JICE - Journal of Infrastructure and Civil Engineering
Vol. 06, No. 3, (November, 2026),
Hal. 505-517

Diterima redaksi : 05 10 2026
Revisi akhir : 22 11 2026
Diterbitkan online : 25 11 2026

JICE
JOURNAL OF INFRASTRUCTURE AND CIVIL ENGINEERING
Web: http://jice.sttp-yds.ac.id/index.php/jice/index
ISSN: 2809-5030 (online) 2809-5227 (print)



Analisis Perbandingan Metode Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu, Gama I, dan SCS untuk Estimasi Debit Banjir Rencana pada DAS Kedaung

Maudi Dwiprita[1], Sih Andajani[2*]

[1,2]*Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Trisakti*

[*]*andajani@trisakti.ac.id*

Abstrak

Tidak tersedianya data debit jam-jaman pada DAS Kedaung menyebabkan estimasi debit banjir rencana tidak dapat dilakukan menggunakan hidrograf satuan terukur sehingga diperlukan pendekatan Hidrograf Satuan Sintetik (HSS). Penelitian ini bertujuan menganalisis dan membandingkan karakteristik hidrograf serta debit banjir rencana periode ulang 10 tahun yang dihasilkan oleh metode HSS Nakayasu, Gama I, dan SCS, sekaligus mengevaluasi metode yang paling representatif berdasarkan karakteristik morfometri DAS Kedaung. Analisis dilakukan menggunakan data hujan harian maksimum yang diolah menjadi hujan rencana, kemudian digunakan sebagai masukan dalam perhitungan debit banjir rencana menggunakan ketiga metode HSS. Berdasarkan hasil analisis, metode Gama I dinilai paling representatif untuk mengestimasi debit banjir rencana pada DAS Kedaung. HSS Gama I menghasilkan waktu puncak (Tp) paling singkat, yaitu 3,74 jam, relatif sesuai dengan karakteristik kerapatan drainase yang tinggi. Selain itu, HSS Gama I menghasilkan hidrograf banjir yang paling landai ditandai dengan debit puncak (Qp) paling kecil, yaitu 41,75 m^3/s serta waktu dasar (Tb) paling panjang, yaitu 32 jam, relatif sesuai dengan karakteristik bentuk DAS memanjang dan kemiringan lereng relatif landai. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemilihan metode Hidrograf Satuan Sintetik perlu mempertimbangkan karakteristik morfometri DAS agar estimasi debit banjir rencana yang dihasilkan lebih representatif, sehingga dapat menjadi dasar perencanaan pengendalian banjir pada DAS dengan karakteristik serupa.

Kata Kunci: *DAS Kedaung, debit banjir rencana, hidrograf satuan sintetik, morfometri DAS, Nakayasu, Gama I, SCS*

1. Pendahuluan

Perubahan tata guna lahan secara masif di kawasan perkotaan sering kali memicu permasalahan dalam pengelolaan sumber daya air, terutama akibat meningkatnya limpasan permukaan yang berpotensi menyebabkan banjir [1]. Berkurangnya daerah resapan air mempercepat respons hidrologi daerah aliran sungai (DAS) sehingga meningkatkan debit puncak banjir [2]. Kondisi tersebut menuntut tersedianya informasi debit banjir rencana yang

https://doi.org/10.35583/jice.v6i3.251

andal sebagai dasar perencanaan, evaluasi, dan pengembangan bangunan pengendali banjir [3].

DAS Kedaung merupakan salah satu anak sungai dalam sistem DAS Angke–Pesanggrahan yang berfungsi sebagai saluran drainase makro di wilayah Tangerang Selatan. Meningkatnya intensitas hujan dan perubahan tata guna lahan menjadi kawasan permukiman menyebabkan DAS Kedaung sering meluap dan menimbulkan genangan maupun banjir di beberapa wilayah di sepanjang alirannya, terutama di Kelurahan Pamulang Timur, khususnya Perumahan Bukit Pamulang Indah (BPI) dan Pamulang Estate. Berdasarkan informasi masyarakat setempat, kawasan tersebut sebelumnya didominasi oleh sawah tadah hujan, kolam ikan, dan danau kecil yang sejak tahun 1985 telah mengalami perubahan fungsi lahan menjadi kawasan terbangun. Perubahan tersebut diduga berkontribusi terhadap meningkatnya limpasan permukaan dan frekuensi banjir di kawasan tersebut.

Sebagai upaya pengendalian banjir, Pemerintah Kota Tangerang Selatan telah membangun berbagai infrastruktur, antara lain sodetan sungai, kolam retensi, waduk, tanggul beton, dan pompa. Namun, perencanaan maupun evaluasi kinerja infrastruktur tersebut memerlukan informasi debit banjir rencana yang akurat. Pada DAS Kedaung tidak tersedia data pengamatan debit jam-jaman yang memadai sehingga analisis menggunakan hidrograf satuan terukur tidak dapat dilakukan. Oleh karena itu, metode Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) menjadi pendekatan yang sesuai untuk mengestimasi debit banjir rencana berdasarkan karakteristik fisik DAS.

Beberapa metode HSS yang umum digunakan di Indonesia adalah HSS Nakayasu, HSS Gama I, dan HSS SCS. Ketiga metode tersebut dikembangkan berdasarkan konsep empiris, parameter morfometri, dan asumsi hidrologi yang berbeda sehingga dapat menghasilkan karakteristik hidrograf yang berbeda, baik dari segi waktu puncak, debit puncak, maupun waktu dasar banjir [4]. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa pemilihan metode HSS tidak dapat dilakukan secara umum, melainkan perlu mempertimbangkan karakteristik morfometri DAS, diantaranya seperti bentuk DAS, kemiringan lereng, dan kerapatan jaringan drainase karena parameter-parameter tersebut memengaruhi respons hidrologi dan bentuk hidrograf banjir yang dihasilkan.

Berbagai penelitian telah menerapkan metode HSS Nakayasu, Gama I, maupun SCS pada DAS yang beragam. Namun, sebagian besar penelitian masih berfokus pada perbandingan debit banjir rencana yang dihasilkan oleh masing-masing metode, sedangkan evaluasi mengenai keterkaitan antara karakteristik morfometri DAS dan kesesuaian metode HSS yang digunakan masih terbatas. Padahal, metode HSS yang menghasilkan estimasi terbaik pada suatu DAS belum tentu memberikan hasil yang representatif pada DAS dengan karakteristik morfometri yang berbeda. Dengan demikian, diperlukan evaluasi yang tidak hanya membandingkan hasil estimasi debit banjir rencana, tetapi juga menilai kesesuaian karakteristik hidrograf yang dihasilkan terhadap kondisi fisik DAS.

Kebaruan penelitian ini terletak pada evaluasi kesesuaian metode Hidrograf Satuan Sintetik berdasarkan karakteristik morfometri DAS, sehingga pemilihan metode tidak hanya didasarkan pada besarnya debit banjir rencana yang dihasilkan, tetapi juga pada kemampuan metode tersebut dalam merepresentasikan respons hidrologi DAS. Hingga saat ini belum terdapat penelitian yang membandingkan metode HSS Nakayasu, Gama I, dan SCS pada DAS Kedaung dengan pendekatan tersebut. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menganalisis dan membandingkan karakteristik hidrograf serta debit banjir rencana yang dihasilkan oleh metode HSS Nakayasu, Gama I, dan SCS, kemudian mengevaluasi metode yang paling representatif berdasarkan karakteristik morfometri DAS Kedaung sebagai dasar dalam perencanaan pengendalian banjir.

2. Metodologi

2.1 Daerah Aliran Sungai (DAS) dan Curah Hujan

Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan suatu wilayah hidrologis yang menampung dan mengalirkan air hujan menuju satu titik keluaran (outlet). Karakteristik morfometri DAS, seperti luas, bentuk DAS, panjang sungai utama, kemiringan lereng, dan kerapatan jaringan sungai, memengaruhi respons hidrologi serta bentuk hidrograf banjir yang dihasilkan sehingga menjadi parameter penting dalam analisis Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) [5],[6],[7].

Curah hujan merupakan parameter utama dalam analisis hidrologi untuk menentukan hujan rencana sebagai dasar perhitungan debit banjir. Data curah hujan yang digunakan dapat berupa data hujan harian maupun data hujan jam-jaman. Dalam penelitian ini digunakan data curah hujan harian maksimum karena data hujan jam-jaman tidak tersedia.

2.1.1. Uji Konsistensi Data Hujan

Uji konsistensi data dilakukan untuk memastikan bahwa data curah hujan yang digunakan bersifat konsisten selama periode pengamatan dan tidak mengalami penyimpangan akibat faktor non-klimatologis, seperti perpindahan stasiun, pergantian alat ukur, perubahan metode pengamatan, maupun perubahan kondisi lingkungan di sekitar stasiun. Pada penelitian ini, uji konsistensi dilakukan menggunakan metode *Rescaled Adjusted Partial Sums* (RAPS). Data dinyatakan konsisten apabila nilai statistik hasil perhitungan memenuhi kriteria yang ditetapkan dalam metode RAPS [8].

2.1.2. Analisis Hujan Rencana

Analisis hujan rencana dilakukan untuk menentukan besarnya curah hujan yang diperkirakan terjadi pada suatu periode ulang tertentu berdasarkan analisis frekuensi data curah hujan maksimum tahunan. Penentuan hujan rencana dilakukan dengan menggunakan distribusi probabilitas yang sesuai dengan karakteristik data, seperti distribusi Normal, Log Normal, Gumbel, dan Log Pearson Tipe III. Pemilihan distribusi terbaik dilakukan melalui uji kesesuaian, antara lain uji Chi-Kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov [6],[7],[8].

2.1.3. Distribusi Hujan Efektif

Curah hujan efektif diperoleh dari curah hujan rencana yang dikalikan dengan koefisien limpasan, C [9]. Selanjutnya, curah hujan efektif tersebut didistribusikan menjadi curah hujan efektif jam-jaman menggunakan metode PSA 007 untuk memperoleh pola distribusi hujan sebagai masukan dalam pembentukan hidrograf banjir [10].

$$Re = C \times R \quad (1)$$

dengan:

- Re = curah hujan efektif (mm)
- C = koefisien limpasan/pengaliran, $0 \leq C \leq 1$)
- R = curah hujan (mm)

2.2. Hidrograf Satuan Sintetik (HSS)

Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) merupakan metode untuk membangkitkan hidrograf banjir berdasarkan karakteristik fisik daerah aliran sungai (DAS), seperti luas DAS, panjang sungai utama, kemiringan sungai, dan parameter morfometri lainnya, tanpa memerlukan data hidrograf hasil pengamatan [6]. Pada penelitian ini digunakan metode HSS Nakayasu, Gama I, dan SCS. Pemilihan ketiga metode tersebut didasarkan pada tidak tersedianya data debit pengamatan jam-jaman pada DAS Kedaung, sehingga hidrograf banjir dibangkitkan berdasarkan karakteristik fisik DAS.

2.2.1. HSS Nakayasu

Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu merupakan metode yang dikembangkan berdasarkan karakteristik beberapa DAS di Jepang untuk membangkitkan hidrograf banjir

menggunakan parameter fisik DAS. Bentuk hidrograf HSS Nakayasu ditunjukkan pada Gambar 2, sedangkan persamaan yang digunakan disajikan sebagai berikut [6],[7],[8].

Q_p $= \frac{1}{3,6}\left(\frac{A\,Re}{0,3Tp+T_{0,3}}\right)$ (2)

T_p $= t_g + 0,8\,T_r$ (3)

T_g $= 0,4 + 0,058\,L$ untuk L > 15 km (4)

T_g $= 0,21\,L^{0,7}$ untuk L < 15 km (5)

$T_{0,3}$ $= \alpha\,t_g$ (6)

T_r $= 0,5\,t_g\ sampai\ t_g$

dengan:

Q_p = debit puncak banjir (m^3/d)
A = luas DAS (km^2)
R_e = curah hujan efektif (1 mm)
T_p = waktu dari permulaan banjir sampai puncak hidrograf (jam)
$T_{0,3}$ = waktu dari puncak banjir sampai 0,3 kali debit puncak (jam)
t_g = waktu konsentrasi (jam)
T_r = satuan waktu dari curah hujan (jam)
α = koefisien karakteristik DAS
L = panjang sungai utama (km)

Bentuk hidrograf satuan diberikan oleh persamaan berikut:

a. Pada kurva naik ($0 < t < T_p$)

$Q_t = Q_p\,(\frac{t}{Tp})^{2,4}$ (7)

b. Pada kurva turun ($T_p < t < T_p + T_{0,3}$)

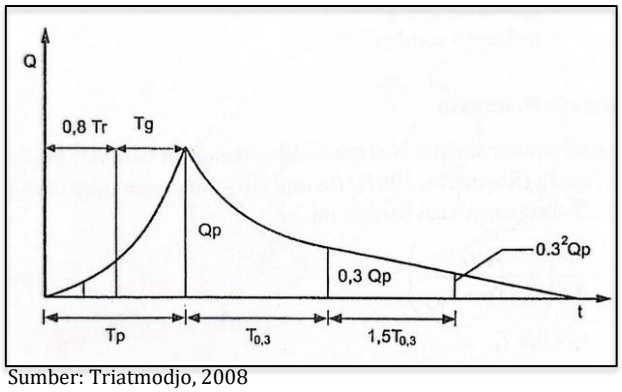
$Q_r = Q_p\,x\,0,3^{\frac{t-T_p}{T_{0,3}}}$ (8)

c. Pada kurva turun ($T_p + T_{0,3} < t < T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3}$)

$Q_t = Q_p\,x\,0,3^{\frac{[(t-T_p)+(0,5T_{0,3})]}{1,5T_{0,3}}}$ (9)

d. Pada kurva turun ($t > T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3}$)

$Q_t = Q_p\,x\,0,3^{\frac{[(t-T_p)+(1,5T_{0,3})]}{2T_{0,3}}}$ (10)



Sumber: Triatmodjo, 2008

Gambar 1. Hidrograf Satuan Sintetis Nakayasu

2.2.2. HSS Gama I

Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Gama I merupakan metode yang dikembangkan oleh Sri Harto berdasarkan karakteristik morfometri daerah aliran sungai (DAS) di Pulau Jawa, Indonesia. Bentuk hidrograf HSS Gama I terdiri atas tiga bagian utama, yaitu sisi naik (*rising limb*), puncak hidrograf (*crest*), dan sisi turun (*recession limb*). Karakteristik hidrograf tersebut ditentukan oleh empat parameter utama, yaitu waktu naik (TR), debit puncak (QP), waktu dasar (TB), dan koefisien tampungan (K). Persamaan yang digunakan dalam perhitungan HSS Gama I disajikan sebagai berikut [7],[8],[11].

$$Q_t = Q_p e^{-\frac{t}{K}} \quad (11)$$

dengan:

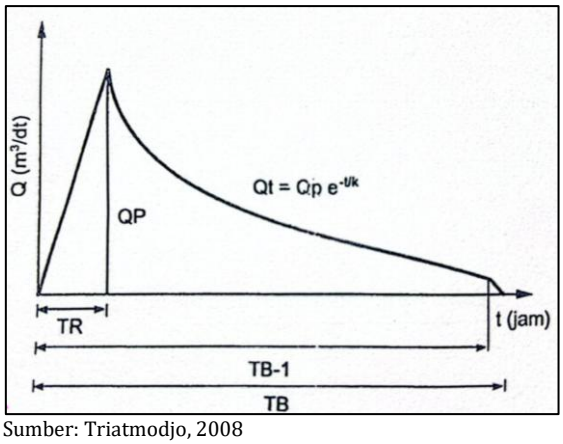
Q_t = debit pada jam ke t (m^3/d)
Q_p = debit puncak (m^3/d)
t = waktu dari saat terjadinya debit puncak (jam)
K = koefisien tampungan (jam)

Persamaan-persamaan yang digunakan dalam HSS Gama I adalah:

1. Waktu Puncak HSS Gama I (TR)
$$TR = 0{,}43 \left(\frac{L}{100SF}\right)^3 + 1{,}0665\ SIM + 1{,}2775 \quad (12)$$
2. Debit Puncak Banjir (QP)
$$QP = 0{,}1836\ A^{0{,}5886}\ TR^{-0{,}4008}\ JN^{0{,}2381} \quad (13)$$
3. Waktu Dasar (Tb)
$$TB = 27{,}4132\ TR^{0{,}1457}\ S^{-0{,}0986}\ SN^{0{,}7344}\ RUA^{0{,}2574} \quad (14)$$
4. Koefisien Resesi (K)
$$K = 0{,}5617\ A^{0{,}1798}\ S^{-0{,}1446}\ D^{0{,}0452} \quad (15)$$
5. Aliran Dasar (Qb)
$$QB = 0{,}4715\ A^{0{,}6444}\ D^{0{,}9430} \quad (16)$$

dengan:

A = luas DAS (km^2)
L = panjang sungai utama (km)
S = kemiringan dasar sungai
SF = faktor sumber
SN = frekuensi sumber
WF = faktor lebar
JN = jumlah pertemuan sungai
SIM = faktor simetri
RUA = luas DAS sebelah hulu
D = kerapatan jaringan kuras



Sumber: Triatmodjo, 2008

Gambar 2. Hidrograf Satuan Sintetis Gama I

2.2.3. HSS SCS

Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) SCS merupakan metode yang dikembangkan oleh *United States Soil Conservation Service* (USDA-SCS) berdasarkan konsep hidrograf satuan tak berdimensi (*dimensionless unit hydrograph*). Hidrograf tersebut disusun dari hasil analisis sejumlah besar hidrograf satuan hasil pengamatan pada berbagai daerah aliran sungai (DAS) dengan karakteristik yang beragam, sehingga dapat diterapkan pada DAS yang tidak memiliki data hidrograf terukur. Dalam metode ini, bentuk hidrograf dinyatakan dalam bentuk hubungan tak berdimensi antara waktu terhadap waktu puncak (t/Tp) dan debit terhadap debit puncak (Q/Qp), sebagaimana ditunjukkan pada rumus dan Tabel 1 [7],[8],[11].

$$Qp = \frac{2{,}08 \times A}{Tp} \quad (17)$$

$$Tp = 0{,}5 \times Tr \times tp \quad (18)$$

$$tp = 0{,}6 \times Tc \quad (19)$$

dengan:
Qp = debit puncak banjir ($m^3/d/mm$)
A = luas DAS (km^2)
Tr = durasi hujan efektif (jam)
Tc = waktu konsentrasi (jam)

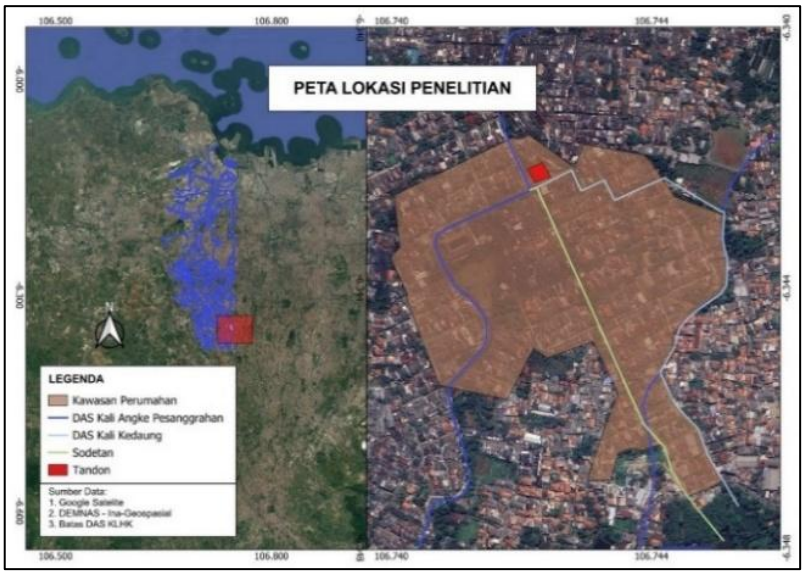
Tabel 1. Hidrograf Satuan Sintetik SCS

$\frac{t}{P_r}$	$\frac{Q}{Q_p}$	$\frac{t}{P_r}$	$\frac{Q}{Q_p}$
0	0	1,5	0,66
0,1	0,015	1,6	0,56
0,2	0,075	1,8	0,42
0,3	0,16	2,0	0,32
0,4	0,28	2,2	0,24
0,5	0,43	2,4	0,18
0,6	0,60	2,6	0,13
0,7	0,77	2,8	0,098
0,8	0,89	3,0	0,075
0,9	0,97	3,5	0,036
1,0	1,0	4,0	0,018
1,1	0,98	4,5	0,009
1,2	0,92	5,0	0,004
1,3	0,84		0
1,4	0,75		

Sumber: Triatmodjo, 2008

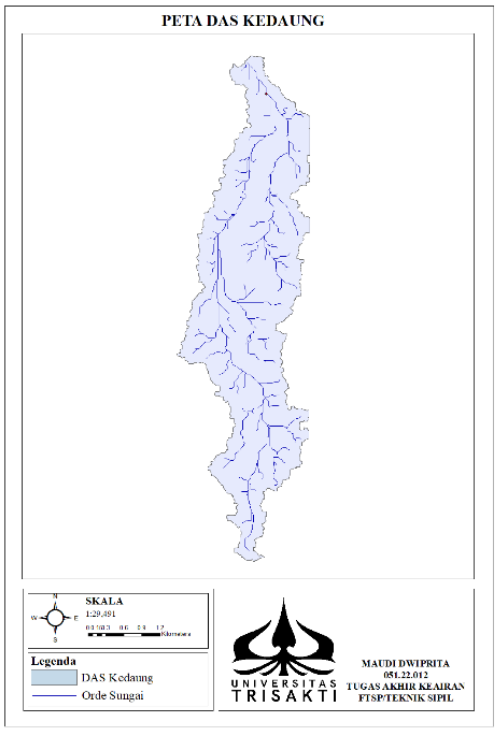
2.3. Kondisi pada DAS Kedaung

Penelitian dilaksanakan pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Kedaung dengan lokasi studi di kawasan Bukit Pamulang Indah, Kelurahan Pamulang Timur, Kota Tangerang Selatan (6°21′00,2″ LS; 106°44′33,2″ BT), sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3. DAS Kedaung merupakan bagian dari DAS Angke–Pesanggrahan dengan luas sekitar 10,1 km^2 dan panjang sungai utama sekitar 9,75 km (Gambar 4). Karakteristik fisik DAS yang dianalisis meliputi luas DAS, panjang sungai utama, bentuk DAS, kemiringan DAS, kemiringan sungai, dan tata guna lahan sebagai parameter dalam perhitungan Hidrograf Satuan Sintetik (HSS).



Sumber: Google Earth, 2026

Gambar 3. Peta Lokasi Penelitian



Sumber: Hasil Olahan Sendiri, 2026

Gambar 4. Peta DAS Kedaung

Berdasarkan analisis topografi, kawasan Bukit Pamulang Indah yang merupakan bagian dari DAS Kedaung memiliki elevasi berkisar antara 20–40 mdpl dengan kemiringan lereng 0–8%. Berdasarkan klasifikasi kemiringan lereng menurut Departemen Kehutanan [12], kawasan tersebut termasuk kategori datar. Kondisi topografi yang relatif datar menyebabkan aliran permukaan cenderung lebih lambat sehingga berpotensi meningkatkan terjadinya genangan pada saat hujan berintensitas tinggi. Karakteristik kemiringan lereng tersebut merupakan salah satu parameter morfometri DAS yang memengaruhi respons hidrologi dan karakteristik hidrograf banjir pada analisis HSS.

Berdasarkan hasil interpretasi tata guna lahan, kawasan DAS Kedaung didominasi oleh kawasan perumahan multi-unit berpisah. Oleh karena itu, koefisien pengaliran (C) yang digunakan dalam perhitungan hujan efektif ditetapkan sebesar 0,60 [6].

Data curah hujan yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data curah hujan harian maksimum tahunan yang diperoleh dari Stasiun Hujan Sawangan selama periode pengamatan tahun 2010–2025. Pemilihan stasiun tersebut didasarkan pada kedekatan lokasi terhadap DAS Kedaung serta ketersediaan data yang paling lengkap dibandingkan stasiun hujan di sekitarnya. Data curah hujan maksimum tahunan yang digunakan dalam analisis disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Curah Hujan Maksimum

Tahun	Rmaks (mm)	Tahun	Rmaks (mm)
2010	108,0	2018	60,0
2011	76,0	2019	135,0
2012	83,4	2020	50,7
2013	100,0	2021	92,0
2014	100,0	2022	98,4
2015	43,6	2023	116,5
2016	105,0	2024	94,5
2017	39,8	2025	106,0

Sumber: Stasiun Sawangan, 2026

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Uji Konsistensi Data Hujan (Metode RAPS)

Berdasarkan Tabel 3, nilai Q hitung lebih kecil daripada Q kritis dan nilai R hitung lebih kecil daripada R kritis. Hasil tersebut menunjukkan bahwa data curah hujan harian maksimum selama periode 2010–2025 bersifat konsisten sehingga layak digunakan untuk analisis frekuensi curah hujan.

Tabel 3. Hasil perhitungan Metode RAPS

Q Hitung		Q Kritis		R Hitung		R Kritis	
2,91	<	4,78	OK	3,94	<	5,48	OK

Sumber: Hasil Olahan Sendiri, 2026

3.2. Curah Hujan Rencana

Penelitian ini menggunakan periode ulang 10 tahun sebagai dasar penentuan curah hujan rencana. Pemilihan periode ulang tersebut mengacu pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 12/PRT/M/2014 tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan, Kementerian Pekerjaan Umum (2014), yang merekomendasikan periode ulang 5–10 tahun untuk daerah layanan lebih dari 500 ha pada kota besar dan kota sedang, serta 10–25 tahun pada kota metropolitan. Mengingat DAS Kedaung memiliki luas sekitar 10,1 km^2 (±1.010 ha), maka periode ulang 10 tahun dipilih karena masih berada dalam rentang periode ulang yang direkomendasikan untuk perencanaan sistem drainase perkotaan [13].

Hasil uji kesesuaian distribusi disajikan pada Tabel 4. Berdasarkan uji Chi-Kuadrat, hanya distribusi Normal yang memenuhi kriteria penerimaan karena memiliki nilai χ^2 hitung lebih kecil daripada χ^2 kritis. Sementara itu, hasil uji Smirnov–Kolmogorov menunjukkan bahwa seluruh distribusi memenuhi kriteria penerimaan karena nilai Δmaks lebih kecil daripada Δkritis. Oleh karena distribusi Normal memenuhi kedua uji kesesuaian tersebut, distribusi ini dipilih untuk menentukan curah hujan rencana. Berdasarkan distribusi Normal

diperoleh curah hujan rencana periode ulang 10 tahun sebesar 122,9 mm, yang selanjutnya digunakan sebagai dasar perhitungan hujan efektif dan analisis Hidrograf Satuan Sintetik (HSS).

Tabel 4. Rekapitulasi Perhitungan Uji Distribusi dan Curah Hujan Rencana

Distribusi	R_{10} (mm)	χ^2 hitung	χ^2 kritis	Keterangan	Δmaks	Δkritis	Keterangan
Normal	122,9	4,63	5,991	Memenuhi	0,14	0,33	Memenuhi
Log Normal	132,6	10,88	5,991	Tidak memenuhi	0,19	0,33	Memenuhi
Gumbel	134,0	7,13	5,991	Tidak Memenuhi	0,19	0,33	Memenuhi
Log Pearson III	125,4	7,13	5,991	Tidak Memenuhi	0,14	0,33	Memenuhi

Sumber: Hasil Olahan Sendiri, 2026

3.3. Distribusi Hujan Efektif

Curah hujan efektif dihitung berdasarkan curah hujan rencana periode ulang 10 tahun (R_{10}) sebesar 122,9 mm dan koefisien pengaliran (C) sebesar 0,60. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa curah hujan efektif yang diperoleh sebesar 73,7 mm. Selanjutnya, curah hujan efektif tersebut didistribusikan menjadi curah hujan jam-jaman menggunakan metode PSA-007 sebagai masukan dalam analisis Hidrograf Satuan Sintetik (HSS). Hasil distribusi curah hujan efektif disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Distribusi Curah Hujan Efektif, Re_{10}

Koefisien Pengaliran C	C.H Efektif Re (mm)
Jam ke	Distribusi Re
1	2,95
2	8,85
3	50,15
4	5,90
5	2,95
6	2,95
Jumlah	73,7

Sumber: Hasil Olahan Sendiri, 2026

3.4. Hidrograf Satuan Sintetik (HSS)

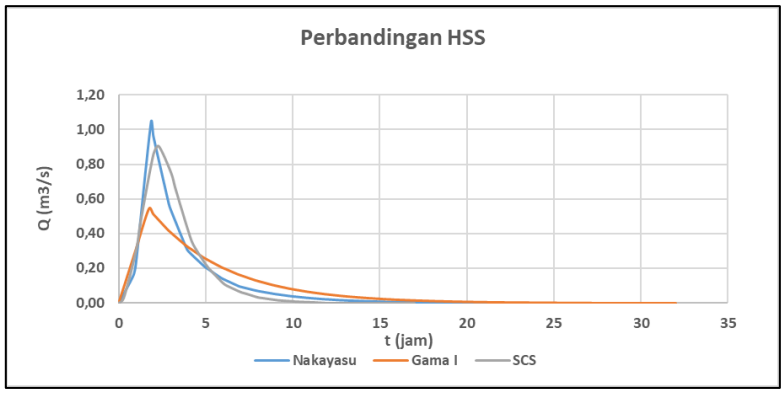
Karakteristik hidrograf satuan sintetik hasil perhitungan menggunakan metode Nakayasu, Gama I, dan SCS disajikan pada Tabel 6. Ketiga metode menghasilkan karakteristik hidrograf yang berbeda, yang ditunjukkan oleh perbedaan waktu puncak (TP), debit puncak (QP), dan waktu dasar (TB).

Tabel 6. Perbandingan Karakteristik Hidrograf Satuan Metode Nakayasu, Gama I, dan SCS

		Hidrograf Satuan Sintetik		
		Nakayasu	Gama I	SCS
Waktu Puncak	TP (jam)	1,86	1,74	2,29
Debit Puncak Banjir	QP (m^3/s)	1,04	0,54	0,91
Waktu Dasar	TB (jam)	18	27	12

Sumber: Hasil Olahan Sendiri, 2026

Berdasarkan Tabel 6, masing-masing metode menghasilkan karakteristik hidrograf yang berbeda. Metode Gama I menghasilkan waktu puncak (TP) paling singkat, yaitu 1,74 jam, diikuti oleh metode Nakayasu sebesar 1,86 jam, dan metode SCS sebesar 2,29 jam. Debit puncak hidrograf satuan (QP) terkecil dihasilkan oleh metode Gama I, yaitu 0,54 m^3/s, diikuti oleh metode SCS sebesar 0,91 m^3/s, dan metode Nakayasu sebesar 1,04 m^3/s. Untuk waktu dasar (TB), metode Gama I menghasilkan waktu dasar terpanjang, yaitu 27 jam, diikuti oleh metode Nakayasu sebesar 18 jam, dan metode SCS sebesar 12 jam. Perbandingan bentuk hidrograf satuan yang dihasilkan oleh ketiga metode tersebut ditunjukkan pada Gambar 5.



cSumber: Hasil Olahan Sendiri, 2026

Gambar 5. Perbandingan Bentuk Hidrograf Ketiga HSS

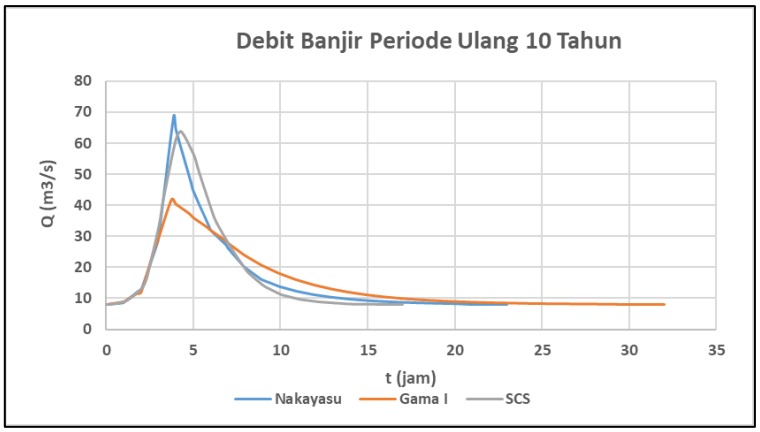
Selanjutnya, hasil perhitungan debit banjir rencana periode ulang 10 tahun menggunakan ketiga metode HSS disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Debit Banjir Rencana 10 tahun Ketiga HSS

		Debit Banjir Rencana Q_{10}		
		Nakayasu	Gama I	SCS
Waktu Puncak	TP (jam)	3,86	3,74	4,29
Debit Puncak Banjir	QP (m^3/s)	68,57	41,75	63,76
Waktu Dasar	TB (jam)	23	32	17

Sumber: Hasil Olahan Sendiri, 2026

Berdasarkan tabel 7, masing-masing metode menghasilkan debit banjir rencana dengan periode ulang 10 tahun sebagai berikut. Metode Gama I menghasilkan waktu puncak (Tp) paling singkat, yaitu 3,74 jam, diikuti oleh metode Nakayasu sebesar 3,86 jam, dan metode SCS sebesar 4,29 jam. Debit puncak hidrograf satuan (Qp) terkecil dihasilkan oleh metode Gama I, yaitu 41,75 m^3/s, diikuti oleh metode SCS sebesar 63,76 m^3/s, dan metode Nakayasu sebesar 68,57 m^3/s. Untuk waktu dasar (Tb), metode Gama I menghasilkan waktu dasar terpanjang, yaitu 32 jam, diikuti oleh metode Nakayasu sebesar 23 jam, dan metode SCS sebesar 17 jam. Perbandingan bentuk hidrograf satuan yang dihasilkan oleh ketiga metode tersebut ditunjukkan pada Gambar 6.



Sumber: Hasil Olahan Sendiri, 2026

Gambar 6. Perbandingan Hidrograf Banjir Rencana Ketiga HSS

Perbedaan karakteristik hidrograf satuan tersebut menghasilkan perbedaan karakteristik hidrograf banjir rencana, sehingga pemilihan metode Hidrograf Satuan Sintetik berpengaruh terhadap hasil estimasi debit banjir rencana. Hal ini menunjukkan bahwa metode HSS yang berbeda tidak dapat digunakan secara saling menggantikan tanpa mempertimbangkan karakteristik daerah aliran sungai yang dianalisis.

DAS Kedaung memiliki bentuk memanjang dengan kemiringan lereng yang relatif landai. Karakteristik morfometri tersebut secara umum cenderung menghasilkan respons hidrologi yang lebih lambat, yang ditunjukkan oleh waktu menuju puncak yang relatif lebih panjang, debit puncak yang relatif lebih kecil dan waktu dasar yang lebih panjang. Di sisi lain, DAS Kedaung mempunyai kerapatan drainase yang tinggi dimana secara umum cenderung menghasilkan respons hidrologi yang lebih cepat yang ditandai oleh waktu menuju puncak yang relatif lebih singkat, debit puncak yang relatif lebih tinggi dan waktu dasar yang relatif lebih pendek.

Berdasarkan hasil penelitian, bila ditinjau dari bentuk DAS memanjang dan kemiringan lereng yang relatif landai, metode Gama I menghasilkan debit puncak banjir yang paling kecil, yaitu 41,75 m^3/s, dibandingkan dengan HSS SCS sebesar 63,76 m^3/s dan HSS Nakayasu sebesar 68,57 m^3/s. Selain itu HSS Gama I menghasilkan waktu dasar paling panjang, yaitu 32 jam, dibandingkan dengan HSS Nakayasu sebesar 23 jam dan HSS SCS sebesar 17 jam. Hasil tersebut menunjukkan bahwa metode Gama I relatif lebih sesuai dalam dalam mempresentasikan pengaruh bentuk dan kemiringan DAS terhadap respons hidrologi DAS yang relatif lebih lambat dan landai. Selanjutnya jika ditinjau dari kerapatan jaringan drainase yang tinggi, metode HSS Gama I menghasilkan waktu menuju puncak paling singkat, yaitu 3,74 jam, dibandingkan dengan HSS Nakayasu sebesar 3,86 jam dan HSS SCS sebesar 4,29 jam. Hasil tersebut menunjukkan bahwa metode Gama I relatif lebih sesuai dalam dalam mempresentasikan pengaruh kerapatan jaringan drainase terhadap waktu respons hidrologi DAS yang relatif lebih singkat.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini membandingkan metode Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu, Gama I, dan SCS dalam mengestimasi debit banjir rencana dengan periode ulang 10 tahun pada DAS Kedaung.

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, metode Gama I dinilai paling representatif untuk mengestimasi debit banjir rencana pada DAS Kedaung. HSS Gama I menghasilkan waktu puncak (Tp) paling singkat, yaitu 3,74 jam, yang relatif sesuai dengan karakteristik kerapatan jaringan drainase yang tinggi. Selain itu, HSS Gama I menghasilkan hidrograf banjir yang paling landai ditandai dengan debit puncak (Qp) paling kecil, yaitu 41,75 m^3/s serta waktu dasar (Tb) paling panjang, yaitu 32 jam, yang relatif sesuai dengan karakteristik bentuk DAS memanjang dan kemiringan lereng relatif landai.

Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa kesesuaian metode Hidrograf Satuan Sintetik dipengaruhi oleh karakteristik morfometri DAS. Oleh karena itu, pemilihan metode HSS sebaiknya didasarkan pada kesesuaian antara karakteristik hidrograf yang dihasilkan dengan karakteristik morfometri DAS, sehingga estimasi debit banjir rencana yang diperoleh lebih representatif dan tidak hanya berdasarkan kemudahan penerapan atau penggunaan secara umum. Dengan demikian hasil penelitian ini dapat menjadi dasar dalam pemilihan metode HSS untuk perencanaan pengendalian banjir pada DAS dengan karakteristik morfometri yang serupa.

DAFTAR PUSTAKA

[1] O. T. Wijaya, D. Yudianto, F. Fitriana, and S. Sanjaya, "Prediksi dampak perubahan tataguna lahan terhadap debit limpasan, studi kasus: Gereja Rancasari," *Jurnal Sumber Daya Air*, vol. 20, no. 2, pp. 87–98, Oct. 2024, doi: 10.32679/jsda.v20i2.900.

[2] T. Marhendi and A. S. Munir, "Dampak perubahan landuse terhadap debit puncak banjir Sungai Serayu Hulu," *Techno*, vol. 22, no. 1, pp. 13–26, Apr. 2021, doi: 10.30595/techno.v22i1.9009.

[3] Mahmud, "Evaluasi saluran drainase untuk menanggulangi banjir di lingkungan Kelurahan Lalolara, Kecamatan Kambu, Kota Kendari," *Jurnal Teknik Sipil ITP*, vol. 10, no. 2, pp. 112–118, Jul. 2023, doi: 10.21063/jts.2023.V1002.0112-118.

[4] D. Ariyani and H. Riadhi, "Perbandingan hasil analisa debit banjir dengan menggunakan hidograf satuan sintetik Nakayashu dan Gama 1 di DAS Ciherang Hulu," *Spirit of Civil Engineering (SPRING) Journal*, vol. 1, no. 1, pp. 1–7, 2019.

[5] C. Asdak, *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, ed. revisi. Yogyakarta, Indonesia: Gadjah Mada University Press, 2022.

[6] Suripin, *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta, Indonesia: Andi, 2004.

[7] B. Triatmodjo, *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta, Indonesia: Beta Offset, 2008.

[8] I. M. Kamiana, *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*. Yogyakarta, Indonesia: Graha Ilmu, 2011.

[9] E. B. Nugrahanto, S. Suprayogi, M. P. Hadi, and R. Rahmadwiati, "Analisis debit banjir rancangan dengan metode hidrograf satuan sintetis Nakayasu di Sub DAS Keduang," *Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, vol. 6, no. 2, pp. 111–124, Oct. 2022, doi: 10.20886/jppdas.2022.6.2.111-124.

[10] Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, Satuan Kerja Balai Bendungan, *Petunjuk Teknis Perhitungan Debit Banjir pada Bendungan*. Jakarta, Indonesia, Okt. 2017.

[11] Sri Harto Br., *Analisis Hidrologi*. Jakarta, Indonesia: Gramedia Pustaka Utama, 1993.

[12] Jarwanto, "Penambangan batu split yang menyisakan kelerengan terjal di daerah Awangbangkal, Kecamatan Karangintan, Kabupaten Banjar, Provinsi Kalimantan Selatan," *Al Ulum Sains dan Teknologi*, vol. 6, no. 2, Mei 2021.

[13] Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia, *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 12/PRT/M/2014 tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan*. Jakarta, Indonesia, 2014.