

Pemodelan Hujan-Debit Aliran Menggunakan Program HEC-HMS 4.5 Di Subdas Argoguroh – Margatiga

M. Angga Wicaksono¹⁾
Endro Prasetyo Wahono²⁾
Riki Chandra Wijaya³⁾
Dyah Indriana Kusumastuti⁴⁾

Abstract

Rainfall- Runoff modeling is intended for planning in the field of civil engineering, with rain-discharge calibration using HEC-HMS software, aiming to predict the amount of low-flow discharge. Rainfall - discharge modeling in this research is to determine the minimum flow rate. then calibrate with the HEC-HMS 4.5 program and find out the amount of the return period discharge from the HEC-HMS 4.5 program. The method used to calibrate the minimum discharge with the HEC-HMS 4.5 program is the relative error method. In this study, to determine the minimum discharge amount in this study, the data needed are minimum rainfall data, argoguroh – margatiga sub-basin maps, and argoguroh – margatiga land cover maps. Based on this research, the HEC-HMS 4.5 model in 2014 was 14.4 m³/s, in 2015 it was 5.0 m³/s, in 2018 it was 3.7 m³/s and in 2019 it was 4.1 m³/s. . Based on the calculation results of rain calibration and discharge relative error method, the average relative error is 59, 65%. So it can be concluded that the error in the modeling has a moderate category error. Furthermore, the discharge results for the two-year return period are 1.7 m³/s for the five-year return period, which is 20.1 m³/s, and the 10-year return period is 51.8 m³/s, the 25-year return period is 88.9 m³/s, the 50-year return period is 174.5 m³/s, the 100-year return period is 249.8 m³/s, the 200-year return period is 780.2 m³/s, and the 1000 year return period is 927, 1 m³/s

Key words : Rainfall Modeling – Minimum discharge, Argoguroh – Margatiga.

Abstrak

Pemodelan hujan – debit bertujuan untuk perencanaan bidang teknik sipil, dengan kalibrasi hujan – debit menggunakan software HEC-HMS, Pemodelan hujan - debit pada penelitian ini yaitu untuk mengetahui debit aliran minimum. kemudian mengkalibrasikan dengan program HEC-HMS 4.5 dan mengetahui besaran debit priode kala ulang hasil program HEC-HMS 4.5. Metode yang digunakan kalibrasi debit minimum dengan program HEC-HMS 4.5 adalah metode kesalahan relatif. Pada penelitian ini untuk mengetahui besaran debit minimum pada penelitian ini data yang di perlukan adalah data hujan minimum, peta subdas dan peta tutupan lahan argoguroh – margatiga. Berdasarkan penelitian ini di peroleh model HEC-HMS 4.5 pada tahun 2014 ialah 14,4 m³/s, tahun 2015 ialah 5,0 m³/s, tahun 2018 ialah 3,7 m³/s dan tahun 2019 ialah 4,1 m³/s. Berdasarkan hasil perhitungan kalibrasi hujan dan debit metode kesalahan relatif yaitu rata – rata kesalahan relatif adalah 59, 65 %. Maka dapat di simpulkan bahwa kesalahan dalam pemodelan memiliki kesalahan kategori sedang, Selanjutnya hasil debit priode kala ulang dua tahun yaitu 1,7 m³/s kala ulang lima tahun yaitu 20,1 m³/s, kala ulang 10 tahun yaitu 51,8 m³/s, kala ulang 25 tahun yaitu 88,9 m³/s, kala ulang 50 tahun yaitu 174,5 m³/s, kala ulang 100 tahun yaitu 249,8 m³/s, kala ulang 200 tahun yaitu 780,2 m³/s, dan kala ulang 1000 tahun yaitu 927, 1 m³/s.

Kata kunci : Pemodelan Hujan – Debit minimum, Bendungan Argoguroh – Margatiga.

¹⁾ Mahasiswa S1 pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung.
Surel: datrapeta@gmail.com

²⁾ Dosen pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan. Prof. Sumantri Brojonegoro No.1 . Gedong Meneng Bandar Lampung. 35145.

³⁾ Dosen pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan. Prof. Sumantri Brojonegoro no. 1. Gedong Meneng Bandar Lampung. 35145.

⁴⁾ Dosen pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan. Prof. Sumantri Brojonegoro no. 1. Gedong Meneng Bandar Lampung. 35145.

I. PENDAHULUAN

Perencanaan hidrologi selalu berkaitan dengan karakteristik Daerah Aliran Sungai (DAS). Dalam sistem DAS, akan di jumpai beragam komponen antara lain, komponen fisik daerah aliran sungai, vegetasi, jenis tanah, aliran air dan hujan yang paling berinteraksi secara dinamis. Data debit dalam suatu das digunakan untuk kebutuhan makhluk hidup, seperti manusia, hewan, dan tumbuhan. Pemodelan Hujan-Debit berfungsi untuk perencanaan dalam bidang teknik contoh: perencanaan drainase, perencanaan waduk dan sungai.

Seiring usia operasional Bendung Argogurah dan Bendungan Margatiga volume tampungannya mengalami penurunan akibat sedimentasi Pada teknik penggunaan program HEC-HMS 4.5, di karenakan pada program tersebut terdapat komponen yaitu: Model DAS, Model Meteorologi, *Control specification*, dan data masukan yang memudahkan peneliti dalam pemodelan alih ragam hujan-debit pada subdas Bendung Argoguroh-Bendungan Margatiga, dan kalibrasi model dari data model curah hujan dan data observasi..

II. TINJAUAN PUSTAKA

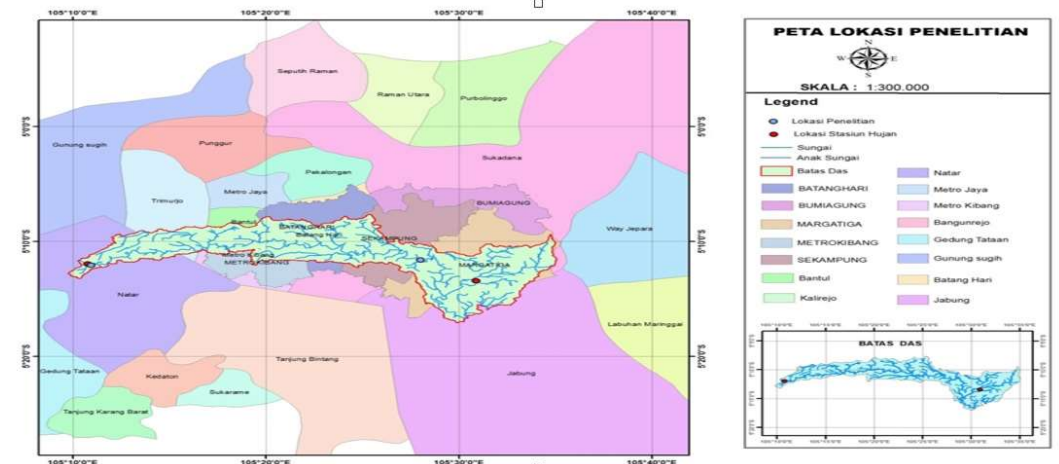
Siklus hidrologi merupakan proses pengeluaran air dan perubahanya menjadi uap air yang mengembun kembali menjadi air (Soedibyo, 1988) Pengalihragaman hujan aliran merupakan suatu proses transformasi air hujan menjadi aliran yang mengalir dari hulu ke hilir. Proses pengalihragaman hujan menjadi aliran di dalamnya antara lain adalah intensitas hujan (I), lama waktu hujan (t), kedalaman hujan (d), frekuensi (f), dan luas daerah pengaruh hujan (A) (Soedibyo, 1988). Dalam Penelitian ini hubungan hujan dengan aliran menggunakan *software* HEC-HMS 4.5 (Sitanggang et al., 2020)

HEC-HMS adalah singkatan dari *Hydrologic Engineering Center-Hydrologic Modelling System*. HEC-HMS merupakan sebuah perangkat lunak atau software yang dikembangkan oleh *Hydrologic Engineering Center* milik *US Army Corps Of Engineers* . Di dalam HEC-HMS di butuhkan ketersediaan data spasial, model hidrologi dan perhitungan (Sitanggang et al., 2020). Perhitungan hidrologi yang digunakan pada penelitian ini. Perhitungan curah hujan rata - rata dalam penelitian ini menggunakan metode *polygon thiessen* (Alby and Suhartanto, 2018). Selanjutnya dilakukan perhitungan analisis frekuensi dengan memperhitungkan pemilihan jenis sebaran.

Berdasarkan pada perhitungan jenis sebaran maka di pilih metode *Log person* III. Distribusi Log Person III biasa digunakan untuk menganalisis baik curah hujan rencana maksimum ataupun minumum. Selanjutnya di lakukan kalibrasi hidrologi menggunakan metode kesalahan relatif . Dalam metode ini hasil model yang di gunakan dikatakan baik jika semakin mendekati angka (0).

III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini berlokasi di Bendung Argoguroh dan Bendungan Margatiga. Bendung Argoguroh terletak di Natar Kabupaten Lampung Selatan, dan Bendungan Margatiga terletak di Sukaraja tiga Kabupaten atau kota Lampung Timur. Jarak aliran daerah sungai dari Bendung Argoguroh dan Bendungan Margatiga adalah 54,6 kilometer (sumber google earth). Secara geografis Bendungan Argoguroh terletak $105^{\circ}10'45,95''$ BT dan $05^{\circ}11'56,13''$ LS dan Bendungan Margatiga terletak $105^{\circ}29'23,41''$ BT dan $05^{\circ}12'27,54''$ LS. Lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

A. Metode Validasi.

Metode validitas data terhadap data HEC-HMS 4.5 pada penelitian ini menggunakan metode kesalahan relatif. Metode kesalahan relatif adalah metode perhitungan dengan membandingkan dengan membandingkan selisih debit model dan rata-rata debit pengamatan.

B. Metode Pemilihan Jenis Sebaran.

Analisis frekuensi atas data hidrologi menuntut syarat tertentu untuk data yang bersangkutan, yaitu harus seragam (*homogeneous*), independent, dan mewakili (*representative*).

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data properti tanah yang dibutuhkan dalam menjalankan program *GeoStudio Slope/W* adalah nilai kohesi tanah (c), nilai sudut geser (ϕ), dan nilai berat isi tanah (γ) pada kedalaman berbeda. Berdasarkan hasil uji laboratorium yang telah dilakukan dari sampel yang diambil dari lokasi, maka diperoleh data sesuai tabel dibawah ini :

Tabel 1. Data Uji Laboratorium *Borehole*

No	Jenis Distribusi	Syarat
1	Normal	$(\bar{x} \pm S) \approx 68,27\%$
		$(\bar{x} \pm 2S) \approx 95,44\%$
		$C_s = 0$
		$C_k = 3$

Lanjutan Tabel 1. Data Uji Laboratorium *Borehole*

No	Jenis Distribusi	Syarat
2	Log Normal	$Cs = Cv^3 + 3Cv$ $Ck = Cv^8 + 6Cv^6 + 15Cv^4 + 16Cv^2 + 3$
3	Gumbell	$Cs = 1,14$ $Ck = 5,4$
4	Log Person III	Selain dari nilai di atas

Selanjutnya pada penelitian ini menggunakan metode log person III, berikut rumus perhitungan log person III dapat dilihat pada persamaan no 2 -6 pada bab 2.

IV. Hasil dan Pembahasan

Pada perhitungan hujan rerata, digunakan data hujan minimum pada tahun 2014,2015,2018, metode yang di gunakan adalah metode aritmatik, dan metode Log Person III, sedangkan pada hujan kala ulang di gunakan data hujan minimum selama 10 tahun menggunakan dan Log Person III berdasarkan hasil pemilihan jenis sebaran distribusi. Yang dimana perhitungan curah hujan rerata dan kala ulang di ukur pada stasiun Argoguroh, stasiun Pekalongan dan Margatiga. Hasil perhitungan curah hujan rerata dan kala ulang dapat di lihat pada tabel 3 ,4, 5 dan 6.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Hujan Rerata

Metode	Tahun	Hasil Perhitungan
Aritmatik (aljabar)	2014	19,1534
	2015	18,1000
	2018	21,7677
Polygon Thiessen	2014	18,8840
	2015	19,9959
	2018	25,1522

Tabel 3. Hasil Perhitungan curah hujan minimum rencana priode T tahun Log Person III

Periode (Tahun)	Log R (mm)	SdLogR (mm)	Cs	K	$Y = \text{Log R} + k.SdLogR$	$R_t = 10^Y$ (mm)
2	1,2888	0,2676	0,061	0,0800	1,3102	20,4271
5	1,2888	0,2676	0,061	0,8080	1,5050	31,9904
10	1,2888	0,2676	0,061	1,2720	1,6291	42,5781
25	1,2888	0,2676	0,061	2,0720	2,0295	52,0327

Tabel 4. Hasil Perhitungan curah hujan minimum rencana priode T tahun Log Person III.

Periode (Tahun)	Log R (mm)	SdLogR (mm)	Cs	K	$Y = \text{Log R} + k.SdLogR$	$R_t = 10^Y$ (mm)
2	1,2888	0,2676	0,061	0,0800	1,3102	20,4271
5	1,2888	0,2676	0,061	0,8080	1,5050	31,9904

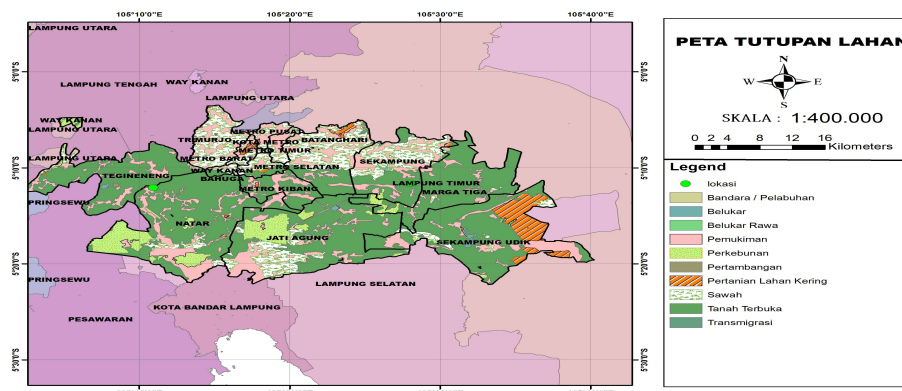
Lanjutan Tabel 4. Hasil Perhitungan curah hujan minimum rencana priode T tahun Log Person III.

Periode (Tahun)	Log R (mm)	SdLogR (mm)	Cs	K	$Y = \text{Log R} + k \cdot \text{SdLogR}$	$R_t = 10^Y$ (mm)
10	1,2888	0,2676	0,061	1,2720	1,6291	42,5781
25	1,2888	0,2676	0,061	2,0720	2,0295	52,0327
50	1,2888	0,2676	0,061	2,3580	1,8432	69,7055
100	1,2888	0,2676	0,061	2,3580	1,9198	83,1382
200	1,2888	0,2676	0,061	3,6200	2,2575	180,9305
1000	1,2888	0,2676	0,061	3,1260	2,1253	133,4496

Selanjutnya dilakukan nalisis data spasial DAS Argoguroh – Margatiga meliputi pembentukan batas DAS, aliran sungai, peta tutupan lahan serta menghitung luasnya dengan program ARCGIS 10.4. Data yang di butuhkan yaitu data *SRTM*, dalam menentukan Batas DAS dan Aliran Sungai dari data *SRTM*.



Gambar 2. Hasil Delenasi Subdas dan Aliran Sungai.



Gambar 3. Peta tutupan lahan DAS Argoguroh – Margatiga
(Sumber: www.Lapackgis.com, *software* ARCGIS 10.4)

Setelah analisis data spasial menggunakan program *arcgis* 10.4, Berikutnya yaitu menginputkan data hujan menggunakan *HEC-HMS* 4.5. Berdasarkan perhitungan debit rancangan yang telah di sesuaikan dengan debit ukur, data debit yang di gunakan ialah pada tahun 2014,2015,2018 dan 2019 tanpa hujan kala ulang dikarenakan keterbatasan data yang tersedia. Metode yang digunakan dapat dilihat pada tabel 1 di bab 2. berikut debit hasil pemodelan *HEC-HMS* 4.5 dapat di lihat pada tabel 5 sampai dengan 8.

Tabel 5. Hasil Perhitungan model tahun 2014 HEC-HMS 4.5

<i>Hydrologic elmen</i>	<i>Drainage Area (Km²)</i>	<i>Peak Discharge (m³/s)</i>	<i>Time of Peak</i>	<i>Volume</i>
<i>Reach-10</i>	169,7563	9,6	17 Juni 2014	74,08
<i>Subbasin-13</i>	19,0526	11,4	17 Juni 2014	70,90
<i>Junction-11</i>	188,8089	14.4	17 Juni 2014	74,72

Tabel 6. Hasil Perhitungan model tahun 2015 HEC-HMS 4.5

<i>Hydrologic elmen</i>	<i>Drainage Area (Km²)</i>	<i>Peak Discharge (m³/s)</i>	<i>Time of Peak</i>	<i>Volume</i>
<i>Reach-10</i>	169,7563	3,6	05 September 2015	10,07
<i>Subbasin-13</i>	19,0526	5,0	05 September 2015	9,58
<i>Junction-11</i>	188,8089	5,0	05 September 2015	10,02

Tabel 7. Hasil Perhitungan model tahun 2018 HEC-HMS 4.5

<i>Hydrologic elmen</i>	<i>Drainage Area (Km²)</i>	<i>Peak Discharge (m³/s)</i>	<i>Time of Peak</i>	<i>Volume</i>
<i>Reach-10</i>	169,7563	2,1	17 Juni 2018	2,29
<i>Subbasin-13</i>	19,0526	3,7	17 Juni 2018	4,35
<i>Junction-11</i>	188,8089	7,0	17 Juni 2018	4,50

Tabel 8. Hasil Perhitungan model tahun 2019 HEC-HMS 4.5.

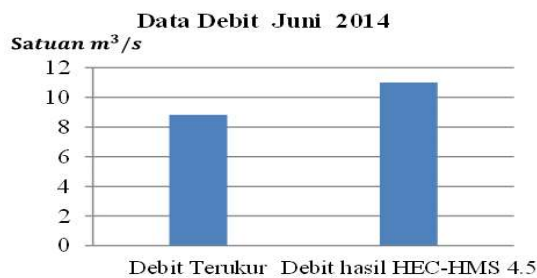
<i>Hydrologic elmen</i>	<i>Drainage Area (Km²)</i>	<i>Peak Discharge (m³/s)</i>	<i>Time of Peak</i>	<i>Volume</i>
<i>Reach-10</i>	169,7563	5,1	31 July 2019	8,02
<i>Subbasin-13</i>	19,0526	7,0	31 July 2019	23,36
<i>Junction-11</i>	188,8089	7,9	31 July 2019	9,57

Setelah mendapatkan pemodelan debit menggunakan HEC-HMS 4.5, langkah selanjutnya yaitu mengkalibrasi dilakukan dengan metode kesalahan relatif. Dari data yang dipilih ialah data debit minimum karena pada penelitian ini mencari aliran dasar, perhitungan kalibrasi data obserbasi dengan data model HEC-HMS 4,5.

Tabel 9. Hasil Kalibrasi Metode Kesalahan Relatif

Waktu/Tahun	Data Debit terukur (m^3/s)	Data Hasil Model HEC-HMS 4.5	Kalibrasi K(model)	Prasentasi %
17 juni 2014	8,83	11,4	0,1972	19
05 September 2015	1,37	5,0	0,6600	66
24 Oktober 2018	1,04	3,7	0,7180	71,8
31 Juli 2019	1,51	7,0	0,7842	78,42

Menghitung selisih antara debit terukur dengan debit hasil HEC-HMS 4.5.



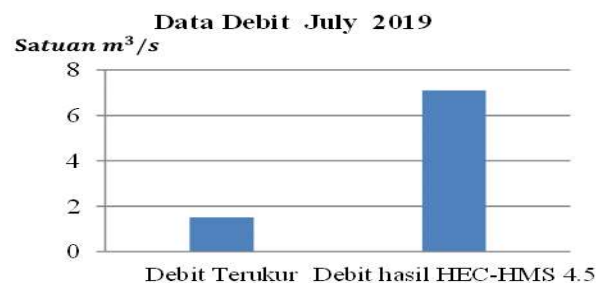
Gambar 4. Grafik debit terukur dan debit hasil HEC-HMS 4.5 tahun 2014



Gambar 5. Grafik debit terukur dan debit hasil HEC-HMS 4.5, tahun 2015



Gambar 6. Grafik debit terukur dan debit hasil HEC-HMS 4.5 tahun 2018

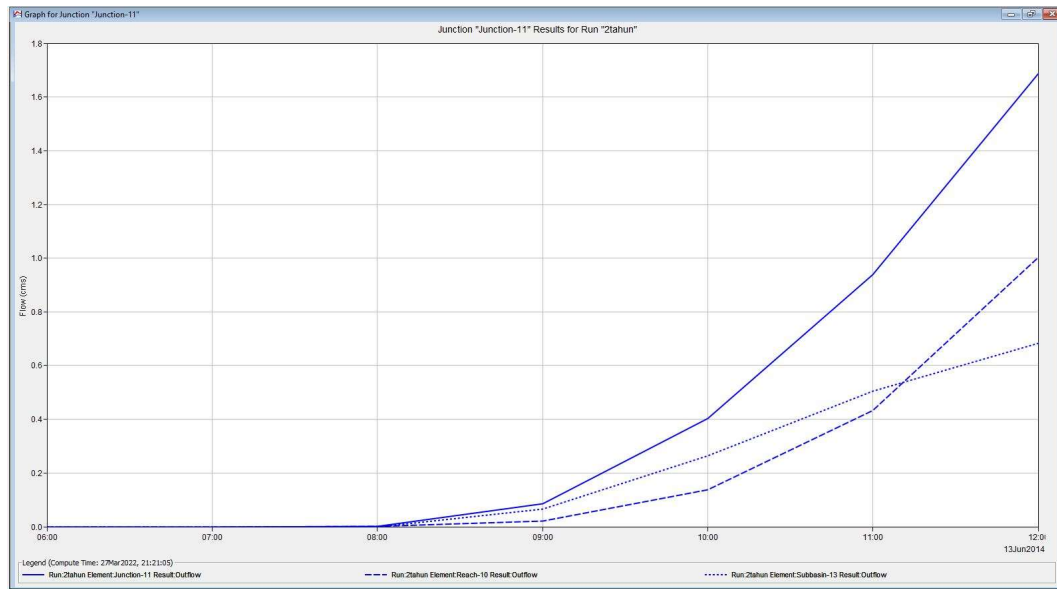


Gambar 7. Grafik debit terukur dan debit hasil HEC-HMS 4.5 tahun 2019.

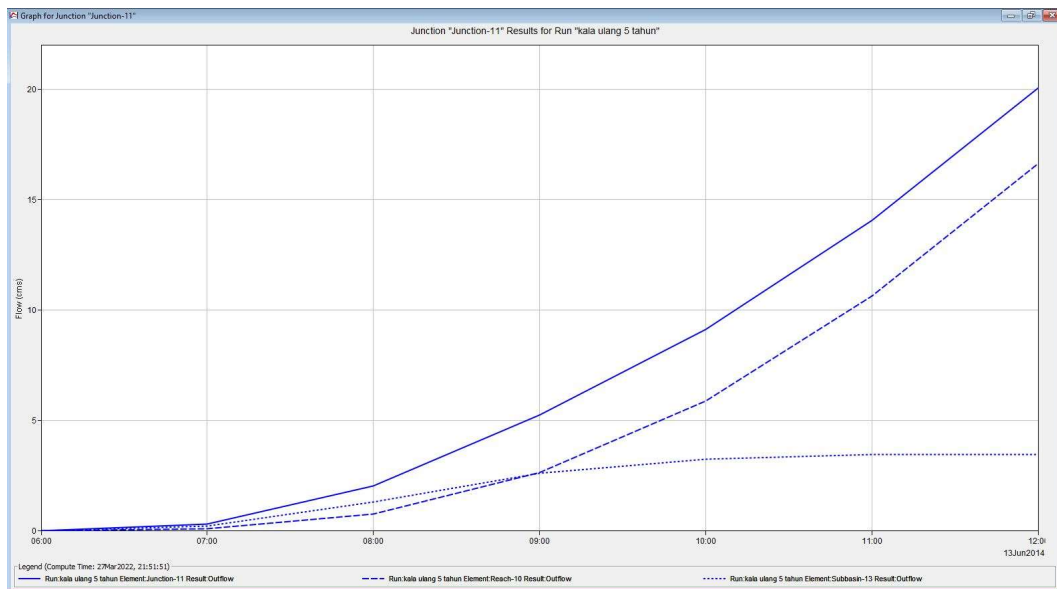
Pemodelan hujan – debit priode kala ulang, hasil HEC-HMS 4.5 dapat di lihat pada tabel berikut.

Tabel 10. Hasil Pemodelan hujan - debit priode ulang 2 tahun HEC-HMS 4.5

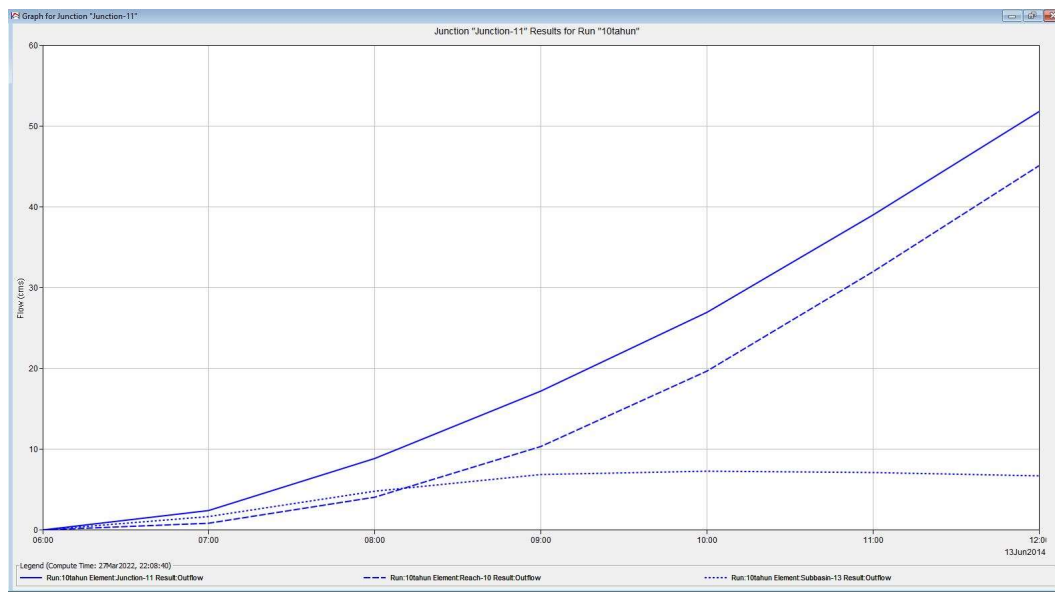
Periode ulang (tahun)	Hydrologic elmen	Drainage Area (Km ²)	Peak Discharge (m ³ /s)	Volume
2	<i>Reach-10</i>	169,7563	1,0	10,07
	<i>Subbasin-13</i>	19,0526	0,7	9,58
	<i>Junction-11</i>	188,8089	1,7	10,02
5	<i>Reach-10</i>	169,7563	4,5	10,07
	<i>Subbasin-13</i>	19,0526	3,4	9,58
	<i>Junction-11</i>	188,8089	20,1	10,02
10	<i>Reach-10</i>	169,7563	45,1	10,07
	<i>Subbasin-13</i>	19,0526	6,7	9,58
	<i>Junction-11</i>	188,8089	51,8	10,02
25	<i>Reach-10</i>	169,7563	79,0	10,07
	<i>Subbasin-13</i>	19,0526	9,9	9,58
	<i>Junction-11</i>	188,8089	88,9	10,02
50	<i>Reach-10</i>	169,7563	158	10,07
	<i>Subbasin-13</i>	19,0526	15,2	9,58
	<i>Junction-11</i>	188,8089	15,2	10,02
100	<i>Reach-10</i>	169,7563	228,1	10,07
	<i>Subbasin-13</i>	19,0526	21,7	9,58
	<i>Junction-11</i>	188,8089	249,8	10,02



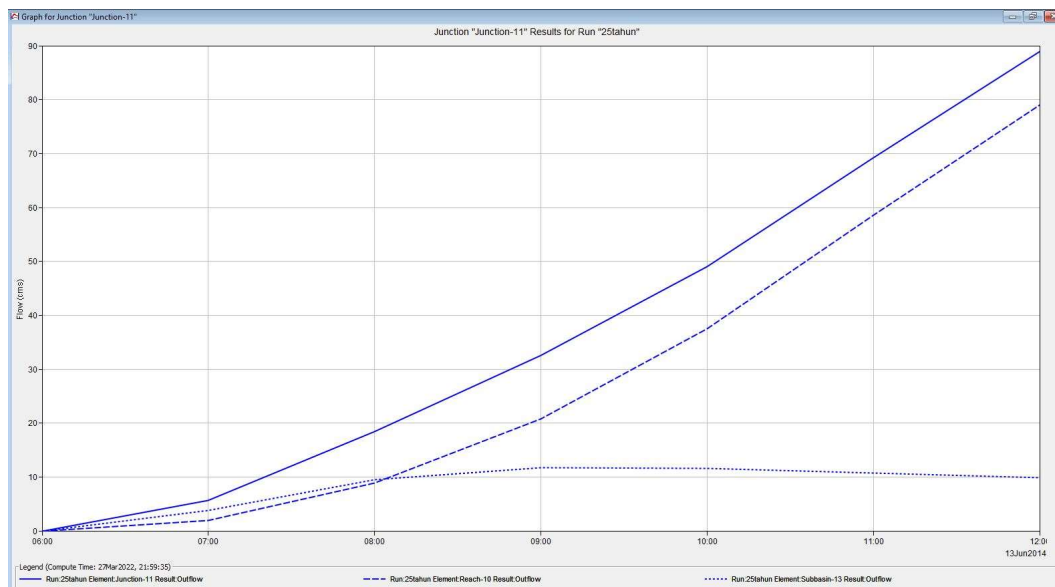
Gambar 7. Debit keluaran HEC-HMS 4.5 kala ulang 2 tahun



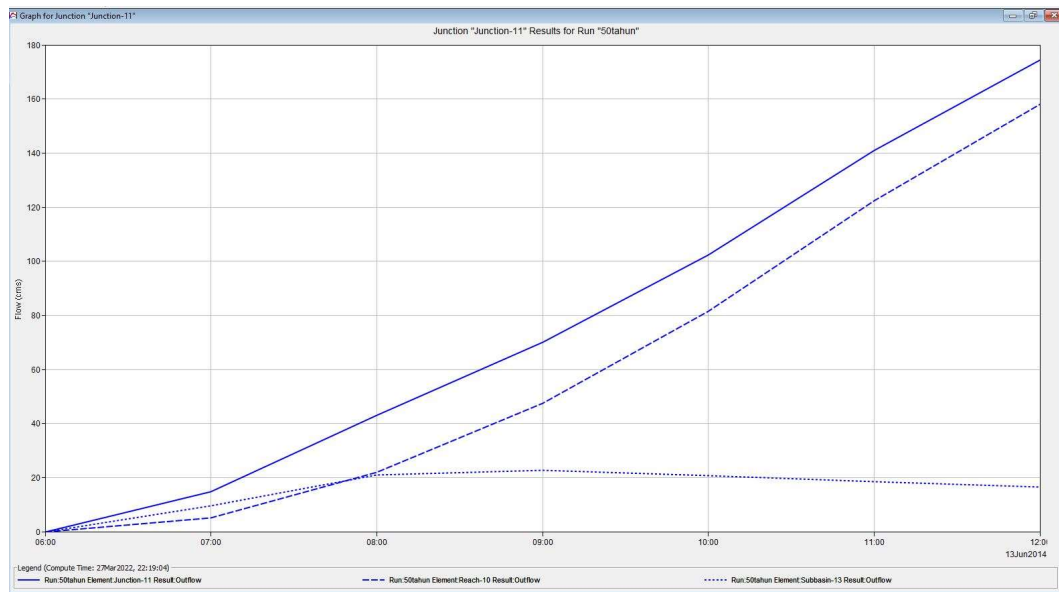
Gambar 8. Debit keluaran HEC-HMS 4.5 kala ulang 5 tahun



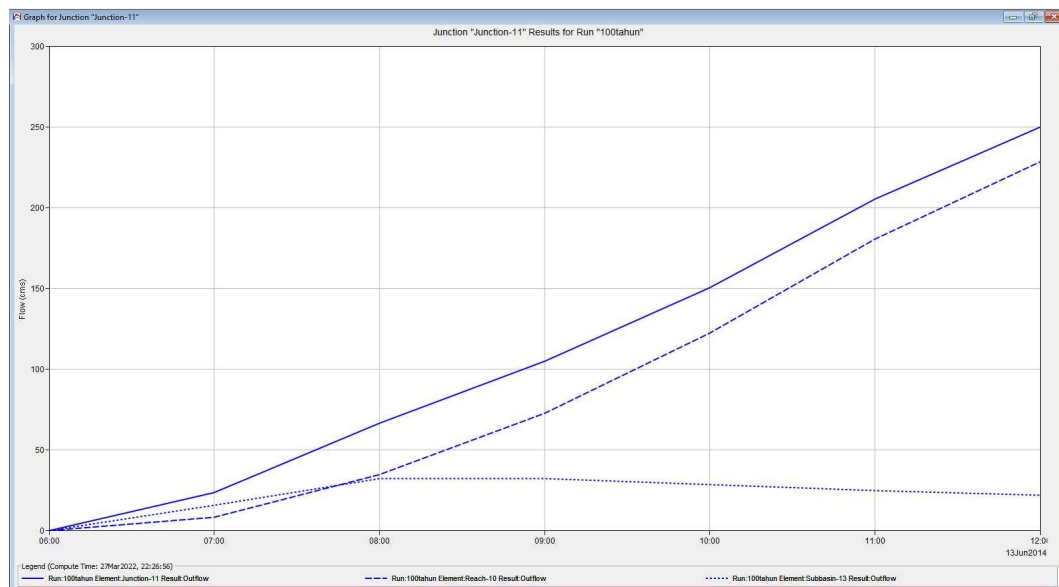
Gambar 9. Debit keluaran HEC-HMS 4.5 kala ulang 10 tahun



Gambar 10. Debit keluaran HEC-HMS 4.5 kala ulang 25 tahun



Gambar 11. Debit keluaran HEC-HMS 4.5 kala ulang 50 tahun



Gambar 12. Debit keluaran HEC-HMS 4.5 kala ulang 100 tahun

(Sitanggang et al., 2020) Hasil dari pemodelan HEC-HMS pada tahun 2002 didapat Q_p sebesar 1627,3 m^3/s , hasil ini dikalibrasi dengan metode HSS Nakayasu dan 10 Nama Peneliti Tahun Judul Penelitian Kesimpulan Penelitian pada kanal) didapat Q_p sebesar 1669,32 m^3/s yang diakibatkan oleh hujan sebesar 150 mm. Sedangkan untuk tahun 2012 pemodelan HECHMS didapat Q_p sebesar 1231,7 m^3/s hasil ini dikalibrasi dengan metode HSS Nakayasu dan didapat Q_p sebesar 1193,55 m^3/s yang diakibatkan oleh hujan sebesar 107,5 mm. Hasil dari keduanya menunjukkan nilai yang hampir mendekati. Namun demikian keduanya mempunyai waktu puncak (t_p) yang berbeda, pemodelan

HEC-HMS tapi terjadi pada jam ke-11 sedangkan metode HSS Nakayasu tp terjadi pada jam ke-4. Ini disebabkan oleh pembagian catchment area pada pemodelan HEC-HMS.

Berdasarkan input data tahun 2003-2007, Pemodelan HEC-HMS menghasilkan keluaran (output) debit puncak sebesar 101,4 m³/s akibat hujan di tanggal 28 febuari 2003 sedangkan debit puncak hasil lapangan sebesar 242,78 m³/s di tanggal 27 febuari 2003. Untuk hasil kalibrasi metode rmse menghasilkan nilai terkecil di tahun 2005 sebesar 3,7 m³/s sedangkan metode nash menghasilkan nilai terkecil di tahun 2006 sebesar -0,2 (Affandy and Anwar, 2011)

V. Kesimpulan

Pemodelan hujan – debit dalam penelitian ini menggunakan perangkat lunak HEC-HMS 4.5. Berdasarkan debit hasil perhitungan model HEC-HMS 4.5 di peroleh debit keluaran pada tahun 2014 ialah 14,4 m³/s, tahun 2015 ialah 5,0 m³/s ,tahun 2018 ialah 3,7 m³/s, dan tahun 2019 ialah 7,0 m³/s

Hasil kalibrasi debit terukur dengan debit hasil HEC-HMS 4.5 menggunakan metode kalibrasi secara manual di karenakan keterbatasan data pada penelitian ini dengan metode nash. Dari hasil perhitungan yang dapat pada tahun 2014 ialah 0,5999 dengan kategori sedang, tahun 2015 ialah 0,9747 dengan kategori tinggi, tahun 2018 ialah 0,9732 dengan kategori tinggi, dan tahun 2019 ialah 0,9853 dengan kategori tinggi.

Selanjutnya hasil debit hasil perhitungan model menggunakan HECHMS 4.5 menggunakan hujan rencana kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, 100, 200, 1000 tahun menggunakan metode Log person III pada kala ulang dua tahun ialah 1,7 m³/s, pada kala ulang lima tahun ialah 20,1 m³/s, pada kala ulang 10 tahun ialah 51,8 m³/s, pada kala ulang 25 tahun ialah 88,9 m³/s, pada kala ulang 50 tahun ialah 174,5 m³/s, pada kala ulang 100 tahun ialah 249,8 m³/s. pada kala ulang 200 tahun ialah 780,2 m³/s, pada kala ulang 1000 tahun ialah 927,1 m³/s.

Daftar Pustaka

- Affandy, N.A. and Anwar, N., 2011. Pemodelan Hujan Debit Menggunakan Model HEC-HMS di Das Sampean Baru. *Jurnal Teknik Sipil FTSP-ITS*, 51–60.
- Alby, L. and Suhartanto, E., 2018. Perbandingan Metode Alih Ragam Hujan Menjadi Debit Dengan FJ. Mock dan Nreca di Das Kemuning Kabupaten Sampang. *Jurnal Teknik Pengairan*, 2 (1), 1–8.
- Sitanggang, G.E., Suprayogi, I., and Trimaijon, 2020. Pemodelan Hujan Debit Pada Sub Daerah Aliran Sungai Menggunakan Bantuan HEC-HMS. *Jurnal Sipil Statik*, 28 (1), 1–14.
- Soedibyo, 1993. *Teknik Bendungan*. PT. Pradnya Paramita. Jakarta.