagai kawasan perlindungan setempat dan kawasan pariwisata budaya [5]. Kondisi eksisting Situ Terate menunjukkan adanya sedimentasi akibat tutupan gulma air pada badan situ, penurunan kualitas air akibat pencemaran, serta perubahan penggunaan lahan di sekitar kawasan situ menjadi permukiman. Kondisi eksisting Situ Terate ditunjukkan pada Gambar 1. Mengingat penetapan garis sempadan situ didasarkan pada muka air tertinggi yang pernah terjadi, informasi mengenai tinggi muka air (TMA) banjir tertinggi menjadi salah satu data yang diperlukan dalam pengelolaan dan perlindungan kawasan situ.



Gambar 1. Kondisi Situ Terate: (a) Tutupan Enceng Gondok pada Badan Air Situ; (b) Permukiman Penduduk di Sekitar Situ Terate.

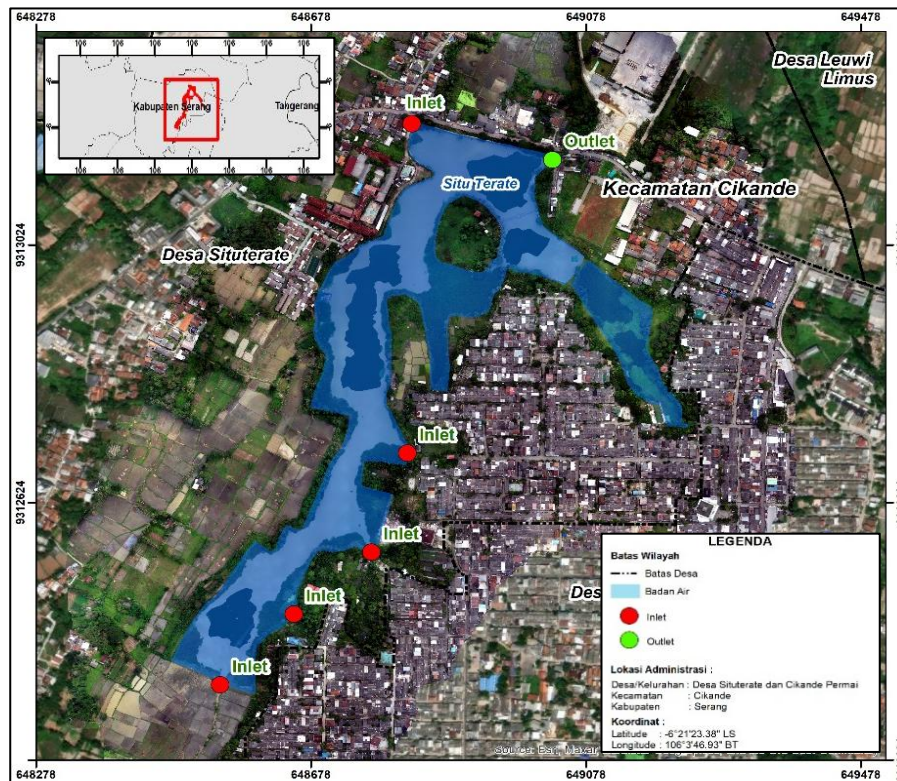
Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mendukung pengelolaan dan perlindungan kawasan situ, baik dari aspek tata ruang, penataan kawasan, maupun hidrologi dan hidraulika. Studi [3] mengkaji pengendalian ruang pada kawasan sempadan Situ Cipondoh melalui pendekatan kebijakan dan penataan ruang, sedangkan studi [6] menganalisis ketidaksesuaian penggunaan lahan pada kawasan sempadan Situ Ciledug terhadap rencana tata ruang. Sementara itu, studi [7] menitikberatkan pada revitalisasi Situ Tipar sebagai kawasan wisata berbasis penataan kawasan.

Pada aspek hidrologi dan hidraulika, studi [1] menentukan elevasi muka air banjir dan batas sempadan Situ Jatijajar berdasarkan simulasi debit banjir rancangan kala ulang 50 tahun (Q_{50}) menggunakan HEC-RAS serta mengevaluasi efektivitas pengendalian banjir secara vegetatif dan pemanfaatan ruang kawasan sempadan. Penelitian tersebut memberikan informasi penting mengenai penentuan sempadan situ berdasarkan debit banjir rancangan dan hasil pemodelan hidraulika. Di sisi lain, penelitian [8] menunjukkan bahwa integrasi data topografi dan pemodelan hidraulika dua dimensi menggunakan HEC-RAS 2D dapat menghasilkan informasi elevasi muka air dan sebaran genangan banjir yang bermanfaat dalam pengelolaan dataran banjir serta mendukung pengambilan keputusan pada pengelolaan sumber daya air. Meskipun demikian, kedua penelitian tersebut belum mengintegrasikan informasi banjir historis sebagai bagian dari proses verifikasi untuk mengidentifikasi tinggi muka air (TMA) banjir tertinggi yang pernah terjadi sebagai dasar penentuan batas badan air situ. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan mengidentifikasi tinggi muka air (TMA) banjir tertinggi Situ Terate melalui integrasi analisis hidrologi, pemodelan hidraulika, dan verifikasi banjir historis sebagai dasar penetapan batas badan air situ guna mendukung pengelolaan dan perlindungan kawasan situ.

METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian

Penelitian ini dilakukan di Situ Terate yang terletak di Desa Situterate, Kecamatan Cikande, Kabupaten Serang, Provinsi Banten. Situ Terate merupakan kawasan perlindungan setempat yang juga ditetapkan sebagai kawasan pariwisata budaya dalam Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Serang [5]. Lokasi penelitian ditunjukkan Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Lokasi Penelitian

Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer berupa data lokasi titik banjir historis, didapat dari survei langsung di lokasi penelitian. Data sekunder terdiri dari data DEMNAS dan data hidrologi berupa data curah hujan *time series* selama 10 tahun. Data DEMNAS diunduh dari website <https://tanahair.indonesia.go.id/portal-web/unduh/demnas>. Sedangkan data curah hujan series diperoleh dari Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Cidanau, Ciujung dan Cidurian.

Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini meliputi analisis spasial, analisis hidrologi, analisis hidraulika, dan verifikasi hasil simulasi menggunakan informasi banjir historis. Analisis spasial dilakukan untuk menentukan daerah tangkapan air (DTA) atau *catchment area* Situ Terate menggunakan data DEMNAS dengan bantuan perangkat lunak ArcGIS. Delineasi batas daerah tangkapan air pada software ArcGIS dilakukan pada menu *Spatial Analyst Tools – Hydrology* menggunakan data DEMNAS yang diunduh dari Pusat Data dan Informasi Geospasial melalui portal DEMNAS.

Tahapan pengolahan data DEMNAS meliputi proses *Fill* untuk memperbaiki cekungan pada data elevasi yang dapat mengganggu analisis aliran, *Flow Direction* untuk menentukan arah aliran, *Flow Accumulation* untuk mengidentifikasi jaringan aliran alami, pembuatan titik outlet menggunakan *Snap Pour Point*, serta delineasi DTA menggunakan tool *Watershed*. Hasil delineasi digunakan untuk menghitung luas daerah tangkapan air (A) dan panjang sungai utama (L) sebagai parameter dalam analisis hidrologi. Selanjutnya, batas DTA yang diperoleh dioverlay dengan peta penggunaan lahan untuk menentukan nilai koefisien pengaliran (C). Masing-masing kelas penggunaan lahan pada DTA diberikan nilai koefisien pengaliran berdasarkan referensi [9]. Nilai koefisien pengaliran DTA kemudian dihitung sebagai koefisien pengaliran komposit menggunakan metode rata-rata tertimbang berdasarkan persentase luas setiap kelas penggunaan lahan terhadap luas total DTA Situ Terate.

Analisis hidrologi dilakukan untuk memperoleh debit banjir rancangan melalui transformasi data curah hujan menjadi debit limpasan menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintetis (HSS) Nakayasu. Metode HSS Nakayasu dipilih karena merupakan salah satu metode hidrograf sintetis yang banyak digunakan di Indonesia dan dapat diterapkan pada daerah tangkapan air yang tidak memiliki data debit hasil pengukuran [10]. Perhitungan hidrograf banjir rancangan dengan metode HSS Nakayasu dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu analisis curah hujan rencana, perhitungan curah hujan efektif berdasarkan koefisien pengaliran, penyusunan distribusi hujan jam-jaman menggunakan metode Mononobe, penentuan parameter hidrograf satuan Nakayasu berdasarkan karakteristik daerah tangkapan air, serta transformasi curah hujan efektif menjadi hidrograf banjir rancangan. Parameter utama yang digunakan dalam perhitungan meliputi luas daerah tangkapan air (A), panjang sungai utama (L), curah hujan efektif (R_e), waktu puncak (t_p), dan waktu surut hidrograf ($T_{0,3}$). Debit puncak banjir (Q_p) metode HSS Nakayasu dihitung menggunakan Persamaan 1 berikut.

$$Q_p = \frac{A \cdot R_e}{3,6 (0,3t_p + T_{0,3})} \quad (1)$$

dengan, Q_p adalah debit puncak banjir ($m^3/detik$); A adalah luas daerah tangkapan air (km^2); R_e adalah curah hujan efektif (mm), t_p adalah waktu yang diperlukan hidrograf untuk mencapai debit puncak (jam) dan $T_{0,3}$ adalah waktu yang diperlukan debit untuk turun hingga 30% dari debit puncak (jam) [11].

Curah hujan efektif dihitung berdasarkan curah hujan rencana hasil analisis frekuensi dan koefisien pengaliran menggunakan Persamaan 2 sebagai berikut.

$$R_e = R_t \times C \quad (2)$$

dengan R_e adalah curah hujan efektif (mm); R_t adalah curah hujan rencana (mm) dan C adalah koefisien pengaliran [12]. Selanjutnya, intensitas curah hujan dihitung menggunakan rumus Mononobe sebagaimana disajikan pada persamaan 3 berikut.

$$I = \frac{R_{24}}{24} \times \left(\frac{24}{t_c}\right)^{2/3} \quad (3)$$

dengan, I adalah intensitas curah hujan (mm/jam), R_{24} adalah curah hujan maksimum harian (mm) dan t_c adalah waktu konsentrasi (jam) [13]. Intensitas curah hujan yang diperoleh selanjutnya digunakan untuk menyusun distribusi hujan jam-jaman. Distribusi tersebut kemudian dikalikan dengan curah hujan efektif untuk memperoleh hujan efektif jam-jaman sebagai input dalam perhitungan hidrograf banjir menggunakan metode HSS Nakayasu.

Analisis hidraulika dilakukan menggunakan perangkat lunak HEC-RAS 2D untuk memperoleh elevasi tinggi muka air (TMA) berdasarkan debit banjir rancangan hasil analisis hidrologi. Geometri model hidraulika berupa *2D Flow Area* didasarkan pada *terrain model* hasil pengolahan data DEMNAS menggunakan perangkat lunak Global Mapper. Geometri tersebut digunakan sebagai dasar simulasi aliran dan sebaran genangan banjir pada HEC-RAS 2D. Area simulasi disusun menggunakan mesh dua dimensi, sedangkan nilai koefisien kekasaran Manning ditentukan berdasarkan karakteristik permukaan area studi mengacu pada [14]. Kondisi batas (*boundary condition*) model ditetapkan pada inlet bagian hulu dan outlet situ. Simulasi dilakukan menggunakan aliran tak tunak (*unsteady flow*) dengan input berupa hidrograf banjir hasil perhitungan HSS Nakayasu. Karena tidak tersedia data observasi tinggi muka air maupun debit banjir historis, evaluasi model hidraulika dilakukan melalui proses verifikasi menggunakan informasi banjir historis yang diperoleh dari survei lapangan dan wawancara masyarakat setempat.

Proses verifikasi model hidraulika menggunakan informasi banjir historis yang diperoleh melalui survei lapangan dan wawancara dengan masyarakat setempat. Lokasi banjir historis yang diperoleh dari hasil survei dipetakan pada citra satelit untuk mendapatkan koordinat titik genangan banjir, kemudian di-overlay dengan data DEMNAS untuk memperoleh elevasi banjir historis. Elevasi tersebut selanjutnya dibandingkan dengan elevasi muka air hasil simulasi HEC-RAS 2D pada berbagai kala ulang banjir. Kesesuaian antara elevasi muka air hasil simulasi dan elevasi banjir historis digunakan sebagai dasar verifikasi model hidraulika. Hasil simulasi yang menunjukkan kesesuaian terbaik terhadap kondisi banjir historis selanjutnya digunakan sebagai dasar penentuan TMA banjir Situ Terate. Hasil tersebut dapat digunakan sebagai data pendukung teknis dalam penetapan sempadan Situ Terate sesuai ketentuan yang berlaku.

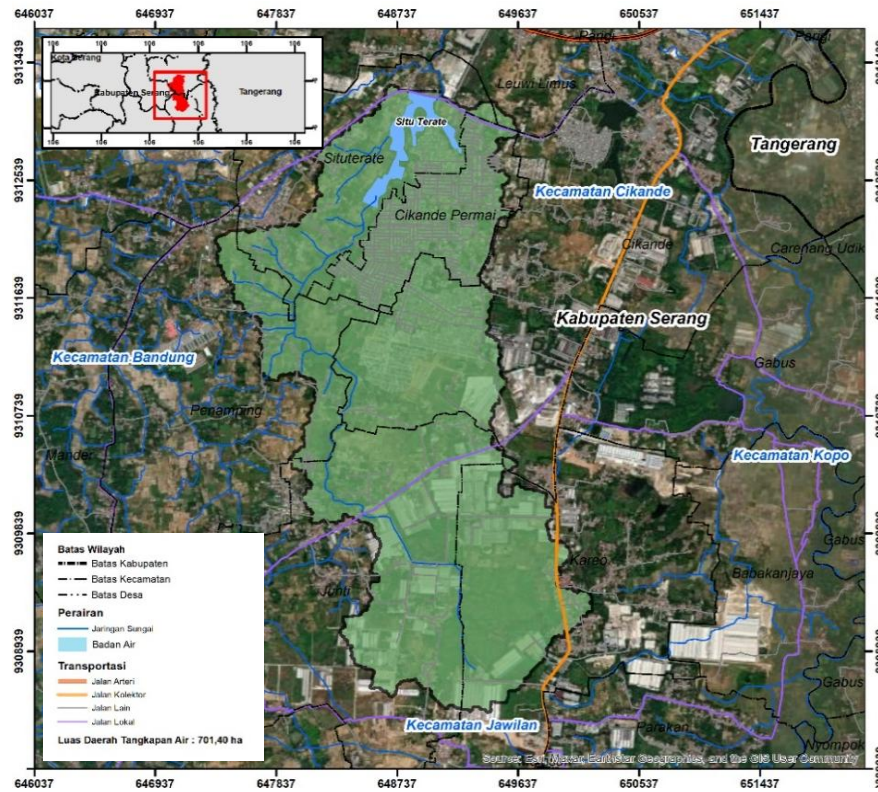
HASIL DAN PEMBAHASAN

Daerah Tangkapan Air (*Catchment Area*) Situ Terate

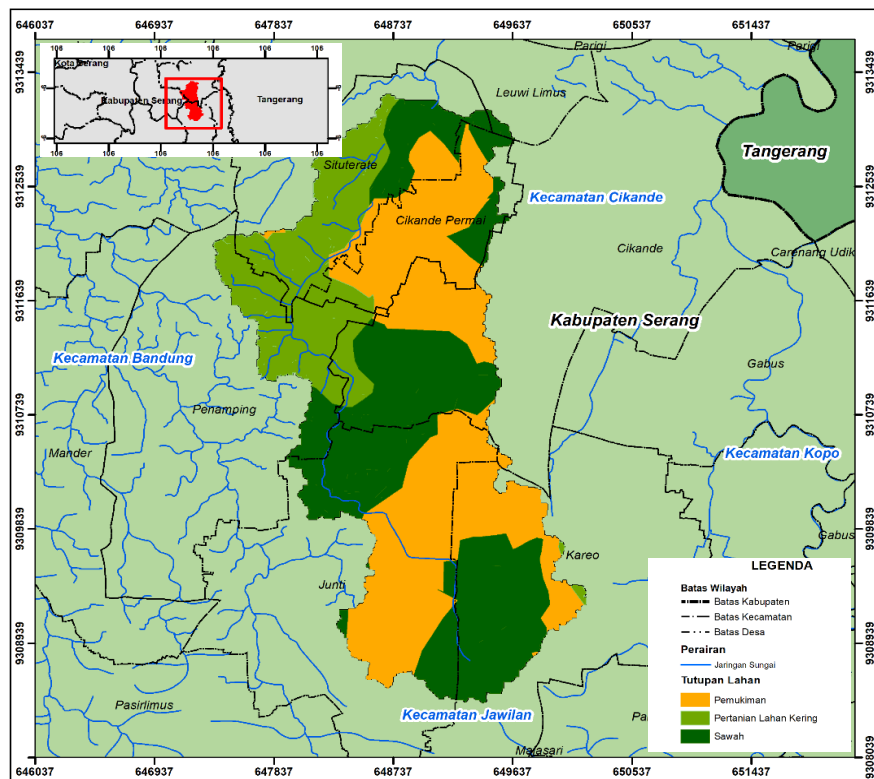
Hasil analisis data DEMNAS menggunakan perangkat lunak ArcGIS menunjukkan bahwa luas daerah tangkapan air (DTA) Situ Terate sebesar 701,40 ha. Batas DTA Situ Terate disajikan dalam Gambar 3. Hasil *overlay* antara peta tutupan lahan RTRW Kabupaten Serang dan batas DTA Situ Terate sebagaimana disajikan pada Gambar 4, menunjukkan bahwa penggunaan lahan pada DTA didominasi oleh kawasan permukiman seluas 289,9 ha (41,3%), pertanian lahan kering seluas 216,7 ha (30,9%), dan sawah seluas 194,8 ha (27,8%). Komposisi penggunaan lahan tersebut menghasilkan koefisien pengaliran (C) DTA Situ Terate sebesar 0,403. Secara rinci penggunaan lahan DTA Situ Terate dan nilai koefisien pengaliran (C) disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Penggunaan lahan DTA Situ Terate dan nilai koefisien pengaliran (C)

Jenis Tutupan lahan	Luas A (km ²)	% Luas Lahan	Koefisien Pengaliran (C)	C x A
Pemukiman	2,899	41,33%	0,8	2,32
Pertanian Lahan Kering	2,167	30,90%	0,1	0,22
Sawah	1,948	27,77%	0,15	0,29
Jumlah	7,014	1		2,828
Koefisien Pengaliran Komposit				0,403



Gambar 3. Catchment Area Situ Terate

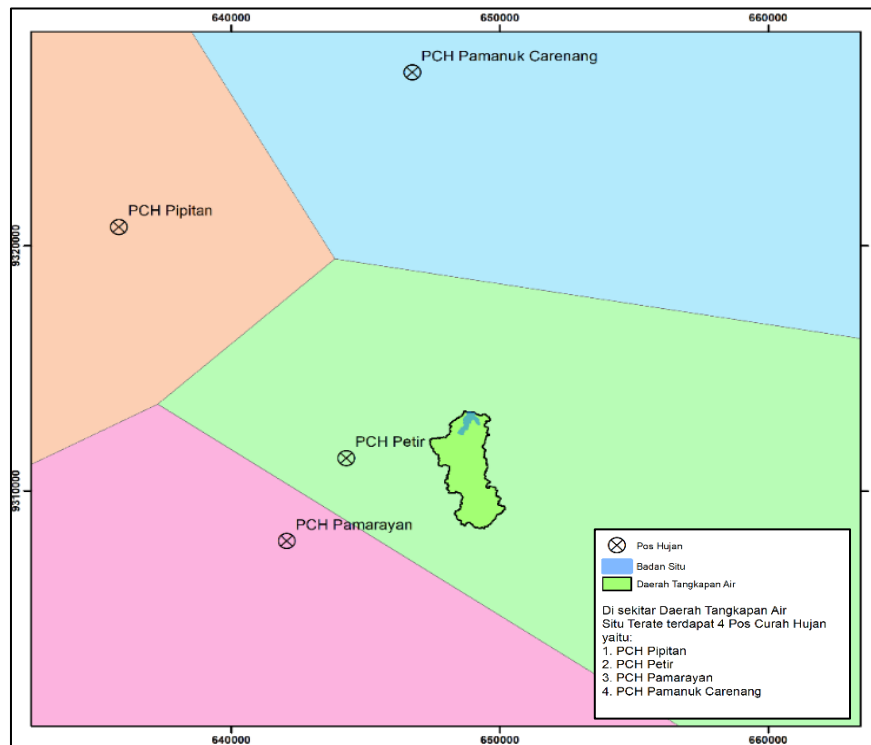


Gambar 4. Tutupan Lahan DTA Situ Terate RTRW 2019
Sumber: RTRW Kabupaten Serang, 2019

Nilai koefisien pengaliran komposit sebesar 0,403 sebagaimana disajikan dalam Tabel 1 menunjukkan bahwa sekitar 40,3% curah hujan yang jatuh pada DTA berpotensi menjadi limpasan permukaan yang mengalir menuju Situ Terate. Dominasi kawasan permukiman pada DTA berkontribusi terhadap peningkatan limpasan permukaan karena kawasan terbangun umumnya memiliki kemampuan infiltrasi yang lebih rendah dibandingkan lahan pertanian. Oleh karena itu, pengendalian perubahan penggunaan lahan pada DTA perlu diperhatikan untuk menjaga keseimbangan tata air kawasan dan mendukung fungsi hidrologi Situ Terate..

Curah Hujan Harian Maksimum

Stasiun hujan yang berada di sekitar DTA Situ Terate terdiri atas PCH Petir, PCR Pamarayan, PCH Pipitan, dan PCH Pamanuk Carenang. Untuk menentukan stasiun hujan yang paling mewakili DTA Situ Terate, dilakukan analisis *Polygon Thiessen* menggunakan perangkat lunak ArcGIS. Hasil analisis menunjukkan bahwa seluruh wilayah DTA Situ Terate berada dalam area pengaruh Stasiun Hujan PCH Petir yang terletak pada koordinat $6^{\circ}13'42,96''$ LS dan $106^{\circ}18'15,12''$ BT. Oleh karena itu, data curah hujan dari Stasiun Hujan PCH Petir dapat digunakan untuk merepresentasikan karakteristik hujan pada kawasan penelitian. Peta hasil analisis *Polygon Thiessen* disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Stasiun Hujan Terpilih dengan Polygon Thiessen

Data curah hujan harian maksimum tahunan (*annual maximum series*) Stasiun Hujan PCH Petir periode 2015–2024 digunakan sebagai dasar dalam analisis frekuensi curah hujan. Grafik curah hujan harian maksimum tahunan tersebut disajikan pada Gambar 6. Grafik pada Gambar 6 menunjukkan adanya variasi curah hujan maksimum antar tahun yang mencerminkan karakteristik kejadian hujan ekstrem pada wilayah penelitian. Variasi tersebut menunjukkan pentingnya analisis frekuensi curah hujan untuk memperoleh hujan rencana yang digunakan dalam perhitungan debit banjir rancangan.



Gambar 6. Curah Hujan Harian Maksimum PCH Petir

Curah Hujan Rancangan

Curah hujan rancangan dihitung dengan analisis frekuensi untuk memperkirakan besarnya curah hujan yang berpotensi terjadi pada berbagai kala ulang. Pemilihan jenis distribusi probabilitas dilakukan dengan membandingkan parameter statistik data curah hujan maksimum tahunan terhadap persyaratan masing-masing distribusi. Parameter statistik normal digunakan pada Distribusi Normal dan Gumbel, sedangkan parameter statistik logaritmik digunakan pada Distribusi Log Normal dan Log Pearson Tipe III [15]. Hasil analisis pemilihan jenis distribusi frekuensi disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Pemilihan Jenis Distribusi Frekuensi

No	Jenis Distribusi	Syarat	Hasil Analisis	Kesimpulan	
1	Normal	$C_s =$	0	0,577	Tidak sesuai
		$C_k =$	3	0,261	Tidak sesuai
2	Log Normal	$C_s = 3 C_v + C_v^3$	0,586	-1,105	Tidak sesuai
		$C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$	3,617	1,731	Tidak sesuai
3	Gumbel	$C_s =$	1,1396	0,577	Tidak sesuai
		$C_k =$	5,4002	0,261	Tidak sesuai
4	Log Pearson III	Selain dari nilai di atas	-1,105 1,731	Sesuai	

Merujuk pada hasil analisis pemilihan jenis distribusi pada Tabel 2 terlihat bahwa jenis distribusi yang memenuhi kriteria adalah Distribusi Log Pearson III, sehingga dipilih untuk analisis selanjutnya. Pemilihan tersebut berdasarkan hasil perbandingan koefisien kemencengan (C_s) dan koefisien kurtosis (C_k), Distribusi Normal, Log Normal, dan Gumbel tidak memenuhi persyaratan distribusi yang ditetapkan. Oleh karena itu, data curah hujan dianalisis menggunakan Distribusi Log Pearson Tipe III. Distribusi terpilih kemudian diuji kesesuaiannya menggunakan uji Chi-Kuadrat dan uji Smirnov-Kolmogorov. Hasil pengujian menunjukkan bahwa distribusi tersebut dapat diterima untuk digunakan

dalam analisis curah hujan rancangan. Uji kesesuaian distribusi tersebut juga sejalan dengan [16]. Perhitungan curah hujan rancangan menggunakan Distribusi Log Pearson III disajikan dalam Tabel 3.

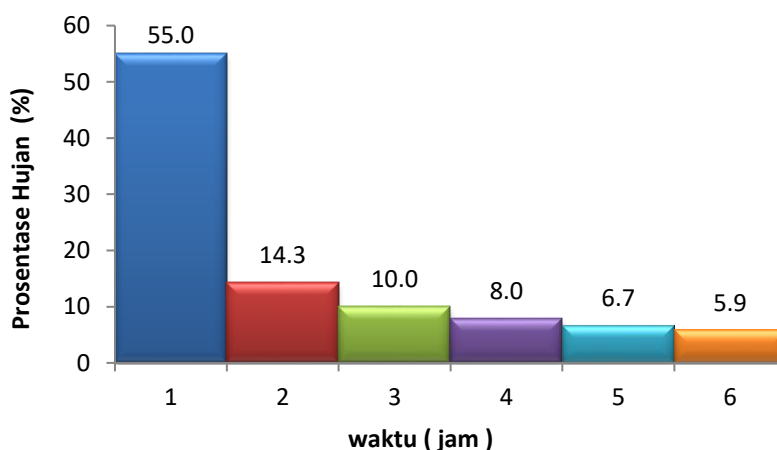
Tabel 3. Curah Hujan Rancangan Metode Log Pearson III

Periode Ulang	Log X rerata	K	s LogX	K.S	Log $R_t = \text{Log X rerata} + K.S$	R_t (mm)
2	1,981	0,180	0,091	0,016	1,998	99,427
5	1,981	0,848	0,091	0,077	2,059	114,423
10	1,981	1,106	0,091	0,101	2,082	120,811
25	1,981	1,322	0,091	0,121	2,102	126,429
50	1,981	1,433	0,091	0,131	2,112	129,411
100	1,981	1,515	0,091	0,138	2,119	131,674
200	1,981	1,579	0,091	0,144	2,125	133,443

Hasil analisis pada **Tabel 3** menunjukkan bahwa curah hujan rancangan meningkat seiring bertambahnya periode ulang, dari 99,427 mm pada periode ulang 2 tahun menjadi 133,443 mm pada periode ulang 200 tahun. Curah hujan rancangan tersebut selanjutnya digunakan untuk menghitung hujan efektif sebagai dasar penyusunan hidrograf banjir rancangan menggunakan metode HSS Nakayasu.

Distribusi Hujan Jam-Jaman

Curah hujan rancangan yang diperoleh dari analisis frekuensi selanjutnya didistribusikan menjadi hujan jam-jaman menggunakan metode Mononobe dengan asumsi durasi hujan selama 6 jam. Distribusi hujan jam-jaman tersebut digunakan untuk memperoleh hujan efektif sebagai input dalam analisis debit banjir rancangan metode HSS Nakayasu. Hasil perhitungan rasio distribusi hujan jam-jaman disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Rasio Distribusi Hujan Jam-Jaman

Distribusi hujan pada Gambar 7 menunjukkan bahwa proporsi curah hujan terbesar terjadi pada jam pertama dan menurun secara bertahap pada jam-jam berikutnya. Pola distribusi tersebut mengindikasikan bahwa sebagian besar volume hujan terkonsentrasi pada awal kejadian hujan sehingga berpotensi menghasilkan respon limpasan yang relatif cepat dan mempengaruhi pembentukan debit puncak banjir pada DTA Situ Terate. Selanjutnya, hujan efektif dihitung dengan mempertimbangkan koefisien pengaliran (C) menggunakan Persamaan 2. Hasil perhitungan curah hujan efektif jam-jaman disajikan dalam Tabel 4.

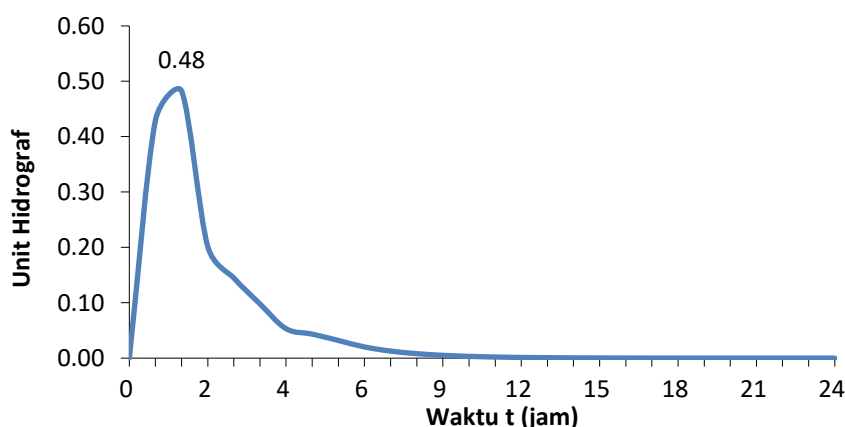
Tabel 4. Curah Hujan Efektif Jam-Jaman

Jam Ke	Rasio (%)	Kumulatif Rasio (%)	Hujan Jam-Jaman (mm)					
			2 th	5 th	10 th	25 th	50 th	100 th
1	55,03	55,03	22,06	25,39	26,80	28,05	28,71	29,21
2	14,30	69,34	5,73	6,60	6,97	7,29	7,46	7,59
3	10,03	79,37	4,02	4,63	4,89	5,11	5,23	5,33
4	7,99	87,36	3,20	3,68	3,89	4,07	4,17	4,24
5	6,75	94,10	2,70	3,11	3,29	3,44	3,52	3,58
6	5,90	100,00	2,36	2,72	2,87	3,01	3,08	3,13
Probabilitas Hujan Harian			99,42	114,41	120,80	126,41	129,39	131,65
Koefisien Pengaliran			0,403	0,403	0,403	0,403	0,403	0,403
Hujan Efektif			40,09	46,13	48,70	50,97	52,17	53,08

Hasil perhitungan pada Tabel 4 menunjukkan bahwa besarnya hujan efektif meningkat seiring dengan bertambahnya periode ulang. Besarnya hujan efektif dipengaruhi oleh curah hujan rancangan dan koefisien pengaliran (C) yang merepresentasikan karakteristik penggunaan lahan pada DTA Situ Terate. Hujan efektif tersebut selanjutnya digunakan sebagai input dalam penyusunan hidrograf banjir rancangan menggunakan metode HSS Nakayasu.

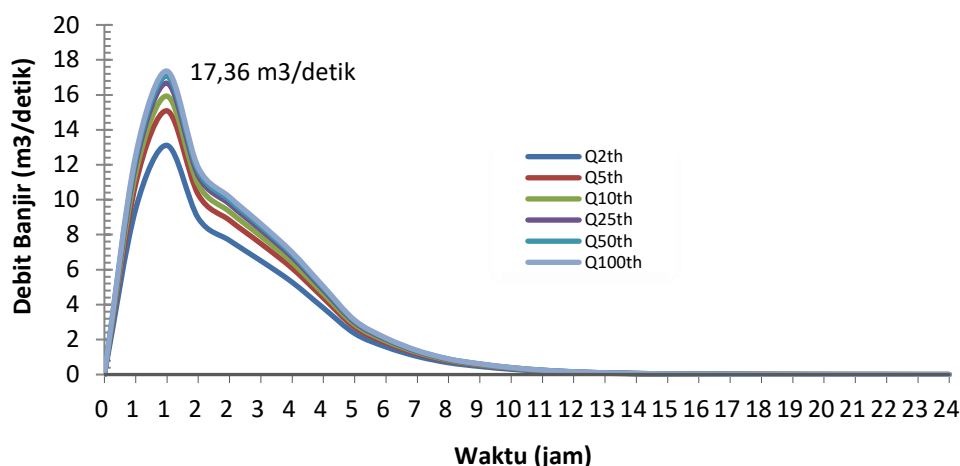
Debit Banjir Rancangan

Debit banjir rancangan dihitung menggunakan Metode HSS Nakayasu. Metode ini dipilih karena telah banyak diterapkan dalam analisis banjir rancangan pada berbagai daerah aliran sungai di Indonesia [10]. Hasil perhitungan unit hidrograf HSS Nakayasu menunjukkan bahwa debit puncak unit hidrograf terjadi pada waktu 1,05 jam dengan nilai debit puncak sebesar 0,483 m³/det/mm. Unit hidrograf yang diperoleh disajikan pada Gambar 8. Berdasarkan unit hidrograf tersebut, selanjutnya dilakukan perhitungan hidrograf banjir rancangan untuk berbagai periode ulang. Hasil perhitungan hidrograf banjir disajikan pada Gambar 9, sedangkan debit puncak banjir HSS Nakayasu disajikan pada Gambar 10.

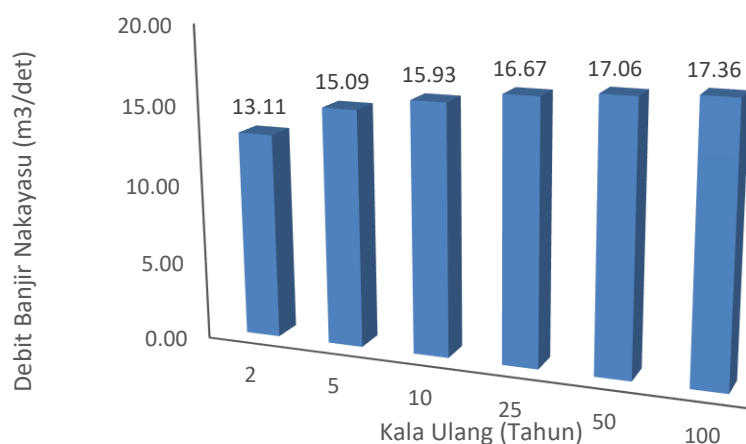


Gambar 8. Unit Hidrograf Metode Nakayasu

Gambar 10 menunjukkan bahwa debit puncak banjir hasil analisis HSS Nakayasu meningkat seiring bertambahnya periode ulang, dari 13,11 m³/det pada periode ulang 2 tahun menjadi 17,36 m³/det pada periode ulang 100 tahun. Debit banjir rancangan selanjutnya digunakan sebagai input dalam simulasi hidraulika HEC-RAS 2D untuk menentukan elevasi muka air banjir pada Situ Terate.



Gambar 9. Hidrograf Banjir HSS Nakayasu



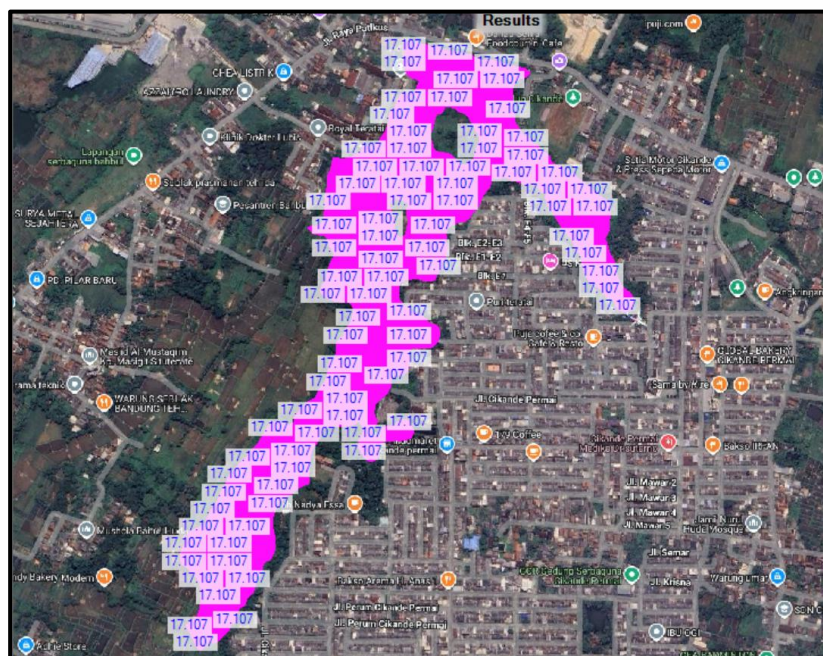
Gambar 10. Debit Puncak Banjir Metode HSS Nakayasu

Sebaran Genangan dan Tinggi Muka Air (TMA) Banjir Situ

Berdasarkan hasil perhitungan debit banjir rancangan, selanjutnya dilakukan analisis hidraulika menggunakan perangkat lunak HEC-RAS 2D untuk memperoleh sebaran genangan dan elevasi muka air banjir pada Situ Terate. Simulasi HEC-RAS 2D pada penelitian ini menggunakan ukuran mesh $10 \text{ m} \times 10 \text{ m}$ pada area simulasi. Ukuran mesh tersebut dipilih untuk memberikan representasi topografi yang memadai serta menjaga efisiensi komputasi model. Ukuran mesh yang lebih kecil berpotensi menghasilkan representasi topografi dan sebaran genangan yang lebih rinci, namun memerlukan waktu komputasi yang lebih lama. Hal ini sejalan dengan [17] yang menunjukkan bahwa ukuran mesh berpengaruh terhadap hasil simulasi HEC-RAS 2D. Pada studi tersebut, mesh $10 \text{ m} \times 10 \text{ m}$ menghasilkan representasi genangan yang paling sesuai dengan data validasi pada wilayah penelitian yang dikaji.

Nilai koefisien kekasaran Manning ditentukan berdasarkan karakteristik permukaan area studi dengan mengacu pada [14]. Dalam penelitian ini, nilai Manning sebesar 0,025 diterapkan secara seragam pada seluruh area situ karena kondisi permukaan perairan relatif homogen, sehingga penggunaan satu nilai kekasaran manning dianggap memadai untuk merepresentasikan hambatan aliran dalam simulasi. Simulasi dilakukan menggunakan aliran tak tunak (*unsteady flow*) dengan input berupa hidrograf banjir hasil HSS Nakayasu. Kondisi

batas (*boundary condition*) ditetapkan pada bagian inlet di hulu dan outlet situ untuk merepresentasikan aliran masuk dan aliran keluar selama periode simulasi. Hasil simulasi untuk debit banjir kala ulang 50 tahun (Q_{50}) menunjukkan bahwa elevasi muka air mencapai +17,107 m. Hasil simulasi hidraulika disajikan pada Gambar 11.



Gambar 11. Analisis HEC-RAS Debit Banjir Q_{50}

Hasil simulasi hidraulika pada Gambar 11 menunjukkan bahwa genangan banjir pada bagian timur situ meluas hingga mendekati kawasan permukiman di sekitar Situ Terate. Pada bagian barat, genangan juga meluas hingga mendekati area permukiman dan kawasan SMA Negeri 1 Cikande. Sebaran genangan hasil simulasi tersebut selanjutnya diverifikasi menggunakan informasi banjir historis yang diperoleh melalui survei lapangan dan wawancara dengan masyarakat setempat.

Hasil survei menunjukkan bahwa lokasi genangan banjir yang pernah terjadi berada pada sisi timur dan barat Situ Terate, terutama di sekitar Perumahan Puri Teratai dan akses jalan menuju SMAN 1 Cikande. Berdasarkan keterangan masyarakat, saat terjadi hujan lebat muka air situ sering meluap melalui saluran drainase di sekitar kawasan tersebut sehingga menyebabkan genangan pada area permukiman. Salah satu kejadian banjir yang masih diingat masyarakat terjadi pada tahun 2021, ketika aliran keluar situ terhambat oleh pertumbuhan eceng gondok yang menutupi badan air. Selain itu, genangan juga dilaporkan meluas hingga area persawahan pada bagian hilir situ.

Informasi lokasi genangan banjir historis yang diperoleh dari hasil wawancara selanjutnya diidentifikasi pada citra satelit untuk memperoleh koordinat lokasi genangan. Koordinat tersebut kemudian dioverlay dengan data DEMNAS sehingga diperoleh elevasi lokasi genangan banjir historis sebesar +17,11 mdpl. Nilai elevasi tersebut selanjutnya dibandingkan dengan elevasi muka air hasil simulasi HEC-RAS 2D. Hasil simulasi debit banjir kala ulang 50 tahun (Q_{50}) menunjukkan elevasi muka air sebesar +17,107 mdpl. Kedekatan kedua nilai elevasi tersebut menunjukkan bahwa model hidraulika yang dibangun mampu merepresentasikan kondisi banjir historis di Situ Terate dengan tingkat kesesuaian yang baik.

Hasil overlay antara lokasi genangan banjir historis dan genangan hasil simulasi menunjukkan kesesuaian yang baik dari aspek sebaran spasial maupun elevasi muka air.

Simulasi hidraulika dilakukan untuk beberapa kala ulang banjir, namun hasil verifikasi menunjukkan bahwa elevasi muka air hasil simulasi debit banjir kala ulang 50 tahun (Q_{50}) merupakan yang paling mendekati elevasi banjir historis yang teridentifikasi di lapangan. Oleh karena itu, debit banjir kala ulang 50 tahun (Q_{50}) dipilih sebagai dasar dalam penentuan batas badan air Situ Terate. Elevasi muka air hasil simulasi Q_{50} sebesar +17,107 mdpl kemudian dibulatkan menjadi +17,11 mdpl untuk keperluan analisis batas badan air situ. Nilai tersebut lebih tinggi 1,05 m dibandingkan TMA normal Situ Terate yang berada pada elevasi +16,06 mdpl.

Merujuk pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 28/PRT/M/2015, nilai TMA hasil verifikasi tersebut dapat digunakan sebagai dasar penentuan batas badan air situ. Hal tersebut sejalan dengan [18] yang menyatakan bahwa batas badan air situ ditentukan berdasarkan elevasi muka air tertinggi yang pernah terjadi pada badan air tersebut. Dengan elevasi muka air +17,11 mdpl, luas badan air Situ Terate hasil analisis mencapai 22,10 ha. Informasi batas badan air yang diperoleh dari hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai data pendukung dalam proses penetapan sempadan Situ Terate serta sebagai dasar pengendalian pemanfaatan ruang di sekitar kawasan situ guna menjaga fungsi konservasi dan mengurangi potensi pemanfaatan ruang pada area yang berisiko tergenang.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis hidrologi, hidraulika, dan verifikasi terhadap informasi banjir historis, diperoleh TMA banjir Situ Terate sebesar +17,11 mdpl. Nilai tersebut diperoleh dari hasil verifikasi elevasi banjir historis terhadap simulasi hidraulika HEC-RAS 2D, di mana elevasi muka air hasil simulasi debit banjir kala ulang 50 tahun (Q_{50}) sebesar +17,107 mdpl menunjukkan kesesuaian dengan elevasi banjir historis. TMA banjir tersebut berada 1,05 m di atas TMA normal Situ Terate yang berada pada elevasi +16,06 mdpl. Berdasarkan elevasi tersebut, luas badan air Situ Terate hasil analisis mencapai 22,10 ha. TMA banjir yang diperoleh dapat digunakan sebagai dasar penentuan batas badan air situ dan sebagai data pendukung dalam proses penetapan sempadan Situ Terate sesuai ketentuan yang berlaku.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. S. Wolok, E. Suhartono, and U. Andawayanti, "Studi Penyusunan dan Penentuan Sempadan Situ Jatijajar Untuk Pengendalian Banjir di Kota Depok Provinsi Jawa Barat," *J. Teknol. dan Rekayasa Sumber Daya Air*, vol. 04, no. 01, pp. 592–604, 2024.
- [2] Pusdatin Kementerian PUPR, "Situ," *Direktorat Jenderal Sumber Daya Air*, 2024. .
- [3] M. Tranggono, "Pengendalian Ruang pada Kawasan Situ Cipondoh di Kota Tangerang, provinsi Banten: Kajian Kebijakan," *Din. Tek. Sipil*, vol. 14, no. 2, pp. 41–46, 2021.
- [4] Kementerian PUPR, *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 28/PRT/M/2015 tentang Penetapan Garis Sempadan Sungai dan Garis Sempadan Danau*, no. Nomor 28/PRT/M/2015. Republik Indonesia, 2015.
- [5] Pemerintah Daerah Kabupaten Serang, *Peraturan Daerah Kabupaten Serang Nomor 5 Tahun 2020*. 2020.
- [6] N. Choiriyyah, A. Purba, and R. Widyawati, "Identifikasi Ketidaksesuaian Penggunaan Lahan Pada Kawasan Sempadan Situ Terhadap Rencana Tata Ruang," *J. Profesi Ins.*, vol. 5, no. 1, pp. 22–29, 2024.
- [7] B. F. mohamad Aminudin, P. A. Bela, P. Rahardjo, and R. Suryadjaja, "Revitalisasi situ tipar sebagai wisata baru di kota depok," *J. Sains, Teknol. Urban, Perencanaan, Arsit.*, vol. 3, no. 1, pp. 1259–1272, 2021.
- [8] A. R. Alruzuq and J. Mossa, "Advancements in Large Floodplain Inundation Mapping: Integrated Computational Modeling and Remote Sensing Techniques," *Energy Nexus J.*, vol. 21, no. February, p. 100650, 2026.

- [9] R. J. Kodoatie and R. Sjarief, *Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu*, Ed. II. Yogyakarta: Andi Offset, 2008.
- [10] T. M. Amanda, D. I. Kusumastuti, A. Zakaria, A. Herison, and E. P. Wahono, "Analisis Muka Air Banjir terhadap Tutupan Lahan di Sungai Bulok Kabupaten Pringsewu Provinsi Lampung," *Teras J. J. Tek. Sipil*, vol. 13, no. 2, pp. 535–546, 2023.
- [11] Suharni, E. P. Wahono, D. I. Kusumastuti, A. Zakaria, and O. T. Purwadi, "Evaluasi Keamanan Jembatan Terhadap Gerusan Lokal : Studi Kasus pada Jembatan Way Sumanda-Sukamulya Tanggamus, Lampung," *Briliant J. Ris. dan Konseptual*, vol. 10, no. 1, pp. 185–197, 2025.
- [12] W. Nurzanah, S. Iskandar Muda, R. Gunawan, and S. D. Tara Diva, "Analisis Perhitungan Debit Banjir Rencana di Bendung Karet Bandar Sidoras," *J. Vor.*, vol. 3, no. 01, pp. 190–198, 2022.
- [13] B. Y. Pratama and A. Munandar, "Validasi Perhitungan Kapasitas Saluran Drainase Menggunakan Metode Rasional Modifikasi dengan Software HEC-RAS & SWMM (Studi Kasus : Drainase Jalan Raya Bungbulang , Kabupaten Garut)," *RekaRacana J. Tek. Sipil*, vol. 09, no. 03, pp. 216–227, 2023.
- [14] V. Te Chow, *Hidraulika Saluran Terbuka. (Rosalina, Nensi, Terjemahan)*. Bandung: Erlangga, 1984.
- [15] B. Triadmodjo, *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset, 2008.
- [16] Suharni, E. Novilyansa, R. Febrina, and A. Oktavia, "Evaluasi Kinerja Jaringan Drainase Perkotaan Kecamatan Kalianda , Lampung Selatan," *J. Infrastructural Civ. Eng.*, vol. 07, no. 01, pp. 126–138, 2026.
- [17] B. A. El-Haddad, A. M. Youssef, Z. Karimi, and H. R. Pourghasemi, "Flood Inundation Mapping Using HEC-RAS 2D Modeling and Examining the Impact of Changes in the Model-Meshing Pixel Scale on the Final Output," *Water Resour. Manag.*, vol. 39, no. 11, pp. 5807–5826, 2025.
- [18] E. Aurihan, E. P. Agustiningrum, and B. Sudarma, *Pengendalian Pemanfaatan Ruang Kawasan Situ, Danau, Embung dan Waduk (SDEW)*. Jakarta: Dirjen Pengendalian dan Penertiban Tanah dan Ruang kementerian ATR/BPN, 2021.