

## PARAMETER HIDROGRAF SATUAN SINTETIK METODE SNYDER DAN NAKAYUSU

**Burhan Barid<sup>1</sup>, Puji Harsanto<sup>\*</sup>, Aldi Yuhono Olga<sup>2</sup>, Bayu Krisna Wisnulingga<sup>3</sup>**

Corresponding Author Prodi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta<sup>\*</sup>

Prodi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta<sup>1,2,3</sup>

E-mail : burhan.barid@umy.ac.id<sup>1</sup>, puji\_hr@umy.ac.id<sup>\*</sup>, aldi.yuhono.ft17@mail.umy.ac.id<sup>2</sup>,  
bkrisnaw15@mail.ugm.ac.id<sup>3</sup>

### ABSTRAK

Banjir merupakan bencana alam yang sering terjadi di Indonesia karena air yang masuk di sungai telah melebihi kapasitas daya tampung sungai. Saat melakukan perencanaan bangunan air perlu dilakukan perkiraan hidrograf banjir pada suatu sungai. Pengalihragaman data hujan ataupun data tinggi muka air merupakan hal yang lazim untuk mendapatkan debit banjir rancangan. Hidrograf Satuan Sintetik merupakan salah satu metode untuk menganalisis debit banjir rancangan. Pada penelitian ini menguji parameter yang sesuai pada Hidrograf Satuan Sintetik Metode *Snyder* dan *Nakayasu* untuk dibandingkan dengan data dari *AWLR* Gemawang pada SubDAS Code Hulu. Tujuan dari perbandingan ini untuk mengetahui metode yang cocok untuk digunakan pada *AWLR* Gemawang di SubDAS Code hulu. Jika nilai indek kesesuaian ( $R^2$ ) meperoleh nilai sebesar satu atau mendekati satu dan sudut regresi linear pada grafik memperoleh nilai sebesar  $45^\circ$  atau mendekati maka dapat dikatakan HSS Metode *Snyder* maupun *Nakayasu* berbubungan dengan data dari *AWLR* Gemawang. Sudut regresi linear sama dengan satu dikarenakan sumbu x dan sumbu y memiliki nilai yg sama. Dalam penelitian ini Metode *Snyder* maupun *Nakayasu* meperoleh sudut sebesar  $31^\circ$ .

**Kata Kunci :** Hidrograf, *Snyder*, *Nakayasu*, *AWLR* Gemawang, *Code*.

### PENDAHULUAN

Banjir disebabkan oleh meluapnya air pada suatu badan air seperti sungai ataupun danau dikarenakan kapasitas daya tampung air pada badan air telah melebihi batas. Banjir dapat memberikan dampak yang buruk seperti merusak bangunan air yang ada disekitar sungai atau danau. Analisis resiko banjir dalaan perencanaan bangunan air sangat lah penting (Alhakim dkk., 2020). Intensitas hujan yang tinggi merupakan salah satu pemicu terjadinya banjir. Menurut Priyantoro dan Limantara (2017) topografi, drianase, struktur rekayasa, dan iklim merupakan penyebab terjadinya banjir. Salah satu bangunan air yang dapat mencegah terjadinya banjir pada sungai adalah bendung. Besaran

debit kala ulang merupakan parameter terpenting dalam perencanaan bangunan air (Sarminingsih, 2018). Sungai sendiri merupakan tempat mengalirnya air dari hulu lalu ke hilir yang akan bermuara ke laut, danau, ataupun sungai yang lebih besar dengan besaran debit tertentu. Air hujan yang jatuh ke permukaan tanah akan mengalami infiltrasi dan perlokasi, kemudian menyatu menjadi limpasan di Daerah Aliran Sungai. Menurut Safarina (2012) DAS memiliki karakteristik seperti luas, slope, bentuk, elevasi, tutupan lahan, dan jenis tanah. Sedangkan menurut Karamma dan Pallu (2018) DAS memiliki karakteristik seperti waktu puncak, luas, kemiringan lereng, koefisien limpasan, dan sebagainya.

Limpasan terjadi apabila keadaan tanah menjadi jenuh (*impermeable*) disebabkan air yang jatuh ke tanah terlah memenuhi rongga-rongga pada tanah (Harsanto dkk., 2008). Beberapa faktor seperti curah hujan, bentuk DAS, suhu, dan kecepatan angin akan mempengaruhi terjadinya limpasan (Triatmodjo, 2010). Data curah hujan dapat digunakan sebagai acuan untuk meminimalisir terjadinya banjir, akan tetapi data curah hujan perlu waktu yang lama untuk memperoleh data. Alat yang digunakan untuk mengukur data hujan adalah *Automatic Rainfall Recorder (ARR)*. Selain ARR alat seperti *Automatic Water Level Recorder (AWLR)* dapat digunakan sebagai acuan untuk memperkirakan debit pada sungai. *AWLR* merupakan alat otomatis untuk merekam tinggi muka air. Menurut Tunas dkk. (2017) hidrograf satuan merupakan salah satu metode yang sering dipakai untuk analisis debit banjir. Kebanyakan dari metode Hidrograf Satuan Sintetik harus disesuaikan baik persamaan ataupun parameternya karena menghasilkan hidrograf yang tidak sesuai (Bhunya dkk., 2007).

Pada penelitian ini dilakukan analisis untuk mencari parameter yang sesuai pada titik outlet *AWLR* Gemawang di SubDAS Code hulu di Yogyakarta. Analisis Hidrograf Satuan Sintetik yang digunakan pada penelitian ini adalah Metode *Snyder* dan Metode *Nakayasu*.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Hidrograf

Hidrograf adalah kurva yang menghubungkan antara parameter aliran dan waktu. Parameter tersebut biasanya berupa kedalaman aliran (elevasi) atau debit aliran. Terdapat 2 macam hidrograf yaitu hidrograf muka air dan hidrograf debit. Ada tiga komponen hidrograf yaitu, aliran permukaan, aliran antara, dan aliran air tanah.

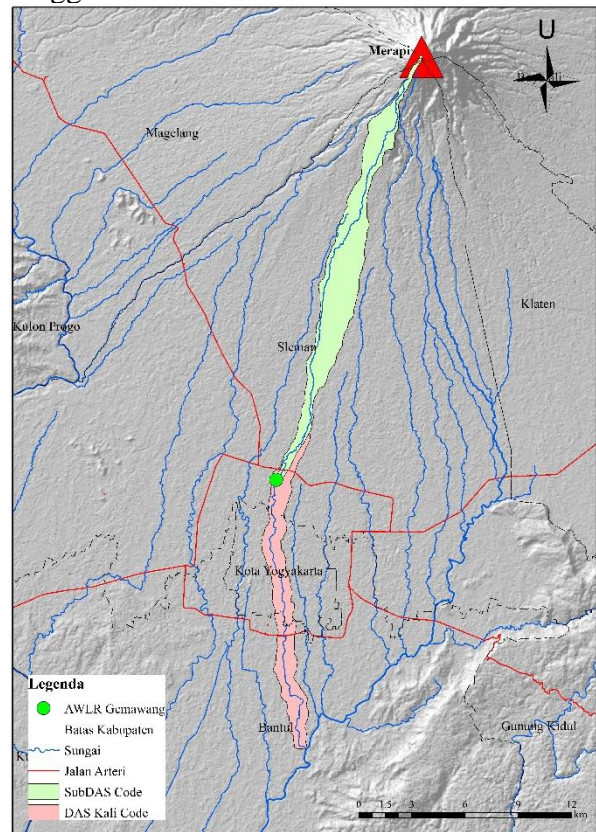
### Metode Snyder

Metode hidrograf satuan Snyder menggunakan beberapa hubungan untuk memperkirakan beberapa koordinat utama hidrograf.

## METODE PENELITIAN

### Lokasi dan Data Penelitian

Penelitian ini dilakukan di SubDAS Code hulu yang terletak di Kabupaten Sleman, Yogyakarta seperti Gambar 1 pada stasiun *AWLR* Gemawang sebagai outlet yang terletak di Pogungrejo, Sinduadi, Mlati, Sleman. Data pada penelitian ini menggunakan data dari *AWLR* Gemawang yang catat secara terus menerus (*real-time*) dari 26 Januari 2016 hingga 27 Juni 2016.

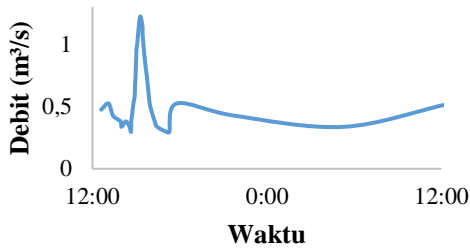


Gambar 1. Peta DAS Code (Sumber: Harsanto dkk., 2023)

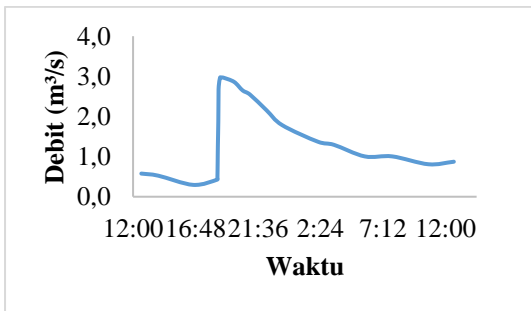
Data pengukuran tinggi muka air pada stasiun *AWLR* Gemawang dialihragamkan menjadi data debit menggunakan persamaan *rating curve* seperti berikut ini.

$$q(t) = 10,861(x^{1,7672})$$

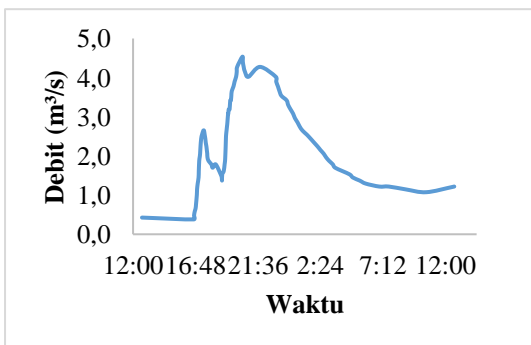
Hasil dari pengalihragaman dari data tinggi muka air di AWLR Gemawang akan menjadi hidrograf alir seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2 hingga Gambar 6.



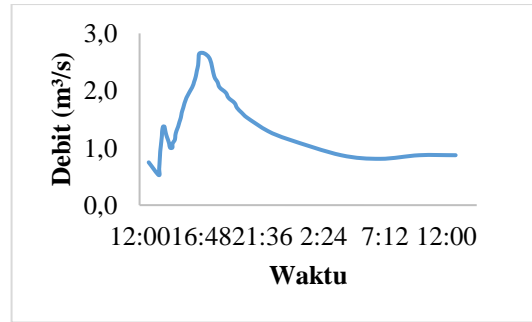
Gambar 2. Data muka air pada tanggal 31 Januari s/d 01 Februari 2016 (Sumber: Harsanto dkk., 2023)



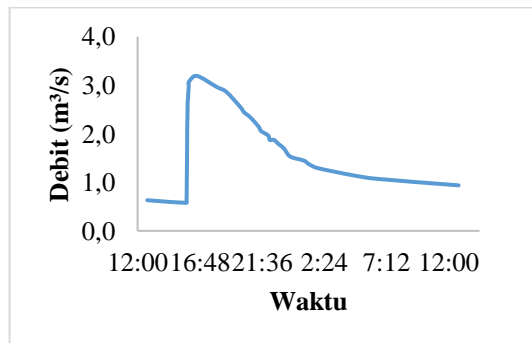
Gambar 3. Muka Air tanggal 03 Februari s/d 04 Februari 2016 (Sumber: Harsanto dkk., 2023)



Gambar 4. Muka Air tanggal 06 Februari s/d 07 Februari 2016 (Sumber: Harsanto dkk., 2023)



Gambar 5. Muka Air tanggal 08 Februari s/d 09 Februari 2016 (Sumber: Harsanto dkk., 2023)



Gambar 6. Muka Air tanggal 09 Februari s/d 10 Februari 2016 (Sumber: Harsanto dkk., 2023)

### Langkah Penelitian

Langkah-langkah pada penelitian ini dimulai dengan penentuan lokasi untuk memperoleh data topografi dan data AWLR, kemudian dilakukan analisis menggunakan Hidrograf Satuan Sintetik metode *Snyder* dan *Nakayasu*, setelah itu dicari faktor kesesuaian agar dapat mengetahui hidrograf sesuai atau tidaknya. Jika tidak sesuai dilakukan modifikasi pada parameter HSS.

### Identifikasi Karakteristik SubDAS Code Hulu

Menurut Putra (2014), karakteristik sungai disebabkan oleh beberapa faktor, seperti topografi, iklim, maupun gejala alam. Pada penelitian ini menggunakan *software ArcMap 10.3* untuk mengidentifikasi karakteristik SubDAS Code hulu seperti pengamatan bentuk, menghitung luas, menganalisis elevasi, dan menghitung panjang sungai. Pada

Tabel 1 ditampilkan hasil yang telah diidentifikasi oleh *software ArcMap 10.3*.

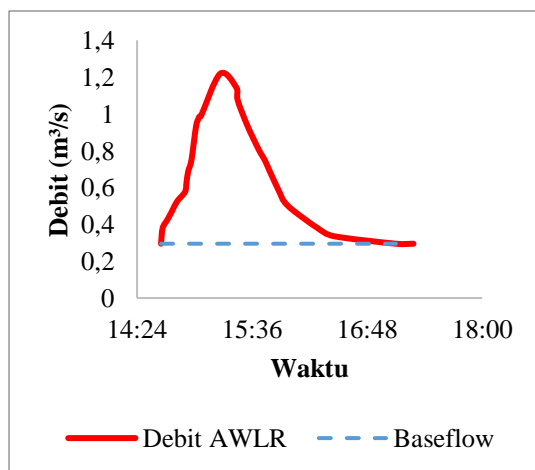
Tabel 1. Karakteristik DAS Code hulu

No	Karakteristik	Nilai
		24,76
1	Luas subDAS	km <sup>2</sup>
	Panjang sungai	
2	utama	27,44 km
	Kemiringan	
3	subDAS	0,094

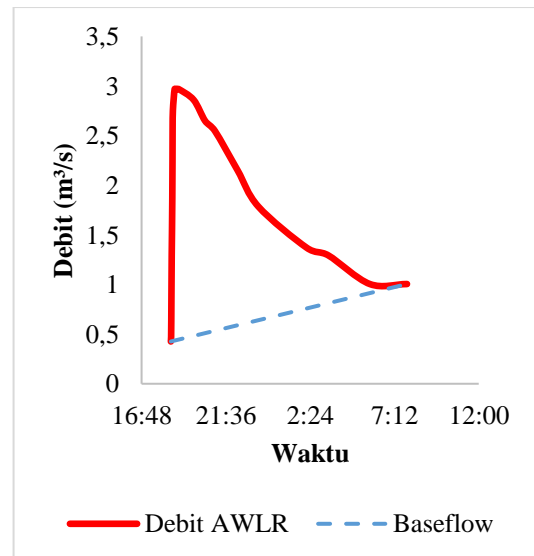
(Data Penelitian, 2023)

### Aliran Dasar

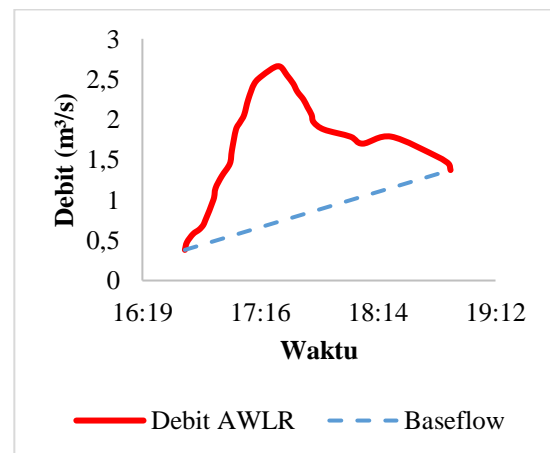
Untuk melakukan analisis hidrograf hanya diperlukan limpasan permukaan. Oleh sebab itu perlu dilakukanya pemisahan terhadap limpasan langsung dan aliran dasar. Debit limpasan langsung dan debit alirab dasar ditunjukkan pada Gambar 7 hingga Gambar11.



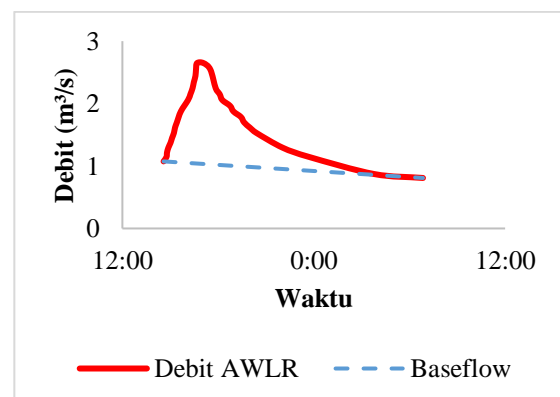
Gambar 7. Debit aliran dan *Baseflow* AWLR 31 Januari s/d 01 Februari 2016 (Sumber: Harsanto dkk., 2023)



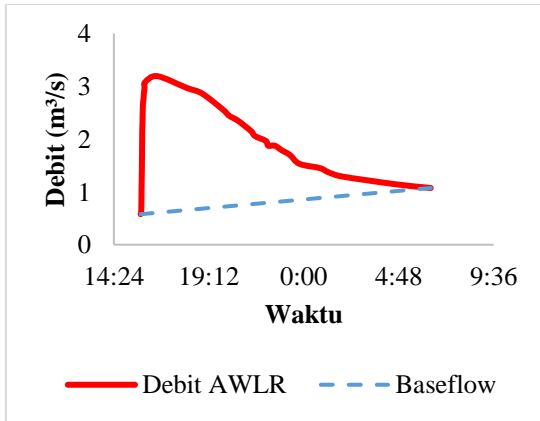
Gambar 8. Debit aliran dan *Baseflow* AWLR 03 Februari s/d 04 Februari 2016 (Sumber: Harsanto dkk., 2023)



Gambar 9. Debit aliran dan *Baseflow* AWLR 06 Februari s/d 07 Februari 2016 (Sumber: Harsanto dkk., 2023)



Gambar 10. Debit aliran dan *Baseflow* AWLR 08 Februari s/d 09 Februari 2016 (Sumber: Harsanto dkk., 2023)



Gambar 11. Debit aliran dan *Baseflow* AWLR 09 Februari s/d 10 Februari 2016 (Sumber: Harsanto dkk., 2023)

### HSS Metode Snyder

Pada penelitian ini melakukan analisis parameter Metode Snyder untuk mengetahui parameter yang sesuai untuk digunakan di SubDAS Code hulu. Berikut persamaan HSS Snyder.

$$tp = Ct (LLc)^{0,3}$$

$$Qp = \frac{Cp A}{tp}$$

$$T = 3 + \frac{tp}{8}$$

$$tD = \frac{tp}{5,5}$$

$$tpR = tp + 0,25(tr - tD)$$

$$QpR = Qp \frac{tp}{tpR}$$

$$W_{50} = \frac{0,23A^{1,08}}{QpR^{1,08}}$$

$$W_{75} = \frac{0,13A^{1,08}}{QpR^{1,08}}$$

### HSS Metode Nakayasu

Metode Nakayasu juga digunakan dalam penelitian ini. Berikut persamaan dari HSS Nakayasu.

$$t_g = 0,4 + 0,058L$$

$$T_r = 0,75t_g$$

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

$$Q_p = \frac{1}{36} \left( \frac{A Re}{0,3T_p + T_{0,3}} \right)$$

$$Q_a = Q_p \left( \frac{t}{T_p} \right)^{2,4}$$

$$Q_{d1} = Q_p \times 0,3 \frac{t - T_p}{T_{0,3}}$$

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

$$Q_{d2} = Q_p \times 0,3 \frac{(t - T_p) + 1,5T_{0,3}}{2T_{0,3}}$$

### Modifikasi Parameter HSS

Modifikasi dilakukan dengan mengubah salah satu parameter HSS pada kedua metode yang akan digunakan pada penelitian ini. Pemodelan parameter dilakukan dengan cara melakukan *trial and error* hingga menemukan parameter yang sesuai dan akan dengan hidrograf aliran AWLR Gemawang.

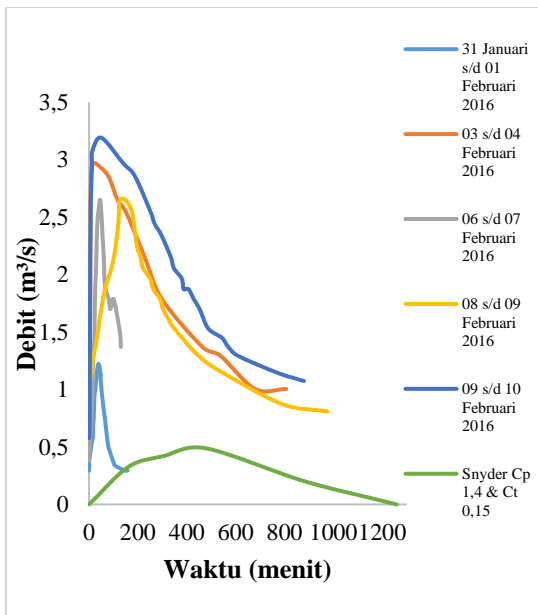
### Indeks Kesesuaian

Indeks kesesuaian atau *coefficient of determination* ( $R^2$ ) memiliki interval dari 0 hingga 1. Analisis indeks kesesuaian ( $R^2$ ) pada penelitian ini dengan cara menyajikan hidrograf metode Snyder ataupun Nakayasu dan hidrograf debit AWLR kedalam grafik dengan kurun waktu yang sama untuk menghasilkan garis regresi. Apabila nilai indeks kesesuaian mendekati 1 maka hubungan antara model HSS Snyder atau Nakayasu dan debit AWLR memiliki hubungan yang kuat. Garis regresi akan membentuk sudut  $45^\circ$  apabila indeks kesesuaian memperoleh nilai 1. Oleh karena itu, apabila  $R^2$  memperoleh nilai 1 dan sudut garis regresi membentuk sudut  $45^\circ$  maka model HSS Snyder ataupun Nakayasu dapat digunakan.

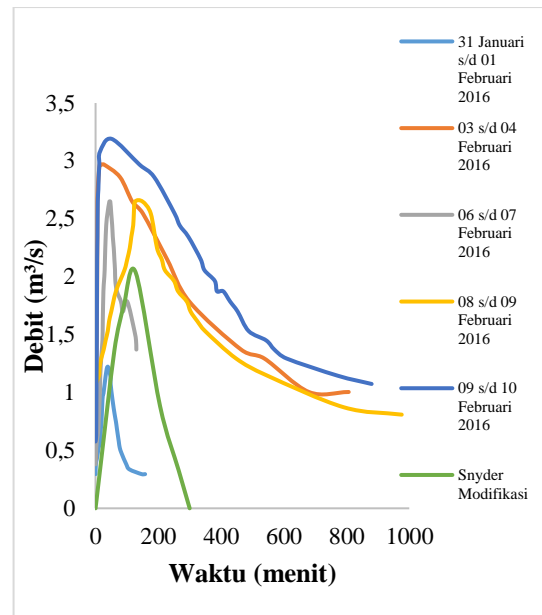
## HASIL PENELITIAN

### Hasil Analisis HSS Snyder

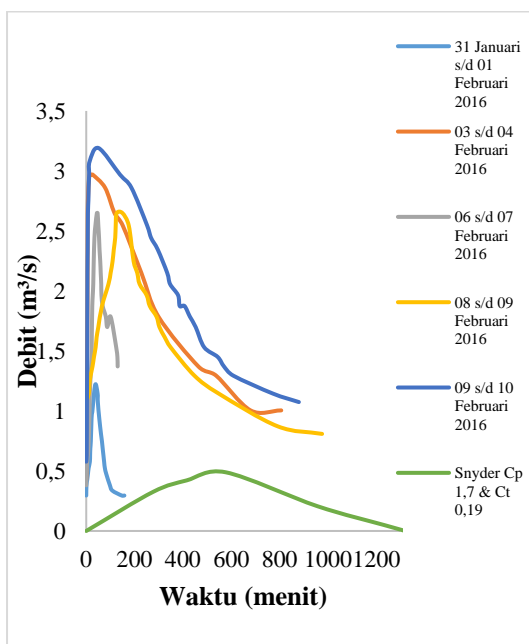
Hasil dari analisis ini merupakan perbandingan hasil HSS Metode Snyder rumus asli, modifikasi dan hidrograf AWLR. Hasil ditampilkan pada Gambar 12 hingga Gambar 14.



Gambar 12. Perbandingan Hidrograf Snyder Asli dan AWLR (Sumber: Data Hasil Penelitian, 2023)



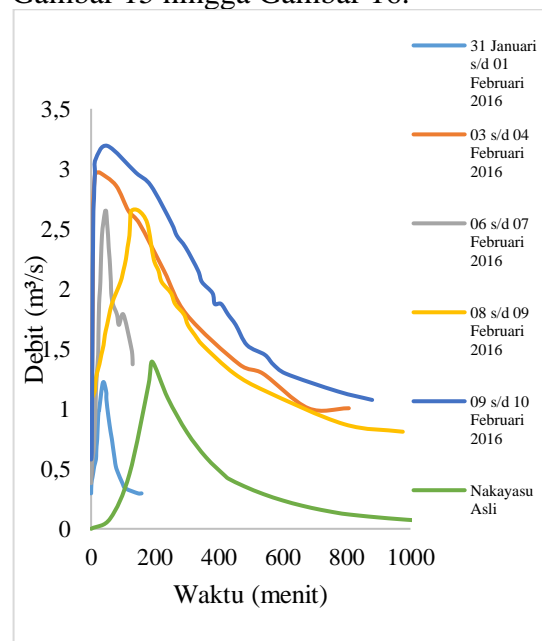
Gambar 14. Perbandingan Hidrograf Snyder Modifikasi dan AWLR (Sumber: Data Hasil Penelitian, 2023)



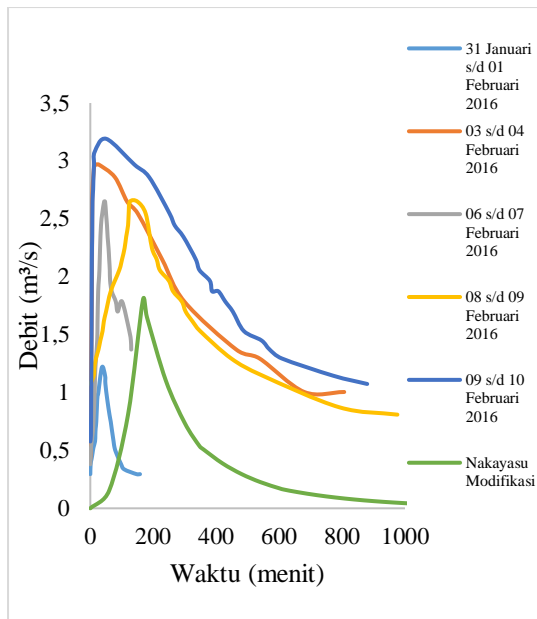
Gambar 13. Perbandingan Hidrograf Snyder Asli dan AWLR (Sumber: Data Hasil Penelitian, 2023)

### Hasil Analisis HSS Nakayasu

Hasil dari analisis ini merupakan perbandingan hasil HSS Metode Nakayasu rumus asli, modifikasi dan hidrograf AWLR. Hasil ditampilkan pada Gambar 15 hingga Gambar 16.



Gambar 15. Perbandingan Hidrograf Nakayasu Asli dan AWLR (Sumber: Data Hasil Penelitian, 2023)



Gambar 16. Perbandingan Hidrograf *Nakayasu* Modifikasi dan *AWLR* (Sumber: Data Hasil Penelitian, 2023)

### Hasil $R^2$ dan Sudut Regresi

Menurut Krisnayanti dkk. (2019), ketepatan pada sebuah regresi dapat diukur dari *Goodness of Fit*. Pada penelitian ini kesesuaian hidrograf akan dibuktikan dengan menggunakan indeks kesesuaian ( $R^2$ ) dan besaran sudut yang dihasilkan oleh garis regresi. Hasil sudut regresi dan nilai  $R^2$  Metode *Snyder* ditampilkan pada Tabel 3 hingga Tabel 4. Hasil sudut regresi dan nilai  $R^2$  Metode *Nakayasu* ditampilkan pada Tabel 2 hingga Tabel 6.

Tabel 2. Sudut regresi dan Nilai  $R^2$  metode *Snyder Ct 1,4 & Cp 0,15*

Waktu	Sudut (derajat)		$R^2$	
	Sisi Naik	Sisi Turun	Sisi Naik	Sisi Turun
31 Januari s/d 01 Februari	63	60	1.000	0.981
Februari 03 s/d 04	80	73	0.981	0.923
Februari 06 s/d 07	78	69	0.982	1.000
Februari 08 s/d 09	74	73	0.982	0.96

09 s/d 10 Februari	80	75	0.981	0.931
--------------------	----	----	-------	-------

(Data Hasil Penelitian, 2023)

Tabel 3. Sudut regresi dan Nilai  $R^2$  metode *Snyder Ct 1,7 & Cp 0,19*

Waktu	Sudut (derajat)		$R^2$	
	Sisi Naik	Sisi Turun	Sisi Naik	Sisi Turun
31 Januari s/d 01 Februari	62	57	1.000	0.959
Februari 03 s/d 04	80	71	0.983	0.883
Februari 06 s/d 07	78	64	0.983	0.994
Februari 08 s/d 09	73	71	0.984	0.931
Februari 09 s/d 10	79	72	0.983	0.893

(Data Hasil Penelitian, 2023)

Tabel 4. Sudut regresi dan Nilai  $R^2$  metode *Snyder Modifikasi*

Waktu	Sudut (derajat)		$R^2$	
	Sisi Naik	Sisi Turun	Sisi Naik	Sisi Turun
31 Januari s/d 01 Februari	24	20	1.000	0.962
Februari 03 s/d 04	52	35	0.981	0.888
Februari 06 s/d 07	49	30	0.981	0.995
Februari 08 s/d 09	38	35	0.982	0.934
Februari 09 s/d 10	53	37	0.981	0.897

(Data Hasil Penelitian, 2023)

Tabel 5. Sudut regresi dan Nilai  $R^2$  metode *Nakayasu Asli*

Waktu	Sudut (derajat)		$R^2$	
	Sisi Naik	Sisi Turun	Sisi Naik	Sisi Turun
31 Januari	34	35	1.000	0.994

s/d 01 Februari				
03 s/d 04	62	55	0.981	0.995
Februari				
06 s/d 07	59	46	0.982	0.961
Februari				
08 s/d 09	49	54	0.982	1.000
Februari				
09 s/d 10	63	57	0.982	0.997
Februari				

(Data Hasil Penelitian, 2023)

Tabel 6. Sudut regresi dan Nilai  $R^2$  metode *Nakayasu* Modifikasi

Waktu	Sudut (derajat)		$R^2$	
	Sisi Naik	Sisi Turun	Sisi Naik	Sisi Turun
31 Januari s/d 01 Februari	29	28	1.000	0.994
03 s/d 04 Februari	56	47	0.981	0.996
06 s/d 07 Februari	53	38	0.982	0.960
08 s/d 09 Februari	42	46	0.982	1.000
09 s/d 10 Februari	57	50	0.982	0.998

(Data Hasil Penelitian, 2023)

Pada tabel dapat dilihat bahwa hanya beberapa sudut yang mendekati  $45^\circ$ , dapat dikatakan bahwa hidrograf pada sisi naik maupun sisi turun tidak terdapat kesesuaian terhadap hidrograf AWLR.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis parameter yang telah dilakukan pada HSS metode *Snyder* maupun *Nakayasu* dapat disimpulkan bawah.

1. Berdasarkan hasil indeks kesesuaian ( $R^2$ ) yang diperoleh menunjukkan semua hidrograf memiliki hubungan sesuai baik metode *Snyder* ataupun *Nakayasu*. Akan tetapi jika dilihat dari sudut regresi metode *Nakayasu* yang paling mendekati. Jika dilihat dari bentuk hidrograf pada metode

*Snyder* modifikasi hanya pada bagian tc pada tanggal 31 Januari s/d 1 Februari 2016 mendekati kemiringan yang sama. Sedangkan untuk metode *Nakayasu* baik asli atau modifikasi hanya pada tanggal 8 s/d 9 Februari 2016 memperoleh bentuk hidrograf yang mendekati sesuai karena memperoleh sudut mendekati  $45^\circ$  baik sisi naik maupun turun dan bentuk hidrograf yang sesuai.

2. Hanya dengan memodifikasi parameter pada metode *Snyder* ataupun *Nakayasu* belum cukup untuk memperoleh hasil yang sesuai dalam bentuk hidrograf ataupun sudut regresi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alhakim EE, Wicaksono AB, Iswanto ER (2020) Perbandingan Hidrograf Satuan Sub-DAS Cisadane untuk Analisis Banjir Tapak RDNK Serpong. *Jurnal Pengembangan Energi Nuklir* 21(2): 97-104
- Bhunya P, Berndtsson R, Ojha C, Mishra S (2007) Suitability of Gamma, Chi-square, Weibull, and Beta distributions as synthetic unit hydrographs. *Journal of Hydrology* 334(1-2): 28-38
- Harsanto P, Kironoto BA, Triatmodjo B (2008) Analisis limpasan langsung dengan model distribusi dan komposit. *Civil Engineering Forum Teknik Sipil* 18(1): 693-701
- Harsanto P, Afifah RA, Wisnulingga BK, Barid B (2023) ANALISA PARAMETER HIDROGRAF SATUAN SINTETIK METODE NASH DAN SOIL CONSERVATION SERVICE (SCS). *Racic: Rab Construction Research* 8(1): 45-55.
- Karamma R, Pallu MS (2018) Comparison of Model Hidrograf Synthetic Units (HSS) with the Model of Hidrograf Observations

- on DAS Jeneberang Gowa Regency, Indonesia. *International Journal of Innovative Science and Research Technology* 3(2): 617-623
- Krisnayanti DS, Frans JH, Halema EU (2019) Analisis Parameter Alfa Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu Pada DAS di Pulau Flores. *Jurnal Teknik Sipil* 8(2): 227-240
- Priyantoro D, Limantara LM (2017) Conformity evaluation of synthetic unit hydrograph (case study at upstream Brantas sub watershed, East Java Province of Indonesia). *Journal of Water and Land Development* 35(1):173-183
- Putra AS (2014) Analisis Distribusi Kecepatan Aliran Sungai Musi (Ruas Sungai: Pulau Kemaro Sampai dengan Muara Sungai Komerling). *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan* 2(3): 603-608
- Safarina AB (2012) Modified Nakayasu synthetic unit hydrograph method for meso scale ungauged watersheds. *International Journal of Engineering Research and Applications* 2(4): 649-654
- Sarminingsih A (2018) Pemilihan Metode Analisis Debit Banjir Rancangan Embung Coyo Kabupaten Grobogan. *Jurnal Presipitasi: Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan* 15(1): 53-61
- Triatmodjo B (2010) *Hidrologi Terapan (Cetakan Kedua)*. Yogyakarta, Indonesia: Beta Offset.
- Tunas IG, Anwar N, Lasminto U (2017) The improvement of synthetic unit hydrograph performance by adjusting model parameters for flood prediction. *International Journal of Engineering and Technology (IJET)* 9(2): 847-858