

PEMODELAN HUJAN-DEBIT PADA DAERAH ALIRAN SUNGAI UNUS KOTA MATARAM DENGAN PEROGRAM HEC-HMS

Gusti Agung Pramudia Suwito Prabowo*¹, Eko Noerhayati¹, Azizah Rokhmawati²

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Malang

Jl. MT. Haryono No. 193 Malang 65144, Jawa Timur, Indonesia

Email: agunggusti1998@gmail.com

ABSTRAK

Banjir yang terjadi pada suatu wilayah DAS, disebabkan karena berkurangnya luas resapan wilayah air akibat perubahan tata guna lahan yang tidak terencana secara baik, dan jenis tanah pada DAS juga mempengaruhi debit sungai. Banjir juga salah satu masalah tahunan yang rutin dihadapi pemerintah Mataram. Mataram sebagai daerah yang bagian hilir daerah aliran sungai (DAS) dan DAS Unus salah satu sungai yang melalui Kota Mataram. Permasalahan yang terjadi pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Unus disebabkan oleh meluapnya air sungai akibat intensitas hujan yang tinggi pada daerah mataram sehingga menyebabkan terjadinya banjir dan beberapa permasalahannya.

Debit banjir rencana merupakan debit dengan periode ulang tertentu yang menjadi parameter perencanaan bangunan air, perhitungan debit banjir rencana menggunakan HSS Nakayasu dan Program HEC-HMS Hasil analisa debit banjir rencana menggunakan Perogram HEC-HMS yang terjadi pada kala ulang 10 tahun dengan debit $187\text{ m}^3/\text{s}$, kala ulang 25 tahun $200\text{ m}^3/\text{s}$, kala ulang 50 tahun $209\text{ m}^3/\text{s}$, kala ulang 100 tahun $217\text{ m}^3/\text{s}$ dan menggunakan metode HSS Nakayasu yang terjadi kalau ulang 10 tahun dengan debit $252\text{ m}^3/\text{s}$, kala ulang 25 tahun debit rencana $275\text{ m}^3/\text{s}$ kala ulang 50 tahun debit rencana $291\text{ m}^3/\text{s}$, kala ulanag 100 tahun dengan debit rencana $307\text{ m}^3/\text{s}$. Perbandinagn HEC-HMS dan Nakayasu Dari uji statistika Uji T di dapatkan T tabel 5,073 > T keritis 2,30 perbandingan tidak signifikan karena perbedaan parameter pada tiap metode perbedaan besar debit pada Metode HEC-HMS dan HSS Nakayasu diakibatkan karena perbedaan parameter yang dimasukan,

Kata Kunci : Banjir, HEC-HMS, HSS Nakayasu, Sungai Unus

PENDAHULUAN

Banjir yang terjadi pada suatu daerah aliran sungai, disebabkan karena beberapa faktor seperti berkurangnya daerah resapan air akibat perubahan tata guna lahan yang tidak terencana dengan baik, sehingga akibat dari perubahan tata guna lahan itu mengakibatkan bertambahnya volume debit banjir yang terjadi pada wilayah DAS tersebut.

Banjir merupakan salah satu masalah tahunan yang rutin dihadapi pemerintah kota mataram. Sebagai daerah yang dibagian hilir daerah aliran sungai (DAS) dan dilintasi tiiga sungai besar menjadikan sebagian kota wilayah di kota mataram rawan banjir. Penyempitan tampang dan alur sungai akibat sedimentasi dan sampah semakin menambah ancaman tersebut.

Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang disampaikan dapat diuraikan rumusan masalah dalam studi ini adalah sebagai berikut:

1. Berapa debit banjir rencana pada DAS Unus dengan perogram HEC-HMS ?

2. Berapa debit banjir rencana pada Das Unus dengan metode Hidograf Satuan Sintetik Nakayasu ?
3. Bagaimana model hasil debit banjir dengan Perogram HEC-HMS dibandingkan dengan HSS Nakayasu ?

Tujuan dan Manfaat

- 1) Mengetahui besar debit banjir rencana pada DAS Unus dengan perogram HEC-HMS
- 2) Mengetahui besar debit banjir rencana pada DAS Unus dengan metode Hidograf Satuan Sintetik Nakayasu
- 3) Mengetahui hasil model perbandingan program HEC-HMS dengan HSS Nakayasu

Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui sumber daya air yang ada pada DAS Unus dan dapat dijadikan sebuah alat untuk memonitor dan mengevaluasi debit sungai sehingga bermanfaat untuk perencanaan dan pengelolaan sumber daya air bagi instansi yang terkait

TINJAUN PUSTAKA

Data DEM

DEM adalah data digital yang menggambarkan geometri dari bentuk permukaan bumi atau bagiannya yang terdiri dari himpunan titik-titik kordinat hasil sampling dai permukaan dengan algoritma yang mendefinisikan himpunan koordinat (Tempfili,1991)

Analisa Hidrologi

1. Dalam melakukan uji konsistensi data tersebut dengan menggunakan metode kurva massa ganda untuk membandingkan antara nilai kumulatif curah hujan tahunan stasiun yang diuji dengan nilai kumulatif rerata-rata curah hujan tahunan dari stsiun hujan yang ada disekitarnya. Data hujan yang digunakan dalam uji konsistensi merupakan data curah hujan selama 10 tahun dari tahun 2011 sampai dengan 2020
2. Untuk menentukan perhitungan hujan rata-rata DAS dengan menggunakan metode Polighon Thiessen. Data hujan yang di peroleh adalah merupakan data hujan titik , agar dapat digunakan untuk perhitungan selanjutnya maka hujan titik , agar dirubah menjadi hujan daerah dengan membuat poligon thieseen
3. Perhitungan curah hujan rancangan terdiri dari perhitungan parameter statistik dan parameter logaritma.

- a. Deviasi Standar

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

- b. Koefisien skewness

$$CS = \frac{n \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S^3} \dots\dots\dots(2)$$

- c. Pengukuran Kurtois

$$CS = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \dots\dots\dots(3)$$

- d. Koefisien Variasi

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}} \dots\dots\dots(4)$$

4. Dalam Perhitungan analisis Distribusi menggunakan metode Gumbel dan metode Log Person

- a. Gumbel

$$X_t = \bar{X} + \left(\frac{Y - Y_n}{S_n} \right) \dots \dots \dots (5)$$

- b. Log Person Type 3

$$\text{Log } X_t = \text{Log } X_{rt} + k \times S \dots \dots \dots (6)$$

$$X_t = 10^{\log X_t} \dots \dots \dots (7)$$

- c. Uji Pemilihan Distribusi frekuensi terdiri dari uji sebaran chi-kuadrat dan uji smirnov kolmogrov

- d. Perhitungan intensitas curah hujan menggunakan metode Dr. Moonobe

$$I = \frac{X_{24}}{4} \times \frac{24^{\frac{2}{3}}}{t} \dots \dots \dots (8)$$

Perhitunagn Debit Banjir Rancangan HSS Nakayasu

- a. Waktu Konsentrasi tg

$$T_g = 0,4 + 0,058 \times L \text{ untuk } L > 15 \text{ Km} \dots \dots \dots (9)$$

$$T_g = 0,21 \times L^{0,7} \text{ untuk } L < 15 \text{ Km} \dots \dots \dots (10)$$

- b. Waktu puncak dan debit puncak hidrograf satuan sintetis dirumuskan sebagai :

$$T_r = 0,75 \times t_g \dots \dots \dots (11)$$

- c. menghitung penurunan debit puncak sungai 30% ($T_{0,3}$)

$$T_{0,3} = \alpha \times t_g \dots \dots \dots (12)$$

- d. Menghitung waktu puncak (T_p)

$$T_p = t_g + 0,8 t_r \dots \dots \dots (13)$$

- e. Menghitung debit puncak banjir

$$Q_p = \frac{C \times A \times R_o}{3,6 \times (0,3 T_p + T_{0,3})} \dots \dots \dots (14)$$

Perhitungan Debit Banjir Rencana Aplikasi HEC-HMS

Model HEC-HMS merupakan suatu model yang dilakukan dengan membagi menjadi beberapa sub DAS dengan menggunakan GIS yang ada pada HEC-HMS, pembagian menjadi beberapa sub DAS diperlukan agar karakteristik DAS secara keseluruhan terwakili dalam model tersebut

Pemodelan Parameter HEC-HMS, Setiap pemodelan masing – masing memiliki satu buah metode untuk setiap Volume Runoff, Direct Runoff dan Routing. menunjukan metode yang digunakan pada pemodelan

Model	Metode
Volume Runoff	SCS Curve Number
Direct RunOff	SCS UH
Routing	Lag

Uji Menggunakan UJI-T

Uji T adalah salah satu instrumen statistik untuk menentukan rata-rata dari sekumpulan kelompok apakah berbeda secara signifikan dengan sekumpulan rata-rata pada kelompok lainnya. Uji T dikenal sebagai uji persial yang digunakan untuk menguji seperti apa pengaruh dari masing-masing variabel bebas secara terpisah

Uji ini juga dapat dilakukan dengan membandingkan antara nilai t hitung (berdasarkan hasil perhitungan) dengan t tabel (yang bisa di peroleh dari tabel statistik) dengan cara melihat kolom yang signifikan pada setiap t hitung

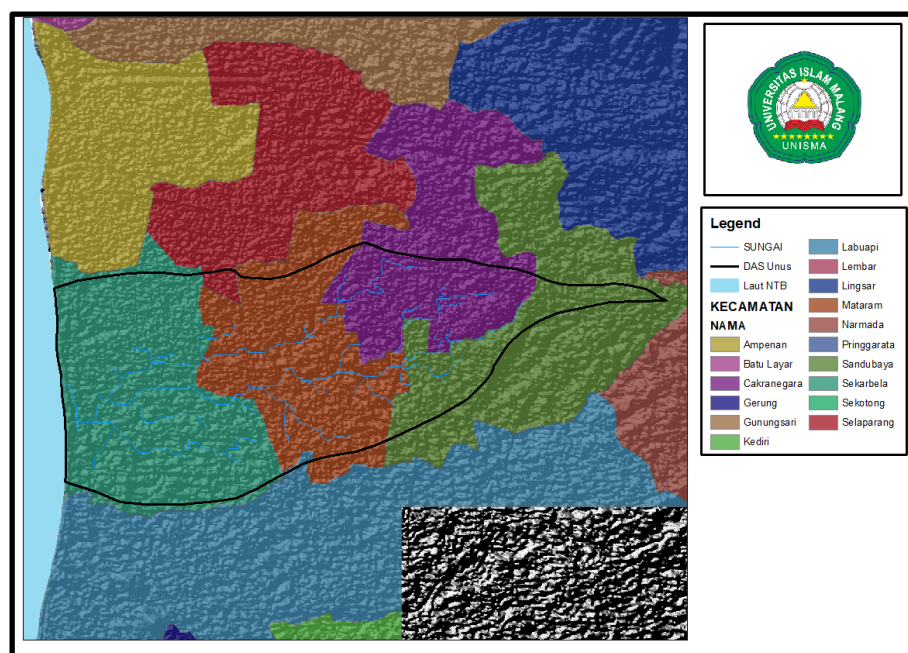
METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi Studi

Daerah aliran Sungai Unus

Lokasi penelitian di DAS Unus dengan melintasi wilayah kabupaten lombok barat dan kota mataram, secara geografis, Daerah aliran sungai Unus berada dalam kordinat 08°35'07'' LS s/d 08°37'29'' LS dan 122°04'21'' BT s/d 122°09'54'' BT. Sungai unus termasuk dalam sub SWS Dodokan Pulau Lombok dan DAS unus berhulu di Gunung Buanmangge (+2.895 m) dan bermuara di selat lombok.

Secara administratif berada di kota mataram dan kabupaten Lombok Barat, Sebelah Barat berbatasan langsung dengan laut selat Lombok dan sebelah Timur berbatasan dengan Kabuoaten Lombok Tengah. Sungai Unus berhulu di Gunung Buanmangge dan mengalir ke Barat serta bermuara di selat Lombok



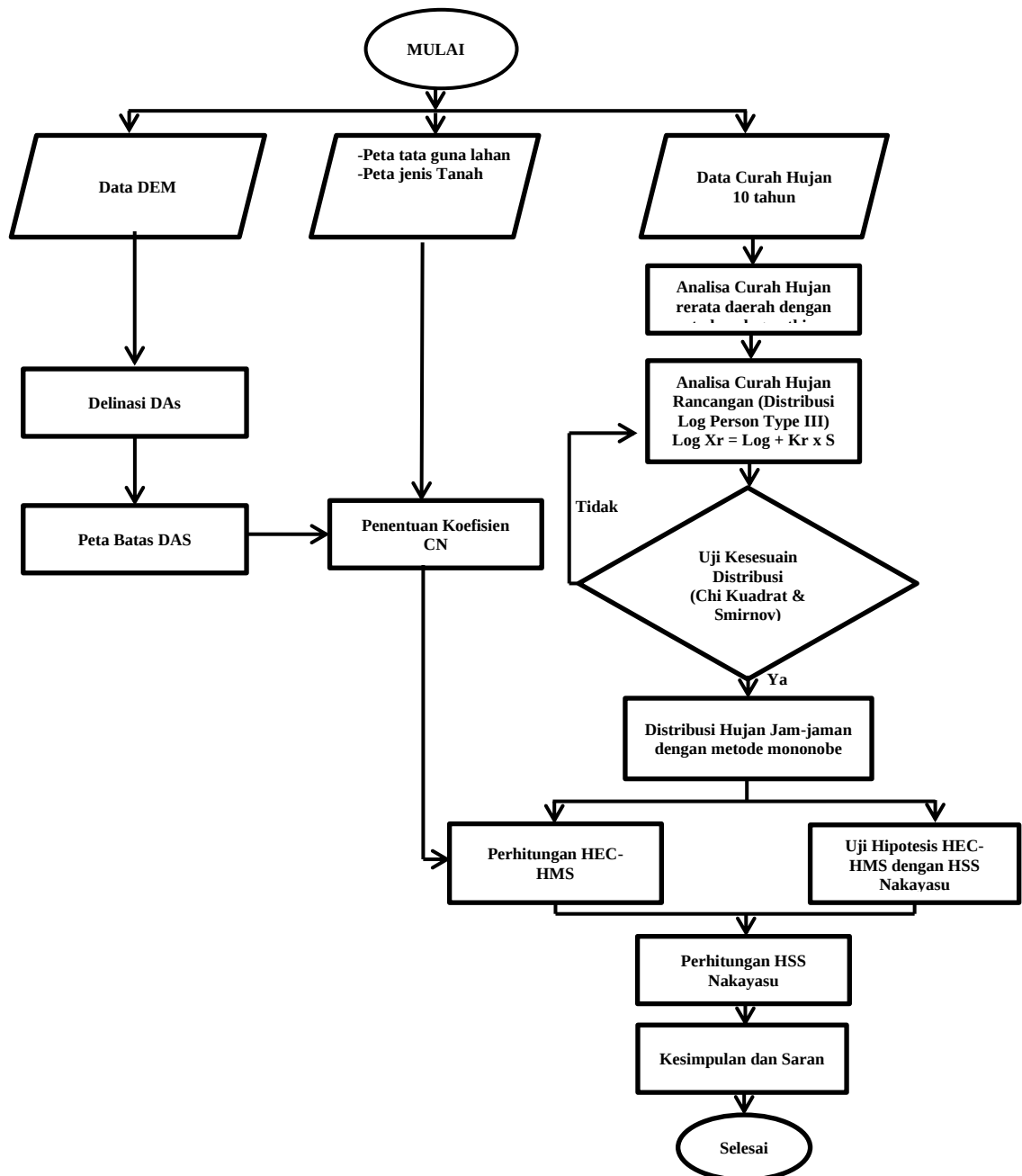
Gambar 1 Lokasi Studi

Tahap pengumpulan Data

Data yang diperlukan untuk mendapatkan gambaran tentang kondisi fisik wilayah daerah aliran sungai unus atau daerah studi, maka di perlukan beberapa data,yaitu:

1. Digital Elevation Model (DEM)
2. Data Curah Hujan
3. Data Tata Guna Lahan
4. Data Jenis Tanah

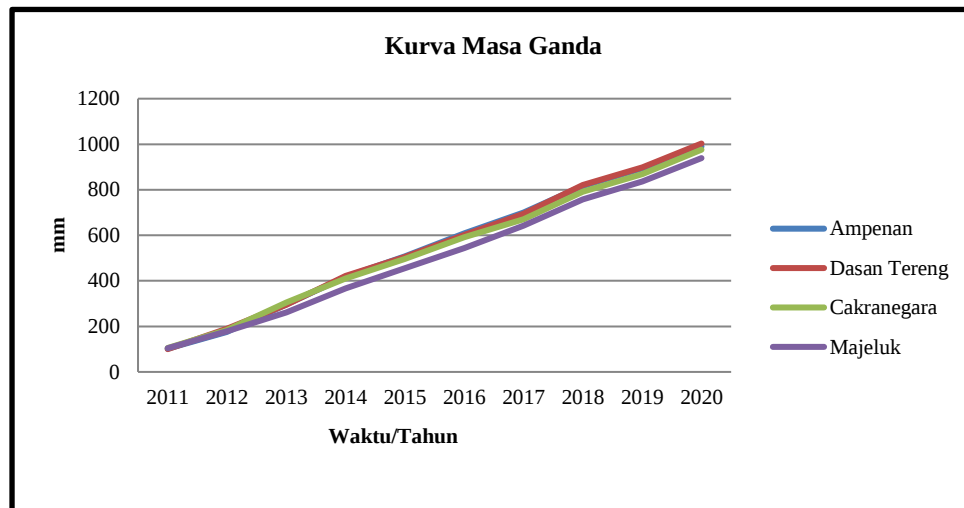
Bagan Alir Penelitian



HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Konsistensi Data Curah Hujan

Dalam melakukan uji konsistensi data tersebut dengan menggunakan metode kurva massa ganda untuk membandingkan antara nilai kumulatif curah hujan tahunan stasiun yang diuji dengan nilai kumulatif rerata-rata curah hujan tahunan dari stasiun hujan yang ada disekitarnya. Data hujan yang digunakan dalam uji konsistensi merupakan data curah hujan selama 10 tahun dari tahun 2011 sampai dengan 2020



Gambar 2 gradik Kurva Massa Ganda

Berdasarkan gambar grafik, masing-masing stasiun memiliki data yang konsisten, Data curah hujan yang konsisten jika data curah hujan sudah konsisten untuk proses pengolahan mudah dilakukan pada tahap analisis distribusi frekuensi dan uji distribusi

Analisis Frekuensi

Analisis frekuensi untuk memperkirakan atau memperoleh probabilitas untuk terjadinya suatu

Tabel 1 Log Person III

No	Tahun	Xi (mm)	Log Xi	Log Xi-Log Xrt	(Log Xi – Log X) ²	(Log Xi – Log X) ³
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]
1	2011	101,83	2,01	0,03	0,001	0,000
2	2012	85,84	1,93	-0,04	0,002	0,000
3	2013	81,34	1,91	-0,07	0,005	0,000
4	2014	116,03	2,06	0,09	0,007	0,001
5	2015	83,99	1,92	-0,05	0,003	0,000
6	2016	88,42	1,95	-0,03	0,001	0,000
7	2017	97,66	1,99	0,01	0,000	0,000
8	2018	123,4	2,09	0,11	0,013	0,001
9	2019	77,87	1,89	-0,09	0,008	-0,001
10	2020	105,55	2,02	0,05	0,002	0,000
Jumlah			19,78		0,041	0,0010
Log rata-rata (Xrt)				1,97		

S Log X (Sd)		0,07
Cs		0,43

(Sumber : Perhitungan)

Analisis Sebaran Distribusi

Uji Kecocokan dengan metode Chi Kuadrat dan Smirnov-Kolmogrov merupakan uji kecocokan dengan melihat selisih peluang terbesar antara distribusi data dengan distribusi teoritisnya, diperoleh dari hasil perhitungan masing –masing Uji

Tabel 2 Hasil Uji Sebaran Chi Square

Batas Kelas	OF	EF	EF-OF	(EF-OF)^2/EF
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]
77,87-85,84	4	2,5	1,5	0,9
85,84-97,66	2	2,5	-0,5	0,1
97,66-105,55	2	2,5	-0,5	0,1
105,55- 123,4	2	2,5	-0,5	0,1
Jumlah	10	10	0	1,2

(Sumber : Perhitungan)

Dari pengujian yang dilakukan dengan menggunakan metode *Chi-kuadrat* didapatkan (X^2) = 1,2 ; sedangkan (X_{cr}^2) = 5,991 dengan tingkat kepercayaan $\alpha = 5\%$. Karena ($X^2 < X_{cr}^2$) maka dapat diterima.

Tabel 3 Hasil Uji Smirnov Kolmogrov

No	Tahun	Xi (mm/hr)	Pe = m (n+1)(%)	Log Xi	K	Pr	Pt (%)	ΔP (Pe- Pt)(%)
[1]	[2]	[3]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]
1	2011	101,83	0,091	2,01	0,329	43,51	0,56	-0,47
2	2012	85,84	0,182	1,93	-0,496	66,34	0,34	-0,15
3	2013	81,34	0,273	1,91	-0,756	76,22	0,24	0,03
4	2014	116,03	0,364	2,06	0,958	11,05	0,89	-0,53
5	2015	83,99	0,455	1,92	-0,601	70,34	0,30	0,16
6	2016	88,42	0,545	1,95	-0,353	59,76	0,40	0,14
7	2017	97,66	0,636	1,99	0,127	43,44	0,57	0,07

8	2018	123,4	0,727	2,09	1,256	5,05	0,95	-0,22
9	2019	77,87	0,818	1,89	-0,966	80,61	0,19	0,32
10	2020	105,55	0,909	2,02	0,502	26,27	0,74	0,20
Jumlah		961,9		19,78			Δ Max	0,32
Rata-rata		96,193		1,98			n	10
Cs		0,43					α	10%
Sd		0,09						
(Sumber : Perhitungan)								

Dari hasil perhitungan $\Delta P_{maks} = 0,37 < \Delta P_{cr} = 0,39$ (Tabel Uji Derajat kritis Simirnov-Kolmogorov) maka Uji Smirnov Kolomogrof dapat diterima dengan derajat kebebasan 10%.

Perhitungan Curah Hujan Efektif

Curah hujan jam-jaman merupakan hasil dari perkalian antara curah hujan rancangan dengan kala ulang tertentu sebagai koefisien pengaliran serta memperhitungkan distribusi hujan tiap jamnya. Curah hujan maksimum selama 24 jam diambil terpusatnya 5 jam dikarenakan hasil pengamatan di Indonesia, hujan terpusat berkisar diantara 5 sampai 6 jam

Hasil perhitungan distribusi hujan jam-jaman dengan metode mononobe dapat dilihat pada Tabel 4

Tabel 4. Hujan Jam-jaman

Jam ke	Rasio (%)	Hujan jam-jaman (mm/hari)					
		2	5	10	25	50	100
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]
1	0,585	38,517	44,219	47,842	52,284	55,534	58,735
2	0,152	10,011	11,494	12,435	13,590	14,434	15,267
3	0,107	7,023	8,062	8,723	9,533	10,125	10,709
4	0,085	5,591	6,419	6,944	7,589	8,061	8,526
5	0,072	4,721	5,420	5,864	6,409	6,807	7,199
CH rancangan		94,090	108,020	116,870	127,720	135,660	143,480
C pengaliran		0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70

Hujan Efektif Jam	65,863	75,614	81,809	89,404	94,962	100,436
-------------------	--------	--------	--------	--------	--------	---------

(Sumber : Perhitungan)

Perhitungan Hidrograf Satuan Sintetik Nakaysu

- Menghitung waktu konsentrasi hujan
Untuk panjang Sungai L <15 Km maka

$$T_g = 0,21 \times 7,8^{0,7}$$

$$= 0,21 \times 7,8^{0,7}$$

$$= 0,889 \text{ jam}$$
- Menghitung waktu puncak (Tp)

$$T_p = t_g + 0,8 \text{ tr}$$

$$= 0,889 + (0,8 \times 0,889)$$

$$= 1,601 \text{ Jam}$$
- Menghitung penurunan debit puncak sungai 30% (T_{0,3})

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

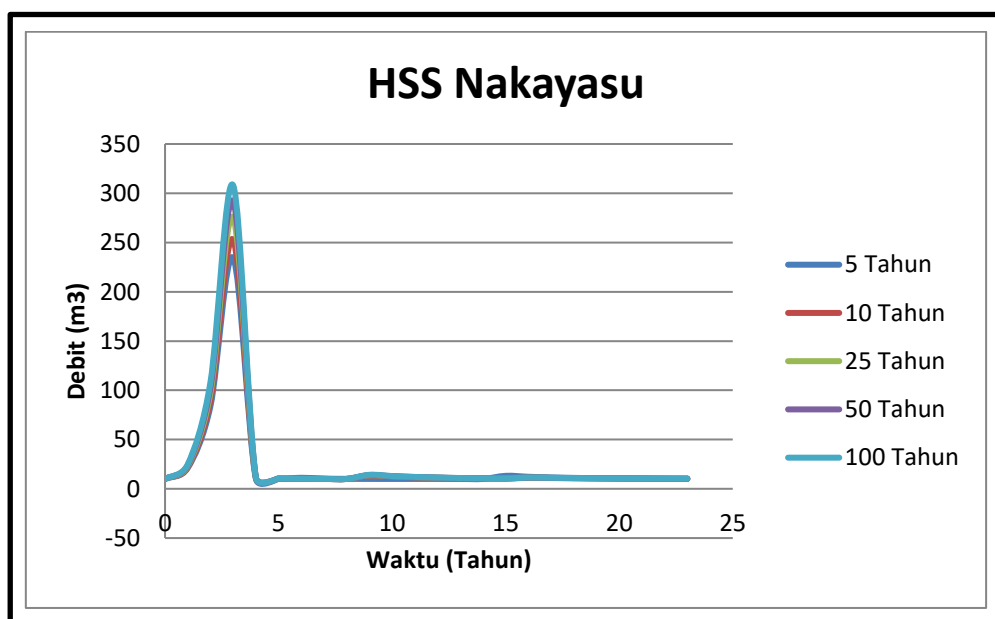
$$= 3 \times 0,889$$

$$= 2,668 \text{ jam}$$
- Menghitung debit puncak banjir

$$Q_p = \frac{C \times A \times R_o}{3,6 \times (0,3 T_p + T_{0,3})}$$

$$= \frac{0,6 \times 17 \times 1}{3,6 \times (0,3 \times 1,601 + 2,260)}$$

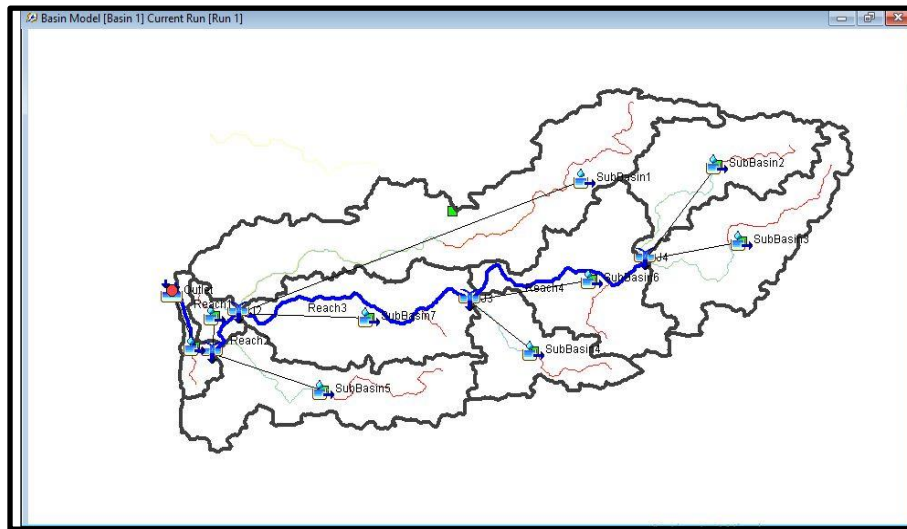
$$= 0,905 \text{ m}^3/\text{dt}$$



Gambar 3 HSS Nakayasu

Pemodelan Hujan-Debit HEC-HMS

Pengolahan Data DEM menggunakan GIS di HEC-HMS dan DAS Unus memiliki 9 Subbasin, Layar Basin model ini pada gambar 4 menampilkan basin model yang aktif pada layar ini digunakan untuk membuat emlmn pada hidrologi dalam sebuah bassin model, menghubungkan masing-masing elmen hidrologi dan untuk memasukkan data. Di layar basin model ini juga dilakukan pengaturan basin model, simulations control menampilkan hasil perhitungan



Gambar 4 Layout DAS Unus

Data yang akan diinputkan ke dalam HEC-HMS bisa dilihat pada Tabel 5

Tabel 5 Data Untuk HEC-HMS

BASIN	Luas (KM2)	CN	Panjang		elevasi (M2)		Kemiringan, (S)	Lag Time (menit)
			Km	M	Terendah	Tertinggi		
Subasin 1	4,7516	72	8,551	8551	0,8734	27,3287	0,06634	10,83
Subasin 2	1,9009	70	3,772	3772	14,4392	32,0970	0,06512	3,53
Subasin 3	2,3236	77	4,125	4125	14,1237	37,4697	0,06904	3,18
Subasin 4	1,3223	79	2,721	2721	12,3782	19,0200	0,05653	2,31
Subasin 5	2,3460	80	4,752	4752	2,1335	10,2213	0,07317	5,1
Subasin 6	2,2563	81	3,708	3708	7,5528	14,1332	0,06606	3,23
Subasin 7	2,3958	83	3,715	3715	1,2878	9,9686	0,07125	5,73
Subasin 8	0,2875	77	1,387	1387	1,0364	1,7402	0,0652	2,1

Subasin 9	0,3601	75	1,479	1479	1,2571	3,2364	0,07566	1,51
-----------	--------	----	-------	------	--------	--------	---------	------

(Sumber:Perhitungan)

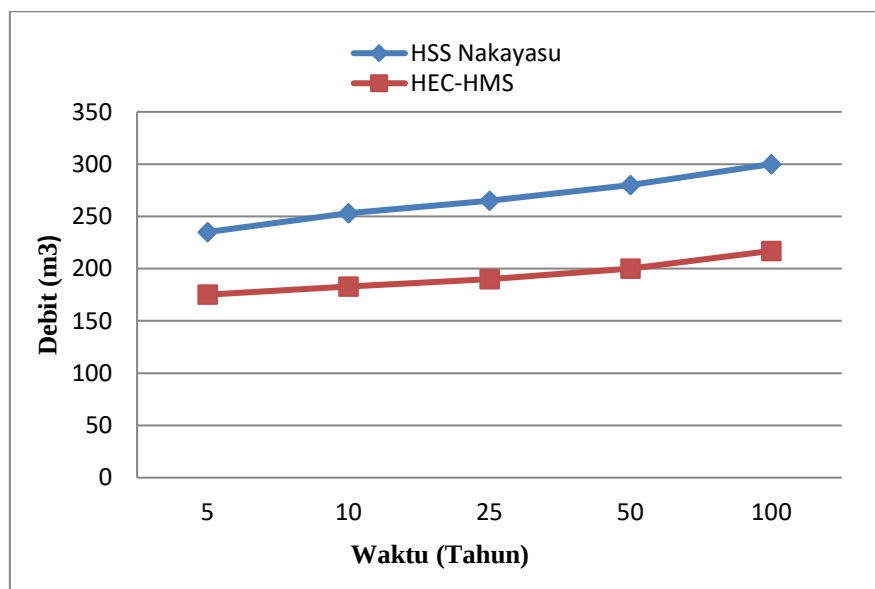
Tabel 6 Debit Rancangan HEC-HMS

Tahun	Debit Puncak (m^3/s)
10	$187 m^3$
25	$200 m^3$
50	$209 m^3$
100	$217 m^3$

Perbandingan HEC-HMS Dengan HSS Nakayasu Menggunakan Uji T

Tabel 7 Debit HEC-HMS dan HSS Nakayasu

Tahun	HEC-HMS (m^3/s)	HSS Nakayasu (m^3/s)
5	175,1	234,34
10	$187 m^3$	252,7
25	$200 m^3$	275,25
50	$209 m^3$	291,7
100	$217 m^3$	301,9



Gambar 6 Grafik Perbanding HEC-HMS dan HSS Nakayasu

Hasil Uji T

Tabel 8 Uji T

	Nakayasu	HEC-HMS
--	----------	---------

Mean	270,4	197,62
Variance	746,3	282,672
Observations	5	5
Pooled Variance	514,486	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	8	<- DF/Derajat Kebebasan
t Stat	5,073355262	<- Nilai T Hitung
P(T<=t) two-tail	0,000961005	Nilai P Value
t Critical two-tail	2,306004135	Nilai Tabel/Kertis

Dari tabel di atas diketahui bahwa T tabel lebih besar dari T keritis jadi HEC- HMS dengan Nakayasu berbeda secara signifikan dikarenakan perbedaan parameter yang dimasukan pada tiap metode

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil analisis yang dilakukan adalah sebagai berikut

1. Debit banjir rencana menggunakan HEC-HMS yang terjadi untuk kala ulang 10 tahun dengan debit $187 \text{ m}^3/\text{s}$, kala ulang 25 tahun sebesar $200 \text{ m}^3/\text{s}$, kala ulang 50 tahun sebesar $209 \text{ m}^3/\text{s}$,kala ulang 100 tahun sebesar $217 \text{ m}^3/\text{s}$
2. Debit banjir rencana menggunakan HSS Nakayasu yang terjadi untuk kala ulang 10 tahun dengan debit sebesar $252 \text{ m}^3/\text{s}$ kala ulang 25 tahun sebesar $275 \text{ m}^3/\text{s}$, kala ulang 50 tahun sebesar $291 \text{ m}^3/\text{s}$ dengan, kala ulang 100 tahun sebesar $307 \text{ m}^3/\text{s}$
3. Dari uji statistika Uji T di dapatkan T Hitung $5,073 > T$ Keritis $2,30$ perbandingan tidak signifikan karena perbedaan parameter pada tiap metode

Saran

Saran yang dapat diberikan terkait hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pemodelan HEC-HMS ditingkatkan keakurasiannya dengan melengkapi data yang belum tersedia pada penelitian ini seperti data temperatur

DAFTAR PUSTAKA

- Ferdiansyah, A. *et al.* (2020) ‘Potensi Debit Aliran Lokal Waduk Saguling Menggunakan Model Hujan Limpasan’, *JURNAL SUMBER DAYA AIR*, 16(1), pp. 35–50.
doi:10.32679/jsda.v16i1.606.
- Triatmodjo. Bambang. 2008. *Hidrologi Terapan*.Beta Offset: Yogyakarta
- USACE. 2000. *Hydrologic Modelling System HEC-HMS Technical Reference Manual*. Washington: U. S. Army Corps of Engineers.