

ANALISIS DEBIT BANJIR RENCANA BENDUNG TRITIS KABUPATEN SRAGEN

Lidya Ayu Setya Kumala Sari¹, *Paska Wijayanti², Kusdiman Joko Priyanto³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Tunas Pembangunan, Surakarta

^{*)} Email: paska.wijayanti@lecture.utp.ac.id

ABSTRACT

Water availability is an aspect that should be given high priority by the government to meet community needs, both in urban and rural areas. Generally, the current water sources come from rivers, canals, or shallow groundwater wells. The water availability in irrigated land obtained from weirs is crucial for the agricultural sector. Dams have a role to hold water and distribute it through irrigation channels to agricultural land, in order to ensure consistent water availability, especially in the dry season. Tritis Dam functions to raise the elevation of the river water level so that it can be used to irrigate into irrigation channels. Tritis weir is a permanent dam with a stone masonry structure located in Sambirejo Village, Sambirejo District, Sragen Regency, which is located in the Tritis Watershed with an area of 31.15 km². The purpose of this study is to determine planned flood discharge value. The method used in this study is the Synthetic Unit Hydrograph (HSS) ITB-I, but previously it must process GPM (Global Precipitation Measurement) satellite rainfall data and calculate the planned rainfall using the Log Pearson III frequency distribution method. The planned flood discharge in the Tritis Watershed, Sragen Regency using the HSS ITB I method was obtained at 258.41 m³/second for a 50-year return period and 318.09 m³/second for a 100-year return period.

Keywords: tritis weir, satellite rain, HSS ITB-I

ABSTRAK

Ketersediaan air adalah suatu aspek yang seharusnya mendapatkan prioritas tinggi dari pemerintah untuk memenuhi kebutuhan masyarakat, baik di daerah perkotaan maupun di pedesaan. Umumnya, sumber air yang ada saat ini berasal dari sungai, saluran, maupun sumur air tanah yang dangkal. Ketersediaan air di lahan irigasi yang diperoleh dari bendung sangat krusial bagi sektor pertanian. Bendung memiliki peran untuk menahan air dan mendistribusikannya melalui saluran irigasi ke lahan pertanian, guna menjamin ketersediaan air yang konsisten, terutama di musim kering. Bendung Tritis berfungsi untuk meninggikan elevasi muka air sungai sehingga dapat dimanfaatkan untuk mengairi ke dalam saluran irigasi. Bendung Tritis merupakan bendung tetap dengan struktur pasangan batu yang terletak di Desa Sambirejo, Kecamatan Sambirejo, Kabupaten Sragen yang berada di DAS Tritis dengan luas 31,15 km². Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui nilai debit banjir rencana. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) ITB-I, namun sebelumnya harus melakukan pengolahan data hujan satelit GPM (*Global Precipitation Measurement*) dan menghitung hujan rencana menggunakan metode distribusi frekuensi Log Pearson III. Debit banjir rencana pada DAS Tritis Kabupaten Sragen menggunakan metode HSS ITB I di dapatkan sebesar 258,41 m³/detik untuk kala ulang 50 tahun dan 318,09 m³/detik untuk kala ulang 100 tahun.

Kata kunci: bendung tritis, hujan satelit, HSS ITB-I

1. PENDAHULUAN

Air sangat penting karena tanpanya tidak ada kehidupan di Bumi. Karena makhluk hidup tidak dapat dipisahkan dari kebutuhan air, maka potensi air harus dimanfaatkan semaksimal mungkin untuk penyediaan air dalam berbagai keperluan. Bendung merupakan konstruksi yang jauh lebih kecil dari bendungan yang menyebabkan air mengalir membentuk kolam tetapi mampu melewati bagian atas bendung. Bendung mengizinkan air meluap melewati bagian atasnya sehingga aliran air tetap ada dan dalam debit yang sama bahkan sebelum sungai dibendung. Bendung bermanfaat untuk mencegah banjir, mengukur debit sungai dan memperlambat aliran sungai sehingga menjadikan sungai lebih mudah dilalui. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui besar debit banjir rencana pada Bendung Tritis Kabupaten Sragen.

Peran DAS Alang terhadap proses pengisian waduk Gajah Mungkur tidak dapat diabaikan oleh karena itu sungai ini dipilih agar pengendalian bencana banjir dapat berjalan lancar. Analisisnya menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintetis Gama I dengan kala ulang debit banjir 2, 5, 10, 25, 50, 100, 200, dan 1000. Didapatkan hasil potensi banjir tertinggi yaitu banjir 100 tahunan terjadi pada tahun 2004 [1]

Terjadi perbedaan yang cukup besar antara Debit Banjir Rancangan pada DAS Bangga hasil olahan data curah hujan dengan menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintetik Gama I terhadap debit banjir rancangan hasil olahan data debit sungai (terukur) dengan menggunakan metode distribusi *log person III*. Perbedaan yang cukup besar dapat disebabkan oleh i. jumlah stasiun curah hujan pada DAS Bangga hanya 2 stasiun sehingga asumsi hidrograf satuan tentang hujan merata diseluruh DAS sulit terwakili selain itu data hujan yang manual sehingga data yang diperoleh dalam waktu 24 jam sedangkan analisis hidrologi memerlukan data agihan hujan jam-jaman yang hanya

diperoleh dari stasiun pencatat hujan otomatis. Luas DAS Bangga Bangga yang terlalu kecil (69,04 km²) dibandingkan dengan untuk luas DAS maksimum yang disarankan yakni 3250 km² [2].

2. LANDASAN TEORI

Bendung adalah konstruksi bangunan air berupa pelimpah yang melintang sungai bertujuan menaikkan muka air sungai di hulu yang memungkinkan dibelokannya air ke jaringan irigasi untuk keperluan mengairi sawah [3].

Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah suatu kawasan yang dibatasi oleh batasan topografi (seperti punggung bukit) untuk menerima dan mengumpulkan air hujan, sedimen, serta unsur hara, dan kemudian mengalirkannya melalui anak-anak sungai hingga keluar pada outlet [4]

Analisis Hidrologi

Data hidrologi adalah informasi yang sangat penting untuk melakukan penilaian potensi sumber air, penggunaan dan pengelolaan air yang baik, serta Kumpulan peristiwa hidrologi seperti jumlah hujan, suhu, laju penguapan, durasi sinar matahari, kecepatan angin, aliran sungai, tinggi permukaan air sungai, dan konsentrasi sedimen dalam sungai akan selalu mengalami perubahan seiring waktu [5]. Analisis hidrologi adalah tahap awal yang penting dalam perencanaan bangunan air dengan tujuan mengetahui hidrologi DAS dalam menentukan kemungkinan debit banjir rencana [5].

Data Hujan Satelit

Perkiraan data curah hujan yang tepat dan menyeluruh sangat penting untuk pengelolaan sumber daya air, dimana ketersediaannya masih terbatas, terutama pada DAS yang memiliki sedikit stasiun hujan di lapangan, sehingga diperlukan alternatif pemanfaatan data curah hujan yang berasal dari satelit salah satunya adalah GPM (Pengukuran Curah Hujan Global) [6]. *Global Precipitation Measurement* (GPM) adalah pengamat curah hujan berbasis citra satelit dengan durasi perekaman data hujan setiap 2 – 4 jam sehingga dapat menjadi solusi alternatif dalam penyediaan data hujan.

Data curah hujan yang berasal dari satelit adalah informasi mengenai curah hujan yang didapat melalui pengukuran yang dilakukan dengan citra satelit meteorologi. Pengukuran hujan menggunakan citra satelit memiliki keuntungan dalam hal area jangkauan yang sangat luas, akurasi waktu, dan efisiensi biaya. Oleh karena itu, hal tersebut sangat bermanfaat karena citra satelit memberikan informasi mengenai curah hujan secara cepat dan dengan tingkat akurasi yang memadai [7].

Berdasarkan beberapa penelitian mengenai penggunaan data hujan satelit, terdapat error atau perbedaan nilai antara hujan satelit dengan pos hujan. Perbedaan dapat berupa overestimate maupun underestimate, bergantung kepada wilayah studi. Untuk mengatasi perbedaan tersebut, data hujan satelit perlu dikoreksi terlebih dahulu sebelum digunakan untuk analisis hidrologi [8].

Kala Ulang

Pemilihan teknik analisis untuk menentukan banjir rencana bergantung dari data yang tersedia serta jenis bangunan air yang digunakan, kriteria pemilihan banjir hanya mempertimbangkan kemungkinan terjadinya banjir yang lebih besar atau setara dengan banjir rencana selama keberadaan bangunan air tersebut [9]. Kriteria lain yang dapat menjadi bahan pertimbangan dalam pemilihan banjir rancangan sebagai berikut:

Tabel 1. Kriteria Pemilihan Kala Ulang Banjir Rencana

Jenis Bangunan	Kala Ulang Banjir Rencana (Tahun)
Bendungan urugan tanah/batu (<i>earth/rockfill dam</i>)	1000
Bendungan betun/batu kali (<i>concrete dam/masonry</i>)	500 – 1000
Bendung (<i>weir</i>)	50 – 100
Saluran pengelak banjir (<i>flood diversion canal</i>)	25 – 50
Tanggul Sungai	10 - 25
Drainase saluran di sawah/pemukiman	5 - 10

(Sumber: Diklat Morfologi Sungai [10])

Hujan Rencana

Hujan rencana merupakan kemungkinan tinggi hujan yang terjadi dalam kala ulang tertentu sebagai hasil dari suatu rangkaian analisis hidrologi yang biasa disebut dengan analisis frekuensi. Tujuan analisis frekuensi data hidrologi adalah mencari hubungan antara besarnya kejadian ekstrim terhadap frekuensi kejadian dengan menggunakan distribusi probabilitas/kemungkinan [11].

Pola Distribusi Hujan Jam-Jaman

Dalam perhitungan banjir rancangan, diperlukan masukan data berupa hujan rencana (didapatkan dari hasil analisis frekuensi) yang didistribusikan kedalam hujan jam-jaman [12]. Untuk dapat mengubah hujan rencana ke dalam besaran hujan jam-jaman perlu didapatkan terlebih dahulu suatu pola distribusi hujan jam-jaman. Dengan meratakan pola distribusi hujan hasil pengamatan, kemudian didapatkan pola distribusi rerata yang selanjutnya dianggap mewakili kondisi hujan dan dipakai sebagai pola untuk mendistribusikan hujan rancangan menjadi besaran hujan jam-jaman [13].

Penelitian ini untuk menentukan pola distribusi hujan jam-jaman secara empiris, yang diuraikan sebagai berikut:

1. Durasi hujan rata-rata yang terjadi di Indonesia yaitu 6 jam [14].
2. Jika data hujan otomatis sulit diperoleh, maka lengkung intensitas curah hujan untuk durasi pendek ditentukan berdasarkan data hujan harian menggunakan *Modified Mononobe* [14].

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

Dengan: I = Intensitas hujan dengan kala ulang T untuk durasi t (mm/jam), R_{24} = curah hujan maksimum selama 24 jam (mm/hari), t = durasi hujan (jam), dan t_c = waktu konsentrasi (jam).

3. *Alternating Block Method* (ABM) merupakan cara sederhana dalam membuat hyetograph rencana dari kurva IDF. Dari hitungan pertambahan hujan dan interval waktu Δt , blok-blok pertambahan hujan disusun kedalam rangkaian waktu, dengan intensitas hujan maksimum berada di tengah-tengah durasi hujan (T_d) dan blok-blok sisanya disusun dalam urutan secara bolak-balik pada kanan dan kiri blok maksimum. Dengan demikian terbentuk hyetograph rencana [14].

Aliran Dasar (*Baseflow*)

Aliran dasar (*baseflow*) merupakan salah satu komponen aliran sungai yang digunakan dalam pengelolaan DAS, yang diamati sebagai debit, berasal dari air hujan yang terinfiltrasi dan masuk ke dalam sub DAS menjadi cadangan air tanah dan perlahan-lahan akan mengalir keluar bergabung dengan aliran Sungai [15]. Salah satu metode yang biasanya digunakan untuk pemisahan *baseflow* adalah metode grafik [16]. Metode grafik pada umumnya digunakan dalam memplotkan komponen aliran dasar dari hidrograf kejadian banjir, pendekatan grafik untuk memisahkan aliran dasar antara lain [17]:

- a. Metode debit konstan merupakan aliran dasar yang mempunyai nilai konstan sepanjang titik puncak hidrograf,
- b. Metode kemiringan konstan menghubungkan antara titik awal (*rising limb*) dan titik perubahan pada *recession limb*,
- c. Metode cekung merupakan penurunan awal aliran dasar (*baseflow*) yang diproyeksikan pada penurunan hidrograf sebelum kejadian hujan yang berada langsung pada titik puncak hidrograf.

Analisa Debit Banjir Rencana

Debit sungai adalah indikator dari fungsi daerah aliran sungai (DAS) dalam mengubah hujan menjadi aliran, dan biasanya disajikan dalam bentuk hidrograf [18]. Hidrograf debit adalah representasi grafik yang menunjukkan hubungan antara debit aliran dan waktu, yang mencerminkan perilaku debit dalam periode waktu tertentu [19]. Di wilayah yang tidak memiliki data hidrologi untuk menghasilkan hidrograf satuan, maka dibuatlah hidrograf satuan sintesis (HSS) yang didasarkan pada ciri-ciri fisik dari DAS, salah satu metode yang dapat diterapkan adalah Metode HSS ITB-1 [12]. Pada penelitian ini perhitungan debit banjir rencana menggunakan HSS ITB-I. Dalam menganalisis debit banjir rencana di suatu DAS menggunakan metode ITB terdapat parameter penting yang perlu diketahui yaitu tinggi dan durasi hujan satuan, waktu puncak, waktu dasar, faktor laju puncak, dan debit puncak, selanjutnya hidrograf total dapat ditemukan dengan prinsip superposisi hidrograf satuan [20]. Berikut ini adalah komponen penting pembentuk HSS ITB- antara lain [21]:

1. Tinggi dan durasi hujan satuan
Tinggi hujan satuan adalah 1 mm. Durasi hujan satuan adalah $T_r = 1$ jam. Apabila dipilih durasi 0,5 jam maka tinggi hujan setiap jam harus dibagi 2 dan didistribusikan dalam interval 0,5 jam.
2. *Time Lag* (TL), Waktu Puncak (T_p) dan Waktu Dasar (T_b) merupakan parameter nonfisik pada suatu DAS.
 - a. *Time Lag* (TL) dirumuskan sebagai berikut :

$$TL = C_t \cdot 0,81225 \cdot L^{0,6}$$

Dimana: TL = *Time lag* (jam), C_t = Koefisien waktu (untuk proses kalibrasi), dan L = Panjang sungai (km).

- b. Waktu puncak (T_p) dirumuskan sebagai berikut :

$$T_p = TL + 0,50 T_r$$

Dimana: T_p = Waktu puncak, T_L = *Time lag*, dan T_r = Durasi hujan satuan

c. Waktu Dasar (T_b)

Pada DAS yang luasan kecil ($A < 2 \text{ km}^2$) menurut *Soil Conservation Service* (SCS) harga T_b dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$T_b = \frac{8}{3} T_p$$

Dimana: T_b = Waktu dasar, dan T_p = Waktu puncak

Nilai T_b dapat dibatasi sampai lengkung turun mendekati nol atau dapat menggunakan rumus berikut :

$$T_b = (10 \text{ s/d } 20) * T_p$$

Bentuk dasar hidrograf satuan pada Metode HSS ITB-1 sebagai berikut :

1. HSS ITB-1 memiliki persamaan lengkung naik dan lengkung turun seluruhnya yang dinyatakan dengan satu persamaan yang sama yaitu :

$$q(t) = \exp \left[2 - t - \frac{1}{t} \right]^{\alpha C_p}$$

2. Penentuan nilai Koefisien α , β , dan C_p yaitu metode HSS ITB-1 menggunakan nilai $\alpha = 1,50$.
3. Penentuan luasan HSS tak berdimensi menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$A_i = \frac{1}{2} \times ((t_i - t_{i-1})(q_i + q_{i-1}))$$

Dimana: q_i = Debit ke-i, t_i = Waktu ke-i, dan A_i = Luasan HSS tak berdimensi.

4. Penentuan Q HSS berdimensi menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Q_i = q_i \times Q_p$$

Dimana: Q_i = Debit ke-i, Q_p : Waktu puncak (m^3/s), dan q_i = Debit ke-i tak berdimensi.

5. Penentuan V HSS berdimensi menggunakan rumus sebagai berikut :

$$V = \frac{1}{2} \times 3600 \times (T_i - T_{i-1})(Q_i + Q_{i-1})$$

Dimana: Q_i = Debit ke-i, t_i = Waktu ke-i, dan V = Volume HSS (m^3)

Prinsip konservasi masa dan definisi hidrograf satuan sintesis maka dapat disimpulkan bahwa volume satuan hujan efektif yang jatuh merata diseluruh DAS harus sama dengan volume hidrograf satuan sintesis dengan waktu puncak, dapat dirumuskan sebagai berikut

$$V_{\text{DAS}} = R \times A_{\text{DAS}} = 1000 A_{\text{DAS}}$$

$$1000 A_{\text{DAS}} = A_{\text{DAS}} \times Q_p \times T_p \times 3600$$

6. Penentuan debit puncak (Q_p) menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Q_p = \frac{R}{3.6 T_p} \frac{A_{\text{DAS}}}{A_{\text{HSS}}}$$

Dimana: Q_p = Debit puncak hidrograf satuan sintesis (m^3/s), R = curah hujan satu satuan (1 mm), T_p = waktu puncak (jam), A_{DAS} : luas DAS (km^2), dan A_{HSS} = luas HSS yang tak berdimensi.

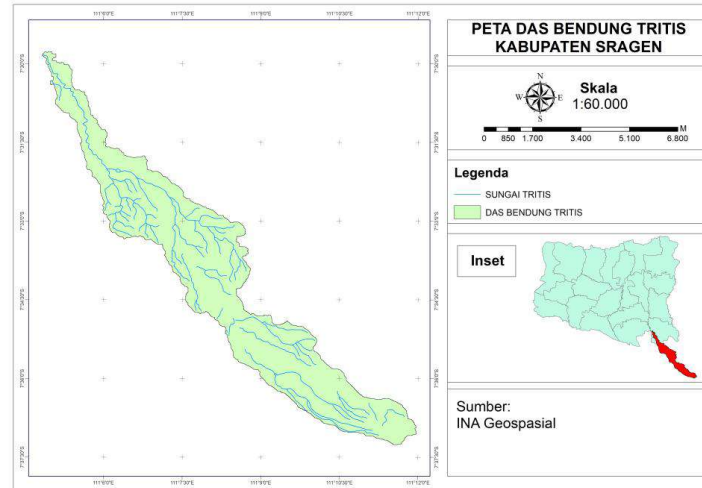
3. METODE PENELITIAN

Bangunan utama Bendung Tritis berlokasi di Desa Sambirejo , Kecamatan Sambirejo , Kabupaten Sragen, lokasi tersebut berjarak $\pm 14 \text{ km}$. Data yang digunakan pada penelitian ini berupa data sekunder yaitu data hujan diperoleh dari GPM (*Global Precipitation Mission*) selama 24 tahun (2000-2023) dan data karakteristik Daerah Aliran Sungai Tritis diperoleh dari Konsultan Perencana CV. Majapahit.

Tahapan perhitungan debit banjir rencana bendung Tritis sebagai berikut.

1. Perhitungan data Curah Hujan diolah dengan Giovanni Nasa.
2. Penentuan kala ulang perencanaan, berdasarkan Tabel 1 penelitian ini menggunakan kala ulang 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun.
3. Uji konsistensi data curah hujan GPM menggunakan metode RAPS.
4. Pengukuran dispersi statistik meliputi nilai rata-rata, standard deviasi (S_d), koefisien skewness (C_s), koefisien kurtosis (C_k), dan koefisien variasi (C_v).
5. Pemilihan distribusi frekuensi antara lain Distribusi Normal, Log Normal, Gumbel, dan Log Person Tipe III.

6. Perhitungan hujan rencana berbagai kala ulang menggunakan metode distribusi frekuensi terpilih.
7. Uji Keselarasan Distribusi menggunakan metode Smirnov-Kolmogorov.
8. Perhitungan hujan efektif
9. Perhitungan distribusi hujan jam-jaman menggunakan metode ABM (*Alternating Block Method*)
10. Perhitungan debit banjir rencana berbagai kala ulang menggunakan metode HSS (hidrograf satuan sintesis) ITB I.



(Sumber: Konsultan Cv. Majapahit [22])

Gambar 1. Peta DAS Tritis Kabupaten Sragen

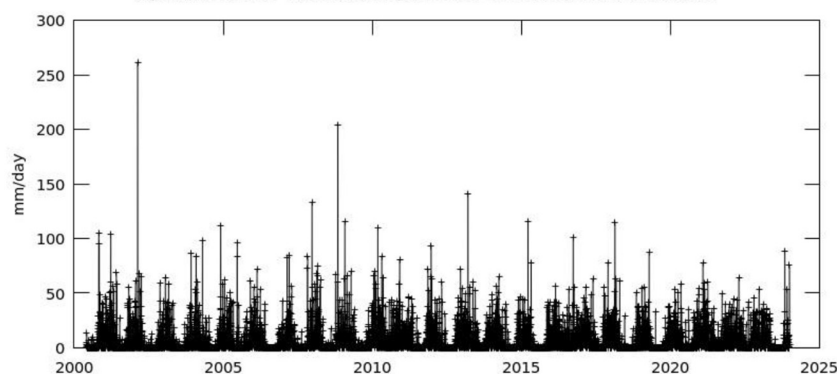
4. PEMBAHASAN

Analisis Data Hujan

Data curah hujan akan dianalisa untuk mendapatkan curah hujan rencana yang merupakan salah satu parameter yang digunakan untuk menghitung debit banjir rencana. Data curah hujan yang digunakan biasanya diambil dari stasiun hujan terdekat dari lokasi. Namun, karena keterbatasan ketersediaan stasiun pengukur hujan permukaan dan rendahnya aksesibilitas untuk memperoleh data curah hujan, maka diperlukan alternatif lain untuk memperoleh data curah hujan, salah satu alternatifnya yaitu dengan menggunakan data curah hujan satelit GPM (*Global Precipitation Measurement*). Analisis data hujan penelitian ini menggunakan data hujan GPM dengan panjang data dari Januari 2000 sampai dengan Desember 2023 (Kurang lebih 24 tahun).

Berdasarkan data grid yang ditentukan, selanjutnya mengunduh data GPM melalui website Giovanni Nasa (<https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/>).

Time Series, Area-Averaged of Daily mean precipitation rate (combined microwave-IR) estimate - Final Run daily 0.1 deg. [GPM GPM_3IMERGDF v07] mm/day over 2000-06-01 - 2023-12-31, Region 111.0014E, 7.5995S, 111.0989E, 7.4979S



- The user-selected region was defined by 111.0014E, 7.5995S, 111.0989E, 7.4979S. The data grid also limits the analyzable region to the this point: 111.05E, 7.55S. This analyzable region indicates the spatial limits of the subsetting granules that went into making this visualization result.

Gambar 2. Tampilan data yang sudah siap di unduh dari aplikasi Giovani Nasa

Hasil pengolahan data hujan yang telah di unduh dapat menggunakan microsoft excel dapat menggunakan fungsi pivot table atau dengan fungsi – fungsi lainnya. Hasil pengolahan data hujan dengan Microsoft excel adalah sebagai berikut.

Tabel 2. Curah Hujan Maksimum Tahunan GPM

No	Tahun	Hujan Maksimum (mm)	Jumlah Hujan (mm)	No	Tahun	Hujan Maksimum (mm)	Jumlah Hujan (mm)
1	2000	104,55	998,64	13	2012	71,59	2035,19
2	2001	103,43	2722,70	14	2013	141,61	2478,30
3	2002	261,25	2206,42	15	2014	64,81	2139,09
4	2003	85,88	2053,80	16	2015	115,02	1961,62
5	2004	111,76	2159,47	17	2016	100,55	2797,47
6	2005	96,03	2269,87	18	2017	77,45	2570,69
7	2006	71,88	1829,78	19	2018	114,67	1933,84
8	2007	133,39	2180,38	20	2019	86,82	1856,62
9	2008	204,22	2664,54	21	2020	58,26	2533,37
10	2009	115,05	2038,01	22	2021	78,06	2808,55
11	2010	109,25	3794,75	23	2022	63,78	2688,31
12	2011	92,72	2257,46	24	2023	87,92	1945,05

Berdasarkan hasil analisis statistik yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa data hujan GPM Tritis dapat digunakan untuk analisis selanjutnya karena telah memenuhi semua kriteria dari pengujian statistik yang dilakukan.

Karakteristik DAS

Batas dan Luasan DAS merupakan salah satu faktor penting yang digunakan untuk keperluan perhitungan debit banjir rencana dengan menggunakan data curah hujan. Dasar pembuatan DAS adalah peta Rupa Bumi berkontur. Berdasarkan DAS yang dibuat oleh konsultan CV. Majapahit, luasan DAS Tritis dengan tinjauan titik kontrol bendung Tritis memiliki luas 31,15 km² dengan panjang sungai 8,12 km.

Berdasarkan ciri fisik dari DAS yang diteliti serta ketersediaan data, maka serangkaian analisis debit banjir yang dirancang dalam studi ini akan dianalisis berdasarkan sebagai berikut.

1. Penyediaan seri data hujan harian yang cukup satelit GPM yang akan digunakan dalam analisa debit banjir rancangan.
2. Melengkapi, menguji dan mengoreksi data bila diperlukan.
3. Menentukan curah hujan daerah dan memilih nilai terbesar tiap tahunnya.
4. Melakukan analisis distribusi frekuensi dengan menggunakan metode yang sesuai karakteristik data untuk mendapatkan curah hujan rancangan.
5. Menentukan curah hujan netto dan distribusi jam-jamannya.
6. Menganalisa hidrograf satuan.

Analisis Hujan Rencana

Analisis hujan rencana menggunakan perhitungan distribusi frekuensi dengan cara pengukuran dispersi statistik. Hasil pengukuran dispersi pada data curah hujan maksimum yaitu jumlah sebesar 2445,420 mm, rata-rata sebesar 106,323 mm, standar deviasi (Sd) sebesar 45,283 mm, koefisien skewness (Cs) sebesar 2,161, koefisien kurtosis (Ck) sebesar 5,466, dan koefisien variasi (Cv) sebesar 2,348. Perhitungan tersebut selanjutnya digunakan untuk pemilihan uji distribusi frekuensi dan didapatkan hasil yaitu Log Pearson III. Hasil perhitungan hujan rencana dengan metode distribusi frekuensi Log Person III ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hujan Rencana Metode Distribusi Frekuensi Log Pearson III

Kala ulang (tahun)	LogXr (mm)	K	SLogX (mm)	LogXt (mm)	Xt (mm)
5	1,998	0,758	0,152	2,113	129,713
10	1,998	1,340	0,152	2,201	158,995
25	1,998	2,043	0,152	2,308	203,310
50	1,998	2,542	0,152	2,384	242,076
100	1,998	3,022	0,152	2,457	286,324

Berdasarkan Tabel 3. di dapatkan hasil perhitungan hujan rencana metode distribusi frekuensi Log Pearson III kala ulang 5 tahun sebesar 129,713 mm, kala ulang 10 tahun sebesar 158,995 mm, kala ulang 25 tahun sebesar 203,310 mm, kala ulang 50 tahun sebesar 242,076 mm, dan kala ulang 100 tahun sebesar 286,324 mm. Selanjutnya dilakukan pengujian keselarasan distribusi menggunakan metode Smirnov-Kolmogorov dan hasilnya didapatkan distribusi frekuensi Log Pearson III dapat diterima, dengan Dmaks sebesar 0,060 lebih kecil daripada Dkritis sebesar 0,269.

Distribusi Hujan Jam-jaman dan Hujan Efektif

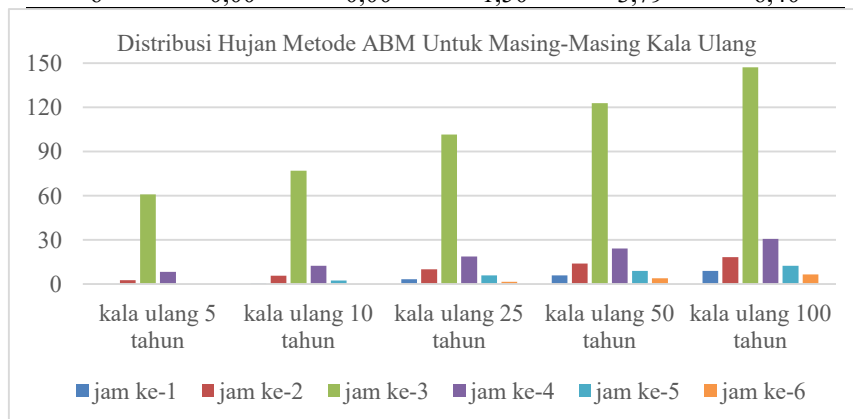
Parameter DAS pada bending Tritis meliputi beda tinggi hulu-hilir DAS sebesar 73,80 m, panjang sungai utama (L) sebesar 8,12 km, waktu konsentrasi (tc) sebesar 2,03 jam, dan luas DAS (A) sebesar 31,15 km². Distribusi hujan jam-jaman pada penelitian ini ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Intensitas Hujan Untuk Masing-Masing Kala Ulang

Durasi Hujan (jam)	Intensitas Hujan (mm/jam)				
	T = 5 tahun	T = 10 tahun	T = 25 tahun	T = 50 tahun	T = 100 tahun
1	44,97	55,12	70,48	83,92	99,26
2	28,33	34,72	44,40	52,87	62,53
3	21,62	26,50	33,89	40,35	47,72
4	17,85	21,87	27,97	33,30	39,39
5	15,38	18,85	24,11	28,70	33,95
6	13,62	16,69	21,35	25,42	30,06

Tabel 5. Distribusi Hujan Metode ABM Untuk Masing-Masing Kala Ulang

Durasi Hujan (jam)	Distribusi Hujan (mm)				
	T = 5 tahun	T = 10 tahun	T = 25 tahun	T = 50 tahun	T = 100 tahun
1	0,00	0,24	3,23	5,84	8,83
2	2,53	5,47	9,91	13,80	18,24
3	60,90	77,01	101,40	122,73	147,08
4	8,07	12,26	18,59	24,14	30,47
5	0,00	2,21	5,75	8,85	12,38
6	0,00	0,00	1,50	3,79	6,40



Gambar 3. Distribusi Hujan Metode ABM Untuk Masing-Masing Kala Ulang

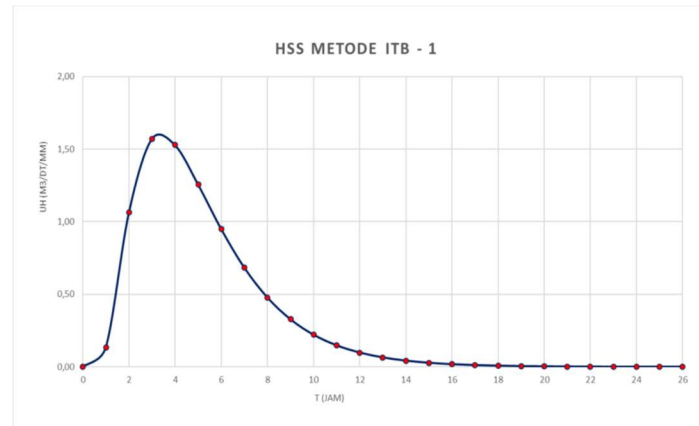
Analisis Banjir Rencana

Analisis banjir rencana bendung Tritis menggunakan metode HSS ITB I untuk mengalihragamkan hujan rencana menjadi debit banjir rencana, tahapannya sebagai berikut.

1. Perhitungan Ordinat HSS ITB I

Parameter yang digunakan dalam perhitungan ordinat HSS ITB I sebagai berikut.

Luas DAS (A)	= 31,15 km ²
Panjang Sungai Utama (L)	= 8,12 km
Tinggi hujan (R)	= 1 mm
Durasi hujan (Tr)	= 1 jam
Koefisien Kalibrasi Waktu (Ct)	= 1,00
Time Lag (TL) = $Ct * 0.81225 L^{0.6}$ (Standar)	= 2,854 jam
Lama hujan efektif (te) = TL/5,5	= 0,519 jam
Waktu puncak (Tp), karena $te < Tr$ maka $TL + 0,5Tr$	= 3,3538 jam
Waktu Dasar (Tb) = $(8/3) Tp$	= 3 jam
Koefisien Puncak (Cp)	= 1,00
Alpha (α)	= 1,50
$Qp = (R * ADAS) / (3.6 * Tp * AHSS)$	= 1,601 m ³ /s

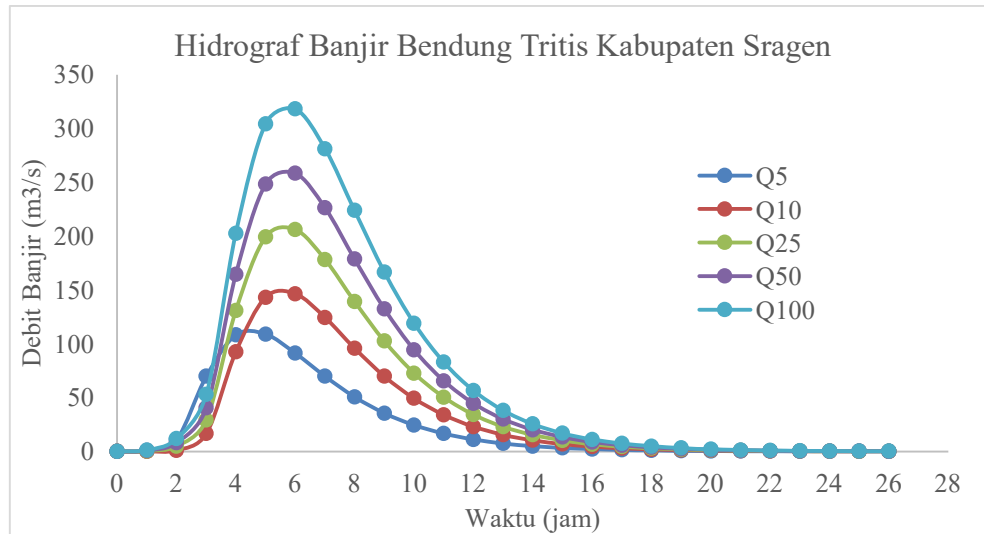


Gambar 4. HSS ITB I

2. Perhitungan aliran dasar (*baseflow*)
Debit aliran dasar menggunakan metode *straight line* sebesar 0,134 m³/s.
3. Perhitungan hidrograf banjir rencana untuk masing-masing kala ulang
Hasil perhitungan hidrograf banjir rencana dengan menggunakan metode ITB I pada masing masing kala ulang adalah sebagai berikut.

Tabel 6. Hidrograf Banjir Rencana Untuk Masing-Masing Kala Ulang

Jam	HS (m ³ /s)	BF (m ³ /s)	Q ₅ (m ³ /s)	Q ₁₀ (m ³ /s)	Q ₂₅ (m ³ /s)	Q ₅₀ (m ³ /s)	Q ₁₀₀ (m ³ /s)
0	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	0,134	0,134	0,47	0,17	0,57	0,92	1,32
2	1,063	0,134	11,00	1,12	4,90	8,20	11,97
3	1,572	0,134	69,91	16,67	29,37	40,48	53,16
4	1,528	0,134	108,28	92,58	130,91	164,44	202,71
5	1,257	0,134	109,05	143,14	199,23	248,30	304,31
6	0,950	0,134	91,38	146,53	206,15	258,44	318,12
7	0,685	0,134	69,86	124,47	178,23	226,29	281,15
8	0,479	0,134	50,71	95,94	139,32	178,80	223,86
9	0,328	0,134	35,66	69,99	102,57	132,55	166,77
10	0,222	0,134	24,56	49,36	72,76	94,45	119,20
11	0,149	0,134	16,68	34,06	50,39	65,59	82,95
12	0,099	0,134	11,23	23,16	34,33	44,78	56,69
13	0,065	0,134	7,51	15,58	23,13	30,20	38,27
14	0,043	0,134	5,01	10,42	15,46	20,20	25,60
15	0,028	0,134	3,34	6,93	10,28	13,43	17,02
16	0,018	0,134	2,24	4,61	6,82	8,90	11,27
17	0,012	0,134	1,51	3,07	4,52	5,89	7,45
18	0,008	0,134	1,03	2,05	3,00	3,90	4,92
19	0,005	0,134	0,72	1,38	2,00	2,59	3,26
20	0,003	0,134	0,51	0,95	1,35	1,73	2,17
21	0,002	0,134	0,38	0,66	0,92	1,17	1,45
22	0,001	0,134	0,29	0,48	0,65	0,81	0,99
23	0,001	0,134	0,24	0,36	0,47	0,57	0,69
24	0,001	0,134	0,20	0,28	0,35	0,42	0,49
25	0,000	0,134	0,18	0,23	0,27	0,32	0,37
26	0,000	0,134	0,16	0,19	0,22	0,25	0,28



Gambar 5. Hidrograf Banjir Rencana DTA Tritis Untuk Masing-Masing Kala Ulang

Hasil analisis debit banjir rencana Bendung Tritis menggunakan metode HSS ITB I pada kala ulang 5 tahun sebesar 109,03 m³/detik, kala ulang 10 tahun sebesar 146,50 m³/detik, kala ulang 25 tahun sebesar 206,12 m³/detik, kala ulang 50 tahun sebesar 258,41 m³/detik, dan kala ulang 100 tahun sebesar 318,09 m³/detik.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Hasil analisis statistik pada data hujan GPM Tritis telah memenuhi semua kriteria dari pengujian statistik yang dilakukan (layak).
2. Hasil analisis hujan rencana menggunakan metode distribusi frekuensi Log Pearson III kala ulang 50 tahun sebesar 242,076 mm dan kala ulang 100 tahun sebesar 286,324 mm
3. Hasil analisis debit banjir rencana Bendung Tritis Kabupaten Sragen menggunakan metode HSS ITB I pada kala 50 tahun sebesar 258,41 m³/detik dan kala ulang 100 tahun sebesar 318,09 m³/detik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pramesti Andalas Sari, *ANALISIS BANJIR TAHUNAN DAS ALANG*. Surakarta: PROGRAM DIPLOMA III TEKNIK SIPIL JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SEBELAS MARET SURAKARTA, 2013.
- [2] V. W. Andiese, "PENGUJIAN METODE HIDROGRAF SATUAN SINTETIK GAMA I DALAM ANALISIS DEBIT BANJIR RANCANGAN DAS BANGGA," *Majalah Ilmiah Mektek*, vol. XIV, no. NO. 1, Jan. 2012.
- [3] Kementerian PU Dirjen SDA, *Standar Perencanaan Irigasi Kriteria Bagian Bangunan Utama KP-02*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, 2013.
- [4] Anonim, "Konservasi Daerah Aliran Sungai," <https://konservasidas.fkt.ugm.ac.id/2016/09/10/daerah-aliran-sungai/>.
- [5] A. N. NEGORO and H. PRAMAWAN, "PERENCANAAN TEKNIS EMBUNG SILANDAK SEBAGAI PENGENDALI BANJIR KALI SILANDAK SEMARANG," Semarang, 2008.
- [6] N. Helda *et al.*, "Evaluasi Data Satelit GPM (Global Precipitation Measurement) pada DAS Kemuning di Banjarbaru, Kalimantan Selatan," *Borneo Engineering: Jurnal Teknik Sipil*, vol. 9, no. 1, pp. 1–13, Apr. 2025, [Online]. Available: <https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/>
- [7] R. Vernimmen, *Evaluation and Bias Correction of Satellite Rainfall Data For Drought Monitoring in Indonesia. Hydrology and Earth System Sciences*. 2011.
- [8] Kementerian PUPR Dirjen SDA, "Modul 1 Analisis Curah Hujan. Bimbingan Teknik Analisis Debit Banjir Desain Dengan Menggunakan Data Hujan Satelit," Jakarta, Jun. 2022.
- [9] B. Apriliansyah, H. Suprijanto, and M. Taufiq, "PEMODELAN AWAL PERENCANAAN BENDUNG GERAK KARANGTALUN DENGAN HEC-RAS," Malang, 2014.
- [10] S. Marsudi and R. D. Lufira, *Morfologi Sungai*. Cv. Ae Media Grafika, 2021.

- [11] G. Mahendra, "Analisi Hujan Rencana Tahunan Metode Gumbel," Fakultas Kehutanan UGM. Accessed: Jun. 15, 2025. [Online]. Available: <https://konservasidas.fkt.ugm.ac.id/2020/12/14/analisi-hujan-rencana-tahunan-metode-gumbel/>
- [12] B. Triatmodjo, *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset, 2010.
- [13] B. Rafikah Zaki, Y. Lilis Handayani, and M. Fauzi, "POLA DISTRIBUSI HUJAN KOTA PEKANBARU BERDASARKAN DATA SATELIT TRMM JAXA," *Jom FTEKNIK*, vol. 5, no. 1, Jun. 2018.
- [14] B. Triatmodjo, *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset, 2010.
- [15] Indarto, *Dasar Teori Dan Contoh Aplikasi Model Hidrologi*. Jakarta: Bumi Aksara, 2010.
- [16] R. Brodie and S. Hostetler, *An overview of tools for assessing groundwater-surface water connectivity*. Canberra: Bureau of Rural Sciences. ross.s.brodie@brs.gov.au, 2007.
- [17] R. K. Linsley, Kohler M.A., Paulhus J.L.H., and Wallace J.S., *Hydrology for engineers*. New York: McGraw Hill, 1958.
- [18] D. F. Welkis, D. Harisuseno, and S. Wahyuni, "Pemodelan Debit dengan Data Curah Hujan dari Rain Gauges dan Data TRMM pada DAS Temef di Pulau Timor - NTT," *Jurnal Teknik Sumber Daya Air*, vol. 2, no. 1, pp. 35–46, Jul. 2022, doi: 10.56860/jtsda.v2i1.30.
- [19] F. D. A.-I. Sembiring, D. Indriana K., and D. J. Winarno, "Analisis Perbandingan Hidrograf Satuan Sintetik Gama I dan SCS (HEC-HMS) dengan Hidrograf Satuan Terukur di Sungai Way Besai," *JRSDD*, vol. 1, no. 1, pp. 103–112, Mar. 2019.
- [20] D. K. Natakusumah, "ITB Synthetic Unit Hydrograph Method with Exact and Numerical Peak Discharge Factor (Kp) and Normalized Unit Rainfall Duration (Tr)," *MEDIA KOMUNIKASI TEKNIK SIPIL*, vol. 30, no. 1, pp. 144–156, Sep. 2024, doi: 10.14710/mkts.v30i1.55820.
- [21] D. S. Krisnayanti, K. V. D. Ihut, and T. M. W. Sir, "Analisis Debit Banjir Rancangan dengan Metode HSS ITB-1, HSS ITB-2 dan HSS Gama-1 pada DAS Temef," *Jurnal Teknik Sipil*, vol. 10, no. 1, Apr. 2021.
- [22] CV Majapahit, "Diskusi Antara Rehabilitasi Bendung Tritis Kabupaten Sragen," Sragen, 2023.