

## PEMODELAN HIDROGRAF BANJIR DAS SAROKAH MENGGUNAKAN PENDEKATAN HIDROGRAF SATUAN SINTETIK

Nor Zainah<sup>1\*</sup>, Darma Jasuli<sup>2</sup>, Ach. Desmantri Rahmanto<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Sipil Universitas Wiraraja, [zainahnor@wiraraja.ac.id](mailto:zainahnor@wiraraja.ac.id)

### ABSTRAK

Analisis hidrograf banjir merupakan elemen kunci dalam perencanaan sumber daya air, khususnya pada daerah aliran sungai (DAS) dengan keterbatasan data debit observasi. DAS Sarokah memerlukan kajian hidrologi yang andal untuk mendukung perencanaan pengendalian banjir yang semakin sering terjadi saat hujan turun. Penelitian ini bertujuan menganalisis dan membandingkan hidrograf banjir DAS Sarokah menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu dan *Soil Conservation Service* (SCS). Data yang digunakan meliputi curah hujan harian periode 2002–2023 dari sebelas stasiun hujan, data topografi DEMNAS, serta data tata guna lahan dan jenis tanah dari peta RBI skala 1:25.000. Analisis dilakukan melalui perhitungan hujan wilayah, hujan rencana, hujan efektif, dan pembentukan hidrograf banjir menggunakan masing-masing metode HSS, dengan parameter utama berupa debit puncak, waktu ke puncak dan durasi banjir. Hasil analisis menunjukkan bahwa HSS Nakayasu menghasilkan nilai debit puncak yang lebih tinggi dibandingkan metode HSS SCS pada seluruh kala ulang, yaitu sebesar 1,88 m<sup>3</sup>/det, 2,52 m<sup>3</sup>/det, 2,96 m<sup>3</sup>/det, dan 3,54 m<sup>3</sup>/det masing-masing untuk periode ulang 2, 5, 10, dan 25 tahun. Temuan ini mengindikasikan bahwa pemilihan metode hidrograf satuan sintetik berpengaruh terhadap besaran estimasi parameter banjir, yang memiliki implikasi penting dalam perencanaan hidrologi, khususnya pada DAS dengan keterbatasan ketersediaan data debit observasi.

**Kata kunci :** *hidrograf satuan sintetik, DAS Sarokah, Nakayasu, SCS*

Penerbit : Fakultas Teknik Universitas Pasifik Morotai

## 1 PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Analisis hidrograf banjir merupakan komponen fundamental dalam perencanaan dan pengelolaan sumber daya air, khususnya dalam perancangan bangunan pengendali banjir dan infrastruktur sungai. Hidrograf banjir menggambarkan hubungan antara debit aliran dan waktu sebagai respons daerah aliran sungai (DAS) terhadap kejadian hujan. Informasi mengenai debit puncak, waktu ke puncak, durasi banjir, serta volume limpasan sangat penting dalam menentukan kapasitas bangunan air dan tingkat keamanan terhadap risiko banjir.

Pada kondisi ideal, analisis hidrograf banjir dilakukan berdasarkan data debit aliran hasil pengukuran langsung di sungai. Namun demikian, ketersediaan data debit observasi di Indonesia masih sangat terbatas, terutama pada DAS berskala kecil hingga menengah. Keterbatasan ini menyebabkan analisis banjir berbasis data terukur sulit dilakukan secara luas, sehingga diperlukan pendekatan alternatif yang dapat digunakan secara praktis namun tetap memiliki

dasar ilmiah yang memadai. Salah satu pendekatan yang banyak digunakan dalam kondisi keterbatasan data adalah metode Hidrograf Satuan Sintetik (HSS). Metode ini memungkinkan pembentukan hidrograf satuan berdasarkan karakteristik fisik dan morfometri DAS tanpa memerlukan data debit observasi. Beberapa metode HSS yang umum digunakan di Indonesia antara lain HSS Nakayasu, HSS Snyder, dan HSS *Soil Conservation Service* (SCS) (Tunas, 2019). HSS Nakayasu dikembangkan berdasarkan karakteristik DAS di Jepang dan banyak diaplikasikan di wilayah tropis, termasuk Indonesia, karena dianggap cukup representatif terhadap respons hidrologi DAS dengan curah hujan tinggi. Sementara itu, HSS SCS menggunakan konsep hidrograf satuan tak berdimensi (*dimensionless unit hydrograph*), yang banyak digunakan dalam praktik perencanaan hidrologi karena fleksibilitas dan kemudahannya dalam integrasi dengan analisis hujan efektif [1].

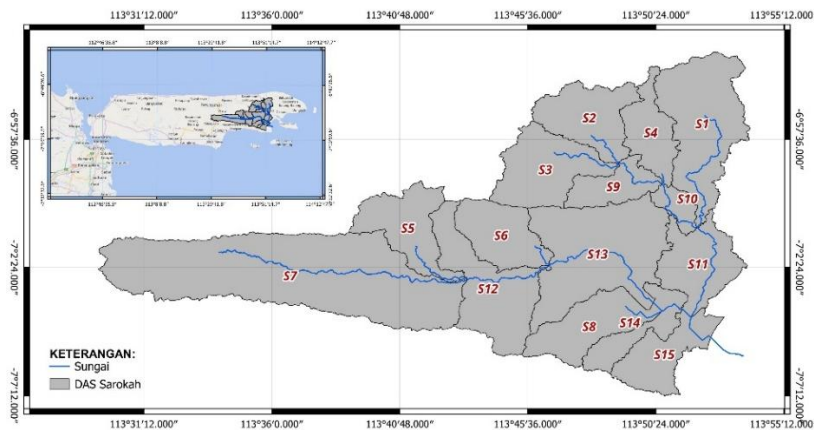
Perbedaan konsep dasar dan formulasi matematis pada masing-masing metode HSS berpotensi menghasilkan variasi hidrograf banjir khususnya dalam hal debit puncak dan waktu ke puncak banjir. Oleh karena itu, pemilihan metode HSS yang tepat menjadi aspek penting dalam analisis banjir, terutama pada DAS yang belum memiliki data debit terukur. Sejumlah penelitian terdahulu telah menerapkan metode HSS untuk analisis banjir pada berbagai DAS di Indonesia [2]. Akan tetapi, kajian hidrograf banjir di wilayah Madura masih sangat terbatas dibandingkan wilayah lain di Indonesia. Daerah Aliran Sungai (DAS) Sarokah yang terletak di Kabupaten Sumenep merupakan salah satu DAS di Madura dengan potensi kejadian banjir pada saat curah hujan tinggi. Aktivitas penggunaan lahan yang berkembang di wilayah DAS berpotensi meningkatkan limpasan permukaan dan mempercepat respon hidrologi DAS terhadap hujan [3]. Namun demikian, hingga saat ini belum tersedia kajian yang secara komprehensif menganalisis hidrograf banjir DAS Sarokah menggunakan pendekatan Hidrograf Satuan Sintetik dengan membandingkan beberapa metode secara langsung.

Berdasarkan kondisi tersebut, terdapat kebutuhan akan penelitian yang menganalisis dan membandingkan kinerja beberapa metode Hidrograf Satuan Sintetik pada DAS Sarokah dengan keterbatasan data debit observasi. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hidrograf banjir DAS Sarokah menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu dan SCS untuk kalau ulang 2, 5, 10 dan 25 tahun [4]. Kontribusi utama penelitian ini adalah penyajian analisis komparatif dua metode HSS pada DAS yang diharapkan dapat menjadi dasar pertimbangan dalam pemilihan metode HSS yang sesuai untuk perencanaan hidrologi pada DAS sejenis atau dasar dalam perencanaan pengendalian banjir.

## **2 METODOLOGI PENELITIAN**

### **2.1 Lokasi Studi**

Penelitian ini dilaksanakan di Daerah Aliran Sungai (DAS) Sarokah yang berada dalam wilayah kewenangan Pengelolaan Sumber Daya Air Wilayah Sungai (TKPSDA WS) Madura–Bawean. Secara administratif, DAS Sarokah sebagian besar berada di Kabupaten Sumenep, sedangkan sebagian kecil wilayahnya mencakup Kabupaten Pamekasan. Secara geografis, DAS Sarokah terletak pada koordinat sekitar 7°1'27,3" LU dan 113°53'24,74" BT, dengan luas total wilayah DAS mencapai ±447,224 ha [5].



Gambar 1. DAS Sarokah sebagai Lokasi Studi [5]

## 2.2 Data dan Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas data hidrologi, data spasial, dan data pendukung lainnya. Data hidrologi berupa data curah hujan harian maksimum tahunan diperoleh dari tujuh pos stasiun hujan yang berada di dalam dan sekitar Daerah Aliran Sungai (DAS) Sarokah dengan rentang waktu pengamatan dari tahun 2002 hingga 2023. Data curah hujan tersebut digunakan sebagai dasar dalam analisis hujan wilayah dan penentuan hujan rencana untuk perhitungan hidrograf banjir.

Data spasial yang digunakan pada penelitian ini diantaranya adalah Peta RTRW Kabupaten Sumenep dan Pamekasan, Peta jenis tanah Kabupaten Sumenep dan Pamekasan, serta peta topografi DAS Sarokah kabupaten Sumenep. Data topografi diperoleh dari *Digital Elevation Model Nasional (DEMNAS)* yang digunakan untuk proses deliniasi DAS, penentuan batas DAS, serta ekstraksi parameter morfometri DAS seperti luas DAS, panjang sungai utama, dan kemiringan sungai. Data tata guna lahan dan jenis tanah diperoleh dari peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) skala 1:25.000 yang bersumber dari Badan Informasi Geospasial (BIG) melalui portal Ina-Geoportal. Selain itu, data pendukung lainnya berupa peta RBI dan peta DAS digunakan untuk verifikasi spasial, analisis kondisi eksisting wilayah penelitian, serta penyajian peta dan ilustrasi pendukung dalam penelitian ini.

## 2.3 Analisis Data Curah Hujan

Analisis hidrologi dimulai dengan melakukan perhitungan curah hujan wilayah dengan menggunakan metode poligon Thiessen dari 11 pos stasiun hujan di DAS Sarokah dan sekitarnya. Selanjutnya curah hujan harian maksimum tahunan dihitung untuk melakukan analisis distribusi frekuensi pada data curah hujan dengan menggunakan metode Normal, Log Normal, Gumbel dan Log Pearson tipe III. Selanjutnya hasil analisis distribusi frekuensi dari metode-metode yang digunakan akan dilakukan uji kecocokan berupa uji *chi-square* dan uji *Simrnov-Kolmogorov*.

Analisis data hidrologi selanjutnya adalah menghitung intensitas curah hujan. Intensitas hujan adalah besarnya hujan per satuan waktu tertentu. Perhitungan intensitas hujan ( $I$ ) menggunakan rumus Mononobe [6] dengan rumus

$$I = \frac{R24}{24} \left( \frac{24}{t} \right)^{2/3} \quad (1)$$

Dimana :

- I : intensitas curah hujan (mm/jam)
- R<sub>24</sub> : curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm)
- t : lamanya hujan (jam)

## 2.4 Analisis Hidrograf Satuan Sintetik (HSS)

Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) adalah hidrograf satuan yang diturunkan berdasarkan data sungai pada DAS yang sama atau DAS terdekat tetapi memiliki karakteristik yang sama [1] Metode HSS sendiri cukup banyak yang diterapkan di berbagai DAS di Indonesia. Dalam penelitian ini akan dilakukan pemodelan hidrograf banjir rencana di DAS Sarokah dengan metode HSS Nakayasu, Snyder dan SCS.

### HSS Nakayasu

Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu merupakan HSS yang berasal dari negara Jepang. Hidrograf satuan di Jepang dan memberikan seperangkat persamaan untuk membentuk suatu hidrograf satuan.

$$T_p = t_g + 0,8 t_r \tag{2}$$

$$T_{0,3} = \alpha \cdot t_g \tag{3}$$

$$Q_p = \frac{c \cdot A \cdot R_o}{3,6 (0,3 T_p + T_{0,3})} \tag{4}$$

Dimana,

T<sub>p</sub> = tegangan waktu atau *lag time* yang dibutuhkan dari permulaan hujan sampai puncak banjir(jam)

T<sub>g</sub> = waktu konsentrasi hujan (jam)

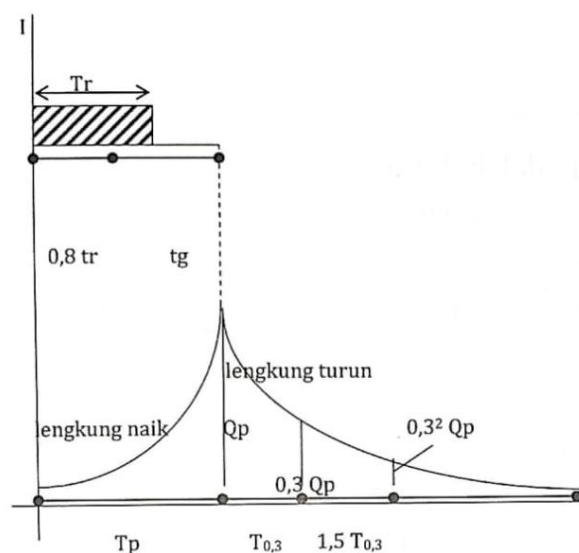
T<sub>0,3</sub> = waktu yang diperlukan saat penurunan debit (jam)

α = koefisien pengaliran (1,5 – 3,0)

Q<sub>p</sub> = debit puncak banjir (m<sup>3</sup>/det)

c = koefisien pengaliran (1)

R<sub>o</sub> = hujan satuan (mm)



Gambar 2. HSS Nakayasu [7]

### HSS metode SCS (Soil Conservation Service)

HSS SCS merupakan metode yang dikembangkan dan dipublikasikan oleh USDA melalui Soil Conservation Service (kini NRCS) pada tahun 1956 untuk memperkirakan limpasan langsung akibat hujan, dengan fokus awal pada analisis limpasan badai di DAS kecil berlandasan pertanian. Sejak dikembangkan, metode HSS SCS telah digunakan di berbagai daerah dan diterapkan pada beragam jenis penggunaan lahan serta kondisi iklim. SCS menggunakan hidrograf tak berdimensi yang dikembangkan dari analisis sejumlah besar hidrograf satuan dari data lapangan dengan berbagai ukuran DAS dan lokasi berbeda [8], [9]. Ordinat hidrograf satuan untuk periode waktu berbeda dapat diperoleh dari Tabel 1.

$$Q_p = \frac{0,208 A}{P_r} \tag{5}$$

$$P_r = \frac{t_r}{2} + t_p \tag{6}$$

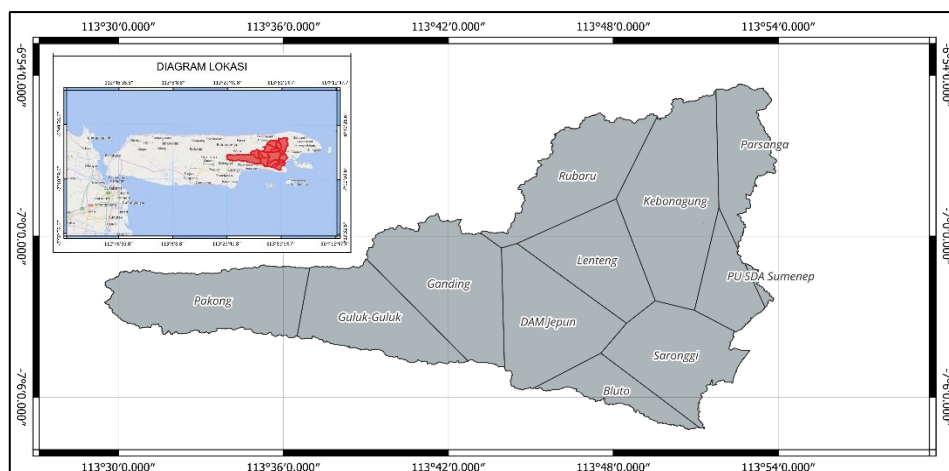
Tabel 1. Hidrograf Satuan Metode SCS (Gupta, 2017)

t/Tr	(Q/Qp)	t/Tr	(Q/Qp)	t/Tr	(Q/Qp)	t/Tr	(Q/Qp)
0	0	0.7	0.82	1.4	0.78	2.6	0.107
0.1	0.03	0.8	0.93	1.5	0.68	2.8	0.077
0.2	0.1	0.9	0.99	1.6	0.56	3	0.055
0.3	0.19	1	1	1.8	0.39	3.5	0.025
0.4	0.31	1.1	0.99	2	0.28	4	0.011
0.5	0.47	1.2	0.93	2.2	0.207	4.5	0.005
0.6	0.66	1.3	0.86	2.4	0.147	5	0

### 3 HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Analisis Curah Hujan Rencana dan Hujan Efektif

Analisis data curah hujan yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari hasil pengamatan pada pos-pos stasiun hujan yang berada di wilayah DAS Sarokah dan sekitarnya, dengan total sebanyak 11 stasiun hujan. Dari jumlah tersebut, delapan stasiun berada di dalam wilayah DAS, sedangkan tiga stasiun lainnya terletak di luar batas DAS. Penentuan curah hujan wilayah dilakukan menggunakan metode Poligon Thiessen, yaitu dengan mempertimbangkan luas area DAS yang diwakili oleh masing-masing stasiun hujan. Distribusi luas daerah perwakilan setiap stasiun hujan ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 3. Poligon Thiessen dari 11 Pos Stasiun Hujan di DAS Sarokah

Berdasarkan bobot luas sub-DAS yang dihasilkan dari metode Poligon Thiessen, curah hujan wilayah dihitung dengan mengalikan nilai bobot masing-masing stasiun terhadap besaran curah hujan yang tercatat. Hasil perhitungan curah hujan wilayah harian maksimum menggunakan metode Poligon Thiessen disajikan pada Tabel 2. Nilai curah hujan harian maksimum yang diperoleh selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam analisis frekuensi dengan menerapkan distribusi Normal, Gumbel, dan Log Pearson Tipe III. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa distribusi Log Pearson Tipe III merupakan metode yang paling memenuhi kriteria parameter statistik. Distribusi ini menghasilkan nilai standar deviasi (sd) sebesar 0,146, koefisien skewness (Cs) sebesar 0,269, koefisien kurtosis (Ck) sebesar 2,006, serta koefisien variasi (Cv) sebesar 0,088. Uji kecocokan distribusi frekuensi terhadap hasil distribusi Log Pearson Tipe III selanjutnya dilakukan menggunakan metode *Chi-Square* dan Smirnov-Kolmogorov. Dengan jumlah data sebanyak 22, diperoleh enam kelas distribusi dengan derajat kebebasan (DK) sebesar 3. Pada tingkat signifikansi 5%, nilai *Chi-Square* kritis yang digunakan adalah 7,815.

Tabel 2. Curah Hujan Harian Maksimum 2002-2023

Tahun	R <sub>max</sub> (mm)	Tahun	R <sub>max</sub> (mm)
2002	40,41	2013	36,94
2003	34,76	2014	39,02
2004	76,06	2015	63,32
2005	33,70	2016	47,09
2006	43,22	2017	28,23
2007	36,34	2018	55,21
2008	44,92	2019	61,64
2009	29,04	2020	70,34
2010	31,35	2021	75,68
2011	37,53	2022	65,63
2012	29,80	2023	71,93

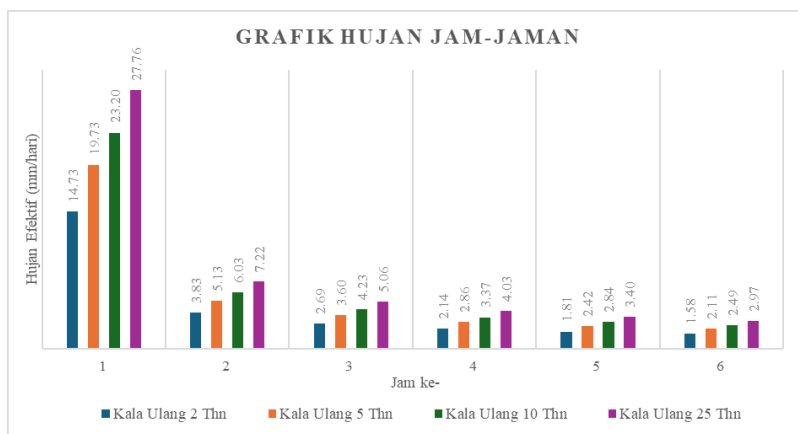
Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai *Chi-Square* hitung sebesar 3,636 lebih kecil dibandingkan nilai *Chi-Square* kritis ( $3,636 < 7,815$ ), sehingga memenuhi kriteria uji *Chi-Square*. Sementara itu, hasil uji Smirnov-Kolmogorov menunjukkan nilai D maksimum hitung sebesar 0,126, yang lebih kecil dibandingkan nilai D kritis sebesar 0,282. Dengan demikian, distribusi Log Pearson Tipe III dinyatakan memenuhi kedua uji kecocokan tersebut, sehingga hasil analisis frekuensi dapat diterima. Nilai curah hujan harian maksimum untuk berbagai periode ulang berdasarkan metode Log Pearson Tipe III selanjutnya disajikan pada Tabel 3 .

Tabel 3 Periode Ulang Curah Hujan Harian Maksimum dengan Metode Log Pearson III

Periode	Log Rt	Sd	KTr	RTr ( mm )
2	1,6558	0,14613	-0,04442	44,60287
5	1,6558	0,14613	0,82515	59,76377
10	1,65585	0,14613	1,30653	70,27228
20	1,65585	0,14613	1,66181	79,19581
25	1,65585	0,14613	1,83944	84,07392
50	1,65585	0,14613	2,19428	94,73608
100	1,65585	0,14613	2,52146	105,76167

Mengingat keterbatasan ketersediaan data curah hujan jam-jaman di berbagai wilayah, termasuk di DAS Sarokah, dilakukan transformasi curah hujan harian menjadi curah hujan jam-jaman menggunakan metode Mononobe.

Distribusi tinggi hujan per jam dianalisis menggunakan Persamaan (1) dengan asumsi durasi hujan selama enam jam. Perhitungan dilakukan untuk beberapa periode ulang hujan. Hasil analisis menunjukkan bahwa intensitas hujan maksimum terjadi pada jam pertama, kemudian mengalami penurunan secara bertahap hingga jam keenam. Adapun Hujan efektif jam-jaman pada DAS Sarokah di penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Hujan Efektif Jam-Jaman selama 6 Jam

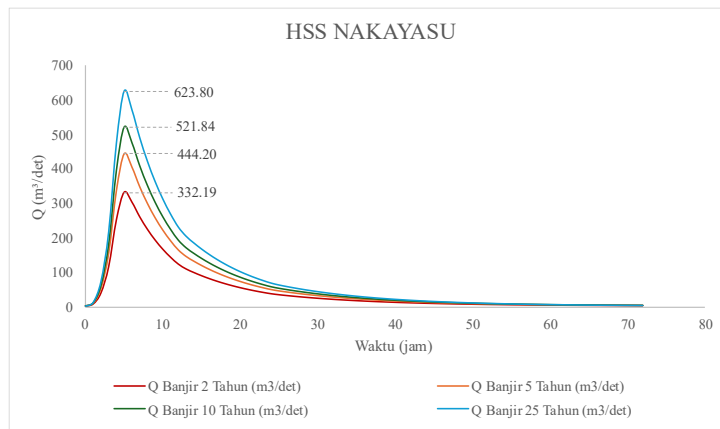
### 3.2 Hidrograf Satuan Sintetik (HSS)

Hasil deliniasi DAS dari data DEMNAS (Gambar 1) diketahui luas DAS Sarokah adalah 472,7 km<sup>2</sup> dengan panjang sungai utama adalah 43,77 km dan kemiringan rata-rata adalah 0.00261. Berdasarkan data ini kemudian dihitung parameter-parameter yang dibutuhkan dalam perhitungan HSS baik metode Nakayasu maupun SCS. Luas DAS tergolong kecil-menengah, serta tata guna lahan yang didominasi oleh permukiman, lahan pertanian, dan vegetasi campuran [5].

#### 3.3.1 HSS Nakayasu

Perhitungan hidrograf satuan sintetik metode Nakayasu dilakukan dengan menggunakan persamaan (2), (3) dan (4), dengan mempertimbangkan parameter fisik DAS Sarokah yang meliputi luas DAS, koefisien pengaliran, waktu dari titik berat hidrograf hingga mencapai debit puncak, serta waktu penurunan debit. Hujan satuan yang digunakan sebesar 1 mm dengan asumsi distribusi hujan merata di seluruh wilayah DAS Sarokah. Nilai koefisien pengaliran pada DAS Sarokah diasumsikan sebesar 0,6, yang menunjukkan bahwa kondisi tanah di wilayah DAS tersebut cenderung memiliki permeabilitas sedang-rendah, sehingga sekitar 60% hujan yang jatuh berkontribusi sebagai limpasan permukaan.

Berdasarkan perhitungan didapat nilai parameter-parameter pada metode Nakayasu berupa nilai  $T_g$  adalah 2,94 jam,  $T_r$  adalah 2,20 jam,  $T_p$  adalah 4,49 jam,  $T_{0,3}$  adalah 7,93 jam,  $Q_p$  adalah 14,13 m<sup>3</sup>/det dan untuk  $Q_b$  adalah 2,67 m<sup>3</sup>/det. Analisis debit banjir rencana dengan HSS Nakayasu pada DAS Sarokah selanjutnya dilakukan untuk periode ulang 2, 5, 10 dan 25 tahun dengan nilai debit puncak secara berurutan adalah 332,19 m<sup>3</sup>/det, 444,20 m<sup>3</sup>/det, 521,84 m<sup>3</sup>/det dan 623,80 m<sup>3</sup>/det. Adapun grafik debit banjir rencana dengan metode Nakayasu ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Debit Banjir Rencana Metode Nakayasu untuk Periode Ulang 2, 5, 10 dan 25 Tahun

### 3.3.2 HSS SCS

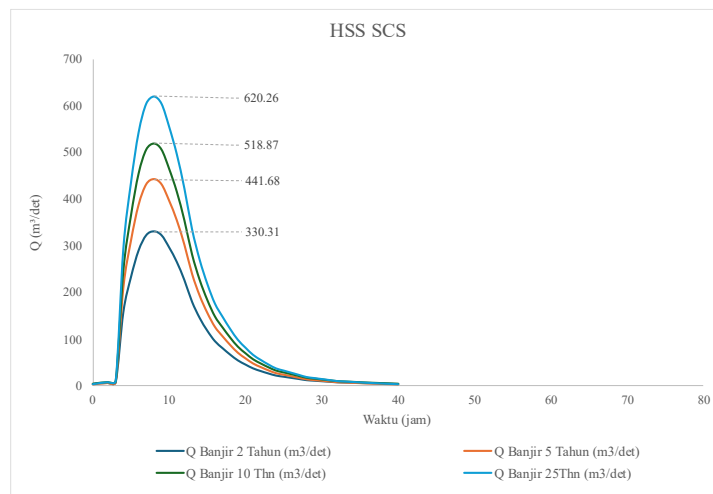
Analisis debit banjir rencana DAS Sarokah dengan menggunakan metode HSS SCS dilakukan dengan menggunakan parameter pada persamaan (5) dan (6). Adapun beberapa nilai parameter yang didapat adalah  $t_{pi} = 7,20$  jam,  $t_r = 1,60$  jam,  $T_p = 8,00$  jam dan  $q_p = 122,43$  m<sup>3</sup>/det/cm. Dengan menggunakan nilai parameter yang ada dan ordinat HSS SCS pada Tabel 1, maka didapat ordinat HSS SCS Das Sarokah yang diberikan pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Ordinat Hidrograf SCS t dan Q

t/tr	t	(Q/Qp)	Q	t/tr	t	(Q/Qp)	Q
0.00	0.00	0.00	0.00	1.40	11.20	0.78	95.50
0.10	0.80	0.03	3.67	1.50	12.00	0.68	83.25
0.20	1.60	0.10	12.24	1.60	12.80	0.56	68.56
0.30	2.40	0.19	23.26	1.80	14.40	0.39	47.75
0.40	3.20	0.31	37.95	2.00	16.00	0.28	34.28
0.50	4.00	0.47	57.54	2.20	17.60	0.21	25.34
0.60	4.80	0.66	80.80	2.40	19.20	0.15	18.00
0.70	5.60	0.82	100.39	2.60	20.80	0.11	13.10
0.80	6.40	0.93	113.86	2.80	22.40	0.08	9.43
0.90	7.20	0.99	121.21	3.00	24.00	0.06	6.73
1.00	8.00	1.00	122.43	3.50	28.00	0.03	3.06
1.10	8.80	0.99	121.21	4.00	32.00	0.01	1.35
1.20	9.60	0.93	113.86	4.50	36.00	0.01	0.61
1.30	10.40	0.86	105.29	5.00	40.00	0.00	0.00

Gambar 6 menunjukkan hidrograf satuan sintetik (HSS) metode SCS untuk beberapa kala ulang hujan, yaitu 2, 5, 10, dan 25 tahun. Secara umum, seluruh hidrograf memperlihatkan pola yang serupa yaitu kenaikan debit yang relatif cepat pada fase awal, diikuti dengan pencapaian debit puncak, dan selanjutnya penurunan debit secara bertahap hingga kembali mendekati kondisi aliran dasar. Debit puncak yang dihasilkan metode SCS mengalami peningkatan seiring bertambahnya kala ulang hujan. Debit puncak untuk kala ulang 2 tahun tercatat sebesar 330,31 m<sup>3</sup>/det, meningkat menjadi 441,68 m<sup>3</sup>/det pada kala ulang 5 tahun, 518,87 m<sup>3</sup>/det pada kala ulang 10 tahun, dan mencapai nilai maksimum sebesar 620,26 m<sup>3</sup>/det pada kala ulang 25 tahun. Peningkatan debit puncak ini menunjukkan bahwa semakin besarnya hujan efektif yang berkontribusi terhadap limpasan permukaan pada kejadian hujan dengan periode ulang yang lebih panjang. Waktu ke puncak hidrograf relatif tidak mengalami

pergeseran yang signifikan antar kala ulang, yang menunjukkan bahwa karakteristik morfometri DAS, seperti luas dan kemiringan lereng, memiliki peran dominan dalam menentukan waktu konsentrasi aliran. Hal ini mengindikasikan bahwa metode SCS cukup konsisten dalam merepresentasikan respon hidrologi DAS terhadap variasi intensitas hujan.



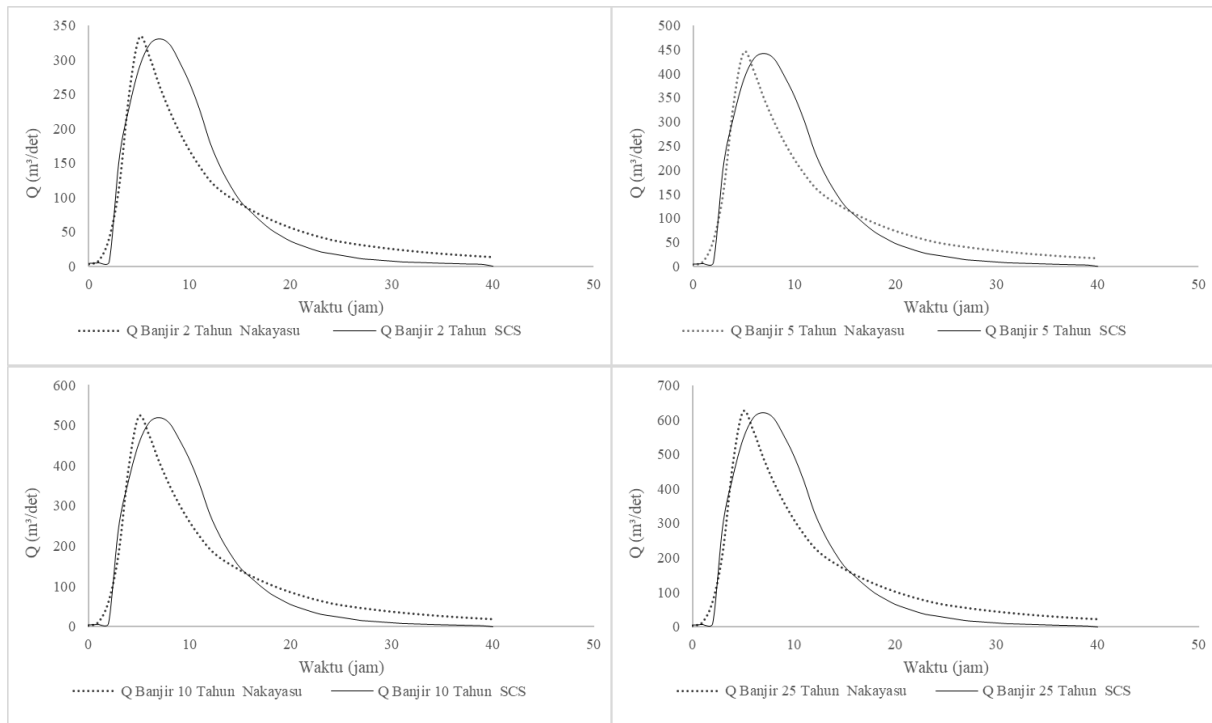
Gambar 6. Debit Banjir Rencana Metode SCS untuk Periode Ulang 2, 5, 10 dan 25 Tahun

### 3.3.3 Perbandingan Metode Nakayasu dan SCS

Perbandingan hasil hidrograf satuan sintetik (HSS) metode Nakayasu dan metode SCS menunjukkan adanya perbedaan karakteristik respon hidrologi DAS Sarokah terhadap kejadian hujan. Kedua metode menghasilkan pola hidrograf yang serupa secara umum, yaitu kenaikan debit yang cepat, pencapaian debit puncak, dan fase resesi hingga mendekati aliran dasar. Namun terdapat perbedaan pada besaran debit puncak dan bentuk hidrograf. Metode Nakayasu menghasilkan debit puncak yang lebih besar dibandingkan metode SCS untuk seluruh kala ulang hujan yang dianalisis (Gambar 7). Perbedaan ini menunjukkan bahwa metode Nakayasu lebih sensitif terhadap peningkatan intensitas hujan dan cenderung memberikan estimasi limpasan maksimum. Perbedaan antara kedua metode semakin jelas pada kala ulang hujan yang lebih besar, di mana selisih debit puncak meningkat seiring bertambahnya periode ulang, sebagai contoh untuk kala ulang 2 tahun Metode Nakayasu memiliki debit puncak lebih besar 1,88 m³/det dibanding metode SCS dan 3,54 m³/det pada kala ulang 25 tahun (. Kondisi ini mengindikasikan bahwa pemilihan metode HSS sangat berpengaruh terhadap besaran debit banjir rencana, terutama pada perencanaan bangunan pengendali banjir yang sensitif terhadap debit puncak.

Tabel 5. Perbedaan Nilai Debit Puncak Metode Nakayasu dan SCS

Metode	Debit Puncak (m³/det)			
	Kala Ulang 2 thn	Kala Ulang 5 thn	Kala Ulang 10 thn	Kala Ulang 25 thn
Nakayasu	332.19	444.20	521.84	623.80
SCS	330.31	441.68	518.87	620.26
Selisih	1.88	2.52	2.96	3.54



Gambar 7. Perbandingan HSS Nakayasu dan HSS SCS

Perbedaan nilai debit puncak dan bentuk hidrograf yang dihasilkan oleh metode Nakayasu dan metode SCS dipengaruhi oleh karakteristik fisik DAS serta pendekatan parameter yang digunakan dalam masing-masing metode. Pada metode Nakayasu, parameter  $\alpha$  berperan dalam mengatur bentuk hidrograf, terutama pada fase resesi dan durasi aliran, sehingga nilai parameter tersebut memengaruhi besarnya debit puncak yang dihasilkan. Variasi nilai  $\alpha$  (1,5 -3) yang digunakan dalam perhitungan mencerminkan asumsi respon hidrologi DAS terhadap kejadian hujan, yang secara alami dapat menghasilkan perbedaan estimasi debit. Dengan demikian, perbedaan hasil dalam penelitian ini merepresentasikan perbedaan pendekatan konseptual dan parameterisasi metode dalam menggambarkan respon hidrologi DAS. Untuk meningkatkan tingkat kesesuaian hasil analisis, penelitian lanjutan dapat dilakukan melalui variasi nilai parameter  $\alpha$  pada metode Nakayasu, serta dengan memanfaatkan data debit observasi sebagai dasar kalibrasi dan validasi hasil hidrograf satuan sintetik

#### 4 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis hidrologi yang telah dilakukan pada DAS Sarokah, dapat disimpulkan bahwa curah hujan rencana yang diperoleh dari analisis frekuensi menggunakan distribusi Log Pearson Tipe III dinyatakan memenuhi kriteria uji kecocokan statistik dan layak digunakan sebagai dasar perhitungan hujan rencana. Hasil perhitungan hidrograf satuan sintetik menunjukkan bahwa baik metode Nakayasu maupun metode SCS mampu menggambarkan respon hidrologi DAS Sarokah yang memiliki luas DAS kecil–menengah. Metode Nakayasu secara konsisten menghasilkan debit puncak yang lebih besar dibandingkan metode SCS untuk seluruh kala ulang hujan yang dianalisis, dan selisih debit puncak tersebut meningkat seiring bertambahnya periode ulang hujan yaitu yaitu 1,88  $\text{m}^3/\text{det}$  , 2,52  $\text{m}^3/\text{det}$ , 2,96  $\text{m}^3/\text{det}$  3,54  $\text{m}^3/\text{det}$  untuk periode ulang 2, 5, 10 dan 10 tahun secara berurutan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kamiana, I. M. (2011). *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*. Graha Ilmu.
- [2] Lidia Husna, S., Safriani, M., & Farizal, T. (2022). *Perbandingan Analisis Debit Banjir Menggunakan Hidrograf Satuan Sintetis (HSS) Snyder dan Nakayasu pada Sungai Krueng Tripa*. 3(2).
- [3] Astuti, I. S., Sahoo, K., Milewski, A., & Mishra, D. R. (2019). Impact of Land Use Land Cover (LULC) Change on Surface Runoff in an Increasingly Urbanized Tropical Watershed. *Water Resources Management*, 33(12), 4087–4103. <https://doi.org/10.1007/s11269-019-02320-w>
- [4] BSN, (Badan Standardisasi Nasional). (2016). *SNI 2415-2016 Tata Cara Perhitungan Debit Banjir Rencana*. [www.bsn.go.id](http://www.bsn.go.id)
- [5] Zainah, N., Andiek Maulana, M., & Festy Margini, N. (2024). Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Nilai Curve Number Pada DAS Sarokah. *MITSU" Media Informasi Teknik Sipil UNIJA*, 12(2).
- [6] Gupta, R. S. (2017). *Hydrology and Hydraulic Systems* - (4th ed.). Waveland Press.
- [7] Limantara, L. M. (2018). *Rekayasa Hidrologi*. Penerbit Andi.
- [8] Puspita Ayuni, T., Jaya Saputra, A., & Martin Ginting, J. (2023). Analisis Banjir Metode Hidrograf Satuan Sintetis SCS dan Nakayasu pada DAS Pesung, Batam. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Sipil*, 20(2), 146–155. <http://ejournal2.pnp.ac.id/index.php/jirs/>
- [9] Cambodia, M., Juwita, F., Gunawan, T., Novilyansa, E., & Audina, S. (2023). Analisis Debit Banjir Rancangan Menggunakan Metode Snyder Dan Soil Conservation Service (SCS) (Studi Kasus: Daerah Aliran Sungai (DAS) Way Lunik). *JTS Saburai: Jurnal Teknik Sipil Saburai*, 1(01), 19–34. <https://doi.org/10.24967/jts.v1i01.2401>
- [10] Tunas, I. G. (2019). Performance of Flood Prediction Model in Tropical River Basin, Indonesia: A Synthetic Unit Hydrograph-based Evaluation. In *Disaster Advances Vol* (Vol. 12, Issue 6).