

ANALISIS HIDROLOGI METODE HIDROGRAF SATUAN SINTETIS SNYDER UNTUK WILAYAH DAERAH ALIRAN SUNGAI TAYAN

Syarifah Melly Maulina,S.T.,M.T.,¹⁾, Ranty Christiana,S.T.,M.T.,²⁾

^{1,2)}Program Studi Teknik Sipil/Fakultas Teknik, Universitas Panca Bhakti

*Koresponden email : mell.maulina@upb.ac.id

Diterima: 25 Maret 2022

Disetujui: 20 April 2022

ABSTRACT

Tayan River is a tributary of the Kapuas watershed, which is located in Tayan Hilir District, Sanggau Regency, West Kalimantan. The wide-type watershed has tributaries that concentrate radially to a point so that large floods often occur at the meeting point of the tributaries. Therefore, it is necessary to conduct research on peak discharge analysis in the Tayan River watershed using the Synthetic Unit Hydrograph (HSS) Snyder approach. This research was conducted to determine the magnitude of the peak discharge in the Tayan River. The results showed the magnitude of the planned flood discharge using the Snyder method on the Tayan River in the periods of 2, 5, 10, 25, 50, 100, respectively, namely 221,608 m³/s, 311,221 m³/s, 363.441 m³/s, 435,545 m³/s, 489,568 m³/s and 543,747 m³/s..

Keywords: Tayan River, HSS Snyder, flood, river, peak discharge

ABSTRAK

Sungai Tayan merupakan satu anak sungai dari DAS Kapuas yang terletak di Kecamatan Tayan Hilir Kabupaten Sanggau Kalimantan Barat. DAS tipe melebar memiliki anak-anak sungai yang berkonsentrasi ke suatu titik secara radial sehingga banjir besar sering terjadi di titik pertemuan anak-anak sungai. Maka perlu diadakan penelitian analisis debit puncak pada DAS Sungai Tayan dengan menggunakan pendekatan metode Hidrograf Satuan Sintetis (HSS) Snyder. Penelitian ini dilakukan adalah untuk mengetahui besarnya debit puncak di Sungai Tayan. Hasil penelitian menunjukkan besarnya debit banjir rencana menggunakan metode Snyder pada Sungai Tayan pada periode 2, 5, 10, 25, 50, 100 secara berturut-turut yaitu 221,608 m³/detik, 311,221 m³/detik, 363,441 m³/detik, 435,545 m³/detik, 489,568 m³/detik dan 543,747 m³/detik.

Kata Kunci: Sungai Tayan, HSS Snyder, banjir, sungai, debit puncak

PENDAHULUAN

Sungai Tayan merupakan satu anak sungai dari DAS Kapuas yang terletak di Kecamatan Tayan Hilir Kabupaten Sanggau Kalimantan Barat. Luas DAS Tayan adalah 1969,710 km² dengan panjang sungai utamanya 61,87 km. DAS Tayan berbentuk melebar (*converging shape*). DAS tipe melebar memiliki anak-anak sungai yang berkonsentrasi ke suatu titik secara radial sehingga banjir besar sering terjadi di titik pertemuan anak-anak sungai.

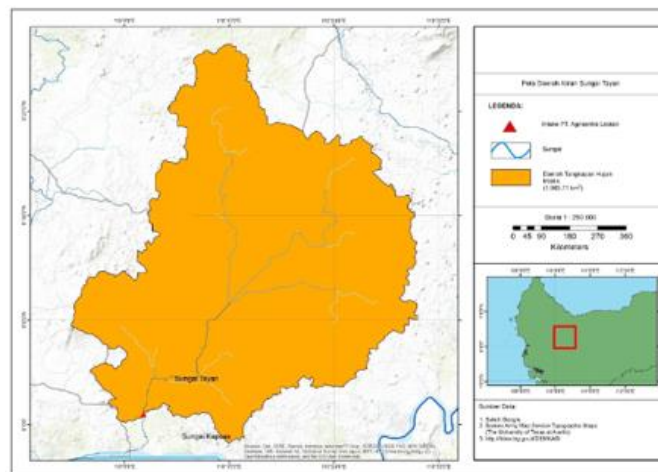
Berdasarkan permasalahan banjir yang ada, maka perlu diadakan penelitian analisis debit puncak pada DAS Sungai Tayan dengan menggunakan pendekatan metode Hidrograf Satuan Sintetis (HSS). Hidrograf aliran adalah bagian yang sangat penting untuk mengatasi masalah-masalah yang berkaitan dengan banjir dan ketersediaan air karena hidrograf aliran dapat menggambarkan suatu distribusi waktu dari aliran sungai dan dapat menentukan bentuk daerah aliran sungai [1].

Analisa debit banjir digunakan untuk menentukan besarnya debit banjir rencana pada suatu DAS. Debit banjir rencana merupakan debit maksimum rencana di sungai atau saluran alamiah dengan periode ulang tertentu yang dapat dialirkan tanpa membahayakan lingkungan sekitar dan stabilitas sungai [2]. Dalam perencanaan bangunan air, salah satu parameter disain yang sangat penting adalah besaran debit banjir kala ulang tertentu [3]. Hasil dari penelitian ini dapat membantu dalam melakukan evakuasi untuk mengurangi korban jiwa dan kerugian akibat bencana banjir serta diharapkan menjadi acuan dalam perbaikan (rekonstruksi) penampang sungai yang kemungkinan terjadi banjir.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Tempat penelitian ini dilakukan di DAS Sungai Tayan di kecamatan Tayan Hilir, Kabupaten Sanggau, Kalimantan Barat, Indonesia.



Gambar 1. Peta Wilayah Penelitian (DAS Sungai Tayan)

Dalam studi ini akan diamati mengenai daerah Sungai Tayan. Sungai Tayan merupakan anak sungai Kapuas menjadi salah satu jalur transportasi air bagi warga yang berada di daerah aliran Sungai (DAS) Tayan. Lokasi yang menjadi objek penelitian dapat dilihat dalam gambar 1.

Pengumpulan Data

Untuk yang melakukan penelitian ini, penulis mengumpulkan data– data yang dipakai untuk melakukan analisa dan perhitungan pada penelitian ini didapat dari beberapa sumber, antara lain :

a. Pengumpulan Data Sekunder

Data sekunder diperoleh dari instansi terkait yaitu Balai Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika Balai Wilayah Sungai Kalimantan I (Unit Hidrologi) dan instansi terkait lainnya.

Tabel 1. Pengumpulan Data Sekunder

Data	Instansi
Peta Wilayah Penelitian	Balai Wilayah Sungai Kalimantan I
Data Curah Hujan	BMKG Kalimantan Barat

b. Pengumpulan Data Primer

Data primer diperoleh dengan cara survei langsung di lapangan. Survei yang dilakukan antara lain:

Tabel 2. Pengumpulan Data Primer

Data	Fungsi
Wawancara dan Observasi	Wawancara : menambah informasi atau kebenaran pada suatu objek
	Observasi : pengamatan di lapangan tentang suatu objek
Foto dan Dokumentasi	Mengetahui situasi dan kondisi di lapangan

Teknik Analisis Data

Tahap analisis merupakan tindak lanjut setelah pengolahan data selesai dilakukan. Tujuan dari tahap ini adalah untuk memahami dan menganalisis hasil pengolahan secara mendalam dengan analisa hidrologi. Tahap analisa data yang diperlu dilakukan dalam penelitian ini adalah [4] :

Analisis Hujan Rencana

Hujan rencana merupakan kemungkinan tinggi hujan yang terjadi dalam kala ulang tertentu sebagai hasil dari suatu rangkaian analisis hidrologi yang biasa disebut analisis frekuensi. Secara sistematis metode analisis frekuensi perhitungan hujan rencana ini dilakukan berurutan sebagai berikut.

- Parameter Statistik
- Pemilihan Jenis Metode
- Uji kebenaran Sebaran
- Perhitungan Hujan Rencana

Pengujian Distribusi

Masing-masing distribusi memiliki sifatsifat khas sehingga setiap data hidrologi harus diuji kesesuaiannya dengan sifat statistik masing-masing distribusi tersebut. Ada dua jenis uji keselarasan (*Goodness of Fit Test*), yaitu uji keselarasan Chi Square dan Smirnov Kolmogorof. Pada tes ini biasanya yang diamati adalah nilai hasil perhitungan yang diharapkan.

Pola Agihan Hujan

Pencatatan hujan biasanya dilakukan dalam satuan waktu harian, jam-jaman atau menit. Pencatatan biasanya dilakukan dengan interval waktu pendek supaya distribusi hujan selama terjadinya hujan dapat diketahui. Distribusi hujan yang terjadi digunakan sebagai masuk untuk mendapatkan hidrograf aliran. Dalam studi ini untuk menentukan pola agihan hujan secara empiris digunakan cara Modified Mononobe, dikarenakan tidak tersedia data hujan durasi pendek (jam-jaman).

Penyesuaian Model HSS Snyder

Untuk menyesuaikan dengan karakteristik di lokasi penelitian, parameter-parameter yang dipakai mengacu pada parameter yang digunakan oleh Snyder untuk membuat model HSS Snyder. Pemodelan ini dilakukan dengan menggunakan model statistika regresi yang mencari hubungan antara unsur-unsur hidrograf satuan (waktu puncak, debit puncak, dan waktu dasar) dengan karakteristik dari DAS yang diteliti (A, L, Lc, S, dan karakteristik lain yang diduga berhubungan erat dengan unsur-unsur hidrograf satuan) [5].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Debit Sungai Eksisting

Berdasarkan penelitian yang dilakukan pada Sungai Tayan telah didapat data-data lapangan yaitu berupa lebar, kedalaman, kecepatan, serta luas. Semua data yang didapat akan digunakan untuk menghitung debit lapangan. Penelitian ini menggunakan alat current meter sebagai alat ukur kecepatan. Debit pengukuran rerata untuk penampang sungai di elevasi normal adalah $0,55 \text{ m/s} \times 470,57 = 258,81 \text{ m}^3/\text{s}$. Berdasarkan pengukuran di lapangan bahwa jumlah kecepatan aliran dari hasil pengukuran di lapangan yaitu $0,55 \text{ m/dtk}$ untuk luasnya adalah $655,54 \text{ m}^2$ sehingga menghasilkan debit aliran sebesar $360,55 \text{ m}^3/\text{dtk}$.

Tabel 3. Debit Aliran Sungai Tayan

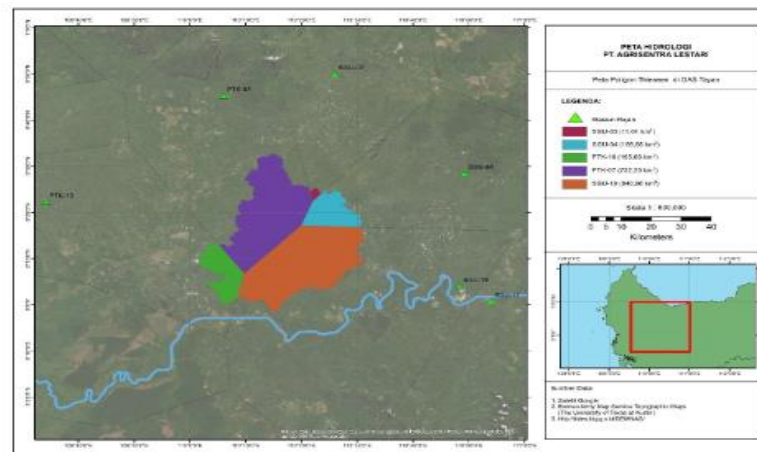
H (m)	Vukur	A (m ²)	Qukur (m ³ /detik)	P (m)	R (m)	Vmanning	Qmanning (m ³ /detik)
11	0,55	318,82	175,35	115,01	2,77	0,44	139,81
12	0,55	354,24	194,83	129,48	2,74	0,43	153,99
13	0,55	470,57	258,81	141,79	3,32	0,49	232,67
14	0,55	559,32	307,63	158,39	3,53	0,52	288,23
15	0,55	618,39	340,11	167,49	3,69	0,53	328,27
16	0,55	655,54	360,55	172,95	3,79	0,54	354,14

Berdasarkan hasil kondisi eksisting yang dihitung dengan dua macam cara diperoleh hasil yang berdekatan yaitu pada kedalaman 16 didapatkan debit ukur yaitu $360,55 \text{ m}^3/\text{detik}$ sedangkan debit menggunakan rumus Manning yaitu $354,14 \text{ m}^3/\text{detik}$. Hasil debit yang diperoleh dari kecepatan hasil pengukuran lebih tinggi daripada hasil hitungan dengan menggunakan rumus Manning. Dari hasil tersebut, diperoleh kondisi surut muka air di sungai 11 m dengan debit aliran $175,35 \text{ m}^3/\text{detik}$, sedangkan kondisi banjir dengan muka air setinggi tebing dan tidak melimpas (*bankfull discharge*) dengan debit aliran $354,14 \text{ m}^3/\text{detik}$.

Untuk mengantisipasi perubahan iklim, sesuai dengan kriteria perencanaan nomor 01 tahun 2013, maka debit surut (debit minimum) dan debit banjir akan dikoreksi dengan mengurangi sebesar 15% untuk debit minimum dan menambahkan sebesar 20% untuk debit banjir. Sehingga debit minimum di Sungai Tayan $149,05 \text{ m}^3/\text{detik}$ dan debit maksimum yaitu $424,96 \text{ m}^3/\text{detik}$.

Pemeriksaan Data Curah Hujan dan Iklim

Data curah hujan diolah untuk mendapatkan curah hujan rencana. Data curah hujan bersumber dari stasiun hujan yang letaknya berdekatan dengan wilayah studi. Data dari sebuah stasiun dianggap mewakili luasan tertentu. Stasiun hujan di sekitar DAS Tayan adalah SGU-03, SGU-04, SGU-19, PTK-07 dan PTK-10 dengan total stasiun hujan sebanyak 5 buah.



Gambar 2. Poligon Thiessen DAS Tayan untuk Stasiun Hujan

Curah Hujan dan Data Iklim Rerata

Hujan yang terjadi dapat merata di seluruh kawasan yang luas atau terjadi hanya bersifat setempat. Hujan bersifat setempat artinya ketebalan hujan yang diukur dari suatu pos hujan belum tentu dapat mewakili hujan untuk kawasan yang lebih luas, kecuali hanya untuk lokasi di sekitar pos hujan itu. Peluang hujan pada intensitas tertentu dari suatu lokasi satu ke lokasi yang lain dapat berbeda-beda.

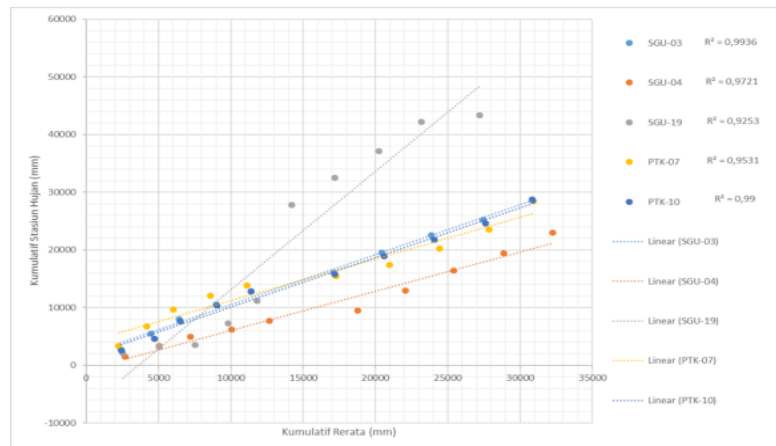
Tabel 4. Luas Cakupan Thiessen Masing-Masing Stasiun Hujan di DAS Tayan

No.	Stasiun	Luas (km ²)
1	SGU – 03	11,01
2	SGU - 04	189,88
3	SGU - 19	840,96
4	PTK-07	732,2
5	PTK-10	195,66
	Jumlah	1969,71

Selanjutnya diperoleh data hari hujan, curah hujan maksimum, jumlah curah hujan dari stasiun di atas tahun 2011 – 2020. Hasil perhitungan mendapatkan nilai rancangan sebesar 1969,71 km².

Uji Konsistensi Data Curah Hujan Rerata

Perubahan lokasi stasiun hujan atau perubahan prosedur pengukuran dapat memberikan pengaruh yang cukup besar terhadap jumlah hujan yang terukur, sehingga dapat menyebabkan terjadinya kesalahan. Konsistensi dari pencatatan hujan diperiksa dengan metode kurva massa ganda (*double mass curve*). Metode ini membandingkan hujan tahunan kumulatif di stasiun y terhadap stasiun referensi x [6]. Stasiun referensi biasanya adalah nilai rerata dari beberapa stasiun di dekatnya. Nilai kumulatif tersebut digambarkan pada sistem koordinat kartesian x-y, dan kurva yang terbentuk diperiksa untuk melihat perubahan kemiringan (*trend*).



Gambar 3. Trend pada Analisis Kurva Massa Ganda

Terlihat pada Gambar 3, nilai R^2 Trend pada Analisis Kurva Massa Ganda = 0,9668 maka trend data curah hujan pada analisa hidrologi ini dapat dikatakan konsisten karena hampir mendekati nilai 1.

Analisis Pengujian Metode Distribusi (Deskriptor Statistik)

Pengujian metode distribusi merupakan pengujian terhadap besaran statistik data (nilai koefisien kurtosis, nilai koefisien skewness nilai koefisien variasi), yang akan dibandingkan dengan nilai tabel untuk dilihat/dibandingkan apakah data yang digunakan mendekati parameter statistik acuan yang telah ditentukan dari salah satu metode yang ada atau tidak.

Uji parameter statistik dilakukan dengan membandingkan nilai parameter statistik hitung dengan tetapan dari tabel nilai acuan deskriptor statistik dari beberapa metode. Pengujian hasil perhitungan nilai parameter statistik Ck dan Cs dengan metode Normal dan Gumbel Tipe I, dapat langsung menggunakan tabel tersebut. Pengujian hasil perhitungan nilai parameter statistik Cv metode Normal dan Gumbel Tipe I menggunakan perbandingan standar deviasi (s) dengan nilai rata-rata data hujan (V).

Tabel 5. Nilai Syarat Deskriptor Statistik untuk Masing-masing Metode

Syarat	Normal	Gumbel Tipe I	Log Pearson Tipe III	Log Normal 2 Parameter	Log Normal 3 Parameter
Cs	-0	$\leq 1,1396$	$\neq 0$	$\leq 0,1868$	$\leq 0,7$
Ck	≤ 3	$\leq 5,4002$		$\leq 3,0598$	$\leq 3,8$

Tabel 6. Nilai Deskriptor Hasil Perhitungan untuk Metode Normal, Gumbel Tipe I, Log Pearson Tipe III, Log Normal 2 Parameter dan Log Normal 3 Parameter

Syarat	Normal	Gumbel Tipe I	Log Pearson Tipe III	Log Normal 2 Parameter	Log Normal 3 Parameter
Cs	0,54	0,54	0,27	0,27	0,27
Ck	-1,31	-1,31	-1,86	-1,86	-1,86

Tabel 7. Syarat Pengambilan Metode dari Perhitungan Deskriptor Statistik Masing-masing Metode

Syarat	Normal	Gumbel Tipe I	Log Pearson Tipe III	Log Normal 2 Parameter	Log Normal 3 Parameter
Cs	Tidak Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi	Tidak Memenuhi	Memenuhi
Ck	Memenuhi	Memenuhi	-	Memenuhi	Memenuhi

Hasil pengujian deskriptor statistik terlihat bahwa metode **Gumbel Tipe I**, **Log Pearson III** dan **Log Normal 3 Parameter** memenuhi. Penggunaan metode akan dibantu dengan analisis kecocokan menggunakan metode Chi Kuadrat untuk metode **Gumbel Tipe I**, **Log Pearson III**, dan **Log Normal 3 Parameter**. Dari jenis sebaran yang telah memenuhi syarat tersebut perlu diuji kecocokan sebarannya dengan beberapa metode. Hasil uji kecocokan sebaran menunjukkan distribusinya dapat diterima atau tidak.

Analisis Pengujian Metode Distribusi (Uji Chi Kuadrat)

Uji Chi-Kuadrat (χ^2) dilakukan dengan membagi data pengamatan menjadi beberapa sub-bagian pengamatan dengan interval peluang tertentu, sesuai dengan pengguna inginkan. Kemudian peluang yang telah ditentukan tersebut dikompilasi dengan persamaan garis lurus dari distribusi yang diuji. Maka dari analisis pengujian metode chi kuadrat diperoleh nilai derajat kepercayaan sebagai berikut :

Tabel 8. Interpolasi Derajat Kepercayaan 70%

Dk	Derajat Kepercayaan		
	0,95	0,7	0,05
1	0,00393	1,070	3,841
2	0,103	1,739	5,991

Curah Hujan Rencana

Curah hujan rencana yang digunakan untuk menghitung debit banjir adalah curah hujan maksimum 1 harian dengan periode ulang tertentu. Data curah hujan 1 harian maksimum tahunan diperoleh dari data curah hujan tahun 2011-2020. Besarnya curah hujan rencana diperoleh melalui metode distribusi frekuensi **Log Pearson III** yang mana dari metode tersebut digunakan untuk mencari periode ulang hujan 2, 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun (R_2 , R_5 , R_{10} , R_{25} , R_{50} dan R_{100}).

Tabel 9. Curah Hujan Rencana Sungai Tayan

Periode Ulang	Log R	R (mm)
R_2	1,79	61,05
R_5	1,93	84,48
R_{10}	2,00	100,12
R_{25}	2,08	119,98
R_{50}	2,13	134,86
R_{100}	2,18	149,78

Analisis Debit Banjir Rencana

Debit (*discharge*), atau besarnya aliran sungai (*stream flow*) adalah volume aliran yang melalui suatu penampang melintang per satuan waktu. Biasanya dinyatakan dalam satuan meter kubik per detik ($m^3/detik$) atau liter per detik (L/detik). Aliran adalah pergerakan air di dalam alur sungai. Pengukuran

debit yang dilaksanakan di suatu pos duga air tujuannya terutama adalah untuk membuat lengkung debit dari pos duga air yang bersangkutan. Penelitian ini menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintetis (HSS) Snyder yaitu model dengan koefisien-koefisien empirik yang menghubungkan unsur hidrograf satuan dengan karakteristik DAS. Hal tersebut didasarkan translasi maupun tampungannya dapat dijelaskan dipengaruhi oleh sistem DAS-nya. Berikut merupakan analisis perhitungan debit banjir metode HSS Snyder.

$$\text{Luas daerah pengaliran (A)} = 1969,710 \text{ km}^2$$

$$\text{Panjang sungai utama (L)} = 61,879 \text{ km}$$

$$\text{Panjang sungai dari cek point (Lc)} = 33,3 \text{ km}$$

$$C_t = 1,40$$

$$C_p = 0,56$$

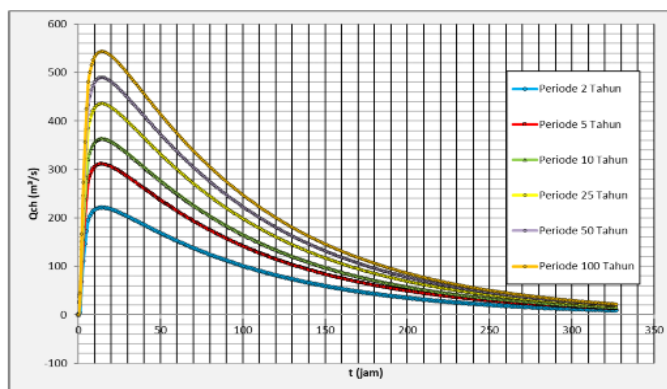
- $t_p = C_t (L \times L_c)^{0,3}$
 $= 1,4 (61,870 \times 33,310)^{0,3}$
 $= 13,815 \text{ jam}$
- $T_p = t_p + 0,5 t_r$
 $= 13,815 + 0,5 (1)$
 $= 14,315 \text{ jam}$
- $T_e = t_p / 5,5$
 $= 13,815 / 5,5$
 $= 14,315 \text{ jam}$
- $t_{p'} = t_p + 0,25(t_r - t_p)$
 $= 13,815 + 0,25(1 - 13,815)$
 $= 10,611 \text{ jam}$
- $q_p = 2,75 \frac{C_p}{t_{p'}}$
 $= 2,75 \frac{0,56}{10,611}$
 $= 0,145 \text{ L/detik}$
- $Q_p = q_p \times \frac{25,4}{1000} \times A$
 $= 0,145 \times 0,0254 \times 1969,71$
 $= 7,261 \text{ m}^3/\text{detik}$
- $\lambda = \frac{Q_p}{A} \times t_{p'}$
 $= \frac{7,261}{1969,710} \times 10,611$
 $= 0,0391$
- $\alpha = 1,32 \lambda^2 + 0,5\lambda + 0,045$
 $= 1,32 (0,0391)^2 + 0,5 (0,0391) + 0,045$
 $= 0,0391$
- $X = \frac{t}{t_p} = \frac{1}{14,315} = 0,069$
- $Y = 10^{-\alpha(1-X)^2/X} = 10^{-0,0391 \frac{(1-0,0699)^2}{0,0699}} = 0,14978$
- $Q = Y.Q_p = 0,14978 \cdot 7,261 = 1,0876$

Setelah dilakukan perhitungan debit banjir maka dilanjutkan dengan perhitungan intensitas hujan. Intensitas curah hujan adalah ketinggian curah hujan yang terjadi pada suatu kurun waktu dimana air tersebut berkonsentrasi. Intensitas curah hujan ditentukan untuk mendapatkan debit banjir rencana. Analisis intensitas curah hujan ini dapat diproses dari data curah hujan yang terjadi pada masa lampau.

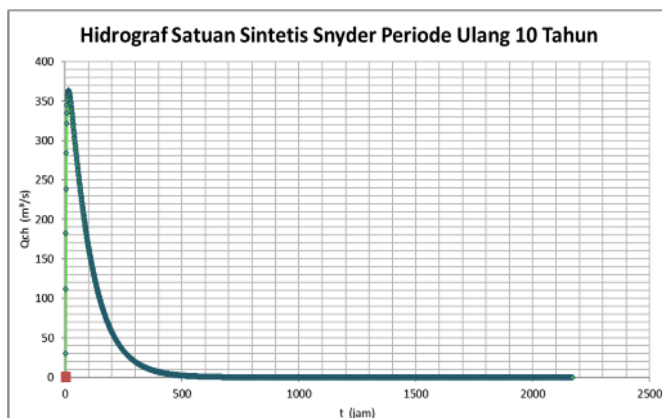
Tabel 10. Intensitas Hujan Periode Ulang Hujan Periode 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 Tahun

Jam	Distribusi %	Distribusi Curah Hujan Rencana					
		R_2	R_5	R_{10}	R_{25}	R_{50}	R_{100}
1	55,03%	16,80	23,25	27,55	33,01	37,11	41,21
2	14,30%	4,36	6,04	7,16	8,58	9,64	10,71
3	10,03%	3,06	4,24	5,02	6,02	6,76	7,51
4	7,99%	2,44	3,38	4,00	4,79	5,39	5,98
5	6,75%	2,06	2,85	3,38	4,05	4,55	5,06
6	5,90%	1,80	2,49	2,95	3,54	3,98	4,42
Curah Hujan Rencana		61,05	84,48	100,12	119,98	134,86	149,78
Koefisien Pengaliran		0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Curah Hujan Efektif		30,52	42,24	50,06	59,9	67,43	74,89

Berdasarkan hasil perhitungan curah hujan rencana maka didapatkan distribusi hujan pada periode 2, 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun berturut-turut adalah 61,05; 84,48; 100,12; 119,98; 134,86, dan 149,78. Selain itu diperoleh juga hasil analisa curah hujan efektif yang merupakan bagian hujan yang menghasilkan limpasan langsung. Dengan asumsi bahwa proses transformasi hujan menjadi limpasan langsung mengikuti proses linier dan tidak berubah oleh waktu.



Gambar 4. Hidrograf Satuan Sintetis Snyder Periode Ulang 2, 5, 10, 25, 50 dan 100 Tahun



Gambar 5. Hidrograf Satuan Sintetis Snyder Periode Ulang 10 Tahun

Debit banjir rencana dengan periode ulang 10 tahun untuk Sungai Tayan berdasarkan hasil analisis menggunakan metode HSS Snyder adalah 363,441 m³/detik. Untuk mengantisipasi perubahan iklim, sesuai dengan Kriteria Perencanaan Nomor 01 Tahun 2013, maka besar debit banjir di Sungai Tayan berdasarkan data seri akan ditambah sebesar 20% sehingga menjadi 436,129 m³/detik.

KESIMPULAN

Hasil analisa hidrologi menggunakan metode Snyder pada Sungai Tayan pada periode 2, 5, 10, 25, 50, 100 secara berturut-turut yaitu 221,608 m³/detik, 311,221 m³/detik, 363,441 m³/detik, 435,545 m³/detik, 489,568 m³/detik dan 543,747 m³/detik. Dari hasil tersebut debit terkecil yaitu 221,608 m³/detik dan debit terbesar 543,747 m³/detik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]Achmad, M. 2011. “Hidrologi Teknik”. Makassar: Universitas Hasanudin, Makassar
- [2]Asdak, C. 2014. “Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai”. Yogyakarta: Gajah Mada University Press
- [3]Soewarno, 1991. Hidrologi Pengukuran dan Pengolahan Data Aliran Sungai (Hidrometri).
- [4]Ramadhan, H., Amri K., Fauzi M. 2021. “Analisis Debit Puncak Pada Das Air Manna Bagian Hilir Menggunakan Pendekatan Metode Hidrograf Satuan Sintetis (Hss) Snyder Dan Hec-Ras 5.0.7m”. Jurnal Teknik Sipil Cendikia, Vol 2 No 2, pp. 35-50.
- [5]Suadnya, D.P., Sumarauw J., Mananoma T. 2017. “Analisis Debit Banjir dan Tinggi Muka Air Banjir Sungai Sario di Titik Kawasan Citraland”. Jurnal Sipil Statik, Vol. 5 No. 3, pp 143-150.
- [6]Bambang Triatmodjo, 2008. Hidrologi Terapan. Beta Offset. Yogyakarta.