

Debit Banjir Rencana Menggunakan Perbandingan Data Curah Hujan Satelit dan Data Lapangan (Studi Kasus DAS Sungai Anai Kabupaten Tanah Datar)

Firman Ardiansyah¹, Andrea Sumarah Asih²

^{1,2}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

Korespondensi : Ardiansyahf290@gmail.com

ABSTRAK

Data curah hujan bisa didapatkan dari berbagai sumber, antara lain pembacaan satelit maupun data lapangan. Penelitian ini bertujuan membandingkan data curah hujan Sungai Anai menggunakan data satelit dan data lapangan untuk memprediksi debit banjir. Dalam proses memperoleh data pembacaan satelit, data curah hujan diunduh dari sumber online, yaitu Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA) sedangkan data lapangan diperoleh langsung dari stasiun pengukur curah hujan (PCH) di lokasi studi. Data dari kedua sumber ini kemudian dibandingkan, dengan periode tahun data hujan yang sama yakni selama 10 tahun dari tahun 2013-2022. Dalam analisis statistik menunjukkan adanya selisih signifikan antara data website dan data stasiun hujan, di mana hasil curah hujan rata-rata dari website cenderung lebih rendah dibandingkan hasil pengukuran lapangan. Temuan ini mengindikasikan adanya perbedaan akurasi antara data satelit dan data lapangan, terutama pada periode hujan tinggi, dan diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih baik dalam memilih sumber data yang sesuai untuk studi hidrologi.

Kata kunci : Curah hujan, Debit banjir, Analisis frekuensi, JAXA

ABSTRACT

Rainfall data can be obtained from various sources, including satellite readings and field data. This research aims to compare Anai River rainfall data using satellite data and field data to predict flood discharge. In the process of obtaining satellite reading data, rainfall data was downloaded from an online source, namely the Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA) while field data was obtained directly from the rainfall measuring station (PCH) at the study location. Data from these two sources was then compared with the same period of rain data, namely for 10 years from 2013-2022. Statistical analysis shows that there is a significant difference between website data and rain station data, where the average rainfall results from the website tend to be lower than the results of field measurements. These findings indicate differences in accuracy between satellite data and field data, especially during periods of high rainfall, and are expected to provide a better understanding in selecting appropriate data sources for hydrological studies.

Keyword : *Rainfall, Flood discharge, Frequency analysis, JAXA*

PENDAHULUAN

Curah hujan merupakan salah satu unsur iklim yang sangat penting bagi kehidupan di bumi. Jumlah curah hujan yang jatuh ke bumi dicatat dalam satu mm yang berarti curah hujan 1 mm tinggi air yang menutupi luasan 1 m² jika air tersebut tidak meresap ke tanah atau menguap ke atmosfer. Hujan memiliki peran penting dalam siklus hidrologi yang sangat mempengaruhi kehidupan dan keseimbangan air di muka bumi (Syaifulloh, M. Djazim., 2014)[1]. Curah hujan dapat didefinisikan sebagai ketinggian air yang tidak menguap, tidak meresap, tidak mengalir dan terkumpul dalam tempat yang datar (Setiawan, O., 2012)[2]. Curah hujan yang baik dan lengkap sangat penting untuk pengelolaan sumber daya air (SDA) (Sitepu, H., dkk, 2023)[3].

Oleh karena itu informasi data curah hujan disuatu daerah akan sangat penting karena dapat memberikan gambaran daerah mana yang mengalami kekurangan curah hujan dan daerah mana yang mengalami kelebihan curah hujan sehingga dapat ditentukan cara dalam pengelolaan sumber daya air sebagai upaya dalam perencanaan sebelum pelaksanaan proyek yang akan dilaksanakan (Syaifulloh, M. Djazim., 2014)[1]. Seperti pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Sungai Anai Kabupaten Tanah Datar, Sumatera Barat yang juga membutuhkan data curah hujan. Dengan kurangnya stasiun hujan, sulit untuk memprediksi intensitas dan durasi curah hujan yang dapat menyebabkan banjir. Hal ini berpotensi meningkatkan risiko bencana, seperti



ISSN: 1907-5995

yang terjadi baru-baru ini di Kota Padang, di mana curah hujan ekstrem mencapai 394,6 mm dalam satu hari (Rachmawati, E. 2024)[4]. sehingga pada penelitian ini mencoba menggunakan cara alternatif untuk mengestimasi data curah hujan, salah satunya dengan menggunakan data curah hujan satelit.

Metode yang dipakai adalah perbandingan data satelit dengan data lapangan dimana data satelit diambil dari website Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA) dan untuk data lapangan diambil dari data yang diperoleh dari Balai Teknik Sabo yang selanjutnya diolah dengan tahapan yang sama, dengan menggunakan Hidrograft Satuan Sintetik Nakayashu untuk mendapatkan ordinat hidrograft dikedua data yang pakai untuk penelitian ini dan selanjutnya dilakukan analisis.

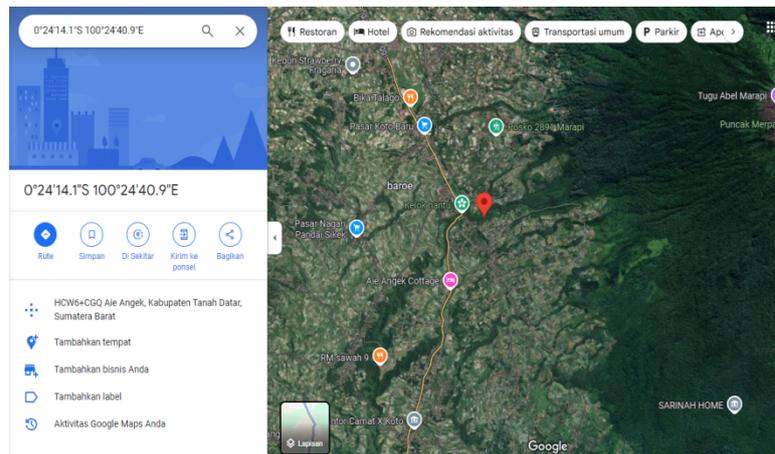
Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi debit banjir dengan satelit dan data lapangan, dari kedua sumber data yang berbeda manakah data yang paling mendekati keadaan aslinya pada lokasi DAS Anai Kabupaten Tanah Datar, Sumatera Barat sebagai bentuk verifikasi data yang dapat berguna untuk opsi pemakaian data curah hujan dalam suatu perencanaan proyek keairan.

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian 2 sumber data diolah dengan cara yang sama dengan tahapan yang perlu dilakukan diantaranya adalah :

1. Wilayah

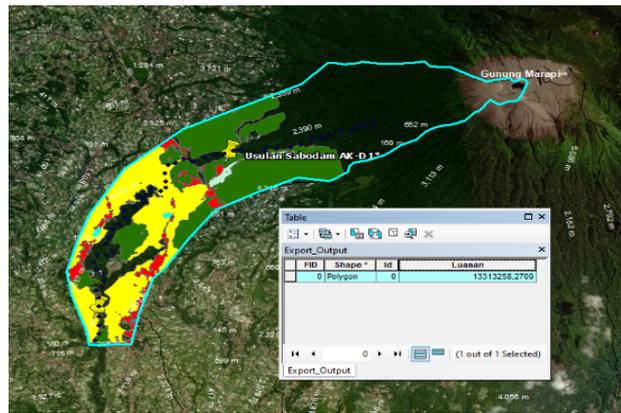
Penelitian ini dilakukan di Daerah Aliran Sungai (DAS) Anai terletak pada titik koordinat geografis $0^{\circ}24'14.1''S$, $100^{\circ}24'40.9''E$ di Sungai Anai Kabupaten Tanah Datar, Provinsi Sumatera Barat.



Gambar 1. Lokasi Sungai Anai (*Sumber : Google Maps, 2024*)

2. Data Penelitian

Dalam penelitian ini dilakukan analisis debit banjir berdasarkan data curah hujan dari 2 sumber yang berbeda, tahapan proses perhitungan debit banjir dilakukan sama persis pada tiap sumber data curah hujan tahapan perhitungan yang dilakukan melalui analisis frekuensi dan hidrograft satuan sintetik nakayasu. Pada penelitian ini menggunakan data sekunder dari 2 sumber data yang berbeda bertujuan untuk perbandingan antara satu data dengan data lain, Data curah hujan harian yang dipakai diambil dari 2 sumber yaitu dari website Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA) dengan total periode pengamatan selama 10 tahun (2013-2022) dan data curah hujan dari Balai Teknik Sabo yang didapat berdasarkan pengolahan data di beberapa PCH yang ada di daerah studi dengan total periode pengamatan selama 10 tahun (2013-2022), serta beberapa data tutupan lahan yang diolah dengan Arc-GIS dari data awal SHP yang diunduh dari website INAGEOPORTAL dan data karakteristik sungai yang didapat juga dari pengolahan peta aliran sungai dengan menggunakan *Software Arc-GIS*.



Gambar 2. Luas DAS Anai (Sumber : Arc-GIS, 2024)

3. Metode Pengolahan Data

Pada penelitian ini kedua data curah hujan yang berbeda diolah dengan metode yang sama mulai dari mengunduh data curah hujan pada website JAXA. Selanjutnya, dilakukan perhitungan statistik dasar untuk mendapatkan koefisien kemiringan (C_s) dan koefisien kurtosis (C_k) yang koefisien ini akan dipakai sebagai syarat metode distribusi jenis sebaran mana yang akan dipakai dalam perhitungan selanjutnya, setelah terpilih metode distribusi sebaran mana yang dipakai diantara keempat distribusi sebaran selanjutnya menghitung persen probabilitas setelah itu lanjut ke perhitungan Chi Kuadrat dan perhitungan luas tutupan lahan untuk mendapatkan nilai C yang akan digunakan dalam perhitungan analisis curah hujan efektif setelah itu masuk ke perhitungan HSS Nakayasu hingga sampai mendapatkan ordinat hidrografi dan debit banjir rancangan, dan yang terakhir akan dilakukan komparasi perbedaan antar data. Sebelum masuk ke perhitungan hujan efektif akan masuk kedalam analisis frekuensi dimana analisis frekuensi adalah untuk memperkirakan besaran tinggi hujan dengan kala ulang tertentu dari hujan terukur dengan menggunakan cara statistik (Asih dan Habaita, 2013)[5]. Statistik yang digunakan dalam analisis frekuensi terdiri dari parameter-parameter berikut ini :

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n} \quad (1)$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{n-1}} \quad (2)$$

$$Cv = \frac{s}{x} \quad (3)$$

$$Cs = \frac{n}{(n-1)x(n-2)xsd^3} \times \sum_{i=1}^n (Xi - x)^3 \quad (4)$$

$$Ck = \frac{n}{(n-1)x(n-2)-(n-3)xsd^4} \times \sum_{i=1}^n (Xi - x)^4 \quad (5)$$

dengan :

- \bar{X} : rata-rata
- S : standar deviasi
- C_s : koefisien skewness
- C_k : koefisien kurtosis
- C_v : koefisien variasi

4. Hidrografi Satuan Sintetik

Menghitung debit banjir rancangan untuk periode ulang 25 tahun didasarkan pada curah hujan rancangan yang dianalisis menggunakan metode Hidrografi Satuan Sintetik Nakayasu. Dalam analisis ini, parameter Daerah Aliran Sungai (DAS) dan waktu konsentrasi menjadi parameter utama yang perlu diperhatikan (Nugroho, S., P, 2001)[6]. Parameter utama dari Hidrografi Satuan Sintetik Nakayasu adalah sebagai berikut :

$$T_g = 0,4 + 0,058 L \quad (6)$$

$$\alpha = \frac{0,47 \times (A \times L) 0,25}{T_g} \quad (7)$$

$$T_r = 0,5 T_g \quad (8)$$



ISSN: 1907-5995

$$T_p = T_g + 0,8 T_r \tag{9}$$

$$T_{0,3} = \alpha \times T_g \tag{10}$$

$$Q_p = AR_o / 3,6 \times (0,3T_p + T_{0,3}) \tag{11}$$

$$0 < t < T_p \tag{12}$$

$$Q_a = Q_p (t/T_p)^{2,4} \tag{13}$$

$$T_p < t < (T_p + T_{0,3}) \tag{14}$$

$$Q_{d1} = Q_p 0,3 ((t - T_p) / T_{0,3}) \tag{15}$$

$$(T_p + T_{0,3}) < t < (T_p + 2,5T_{0,3}) \tag{16}$$

$$Q_{d2} = Q_p 0,3 \left(\frac{t - T_p + 0,5T_{0,3}}{1,5T_{0,3}} \right) \tag{17}$$

$$t > (T_p + 2,5T_{0,3}) \tag{18}$$

$$Q_{d3} = Q_p 0,3 \left(\frac{t - T_p - 1,5T_{0,3}}{2,0T_{0,3}} \right) \tag{19}$$

dengan :

Q_p : debit puncak banjir

α : koefisien karakteristik DAS biasanya diambil 2.

T_r : satuan waktu dari curah hujan (jam)

Q_a : debit awal

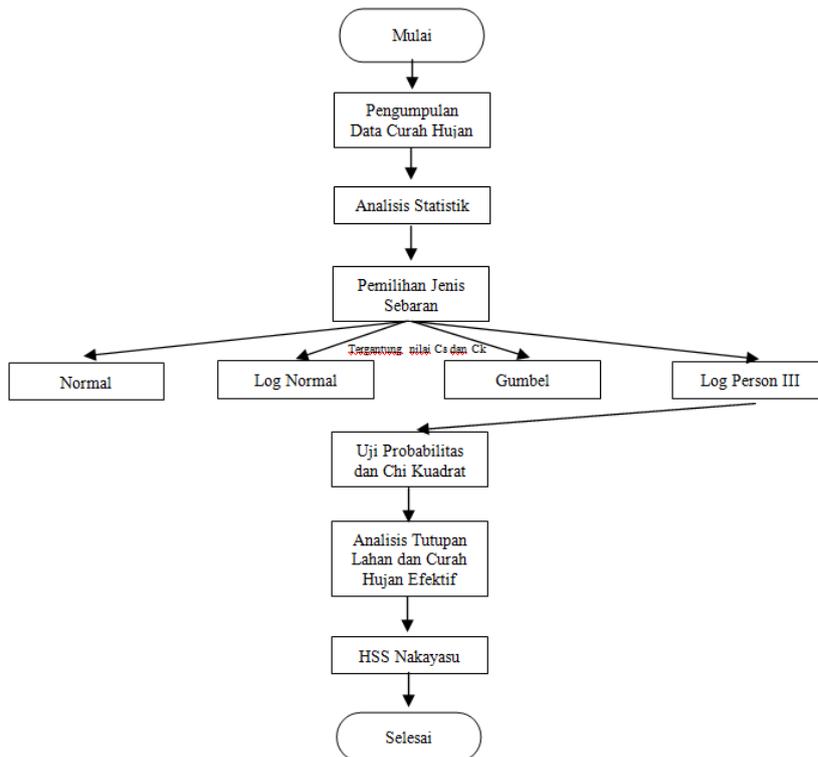
Q_{d1} : debit dasar

T_p : waktu dari permukaan banjir sampai puncak hidrograf (jam)

Q_{d2} : debit dasar kedua

Q_{d3} : debit dasar ketiga

5. **Bagan Alir Pengolahan Data Curah Hujan**



Gambar 3. Bagan alir penelitian

HASIL DAN ANALISIS

1. Pengumpulan Data

Beberapa data curah hujan yang telah diunduh serta diolah periode 10 tahun akan melalui tahap pengujian analisis statistik dan disajikan dalam bentuk tabel yang menunjukkan rata-rata dan total curah hujan tahunan, yang dapat memberikan gambaran yang jelas tentang pola curah hujan di wilayah tersebut.

Tabel 1. Data Lapangan

No.	Tahun	Hujan Maksimum (X1)
1	2020	51
2	2019	60
3	2013	70
4	2015	80
5	2017	90
6	2021	100
7	2018	101
8	2016	110
9	2014	111
10	2022	151

(Sumber : Analisis, 2024)

Tabel 2. Data Satelit JAXA

No.	Tahun	Hujan Maksimum (X1)
1	2019	0.484
2	2013	0.512
3	2016	0.516
4	2018	0.527
5	2022	0.534
6	2020	0.563
7	2017	0.566
8	2021	0.594
9	2015	0.638
10	2014	0.703

(Sumber : Analisis, 2024)

2. Pemilihan Jenis Sebaran

Pemilihan jenis sebaran yang sangat penting dalam analisis hidrologi untuk memastikan hasil yang valid dan dapat diandalkan (Triatmodjo, B. 1996)[7]. Pada tahapan pemilihan jenis sebaran parameter statistik dari perhitungan untuk kedua data tidak ada yang sesuai untuk distribusi normal, log normal dan gumbal, sehingga kemungkinan data yang ada mengikuti distribusi log pearson III. (Triatmodjo, 2008)[7]. Setelah memilih metode, penting untuk melakukan uji kecocokan seperti uji Chi-Kuadrat atau Smirnov-Kolmogorov untuk memastikan metode jenis sebaran yang dipilih sudah tepat (Karim, M., dkk. 2021)[8].

3. Hasil Analisis Frekuensi

Dari perhitungan analisis frekuensi hingga sampai perhitungan hidrografi satuan sintetik didapatkan hasil analisis frekuensi, pada tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3. Analisis Statistik

Sumber Data	X	S	CV	CK	CS
Data Lapangan	81.902	29.148	0.315	0.479	0.539
Data Satelit	15.292	0.066	0.117	0.479	1.107

(Sumber : Analisis, 2024)

Dari tabel diatas menunjukkan perbedaan beberapa koefisien antar kedua data dan cenderung koefisien dari data satelit lebih kecil dibandingkan data dari lapangan.

4. Analisis Curah Hujan

Analisis curah hujan memerlukan koefisien aliran permukaan (C) yang didapat dari perhitungan jenis tutupan lahan. Koefisien aliran permukaan (*run-off*) rasio antara aliran permukaan dan curah hujan yang jatuh kedalam suatu sistem DAS, besar-kecilnya koefisien aliran permukaan menentukan tingkat kekritisitas suatu DAS utamanya dalam segi hidrologinya (Kartiwa, B. & Arianto, G. 2001)[9]. Koefisien aliran permukaan mempunyai rumus yakni :

$$C = \frac{RO}{Intensitas\ Curah\ Hujan}$$

Setelah nilai C diketahui kemudian lanjut keperhitungan hujan efektif yang berfungsi untuk memahami respons aliran yang akan diteruskan ke sungai atau saluran.

**Tabel 4. Hujan Efektif**

No	Periode Ulang (tahun)	Xt (mm)	C	Reff (mm)
1	25	162.798	0.22205	36.14923
2	25	0.685545	0.22205	0.152225

(Sumber : Analisis, 2024)

5. Hasil Q25 Banjir Hidrograft Satuan Sintetik

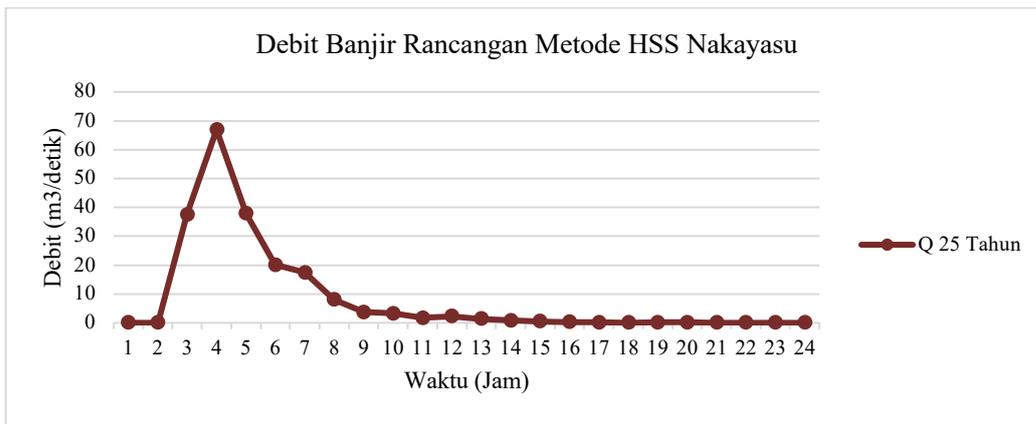
Hidrograf banjir kala 25 tahun adalah alat penting dalam perencanaan dan pengelolaan sumber daya air, yang menunjukkan pola aliran air pada peristiwa hujan ekstrem yang diperkirakan terjadi sekali dalam 25 tahun. Dan memberikan gambaran yang cukup akurat tentang potensi banjir setiap 25 tahun sangat membantu dalam perencanaan struktur pengendali banjir yang efektif (Sundari, Y., S. & Oktaviani, V.) [10]. Kegunaan utamanya mencakup perencanaan infrastruktur yang tahan terhadap banjir, manajemen sumber daya air untuk menentukan kapasitas waduk, mitigasi risiko dengan mengidentifikasi daerah rawan banjir, serta peningkatan kesadaran masyarakat mengenai potensi bahaya. Selain itu, data hidrograf ini menjadi dasar bagi kebijakan dan regulasi yang mendukung perlindungan lingkungan. Dengan demikian, hidrograf ini berperan strategis dalam upaya pencegahan dan penanganan bencana banjir.

Tabel 5. Perhitungan Hidrograft Banjir Rancangan 25 Tahun Data Lapangan

t (jam)	Qt (m3/dt)	Reff					Q (m3/dt)
		20.379 0 - 1 jam	5.297 1 - 2 jam	3.716 2 - 3 jam	2.958 3 - 4 jam	2.498 4 - 5 jam	
0	0	0	0	0	0	0	0
1	1.078	21.974	5.712	4.006	3.190	2.693	37.575
1.272	1.920	39.124	10.169	7.134	5.679	4.796	66.902
2	1.088	22.179	5.765	4.044	3.219	2.719	37.925
2.816	0.576	11.737	3.051	2.140	1.704	1.439	20.071
3	0.499	10.173	2.644	1.855	1.477	1.247	17.395
4	0.229	4.666	1.213	0.851	0.677	0.572	7.979
5	0.105	2.140	0.556	0.390	0.311	0.262	3.660
5.134	0.095	1.929	0.501	0.352	0.280	0.236	3.298
6	0.048	0.982	0.255	0.179	0.142	0.120	1.679
7	0.066	1.335	0.347	0.243	0.194	0.164	2.283
8	0.039	0.794	0.206	0.145	0.115	0.097	1.358
9	0.023	0.472	0.123	0.086	0.069	0.058	0.808
10	0.014	0.281	0.073	0.051	0.041	0.034	0.480
11	0.008	0.167	0.043	0.030	0.024	0.020	0.286
12	0.005	0.099	0.026	0.018	0.014	0.012	0.170
13	0.003	0.059	0.015	0.011	0.009	0.007	0.101
14	0.005	0.111	0.029	0.020	0.016	0.014	0.190
15	0.004	0.075	0.020	0.014	0.011	0.009	0.129
16	0.003	0.051	0.013	0.009	0.007	0.006	0.087
17	0.002	0.035	0.009	0.006	0.005	0.004	0.059
18	0.001	0.023	0.006	0.004	0.003	0.003	0.040
19	0.001	0.016	0.004	0.003	0.002	0.002	0.027
20	0.001	0.011	0.003	0.002	0.002	0.001	0.018
21	0.000	0.007	0.002	0.001	0.001	0.001	0.012
22	0.000	0.005	0.001	0.001	0.001	0.001	0.008
23	0.000	0.003	0.001	0.001	0.000	0.000	0.006
24	0.000	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.004

(Sumber : Analisis, 2024)

Hasil perhitungan diatas kemudian diplotkan menjadi grafik dalam gambar berikut ini :



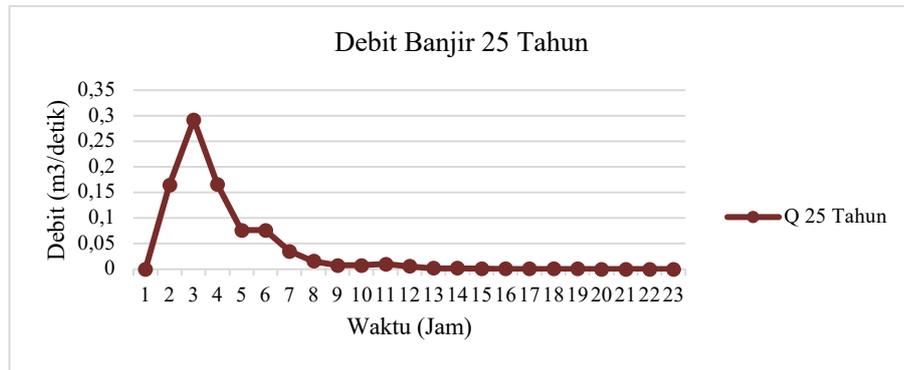
Gambar 4. Hidrograf Debit Banjir Rancangan Metode HSS Nakayasu Data Lapangan

Tabel 6. Perhitungan Hidrografa Banjir Rancangan 25 Tahun Data Satelit

t (jam)	Qt (m³/dt)	Reff					Q (m³/dt)
		0.089 0 - 1 jam	0.023 1 - 2 jam	0.016 2 - 3 jam	0.013 3 - 4 jam	0.011 4 - 5 jam	
0	0	0	0	0	0	0	0
1	1.078	0.096	0.025	0.018	0.014	0.012	0.164
1.272	1.920	0.171	0.044	0.031	0.025	0.021	0.292
2	1.088	0.097	0.025	0.018	0.014	0.012	0.166
2.816	0.499	0.044	0.012	0.008	0.006	0.005	0.076
3	0.229	0.020	0.005	0.004	0.003	0.002	0.035
4	0.105	0.009	0.002	0.002	0.001	0.001	0.016
5	0.048	0.004	0.001	0.001	0.001	0.001	0.007
5.134	0.576	0.051	0.013	0.009	0.007	0.006	0.088
6	0.066	0.006	0.002	0.001	0.001	0.001	0.010
7	0.039	0.003	0.001	0.001	0.001	0.000	0.006
8	0.023	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.004
9	0.014	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002
10	0.008	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
11	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
12	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
13	0.173	0.015	0.004	0.003	0.002	0.002	0.026
14	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
15	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
16	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
17	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
18	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
19	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
21	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
22	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
23	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

(Sumber : Analisis, 2024)

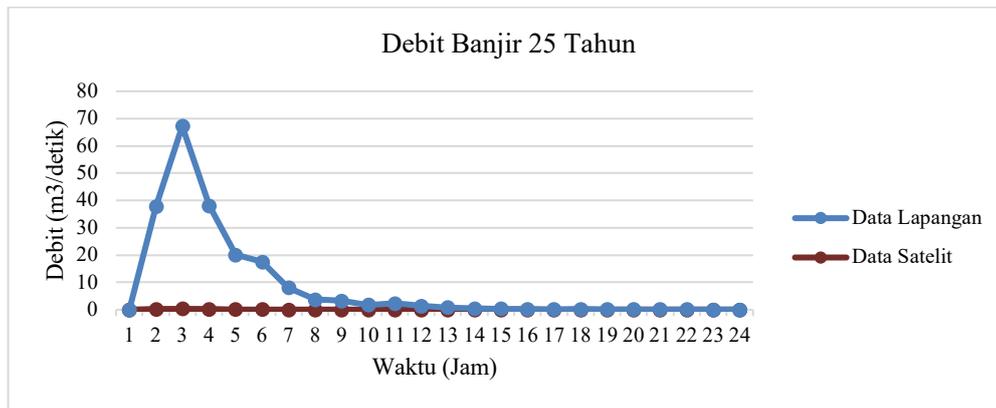
Hasil perhitungan diatas kemudian diplotkan menjadi grafik dalam gambar berikut ini :



Gambar 5. Hidrograf Debit Banjir Rancangan Metode HSS Nakayasu Data Satelit

6. Perbandingan Debit Banjir Data Satelit dan Debit Data Lapangan

Berdasarkan perhitungan debit banjir rancangan dalam metode HSS Nakayasu pada 2 data yang digunakan didapatkan hasil debit banjir periode 25 tahun, untuk debit banjir dari data JAXA sebesar $0,292 \text{ m}^3/\text{detik}$ dan debit banjir dari data lapangan sebesar $66,902 \text{ m}^3/\text{detik}$.



Gambar 6. Grafik Perbandingan Data Lapangan Dan Data Satelit

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis menggunakan metode analisis frekuensi dan HSS Nakayasu didapatkan debit 25 tahun untuk data curah hujan yang diambil dari website JAXA sebesar $0,292 \text{ m}^3/\text{detik}$ serta untuk data lapangan dengan debit 25 tahun sebesar $66,902 \text{ m}^3/\text{detik}$ sehingga bisa dilihat bahwa penggunaan data curah hujan yang diambil dari website JAXA dengan pengambilan menggunakan metode 1 titik koordinat kurang akurat dan perlu pengembangan cara mengunduh data curah hujan yang benar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Institut Teknologi Nasional Yogyakarta (ITNY) dan Balai Teknik Sabo.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Syaifulloh M. D., "Validasi Data TRMM terhadap Data Curah Hujan Aktual di Tiga DAS di Indonesia," UPT Hujan Buatan, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT), 109, 2014.
- [2] Setiawan O., "Analisis Variabilitas Curah Hujan dan Suhu di Bali," Balai Penelitian Teknologi Hasil Hutan Bukan Kayu, 67, 2012.
- [3] Sitepu H. & Harisuseno D., Fidari J. S., "Evaluasi Data Curah Hujan Satelit ERA-5 pada Berbagai Periode Data Hujan di Sub DAS Bogor," *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sumber Daya Air*, 3(2), 627, 2023.
- [4] Rachmawati E., "Curah Hujan Ekstrem di Padang Mengalahkan Rekor 154 Tahun di Jakarta," Kompas, 2024.
- [5] Asih A. S. & Habaita T. G., "Analisis Kurva IDF (*Intensity-Duration-Frequency*) DAS Gajahwong Yogyakarta," *Jurnal Teknik Sipil*, 8(1), 69-70, 2013.

-
- [6] Nugroho S. P., “Analisis Hidrograft Satuan Sintetik Metode Snyder, Clark dan SCS dengan Menggunakan Model Hec-1 di DAS Ciliwung Hulu,” *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca*. 2(1), 58, 2001.
- [7] Triatmodjo B., “Hidrologi Terapan,” Yogyakarta: Beta Offset, 1996.
- [8] Karim M., Labdul B. Y. & Husnan R., “Analisis Pola Distribusi dan Intensitas Curah Hujan di DAS Bolango Bone,” 2021.
- [9] Kartiwa B. & Irianto G., “Metode Alternatif Perhitungan Koefisien Aliran Permukaan Menurut Model Simulasi Debit Berdasarkan Aplikasi Konsep Hidrograf Satuan (Studi Kasus Sub DAS Kali Kripik),” *Jurnal Tanah dan Iklim*, (19), 47, 2001.
- [10] Sundari Y. S. & Oktaviani V., “Pengaruh Perubahan Debit Banjir Periode Ulang 25 Tahun Akibat Sedimentasi pada Sub Das Karang Asam Kecil di Kota Samarinda,” 27-28.