

## **Analisis Hidrologi Penentuan Debit Banjir Bendung Tegalduren Kabupaten Purworejo**

**Agung Setiawan<sup>1</sup>, Muhamad Taufik<sup>1</sup>, Niken Ayu Larasati<sup>1\*</sup>**

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Purworejo<sup>1</sup>

Email: [larasatinikenayu14@gmail.com](mailto:larasatinikenayu14@gmail.com)

**Abstrak.** Bendung Tegalduren dibangun pada tahun 2021 terletak di Desa Pacekelan Kabupaten Purworejo. Pembangunan Bendung Tegalduren untuk membendung aliran Sungai Gesing yang terletak di Sub DAS Gesing sehingga memiliki potensi sumber daya air yang dimanfaatkan untuk kebutuhan irigasi. Bendung Tegalduren tidak memiliki pos duga air otomatis atau AWLR (*Automatic Water Level Recorder*) sebagai pengukur debit untuk memperkirakan debit banjir. Penelitian ini menganalisis debit banjir rancangan menggunakan metode Nakayasu, Snyder dan SCS menggunakan software HEC-HMS (*Hydrologic Engineering Center – Hydrologic Modelling System*) terhadap data curah hujan tahun 2018 – 2021 dan data tata guna lahan. Distribusi hujan rancangan dianalisis menggunakan metode ABM (*Alternating Block Method*) yang kemudian dijadikan data masukan dalam analisis debit banjir rancangan kala ulang 5, 10, 25 dan 50 tahun. Hasil analisis menunjukkan debit puncak dan waktu puncak banjir yang berbeda untuk masing-masing metode. Metode Nakayasu debit puncak kala ulang 50 tahun 373,31 m<sup>3</sup>/dt terjadi pada t = 2,03 jam. Metode Snyder debit puncak kala ulang 50 tahun 270,46 m<sup>3</sup>/dt terjadi pada t = 5,162 jam. Metode SCS (HEC-HMS) debit puncak kala ulang 50 tahun 332,8 m<sup>3</sup>/dt terjadi pada t = 7 jam. 1. Hal ini menunjukkan karakteristik hidrograf yang berbeda anatra metode Nakayasu, Snyder dan SCS (HEC-HMS) karena adanya parameter-parameter masukan yang berbeda pada setiap metode.

**Kata Kunci :** Debit Banjir Rancangan, Satuan Sintetik, Karakteristik Hidrograf

**Abstract.** The Tegalduren dam, built in 2021, is located in Pacekelan Village, Purworejo Regency. The construction of the Tegalduren Dam to stem the flow of the Gesing River which is located in the Gesing Watershed District has the potential to air resources that are used for irrigation needs. Tegalduren dam does not have an automatic water level recorder or AWLR (*Automatic Water Level Recorder*) as a flow meter to estimate flood discharge. This study analyzes the design of flood discharge using the Nakayasu, Snyder, and SCS methods using the HEC-HMS (*Hydrologic Engineering Center – Hydrologic Modeling System*) software for 2018-2021 rainfall data and land use data. Rain distribution analysis design uses the ABM (*Alternating Block Method*) method which is then used as data input in the analysis of the 5, 10, 25, and 50-year return design flood discharge. The results of the analysis show that the peak discharge and peak flood time are different for each method. The Nakayasu method of peak discharge at the 50-year return period of 373.31 m<sup>3</sup>/s occurred at t = 2.03 hours. The Snyder method of peak discharge at the 50-year return period of 270.46 m<sup>3</sup>/s occurred at t = 5.162 hours. SCS method (HEC-HMS) peak discharge at 50 years return period of 332.8 m<sup>3</sup>/s occurred at t = 7 hours. 1. This shows the different hydrograph characteristics between the Nakayasu, Snyder, and SCS (HEC-HMS) methods due to the different input parameters in each method.

**Keyword :** *Design Flood Discharge, The Synthetic Unit, Hydrograph Characteristics*

## 1. Pendahuluan

Bendung adalah bangunan air yang dibangun secara melintang pada suatu sungai dan dibuat untuk meninggikan muka air sehingga air sungai dapat disadap dan dialirkan secara gravitasi ke jaringan irigasi (Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, 2013). Mengingat begitu pentingnya sumber air bagi kehidupan masyarakat, maka diperlukan analisis hidrologi yang didasarkan pada data yang tersedia untuk memberikan gambaran mengenai perilaku keseimbangan air di suatu wilayah. Data tersebut dapat berupa data debit ataupun data curah hujan. Data-data tersebut selanjutnya akan digunakan untuk menghitung debit rencana sehingga pembangunan sarana dan prasarana penyediaan air akan efektif dan efisien.

Bendung Tegalduren dibangun pada tahun 2021 terletak di Desa Pacekelan, Kecamatan Purworejo, Kabupaten Purworejo. Pembangunan Bendung Tegalduren tersebut untuk membendung aliran Sungai Gesing yang terletak di Sub DAS (Daerah Aliran Sungai) Gesing sehingga memiliki potensi sangat besar yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan khususnya kebutuhan irigasi.

Bendung Tegalduren tidak memiliki pos duga air otomatis atau AWLR (Automatic Water Level Recorder) sebagai sistem pengamatan terhadap data tinggi muka air pada suatu DAS. Tidak tersedianya AWLR pada lokasi penelitian, oleh karena itu perlu adanya analisis hidrologi dengan hasil akhir berupa perkiraan debit banjir rancangan. Sehingga dapat dilakukan tindakan untuk mengantisipasi permasalahan pengendalian banjir dan sebagai dasar dalam perencanaan suatu bangunan air.

Hidrograf Satuan Sintetis (HSS) adalah metode yang tidak mempunyai alat ukur hidrometri dan kurangnya data-data DAS untuk menganalisis debit banjir pada daerah tertentu (Sri Harto, 1983). Pendekatan model yang tepat dan sesuai dengan karakteristik suatu DAS akan memberikan dampak yang hampir menyerupai besar debit sebenarnya. Terdapat beberapa metoda hidrograf satuan sintetesis yang dikembangkan seperti cara seperti HSS Nakayasu, Snyder-Alexeyev, SCS, GAMA-1, ITB, ITS-1 dan yang terbaru ITS-2 (I Gede Tunas, 2015).

## 2. Metode Penelitian

### 2.1 Pengumpulan Data

1. Data curah hujan yang bersumber dari Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Purworejo.
2. Data Sub DAS Gesing dari Dinas Lingkungan Hidup dan Perikanan Kabupaten Purworejo.
3. Peta Sub DAS Gesing berdasarkan Data DEM Nasional Kabupaten Purworejo dari Ina Geoportal dan Dibgis Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK).

### 2.2 Analisis Data

1. Curah Hujan Kawasan

Pemilihan data curah hujan dengan memilih data hujan maksimum pada stasiun hujan yang berpengaruh terhadap lokasi penelitian. Dalam analisis ini digunakan metode rerata aljabar untuk menentukan curah hujan kawasan.

2. Analisis Frekuensi

- a. Menentukan jenis distribusi hujan dengan Agihan Normal, Log-Normal, Log-Pearson III, ataupun Gumble.
  - b. Uji kesesuaian distribusi dengan Chi-Kuadrat dan Smirnov Kolmogorov.
3. Perhitungan curah hujan rancangan dengan pada kala ulang 5, 10, 25 dan 50 tahun dengan pola distribusi probabilitas terpilih.

4. Perhitungan distribusi hujan rancangan menggunakan metode *Alternating Block Method* (ABM) dengan durasi hujan selama 6 jam.
5. Perhitungan hujan efektif menggunakan metode SCS.
6. Analisis debit banjir rancangan

Analisis debit rancangan dengan metode Nakayasu, Snyder dan *Soil Conservation Service* (SCS). Metode SCS disimulasikan menggunakan software HEC-HMS (*Hydrologic Engineering Center – Hydrologic Modelling System*).

### 3. Hasil Penelitian

#### 3.1 Pemilihan Data Curah Hujan

Data curah hujan yang diperoleh dari Dinas PUPR Kabupaten Purworejo kemudian dikelompokkan menjadi data curah hujan maksimum tahunan. Data curah dari stasiun hujan yang berpengaruh terhadap Bendung Tegalduren hanya akan dipilih data curah hujan tertinggi pada setiap tahunnya.

**Tabel 1. Curah Hujan Maksimum (mm)**

No	Tahun	Nama Stasiun Hujan Sta. Kaligesing
1	2018	148
2	2019	260
3	2020	185
4	2021	124

Sumber: Data Dinas PUPR Kabupaten Purworejo

#### 3.2 Curah Hujan Rerata Kawasan

Curah hujan kawasan ditentukan berdasarkan dari stasiun hujan yang berpengaruh terhadap Bendung Tegalduren yaitu Sta. Kaligesing. Curah hujan rerata kawasan pada Sub DAS Gesing dihitung dengan Metode Rerata Aritmatik (Aljabar) yaitu data dari Sta tersebut dijumlahkan kemudian dibagi berdasarkan jumlah stasiunnya. Hasil perhitungan curah hujan rerata kawasan disajikan pada tabel berikut:

**Tabel 2. Curah Hujan Rerata Daerah (mm)**

No	Tahun	Nama Stasiun Hujan Sta. Kaligesing	$\bar{p}$	$\bar{p}$
1	2018	148	148	260
2	2019	260	260	185
3	2020	185	185	148
4	2021	124	124	124

Sumber: Hasil Perhitungan

#### 3.3 Analisis Frekuensi

1. Perhitungan Parameter Statistik

Parameter statistik dihitung untuk mendapatkan pola sebaran hujan yang sesuai dengan curah hujan rerata kawasan yang akan digunakan dalam menentukan debit banjir rencana.

**Tabel 3. Hitungan Parameter Statistik**

No	Xi (mm)	$Xi - \bar{X}$	$(Xi - \bar{X})^2$	$(Xi - \bar{X})^3$	$(Xi - \bar{X})^4$
1	260	80,75	6.520,56	526.535,42	42.517.735,32
2	185	5,75	33,06	190,11	1.093,13
3	148	-31,25	976,56	-3.0517,58	953.674,32
4	124	-55,25	3.052,56	-168.654,08	9.318.137,82
Jumlah	717		10.582,75	327.553,875	52.790.640,58
$\bar{X}$	179,25				

Sumber: Hasil Perhitungan

2. Pemilihan Jenis Distribusi

Untuk menentukan jenis sebaran hujan yang akan digunakan, hasil perhitungan parameter statistik diperiksa terhadap beberapa jenis sebaran dengan syarat-syarat dari jenis distribusi (agihan) hujan.

**Tabel 4. Penentuan Jenis Distribusi Curah Hujan**

No	Agihan	Syarat	Hasil Perhitungan	Keterangan
1	Normal	$C_s \approx 0$	1,04	Tidak Diterima
		$C_k \approx 3$	11,31	Tidak Diterima
2	Log Normal	$C_s = C_v^3 + 3C_v = 1,03$ $C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3 = 4,65$	1,04 11,31	Tidak Diterima Tidak Diterima
3	Gumbel	$C_s = 1,14$	1,04	Tidak Diterima
		$C_k = 5,4$	11,31	Tidak Diterima
4	Log Pearson Type III	Selain dari nilai di atas		Diterima

Sumber: Hasil Perhitungan

3. Uji Kecocokan Distribusi Terpilih

a. Chi-Kuadrat

**Tabel 5. Hasil Uji Chi-Kuadrat Distribusi Log Pearson Type III**

Kelas	Interval	Ef	Of	$Of - Ef$	$(Of - Ef)^2 / Ef$
1	$P < 151,20$	0,8	2	1,2	1,8
2	$151,20 < P < 178,4$	0,8	0	-0,8	0,8
3	$178,4 < P < 205,6$	0,8	1	0,2	0,05
4	$205,6 < P < 232,8$	0,8	0	-0,8	0,8
5	$232,8 < P < 260$	0,8	1	0,2	0,05
Jumlah		4	4	0	3,5

Sumber: Hasil Perhitungan

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh nilai  $X^2 = 3,5$ . Hasil perhitungan nilai derajat kebebasan (DK) = 2 dan nilai derajat kepercayaan ( $\alpha$ ) = 5%, berdasarkan tabel uji chi-kuadrat diperoleh nilai  $X^2_{cr} = 5,991$ . Sehingga

nilai nilai  $X^2$  yang terdapat pada Tabel 8 lebih kecil dari  $X^2_{cr}$ , ( $X^2 < X^2_{cr}$ ) maka agihan Log-Pearson Type III diterima.

b. Uji *Smirnov-Kolmogorov*

**Tabel 6. Hasil Uji *Smirnov-Kolmogorov* Distribusi Log Pearson Type III**

No	X (mm)	m	Pe	K	Pr	Pt	$\Delta$
1	260	1	0,2	1,3596	0,9082	0,0918	0,1082
2	148	2	0,4	0,0968	0,4641	0,5359	0,1359
3	185	3	0,6	-0,5262	0,2177	0,7823	0,1823
4	124	4	0,8	-0,9302	0,1056	0,8944	0,0944
Jumlah	717					$\Delta_{maks}$	0,1823
$\bar{X}$	179,25						
S	59,39						

Sumber: Hasil Perhitungan

Nilai  $\Delta_{cr}$  berdasarkan tabel nilai  $\Delta_{cr}$  uji *smirnov-kolmogorov* dengan derajat kepercayaan ( $\alpha$ ) = 5% diperoleh  $\Delta_{cr}$  = 0,624. Nilai  $\Delta_{maksimal} < \Delta_{cr}$  yaitu  $0,1823 < 0,624$  memenuhi sehingga agihan Log-Pearson Type III diterima.

4. Perhitungan Curah Hujan Rancangan

Perhitungan curah hujan rancangan menggunakan distribusi Log-Pearson Type III. Nilai curah hujan rancangan ( $X_T$ ) kemudian digunakan untuk perhitungan distribusi hujan jam-jaman.

**Tabel 7. Rekapitulasi Perhitungan Curah Hujan Rancangan**

Kala Ulang (Tahun)	$K_T$	$\text{Log}X_T$	$X_T$ (mm)
5	0,800	2,3689	222,51
10	1,328	2,4370	263,36
25	1,939	2,5239	320,08
50	2,359	2,5881	366,00

Sumber: Hasil Perhitungan

Durasi hujan diasumsikan selama 6 jam sesuai dengan metode distribusi PSA 007 (Model Genta). Selanjutnya dilakukan perhitungan untuk mengetahui nilai kedalaman hujan jam-jaman (*hyetograph*) dengan metode *Alternating Block Method* (ABM) yang disajikan pada tabel berikut:

**Tabel 8. *Hyetograph* dengan Metode ABM Kala Ulang 50 Tahun**

$T_d$ (jam)	$\Delta_t$ (jam)	$I_t$ (mm/jam)	$I_t \cdot T_d$ (mm/jam)	$\Delta_p$ (mm)	$p_t$ (%)	<i>Hyeteograph</i> (%) mm	
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]
0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	0-1	126,88	126,88	126,88	55,03	6,75	24,69
2	1-2	79,93	159,86	32,98	14,30	10,03	36,72
3	2-3	61,00	183,00	23,13	10,03	55,03	201,42
4	3-4	50,35	201,42	18,42	7,99	14,30	52,35
5	4-5	43,39	216,97	15,55	6,75	7,99	29,24

$T_d$ (jam)	$\Delta_t$ (jam)	$I_t$ (mm/jam)	$I_t \cdot T_d$ (mm/jam)	$\Delta_p$ (mm)	$p_t$ (%)	<i>Hyeteograph</i> (%)	mm
6	5-6	38,43	230,56	13,59	5,90	5,90	21,58

Sumber: Hasil Perhitungan

**Tabel 9. Kedalaman Hujan Efektif Kala Ulang 50 Tahun**

Kala Ulang 50 Tahun				
T (jam)	P (mm)	P kumulatif (mm)	$P_e$ (mm)	$\Delta P_e$ (mm)
0	0,00	0,00	0,00	0,00
1	24,69	24,69	0,00	0,00
2	36,72	61,41	0,15	0,15
3	201,42	262,83	89,44	89,29
4	52,35	315,18	126,47	37,03
5	29,24	344,42	148,38	21,91
6	21,58	366,00	165,03	16,65

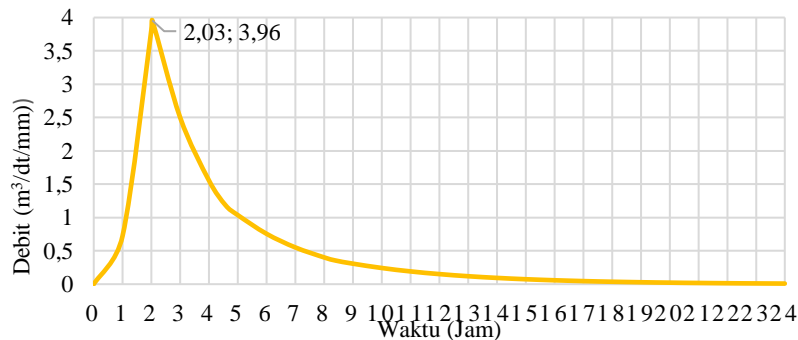
Sumber: Hasil Perhitungan

Perhitungan kedalaman hujan efektif dilakukan dengan persamaan 19 berlaku untuk nilai P kumulatif  $\geq 0,2S$  atau nilai kehilangan awal ( $I_a$ ) yaitu 26,921 mm. Intial abstraction ( $I_a$ ) merupakan kehilangan awal sebelum limpasan terjadi. Sehingga nilai yang lebih kecil dari 26,921 mm dianggap hujan yang jatuh meresap ke dalam tanah dan tidak ada yang menjadi limpasan permukaan.

5. Analisis Debit Banjir Rancangan

a. Metode Nakayasu

Untuk mengetahui debit banjir rancangan tiap kala ulang, terlebih dahulu menghitung unit hidrografnya. Hasil dari perhitungan unit hidrograf menggunakan metode Nakayasu diperoleh debit puncak pada pada jam ke – 2,03 dengan nilai  $Q_p = 3,96 \text{ m}^3/\text{dt}/\text{mm}$ .



Gambar 1. Hidrograf Satuan Metode Nakayasu

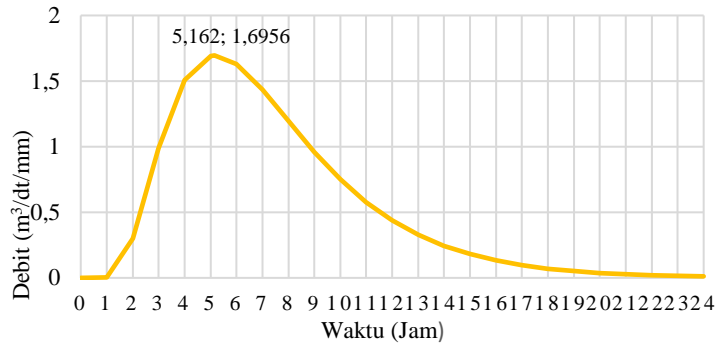
Tabel 10. Rekapitulasi Debit Puncak Metode Nakayasu Berbagai Kala Ulang

Kala Ulang (Tahun)	$Q_p$ ( $\text{m}^3/\text{dt}$ )
5	133,71
10	193,30
25	288,24
50	373,31

Sumber: Hasil Perhitungan

b. Metode Snyder

Untuk mengetahui debit banjir rancangan tiap kala ulang, terlebih dahulu menghitung unit hidrografnya. Hasil dari perhitungan unit hidrograf menggunakan metode Snyder diperoleh debit puncak pada pada jam ke – 5,162 dengan nilai  $Q_p = 1,6956 \text{ m}^3/\text{dt}/\text{mm}$ .



**Gambar 2. Hidrograf Satuan Metode Snyder**

**Tabel 11. Rekapitulasi Debit Puncak Metode Snyder Berbagai Kala Ulang**

Kala Ulang (Tahun)	$Q_p$ ( $\text{m}^3/\text{dt}$ )
5	113,39
10	154,02
25	216,42
50	270,46

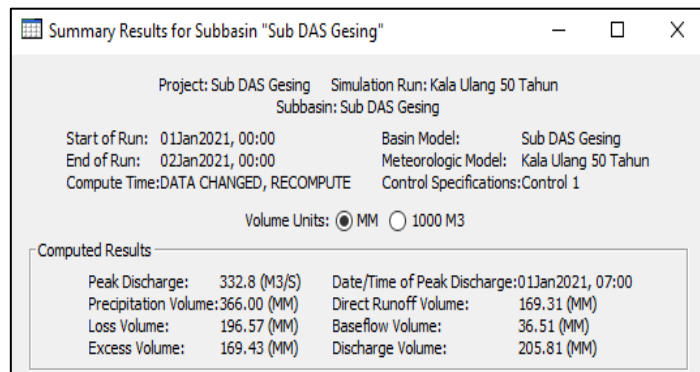
Sumber: Hasil Perhitungan

c. SCS (HEC-HMS)

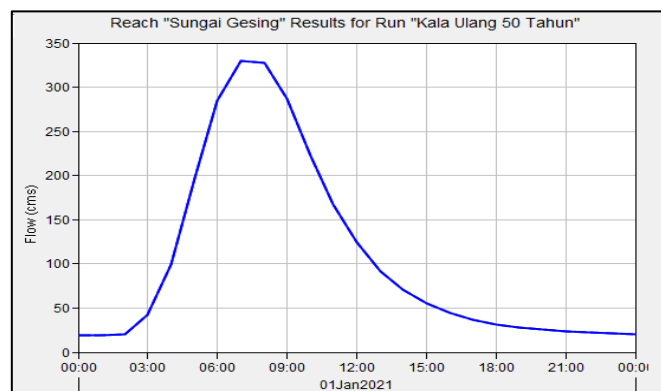
Ada beberapa metode dalam *software* HEC-HMS dalam menganalisis debit banjir rancangan. Berdasarkan ketersediaan data yang ada, dalam penelitian ini menggunakan metode SCS. Data masukan yang dibutuhkan antara lain:

- 1) Peta DAS/Sub DAS yang menunjukkan luas dan koordinat
- 2) Data curah hujan jam-jaman.
- 3) Parameter masukan dalam *basin model* yaitu nilai *curve number* (CN) dan *lag time*.

Output dari *software* HEC-HMS langsung diketahui besarnya debit puncak dan waktu puncak banjir seperti yang tersaji pada gambar berikut:



**Gambar 3. Hasil Run Kala Ulang 50 Tahun.**



**Gambar 4. Hidrograf Banjir Kala Ulang 50 Tahun.**

Debit banjir rancangan dengan metode SCS yang disimulasikan dalam *software* HEC-HMS disajikan pada tabel berikut:

**Tabel 12.** Rekapitulasi Debit Puncak Output HEC-HMS Berbagai Kala Ulang

Kala Ulang (Tahun)	$Q_p$ ( $m^3/dt$ )
5	142,8
10	192
25	266,5
50	332,8

Sumber: Hasil Output HEC-HMS

## 4. Kesimpulan dan Saran

### 4.1 Kesimpulan

Berdasarkan rumusan masalah serta hasil analisis dan pembahasan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil perhitungan curah hujan rancangan diperoleh dari data curah hujan maksimum tahun 2018 – 2021. Curah hujan rancangan kala ulang 5 tahun diperoleh nilai sebesar 222,51 mm. Kala ulang 50 tahun diperoleh curah hujan rancangan sebesar 366,00 mm.
2. Debit banjir rancangan dianalisis dengan metode Nakayasu, Snyder dan SCS menggunakan *software* HEC-HMS. Debit banjir rancangan masing-masing metode diperoleh hasil debit puncak dan waktu puncak banjir yang berbeda. Hal ini menunjukkan karakteristik hidrograf yang berbeda karena adanya parameter-parameter masukan yang berbeda untuk masing-masing metode.



3. Kesesuaian metode untuk penentuan debit banjir rancangan perlu dikalibrasi dengan debit terukur sehingga diperoleh diperoleh debit rancangan banjir yang lebih akurat.

#### 4.2 Saran

1. Pada penelitian ini penulis menggunakan data curah hujan selama empat tahun yaitu tahun 2018-2021. Hal ini dikarenakan keterbatasan data yang diperoleh. Pada penelitian selanjutnya diharapkan menggunakan jangkauan data yang lebih panjang dan terbaru sehingga hasil penelitian yang didapatkan lebih akurat.
2. Perlu adanya penelitian dengan menggunakan data terukur sebagai pembandingan untuk mendapatkan hasil penelitian yang lebih akurat.
3. Perlu adanya penelitian dengan menggunakan parameter-parameter masukan yang berbeda pada *software* HEC-HMS agar mendapatkan hasil yang lebih mendalam mengenai permodelan HEC-HMS.

#### Daftar Pustaka

- Aggraeni, Dwi. 2019. 'Analisis Pengurangan Risiko Banjir Menggunakan Simulasi Sumur Resapan Di Sub-DAS Gesing'. *Skripsi*. Purworejo: Universitas Muhammadiyah Purworejo.
- Armila, et. al. 2021. 'Simulasi Komputasi Debit Sungai Takalalla (Studi Kasus Dusun Takalalla Kab. Sinjai)'. *Jurnal Teknik Hidro*, 14(2), 104-112.
- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. 2016. SNI 2415:2016. Tata Cara Perhitungan Debit Banjir Rencana. Badan Standarisasi Nasional: Jakarta.
- Darsono, Suseno. 2006. *Hand Out Hidrologi Model Hidrologi I*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Depriyanto, Ichsan. 2016. 'Perhitungan Debit Banjir dengan Menggunakan Program HEC-HMS (Studi Kasus DAS Kali Pesanggrahan)' *Jurnal Semesta Teknika UMY*.
- Direktorat Jenderal Sumber Daya Air. 2013. *Standar Perencanaan Irigasi Kriteria Perencanaan Bangunan Utama (KP-02)*. Jakarta.
- Fadhilla, Irma Noor. 2021. 'Pemodelan Hujan-Debit DAS Kali Madiun Menggunakan Model HEC-HMS'. *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, 19(3), 361-369.
- Fitriyanti, Zuliana. 2018. 'Analisis Hidrologi untuk Penentuan Debit Banjir di Wilayah DAS Sungai Karang Mumus'. *Jurnal Kurva S*, 1(1).
- Hakiki, Ayunia Nur. 'Permodelan Hujan Debit Menggunakan Program HEC-HMS di Sub DAS Talang Kabupaten Jember'. *Skripsi*. Jember: Program Sarjana Fakultas Teknik Universitas Jember.
- Harto, Sri. 1983. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Biro Penerbitan Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Gajah Mada.
- Hydrologic Engineering Center. 2001. *Hydrologic Modeling System*. Davis, CA: U.S. Army Corps of Engineers.
- Kamase, Malinda. 2017. 'Analisis Debit dan Tinggi Muka Air Sungai Tondano di Jembatan Desa Kuwil Kecamatan Kalawat'. *Jurnal Sipil Statik*, 5(4), 175-185.
- Limantara, L.M. 2019. *Rekayasa Hidrologi*. Malang: Andi Publisher.
- Nivita, Mutya. 2018. 'Analisis Hidrologi untuk Penentuan Debit Banjir Rancangan di Bendungan Way Besai'. *JRSDD*, 6(1), 001-013.
- Purnomo, Shanidya Nika. 2017. 'Pengaruh Metode Pemilihan Data Hujan pada Perancangan Debit Banjir di DAS Serayu'. *Techno*, 18(1), 050-058.
- Saraswati, Galuh Febriana. 2017. 'Analisis Perubahan Tutupan Lahan DAS Blorong Terhadap Peningkatan Debit Maksimum Sungai Blorong Kendal'. *Jurnal Geodesi Undip*, 6(2), 090-098.
- Siahaan, Firis A. 2018. 'Analisis Banjir Rancangan dengan Metodehidrograf Satuan Sintetik Snyder-dan-SCS-(Soil Conservation Services) DAS Deli'. *Skripsi*. Sumatera Utara: Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Soewarno. 1995. *Hidrologi*. Bandung: Penerbit Nova.

Triatmodjo, Bambang. 2010. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset

Tunas, I Gede. 2015. 'Kinerja HSS Snyder, Nakayasu, dan GAMA I pada DAS Terukur di Sulawesi Tengah'. *Jurnal Teknik Sumber Daya Air*, 1(2), 105-114.