

ANALISA PERBANDINGAN PENENTUAN DEBIT RENCANA MENGUNAKAN METODE NAKAYASU DAN SIMULASI APLIKASI HEC-HMS DI DAS LOWO REA

Yulianus Eka P. Nggarang^{*}, Agustinus H. Pattiraja, Sebastianus B. Henong

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandira, Jl. A. Yani 50-52

*E-mail: juliantekaputra@gmail.com**

Abstrak : Debit banjir rencana merupakan debit dengan periode ulang tertentu yang menjadi parameter perencanaan bangunan air. Perhitungan perbandingan debit rencana antara metode Nakayasu dan simulasi aplikasi HEC HMS dimaksudkan untuk membandingkan perhitungan debit yang paling sesuai terhadap karakteristik DAS Lowo Rea yang berada di Kecamatan Wewaria, Kabupaten Ende. Perhitungan debit rencana dilakukan tanpa kalibrasi terhadap data AWLR sebagai observed flow karena tidak tersedia data AWLR pada lokasi penelitian. Maka, digunakan H_{DRO} (high direct run off) sebagai dasar pembandingan. Hasil analisis perhitungan H_{DRO} debit rencana metode Nakayasu dan simulasi aplikasi HEC HMS menyatakan bahwa metode Nakayasu lebih tepat digunakan untuk analisis debit banjir rancangan kala ulang atau periode ulang \geq (lebih dari sama dengan) 100 tahun. Sedangkan analisis debit banjir rancangan menggunakan simulasi aplikasi HEC HMS lebih tepat digunakan untuk analisis debit banjir rancangan kala ulang atau periode ulang $<$ (kurang dari) 100 tahun.

Kata Kunci: Debit Banjir Rencana, Nakayasu, HEC-HMS, H_{DRO}

Abstract: Design of flood discharge is the discharge with a certain period of reversion that set the parameters of water building plans. Calculation of design discharge ratio between Nakayasu method and simulating HEC HMS application intended to compare discharge calculations that most suitable towards the characteristics of the Lowo Rea river basin that are located in Wewaria Sub-District, Ende Regency. Calculation of design discharge calculated without calibration towards the AWLR data as a observed flow because the AWLR data unavailable in research location. Consequently, be used H_{DRO} (high direct run off) as a comparative. Analysis result calculation of H_{DRO} design discharge Nakayasu Method and simulating HEC HMS application state that Nakayasu Method more precise used to analyze design of flood discharge reperiod \geq (more than or equal) 100 years. As for design of flood discharge simulating HEC HMS application more precise used to analyze design of flood discharge reperiod $<$ (less than) 100 years

Keywords: Design Flood, Nakayasu Method, HEC-HMS, H_{DRO}

1. PENDAHULUAN

Kecamatan Wewaria merupakan salah satu Kecamatan yang berada di Kabupaten Ende. Kecamatan Wewaria terdiri dari 22 desa dengan luas wilayah 157,95 km², beriklim tropis dengan suhu rata-rata tahunan 26° C dan dalam setahun curah hujan rata-rata kecamatan Wewaria cukup tinggi, yakni sebesar 1126 mm. Di Kecamatan Wewaria terdapat salah satu sungai besar yakni Sungai Lowo Rea. Hampir setiap tahunnya Sungai Lowo Rea mengalami banjir. Pada tahun 2017 sebanyak 85 rumah warga di Kecamatan Wewaria, Kabupaten Ende terendam banjir akibat

meluapnya kali Lowo Rea saat musim penghujan (flobamora.net, 2017). Bencana banjir merupakan bencana yang rutin terjadi hampir setiap tahun di Kecamatan Wewaria. Selain banjir, bencana alam seperti tanah longsor dengan skala yang kecil menjadi dampak lanjutan dari adanya banjir. Hal ini diakibatkan oleh curah hujan yang cukup tinggi, penampang sungai yang cenderung melebar dan minimnya bangunan pengaman banjir disepertaran DAS Lowo Rea.

Debit banjir rencana pada DAS Lowo Rea dapat dihitung atau diukur dengan hidrograf satuan sintetik. Hidrograf satuan

sintetik merupakan hidrograf yang didasarkan atas sintesis dari parameter-parameter daerah aliran sungai. Terdapat beberapa metode yang bisa digunakan dalam pengalihragaman data curah hujan menjadi debit limpasan langsung melalui sistem DAS. Salah satunya adalah metode Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu (1940) yang dikembangkan di Jepang. Metode HSS adalah metode yang populer digunakan dalam banyak perencanaan di bidang sumber daya air khususnya dalam analisis debit banjir DAS yang tidak terukur [1]. Pemilihan Metode Nakayasu didasarkan pada iklim dan topografi pulau Flores yang tingkat curah hujannya cukup tinggi dan topografi yang didominasi oleh daerah pegunungan. Selain itu perhitungan debit banjir menggunakan metode Nakayasu lebih tepat digunakan karena diagram HSS Nakayasu memberikan gambaran mengenai debit ketika awal hujan, saat banjir dan berakhir banjir. Penggunaan metode Nakayasu memerlukan beberapa karakteristik parameter daerah alirannya, seperti; tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak hidrograf (*time of peak*), tenggang waktu dari titik berat hujan sampai titik berat hidrograf (*time lag*), tenggang waktu hidrograf (*time base of hydrograph*), luas daerah tangkapan air, panjang alur sungai utama terpanjang (*length of the longest channel*) dan koefisien pengaliran [2].

Perhitungan debit rencana HSS Nakayasu kemudian dibandingkan (dilakukan *checkcross*) dengan simulasi aplikasi HEC-HMS (*Hydrologic Engineering Center-Hydrologic Modeling System*) dengan metode SCS (*Soil Conservation Service*) yang merupakan aplikasi berbasis analisis hidrologi [3]. Permodelan hujan-debit merupakan satuan untuk mendekati nilai-nilai hidrologis proses yang terjadi di lapangan. Kemampuan pengukuran hujan-debit aliran sangat diperlukan untuk mengetahui potensi sumberdaya air di suatu wilayah DAS. Model hujan-debit dapat dijadikan sebuah alat untuk memonitor dan mengevaluasi debit sungai melalui pendekatan potensi sumberdaya air permukaan yang ada. Simulasi aplikasi HEC-HMS dipilih sebagai pembandingan metode nakayasu dikarenakan dalam HEC-HMS terdapat fasilitas kalibrasi, kemampuan

simulasi model dengan data terdistribusi, model aliran kontinu dan kemampuan GIS (*Geographic Information System*).

2. METODOLOGI PENELITIAN

Analisa Hidrologi

- 1) Perbaiki data hujan dengan menggunakan metode *Reciprocal*

$$P_x = \frac{\frac{1}{(Dx_A)^2} P_A + \frac{1}{(Dx_B)^2} P_B}{\frac{1}{(Dx_A)^2} + \frac{1}{(Dx_B)^2}}$$

dengan,

P_x = curah hujan hilang stasiun x

Dx_A = jarak stasiun x terhadap stasiun A

Dx_B = jarak stasiun x terhadap stasiun B

P_A = curah hujan pada stasiun A

P_B = curah hujan pada stasiun B

- 2) Uji konsistensi dilakukan untuk dapat mengetahui apakah trend data yang terjadi mempunyai trend data yang konsisten atau yang sesuai dengan persyaratan uji konsistensi data, menggunakan metode kurva massa ganda (*double-mass curve*) untuk menguji kepenggahan data hujan.

- 3) Dalam memperoleh nilai curah hujan rata-rata wilayah/*Regional Distribution* (\bar{R}), digunakan pendekatan metode *Polygon Thiessen*

$$\bar{R} = \frac{A_1 R_1 + A_2 R_2 + \dots + A_n R_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

dengan:

\bar{R} = Curah hujan rata-rata

A_1, A_2, A_n = luas daerah polygon (Km^2)

R_1, R_2, R_n = hujan maksimum (mm)

- 4) Perhitungan curah hujan rancangan terdiri dari perhitungan parameter statistik dan parameter logaritma.

- a. Deviasi standar (S)

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

dimana;

S = standar deviasi

X_i = nilai hujan DAS ke i

\bar{X} = nilai rata-rata hujan DAS

- n = jumlah data
- b. Koefisien *skewness* (Cs)
- $$Cs = \frac{n \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S^3}$$
- dimana;
- Cs = koefisien *skewness*
 X_i = nilai hujan DAS ke i
 \bar{X} = nilai rata-rata hujan DAS
 n = jumlah data
- c. Pengukuran Kurtosis (Ck)
- $$Ck = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4}$$
- dimana;
- Ck = Pengukuran *Kurtosis*
 S = standar deviasi
 X_i = nilai hujan DAS ke i
 \bar{X} = nilai rata-rata hujan DAS
 n = jumlah data
- d. Koefisien Variasi
- $$Cv = \frac{S}{\bar{X}}$$
- dimana;
- Cv = Koefisien *Variasi*
 S = standar deviasi
 \bar{X} = nilai rata-rata hujan DAS
- 5) Dalam perhitungan analisis jenis sebaran digunakan metode Ej Gumbel dan metode Log Pearson Type III
- a. Ej Gumbel
- $$X_t = \bar{X} + \left(\frac{Y - Y_n}{S_n} \right) \times S_n$$
- dimana;
- X_t : curah hujan rencana
 \bar{X} : curah hujan rata-rata
 S : standar deviasi
 S_n : standar deviasi ke n
 Y_n : koefisien Gumbel ke n
 Y : nilai reduce variate
- b. Log Pearson Type III
- $$\log X_t = \log X_{rt} + k \times S$$
- $$X_t = 10^{\log X_t}$$
- dimana;
- X_t = curah hujan rencana
 \bar{X} = curah hujan rata-rata
 k = variable standar
 S = Standar Deviasi Logaritma
- 6) Uji pemilihan distribusi frekuensi terdiri dari uji sebaran Chi Kuadrat dan uji Smirnov Kolmogorov
- 7) Perhitungan intensitas curah hujan menggunakan metode Dr. Moonobe.

$$I = \frac{X_{24}}{4} \times \frac{24^{\frac{2}{3}}}{t}$$

Keterangan rumus:

I = intensitas hujan (mm/jam)

X_{24} = hujan harian maksimum (mm)

t = waktu konsentrasi (jam)

Perhitungan Debit Banjir Rancangan Metode HSS Nakayasu

- 1) Waktu kelambatan (time lag, t_g),
 $t_g = 0,4 + 0,058 \times L$ untuk $L > 15$ Km
 $t_g = 0,21 \times L^{0,7}$ untuk $L < 15$ Km
- 2) Waktu puncak dan debit puncak hidrograf satuan sintetis dirumuskan sebagai berikut:
 $t_r = 0,75 \times t_g$
- 3) Waktu saat debit sama dengan 0,3 kali debit puncak
 $t_{0,3} = \alpha \times t_g$
- 4) Waktu puncak
 $t_p = t_g + 0,8 Tr$
- 5) Debit puncak;
 $Q_p = \frac{1}{3,6} \times A \times R_0 \times \frac{1}{(0,3 \times t_p + t_{0,3})}$
 dengan:
 L = panjang sungai (Km).
 α = koefisien, nilainya antara 1,5 – 3,0
 A = luas DPS (Km²)
 Tr = durasi hujan (jam) = $(0,5 \times t_g)$
 $s/d (1 \times t_g)$.
 R_0 = satuan kedalaman hujan (mm)

Perhitungan Debit Banjir Rencana Simulasi Aplikasi HEC-HMS

Permodelan Parameter HEC HMS. Setiap pemodelan masing-masing memiliki satu buah metode untuk setiap *Volume Runoff*, *Direct Runoff* dan *Routing*; Komponen analisis hidrograf banjir model HEC-HMS, yaitu sebagai berikut [4]:

- a) Presipitasi Model Specified Hyetograph Model hyetograph untuk masukan hujan yang terjadi dalam pemodelan menerus (continuous model).
- b) Volume Runoff Model SCS Curve Number (CN)
 Model perhitungan SCS-CN dapat ditunjukkan pada persamaan 2.53 [3].

$$P_e = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S}$$

 Dimana P_e adalah akumulasi hujan efektif pada waktu t , P adalah

akumulasi hujan pada waktu t , I_a adalah kehilangan mula-mula (*initial loss*) dan P adalah potensi penyimpanan maksimum (*potential maximum retention*). Hubungan empiris antara I_a dan S dengan persamaan 2.54

$$I_a = 0,2 \times S$$

Akumulasi hujan efektif pada saat t ditunjukkan pada persamaan;

$$P_e = \frac{(P - 0,2S)^2}{P + 0,8S}$$

Hubungan antara nilai penyimpanan maksimum dengan karakteristik DAS berupa nilai CN dengan persamaan 2.56.

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \text{ (mm)}$$

Selain CN, parameter yang juga berpengaruh terhadap volume runoff adalah luas daerah kedap (*impervious area*).

c) Direct Runoff Model SCS Unit Hydrograph

Metode SCS UH memerlukan penentuan nilai waktu puncak (t_p , time to peak) dan debit puncak (Q_p) ditunjukkan, oleh;

$$Q_p = C \frac{A}{T_p}$$

Dimana (A) adalah luas daerah aliran air dan (C) adalah konversi tetap (208 di SI dan 484 di dalam sistem kaki).

Waktu puncak (juga yang dikenal sebagai waktu kenaikan) terkait lama kejadian hujan, seperti persamaan

$$t_p = \frac{\Delta t}{2} + t_{lag}$$

Dimana (Δt) adalah lama kejadian hujan (jam) dan (t_{lag}) adalah *time lag* (jam).

Persamaan untuk menentukan parameter *time lag* ditunjukkan pada persamaan;

$$t_{lag} = \frac{L^{0,8} \times (S + 1)^{0,7}}{1900 \times Y^{0,5}}$$

Dimana L adalah panjang sungai utama (ft), (Y) adalah kemiringan DAS (%) dan (S) adalah *potential maximum retention* (inchi), ditentukan dengan

$$S = \frac{1000}{CN} - 10 \text{ dengan CN adalah curve number.}$$

Volume Hidrograf dan H_{DRO}

Volume hidrograf dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$V = (Q_t + Q_{t+1}) \times (T_t - T_{t-1}) \times 0,5 \times 3600$$

dengan;

V = volume hidrograf (m^3)

Q_t = debit saat waktu t ($m^3/detik$)

Q_{t+1} = debit saat waktu $t+1$ ($m^3/detik$)

T_t = waktu saat debit t (jam)

T_{t-1} = waktu saat debit $t-1$ (jam)

Keandalan hasil analisis metode HSS pada DAS yang tidak memiliki hidrograf natural atau hidrograf observasi dapat diketahui dengan menggunakan metode kontrol volume dengan konsep hidrograf satuan. Maksud konsep tersebut pada metode ini adalah nilai HDRO (*high direct run off*) atau yang biasa disebut dengan rasio volume harus bernilai 1 mm dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$I = \frac{V}{A}$$

I = hujan efektif (1 mm)

V = volume hidrograf (m^3)

A = luas DAS (m^2)

Dari persamaan diatas, maka nilai H_{DRO} (*direct run off*) atau yang biasa disebut dengan rasio volume, harus bernilai 1.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Hidrologi

- 1) Perbaikan data hujan pada Sta. Welamosa, Sta. Sokoria dan Sta. Jitabewa dengan menggunakan metode *Reciprocal*.

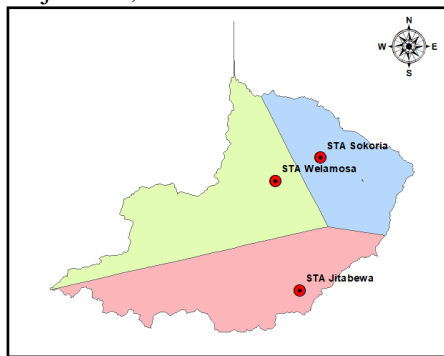
Tabel 1 Curah Hujan Maksimum DAS

TA HU N	TAN GGA L HUJA N	HUJAN HARIAN MAKSIMUM (mm)		
		STA WELA MOSA	STA SOK ORIA	STA JITAB EWA
2007	23- Dec	100	269	165
2008	04- Feb	31	253	8
2009	02- Feb	14	164	75
2010	18- Apr	82	87	84
2011	06- Feb	64	69	66
2012	15- Mar	69	74	19
2013	07-Jan	33	0	200

2014	17-Jan	150	131	142
2015	23-Feb	49	53	85
2016	30-Jan	116	124	180

Sumber: Hasil Analisis, 2019

- 2) Perhitungan curah hujan rata-rata wilayah/*Regional Distribution* metode Polygon Thiessen. Pada DAS Lowo Rea terdapat Sta. Welamosa (A) dengan luas pengaruh 163,37 Km², Sta. Sokoria (B) dengan luas pengaruh 96,44 Km² dan Sta. Jitabewa (C) dengan luas pengaruh stasiun hujan 147,5 Km²



Gambar 5 Lokasi Stasiun Hujan

Sumber: Hasil Analisis, 2019

Tabel 2 Perhitungan Polygon Thiessen

TAHUN	TANGGAL	CURAH HUJAN MAKS			\bar{X}	\bar{X}_{ma}
		A	B	C		
		0,40	0,24	0,36		
2007	23-Dec	100	269	165	163,5	163,55
	23-Dec	100	269	165	163,5	
	23-Dec	100	269	165	163,5	
2008	05-Feb	100	40	4	51,03	75,23
	04-Feb	31	253	8	75,23	
	02-Feb	0	0	75	27,16	
2009	21-Apr	110	0	65	67,66	71,61
	02-Feb	14	164	75	71,61	

2010	02-Feb	14	164	75	71,61	83,91
	18-Apr	82	87	84	83,91	
	18-Apr	82	87	84	83,91	
2011	06-Feb	64	69	66	65,91	65,91
	06-Feb	64	69	66	65,91	
	06-Feb	64	69	66	65,91	
2012	15-Mar	69	74	19	52,08	52,08
	15-Mar	69	74	19	52,08	
	13-Mar	6	4	67	27,62	
2013	09-Apr	92	109	9	65,97	85,66
	09-Apr	92	109	9	65,97	
	07-Jan	33	0	200	85,66	
2014	17-Jan	150	131	142	142,60	142,60
	17-Jan	150	131	142	142,60	
	17-Jan	150	131	142	142,60	
2015	22-Feb	54	51	27	43,51	62,98
	23-Feb	49	53	85	62,98	
	23-Feb	49	53	85	62,98	
2016	30-Jan	116	124	180	141,07	141,07
	30-Jan	116	124	180	141,07	
	30-Jan	116	124	180	141,07	
RATA-RATA						94,46

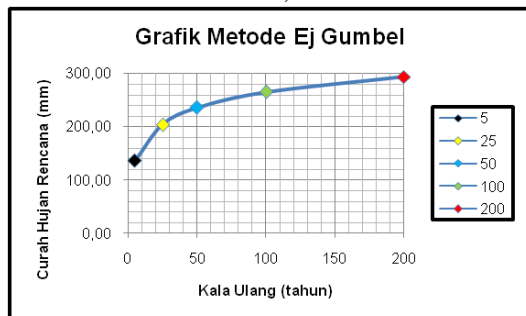
Sumber: Hasil Analisis, 2019

- 3) Analisis Jenis Sebaran menggunakan metode Ej Gumbel dan metode Log Pearson Type III. Berikut perhitungan jenis sebaran metode Ej Gumbel dan Log Pearson Type III;

Tabel 3 Curah Hujan Metode Ej Gumbel

R	\bar{X}_{mal}	S	Y_t	Y_n	S_n	X_t
5	94,4	39,6	1,49	0,4	0,9	136,11
25	94,4	39,6	3,12	0,4	0,9	203,50
50	94,4	39,6	3,90	0,4	0,9	235,69
100	94,4	39,6	4,60	0,4	0,9	264,63
200	94,4	39,6	5,29	0,4	0,9	293,48

Sumber: Hasil Analisis, 2019



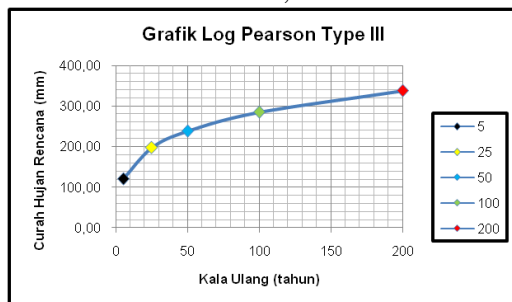
Gambar 6 Grafik Metode Ej Gumbel

Sumber: Hasil Analisis, 2019

Tabel 4 Curah Hujan Log Pearson Type III

R	LOG \bar{X}_{ma}	S	C_s	K_t	y	X_t
5	1,94	0,18	0,88	0,78	2,08	120,68
25	1,94	0,18	0,88	1,93	2,30	197,54
50	1,94	0,18	0,88	2,45	2,38	238,13
100	1,94	0,18	0,88	2,89	2,45	284,51
200	1,94	0,18	0,88	3,31	2,53	337,58

Sumber: Hasil Analisis, 2019



Gambar 7 Metode Log Pearson Type III

Sumber: Hasil Analisis, 2019

Tabel 5 Pemilihan Jenis Distribusi

	SYARAT	HASIL HITUNGAN	KET.
Ej Gumbel	$C_s < 1,1396$	$C_s = 0,89$	memenuhi
	$C_k < 5,4002$	$C_k = 3,15$	memenuhi
Log Pearson III	$C_s = 0 < C_s < 9$	$0 < 0,82 < 9$	memenuhi

Sumber: Hasil Analisis, 2019

Dikarenakan atas dasar pertimbangan syarat metode Ej Gumbel lebih spesifik dibandingkan syarat metode Log Pearson Type III seperti pada Tabel 5 diatas maka dipilih metode Ej Gumbel untuk dilakukan uji Chi Kuadrat (*Chi square test*) dan uji Smirnov Kolmogorov.

- 4) Perhitungan distribusi curah hujan jam-jaman/intensitas curah hujan dihitung menggunakan metode Dr. Moonobe.

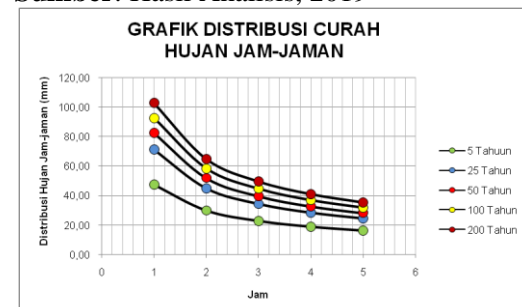
Gambar 8 Grafik Hujan Jam-Jaman

Sumber: Hasil Analisis, 2019

Tabel 7 Distribusi Hujan Jam-Jaman

Jam	R24				
	R5	R25	R50	R100	R200
	136.11	203.50	235.69	264.63	293.48
1	47.77	71.41	82.71	92.87	102.99
2	30.09	44.99	52.10	58.50	64.88
3	22.96	34.33	39.76	44.65	49.51
4	18.96	28.34	32.82	36.85	40.87
5	16.34	24.42	28.29	31.76	35.22

Sumber: Hasil Analisis, 2019



Gambar 10 Grafik Distribusi Hujan

Sumber: Hasil Analisis, 2019

Debit Banjir Rencana HSS Nakayasu

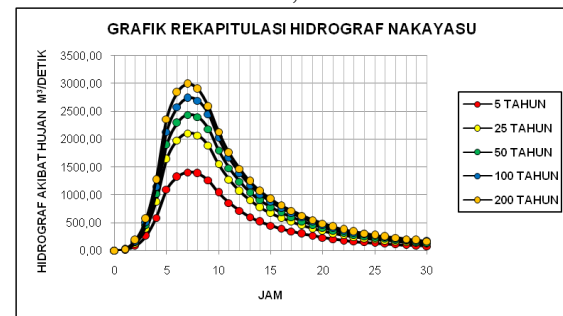
Berikut perhitungan outflow HSS Nakayasu;

Tabel 8 Outflow Nakayasu

t	5	25	50	100	200
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	14.92	22.30	25.83	29.00	32.16
2	88.13	131.76	152.60	171.35	190.03
3	265.11	396.37	459.06	515.44	571.63
4	590.57	882.97	1022.63	1148.21	1273.39
5	1095.76	1638.28	1897.39	2130.40	2359.75
6	1323.43	1978.68	2291.63	2573.06	2838.24
7	1406.99	2103.61	2436.32	2735.52	2993.18
8	1383.60	2068.64	2395.82	2690.04	2902.42
9	1261.45	1886.00	2184.29	2452.54	2584.15
10	1039.36	1553.96	1799.74	2020.76	2129.19
11	856.38	1280.38	1482.88	1664.99	1754.34
12	715.25	1069.37	1238.51	1390.60	1466.26
13	605.80	905.74	1049.00	1177.82	1243.66
14	519.49	776.69	899.53	1010.00	1068.56
15	450.66	673.79	780.36	876.19	929.23
16	395.28	590.98	684.45	768.51	815.41
17	347.40	519.40	601.55	675.43	716.65
18	305.33	456.50	528.70	593.62	629.86
19	268.35	401.21	464.66	521.73	553.57
20	235.80	352.62	408.39	458.54	486.52
21	207.28	309.91	358.92	403.00	427.60
22	184.72	276.19	319.88	359.16	381.32
23	165.53	247.59	286.65	321.86	342.02
24	149.14	222.99	258.25	289.97	308.45
25	135.05	201.92	233.85	262.57	279.66
26	122.82	183.77	212.77	238.99	254.37

6	8	1	7	0	1
2	111.5	166.7	193.1	216.8	230.8
7	4	6	3	5	4
2	101.2	151.3	175.3	196.8	209.5
8	4	7	1	4	3
2	91.90	137.4	159.1	178.6	190.2
9	0	0	3	7	0
3	83.42	124.7	144.4	162.1	172.6
0	2	2	5	9	4

Sumber: Hasil Analisis, 2019



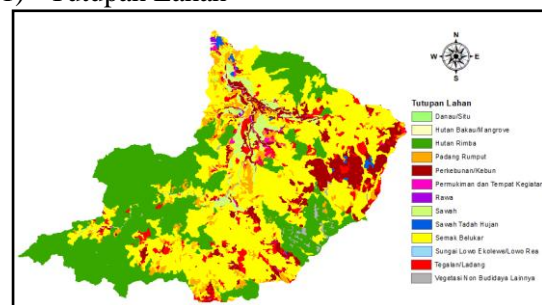
Gambar 9 Hidrograf Nakayasu

Sumber: Hasil Analisis, 2019

Analisis Tutupan Lahan, Jenis Tanah dan Kemiringan Lereng

Analisis tutupan lahan, jenis tanah dan kemiringan lereng dimaksudkan untuk memperoleh nilai dari parameter-parameter yang diperlukan dalam analisa simulasi aplikasi HEC HMS seperti Impervious, Curve Number, Initial Abstraction dan Lag Time [5].

1) Tutupan Lahan



Gambar 10 Tutupan Lahan DAS Lowa Rea

Sumber: Hasil Analisis, 2019

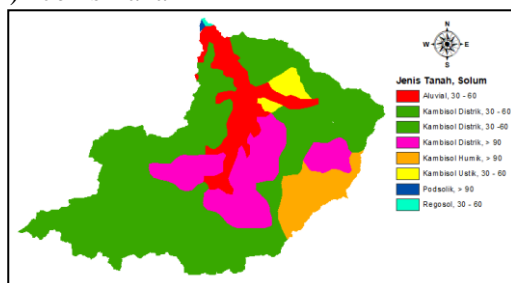
Tabel 9 Jenis Tutupan Lahan

JENIS TUTUPAN LAHAN		LUAS (Km ²)	(%)
NON AGRICULTURAL			
1	Padang Rumput/ Alang-alang	23.40	5.75
2	Hutan bakau (Magrove)/ Hutan Basah	0.30	0.07
3	Hutan Rimba/ Hutan	142.30	34.

	Kering		94
4	Semak Belukar	166.85	40.96
AGRICULTURAL			
1	Perkebunan/ Kebun	32.82	8.06
2	Tegalan/ Ladang	19.25	4.73
3	Sawah/ Sawah Tadah Hujan	14.02	3.44
4	Vegetasi Non Budidaya/ Tanam Campur	2.25	0.55
PEMUKIMAN		3.36	0.83
SUNGAI		1.79	0.44
DANAU		0.26	0.06
RAWA-RAWA		0.55	0.13
DAN LAIN SEBAGAINYA (Jalan, dll)		0.17	0.04
TOTAL		407.32	100.00

Sumber: Hasil Analisis, 2019

2) Jenis Tanah



Gambar 11 Jenis Tanah DAS Lowo Rea

Sumber: Hasil Analisis, 2019

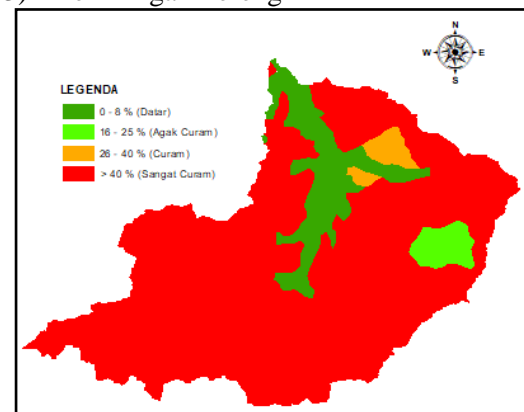
Tabel 10 Jenis Tanah

JENIS TANAH	SO LUM	KELO MPO K HIDROLOG I TANAH	LUA S	%
Kambisol Distrik	30 - 60	B	261.21	64.16
Kambisol Distrik	> 90	B	66.67	16.38

Kambisol Ustik	30 - 60	B	8.26	2.03
Kambisol Humik	> 90	B	28.12	6.91
Aluvial	30 - 60	B	42.17	10.36
Regosol	30 - 60	A	0.39	0.09
Podsolik	> 90	A	0.34	0.08
TOTAL			407.15	100.00

Sumber: Hasil Analisis, 2019

3) Kemiringan Lereng



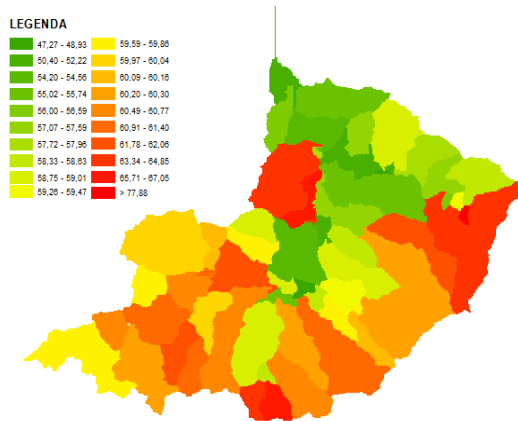
Gambar 12 Kemiringan Lereng

Sumber: Hasil Analisis, 2019

Tabel 11 Jenis Kemiringan Lereng

KEMIRINGAN	KLASIFIKASI	LUA S	%
0 - 8 %	Datar	42.55	10.45
16 - 25 %	Agak Curam	10.90	2.68
26 - 40 %	Curam	8.26	2.03
> 40 %	Sangat Curam	345.44	84.84
TOTAL		407.15	100

Sumber: Hasil Analisis, 2019



Gambar 13 Nilai CN DAS Lowo Rea

Sumber: Hasil Analisis, 2019

Debit Banjir Rencana HEC-HMS

Permodelan Parameter HEC HMS. Setiap pemodelan masing-masing memiliki satu buah metode untuk setiap *Volume Runoff*, *Direct Runoff* dan *Routing*.



Gambar 14 Basin Model DAS Lowo Rea

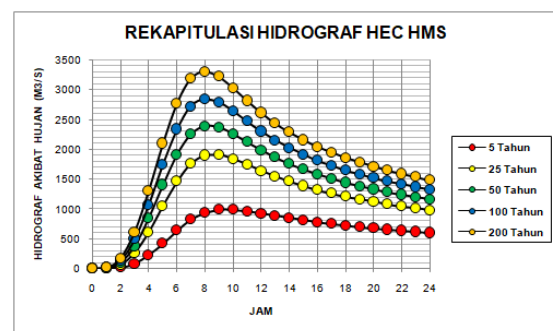
Sumber: Hasil Analisis, 2019

Tabel 13 Outflow HEC HMS

JAM	PERIODE ULANG (Km ³ /s)				
	5	25	50	100	200
0	0	0	0	0	0
1	6.00	10.00	12.70	15.50	18.70
2	17.60	63.50	96.50	131.10	169.70
3	83.10	263.60	377.00	490.60	613.10
4	221.50	612.20	842.50	1067.60	1306.00
5	420.10	1048.20	1402.00	1741.50	2096.30
6	636.10	1461.70	1909.70	2333.10	2770.20
7	817.60	1754.90	2247.90	2707.60	3177.30
8	933.00	1894.00	2385.00	2839.00	3298.00

	70	00	90	40	70
9	983.30	1904.40	2366.30	2788.20	3212.70
10	984.10	1837.60	2258.80	2641.00	3023.60
11	957.90	1739.50	2120.80	2465.30	2809.10
12	920.70	1637.20	1984.00	2296.70	2608.00
13	881.20	1542.30	1860.70	2147.20	2432.20
14	843.20	1457.90	1752.80	2017.90	2281.30
15	808.00	1383.40	1658.90	1906.00	2151.60
16	775.80	1317.70	1576.50	1808.40	2039.10
17	746.40	1259.20	1503.70	1722.60	1940.40
18	719.70	1206.90	1438.90	1646.40	1853.00
19	695.20	1159.70	1380.70	1578.40	1775.00
20	672.70	1116.90	1328.20	1517.10	1704.80
21	651.90	1077.90	1280.40	1461.40	1641.30
22	632.70	1042.20	1236.80	1410.60	1583.40
23	614.80	1009.50	1196.70	1364.00	1530.60
24	598.10	979.10	1159.70	1321.10	1481.90

Sumber: Hasil Analisis, 2019



Gambar 15 Hidrograf HEC HMS

Sumber: Hasil Analisis, 2019

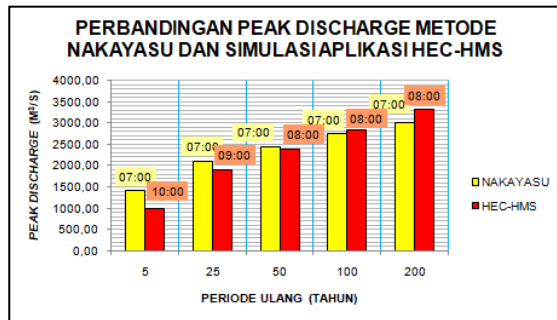
Perbandingan Nakayasu dan HEC HMS

Perbandingan metode Nakaysi dan Simulasi aplikasi HEC HMS didasarkan pada selisih *peak discharge* dan *time of peak*.

Tabel 13 Nakayasu dan HEC HMS

PERIODE ULANG (Tahun)	SELISIH	
	PEAK DISCHARGE (m ³ /s)	TIME OF PEAK (Jam)
5	422.90	3
25	199.20	2
50	50.40	1
100	103.90	1
200	305.50	1

Sumber: Hasil Analisis, 2019



Gambar 16 Perbandingan Peak Discharge Nakayasu dan HEC HMS

Sumber: Hasil Analisis, 2019

Volume Hidrograf dan H_{DRO}

Keandalan hasil analisis metode HSS pada DAS yang tidak memiliki hidrograf natural atau hidrograf observasi dapat diketahui dengan menggunakan metode kontrol volume dengan konsep hidrograf satuan. Maksud konsep tersebut pada metode ini adalah nilai H_{DRO} (*high direct run off*) atau yang biasa disebut dengan rasio volume harus bernilai 1 mm

Tabel 14 Nilai H_{DRO}

R (Tahun)	H_{DRO} (mm)			REKOMENDASI
	NAKAYASU	HEC HMS	SELISIH	
5	12	8	5	HEC HMS
25	18	16	2	HEC HMS
50	21	20	1	HEC HMS
100	24	25	1	NAKAYASU
200	26	29	3	NAKAYASU

Sumber: Hasil Analisis, 2019

Catatan Khusus

DAS Lowo Rea merupakan DAS yang rutin terjadi banjir hampir setiap tahunnya. Kecamatan Wewaria merupakan salah satu dari tujuh Kecamatan yang berada pada DAS Lowo Rea. Kecamatan Wewaria mayoritas wilayah kecamatannya berada pada DAS Lowo Rea yakni sebesar 180,57 Km² atau 44,35 % dari luas total DAS. Masyarakat Kecamatan Wewaria mengalami dampak yang sangat signifikan dari banjir yang terjadi, seperti areal perkebunan maupun persawahan yang rusak karena banjir yang menyebabkan hasil panen menurun, hewan ternak yang mati terbawa banjir dan akses jalan yang rusak karena air yang tergenang dalam waktu yang cukup lama akan memecahkan molekul aspal kebetuk yang lebih kecil lagi sehingga daya rekatnya terhadap kerikil dan pasir menjadi berkurang. Oleh karena itu, secara implisit penelitian ini dapat menjadi salah satu solusi untuk mengatasi persoalan banjir di DAS Lowo Rea dengan menentukan hasil perhitungan debit rencana yang tepat atau sesuai dengan karakter DAS Lowo Rea diantara metode Nakayasu dan simulasi aplikasi HEC HMS untuk menjadi parameter atau dasar perencanaan bangunan penanganan banjir yang baik.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penjabaran diatas tanpa adanya kalibrasi terhadap debit terukur (*observed flow*) seperti data AWLR dan sejenisnya dapat dikatakan analisis debit banjir rancangan menggunakan metode Nakayasu lebih tepat digunakan untuk analisis debit banjir rancangan kala ulang atau periode ulang \geq (lebih dari sama dengan) 100 tahun, yang pada umumnya sering digunakan pada desain bangunan air seperti bendung (periode ulang 50 tahun s/d 100 tahun), bendungan beton/batu kali (periode ulang 500 tahun s/d 1000 tahun) dan bendungan urugan tanah/batu (periode ulang 1000 tahun). Sedangkan analisis debit banjir rancangan menggunakan simulasi aplikasi HEC HMS tanpa kalibrasi lebih tepat digunakan untuk analisis debit banjir rancangan kala ulang atau periode ulang $<$ (kurang dari) 100 tahun, yang pada umumnya sering digunakan pada desain bangunan air seperti saluran pengelak banjir (periode ulang 20 tahun s/d 50 tahun),

tanggul sungai (periode ulang 10 tahun s/d 20 tahun) dan bendungan urugan tanah/batu (periode ulang 5 tahun s/d 10 tahun).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. D. Soemarto, 1986. *Hidrologi Teknik*, Second Edi. Surabaya, Indonesia: Penerbit Usaha Nasional.
- [2] Triatmodjo, Bambang, 2008. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset: Yogyakarta.
- [3] USAC, 2000. *Hydrologic Modelling System HEC HMS Technical Reference Manual*,Maret.
<http://www.hec.usace.army.mil>.
- [4] USACE, *Hydrologic Modelling System HEC HMS Applications Guide*. Desember,2002.
<http://www.hec.usace.army.mil>.
- [5] Handayani R, dkk, 2016. “Analisis Besaran Hidrograf Satuan Berdasarkan Karakteristik Daerah Aliran Sungai Siak”, Jom FTEKNIK Vol 3 No. 2 Oktober.