

PERHITUNGAN DEBIT SIMULASI DENGAN DEBIT TERUKUR PADA DAS MANIKIN

Rosany A. Nomleni¹ (anny.nomleni@gmail.com)
 Judi K. Nasjono² (judi.nasjono@staf.undana.ac.id)
 Rosmiyati A. Bella³ (rossy_bella@staf.undana.ac.id)

ABSTRAK

Debit air yang mengalir di sungai sangat bergantung pada beberapa faktor antara lain bentuk sungai dan besarnya curah hujan yang turun. Semakin besar curah hujan yang turun maka semakin besar pula debit air di sungai oleh karena itu perlu dilakukan analisis debit maksimum di Daerah Aliran Sungai Manikin. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan nilai debit simulasi berdasarkan curah hujan metode Aritmetik, Thiessen dan Isohiet dan debit terukur berdasarkan data tinggi muka air. Debit Simulasi dan terukur diuji menggunakan metode *Mean Square Error* dan *Nash Sutcliffe Efficiency*. Dari hasil penelitian diperoleh jumlah nilai hujan maksimum metode Aritmetik tahun 2009-2017 sebesar 681,000 mm, metode Thiessen sebesar 664,080 mm, dan metode Isohiet sebesar 982,111 mm. Nilai debit terukur yang terbesar terjadi pada tahun 2015 sebesar 46,370 m³/dtk. Nilai debit simulasi terbesar menurut metode Aritmetik yaitu pada tahun 2014 sebesar 90,779 m³/dtk, metode Thiessen tahun 2011 sebesar 102,202 m³/dtk, dan metode Isohiet tahun 2015 sebesar 148,940 m³/dtk. Nilai MSE untuk metode Aritmetik sebesar 4439,522 dan nilai NSE sebesar -18,368, nilai MSE untuk metode Thiessen sebesar 4218,128 dan nilai NSE sebesar -17,403, nilai MSE untuk metode Isohiet sebesar 9319,230 dan nilai NSE sebesar -39,657.

Kata Kunci: Debit; simulasi; terukur

ABSTRACT

The discharge water flows in the river depends on several factors, including the shape of the river and the amount of rainfall that falls. The greater the rainfall that falls, the greater the water discharge in the river, therefore the maximum discharge analysis needs to be done in the Manikin Watershed. The purpose of this study is to obtain a simulated discharge value using the Rational method based on rainfall, arrhythmic, thiessen and isohiet methods and measured discharge based on water level data. Simulation and measured discharge were tested using the Mean Square Error and Nash Sutcliffe Efficiency methods. From the results of the study, the maximum rain value of the Arithmetic method in 2009-2017 is 681,000 mm, the Thiessen method is 664,080 mm, and the Isohiet method is 982,111 mm. The largest measured discharge value occurred in 2015 at 46,370 m³/sec. The simulation discharge value is the largest according to the Arithmetic method, namely in 2014 amounted to 90.779 m³/sec, the Thiessen method in 2011 is 102.202 m³/sec, and the Isohiet method in 2013 is 148.940 m³/sec. The MSE value for the Arithmetic method is 4439,522 and the NSE value is -18,368, the MSE value for the Thiessen method is 4218,128 and the NSE value is -17,403, the MSE value for the Isohiet method is 9319,230 and the NSE value is -39,657.

Key Words: Discharge; Simulation; Measured

¹ Program Studi Teknik Sipil, FST Undana;

² Program Studi Teknik Sipil, FST Undana;

³ Program Studi Teknik Sipil, FST Undana;

PENDAHULUAN

Sungai Manikin terletak di Kecamatan Kupang Tengah, Kabupaten Kupang, Provinsi Nusa Tenggara Timur. Sungai ini terbentuk dari beberapa anak sungai yang berada di dalam Daerah Aliran Sungai (DAS) yaitu: Noel Kaniti, Noel Haubelu, Nono Oelnisa, Noe Naog, Noe Tefa, Noe Noe Oehum, Noe Fautmetan, dan Noe Oaem Peta Digital BIG (2014) yang berfungsi untuk menyalurkan air ke sungai utama yang membawa aliran air menuju muara sungai. Di sungai ini terdapat stasiun ukur tinggi muka air yang dipakai untuk menganalisis debit sungai.

Debit aliran sungai adalah jumlah air yang mengalir melalui tampang lintang sungai tiap satu satuan waktu, yang biasanya dinyatakan dalam meter kubik per detik Triatmodjo B (2008). Debit air yang mengalir di sungai sangat bergantung pada beberapa faktor antara lain bentuk sungai dan besarnya curah hujan yang turun. Semakin besar curah hujan yang turun maka semakin besar pula debit air yang mengalir di sungai. Ada beberapa metode empiris yang dapat digunakan untuk memperkirakan debit banjir maksimum, salah satunya Metode Rasional. Metode ini dipengaruhi oleh koefisien aliran, intensitas hujan dan luas Daerah Aliran Sungai (DAS). Koefisien aliran ditentukan oleh beberapa faktor yaitu jenis penutupan lahan, koefisien jenis penutup tanah dan luas lahan, sedangkan intensitas hujan dipengaruhi oleh waktu konsentrasi dan curah hujan harian.

Dalam menganalisis curah hujan digunakan Metode Aritmatik, Thiessen dan Isohiet. Ketiga metode tersebut dihitung berdasarkan data curah hujan pada stasiun hujan Baun, Tilong dan Tarus. Hasil analisis dari ketiga metode tersebut didapat curah hujan maksimum yang nantinya digunakan untuk menentukan nilai debit maksimum dan bagaimana pengaruhnya terhadap keandalan sebuah Metode Rasional. Analisis debit maksimum menggunakan data curah hujan tersebut perlu dibandingkan dengan debit maksimum terukur berdasarkan data tinggi muka air.

Analisis debit maksimum di Daerah Aliran Sungai (DAS) Manikin telah diteliti oleh Sarty M (2018) dan Marawali U (2018). Sarty M (2018) meneliti tentang penerapan Metode Haspers dan Weduwen untuk menghitung debit maksimum pada DAS Manikin dan analisis curah hujan dihitung berdasarkan Metode Aritmatik, yang menghasilkan selisih yang besar terhadap debit terukur. Marawali U (2018) meneliti tentang Penerapan Metode *Soil Conservation Services-Curve Number* (SCS-CN) di mana analisis curah hujan dihitung berdasarkan Metode Poligon Thiessen dan menghasilkan selisih yang besar terhadap debit terukur. Sedangkan Rauta A T (2017) meneliti tentang Penerapan Metode Rasional dan Nakayasu dalam Estimasi Debit Banjir di Bendung Batu Merah Kabupaten Kupang, hasilnya menunjukkan selisih yang kecil terhadap debit terukur, oleh karena itu dalam penelitian ini secara khusus penulis membahas tentang perhitungan debit simulasi menggunakan metode Rasional dengan debit terukur menggunakan rumus *hyams manning* pada Daerah Aliran Sungai Manikin.

TINJAUAN PUSTAKA

Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah suatu wilayah daratan yang secara topografik dibatasi oleh punggung-punggungan gunung yang menampung dan menyimpan air hujan untuk kemudian menyalurkannya ke laut melalui sungai utama (Asdak C, 2010).

Debit

Debit aliran sungai adalah jumlah air yang mengalir melalui tampang lintang sungai tiap satu satuan waktu, yang biasanya dinyatakan dalam meter kubik per detik (Triatmodjo B, 2008).

Curah Hujan Suatu Wilayah

Curah hujan yang diperlukan untuk penyusunan suatu rancangan pemanfaatan air dan rancangan pengendalian banjir adalah curah hujan rata-rata di seluruh daerah yang bersangkutan, bukan curah hujan pada suatu titik tertentu. Curah hujan ini disebut curah hujan wilayah/daerah dan dinyatakan dalam mm (Sosrodarsono S dkk, 1976).

Metode Aritmatik (Aljabar)

Hujan maksimum dihitung berdasarkan data curah hujan dengan menggunakan persamaan (Triatmodjo B, 2008):

$$\bar{p} = \frac{p_1 + p_2 + p_3 + \dots + p_n}{n} \tag{1}$$

di mana:

- \bar{p} = hujan rerata kawasan (mm)
- $p_1, p_2, p_3, \dots, p_n$ = hujan di stasiun 1, 2, 3, ..., n (mm)
- n = jumlah stasiun

Metode Thiessen

Setelah menghitung hujan maksimum metode Aritmatik maka dilanjutkan dengan menghitung hujan maksimum metode Thiessen menggunakan persamaan (Triatmodjo B, 2008):

$$\bar{p} = \frac{A_1 p_1 + A_2 p_2 + \dots + A_n p_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \tag{2}$$

di mana:

- \bar{p} = hujan rerata kawasan (mm)
- p_1, p_2, \dots, p_n = hujan pada stasiun 1, 2, 3, ..., n (mm)
- A_1, A_2, \dots, A_n = luas daerah yang mewakili stasiun 1, 2, 3, ..., n (km²)

Metode Isohiet

Setelah menghitung hujan maksimum metode Thiessen maka dilanjutkan dengan menghitung hujan maksimum metode Isohiet menggunakan persamaan (Triatmodjo B, 2008):

$$\bar{p} = \frac{A_1 \frac{I_1 + I_2}{2} + A_2 \frac{I_2 + I_3}{2} + \dots + A_n \frac{I_n + I_{n+1}}{2}}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \tag{3}$$

di mana:

- \bar{p} = hujan rerata kawasan (mm)
- I_1, I_2, \dots, I_n = garis Isohiet ke 1, 2, 3, ..., n, n+1
- A_1, A_2, \dots, A_n = luas daerah yang dibatasi oleh garis Isohiet ke I dan 2, 2 dan 3, ..., n dan n+1 (km²)

Lengkung Debit

Lengkung debit atau *rating curve* merupakan persamaan garis yang menghubungkan tinggi muka air sungai (m) dengan besarnya debit air, sehingga debit dapat diduga melalui ukuran tinggi muka air sungai. Besaran aliran yang ditentukan oleh lengkung aliran diperoleh rumus sebagai berikut (PUSLITBANG, 1995):

$$Q = 8,929x(H-0,020)^{2,343} \tag{4}$$

di mana:

- Q = debit aliran (m³/det)
H = tinggi muka air (m)

Metode Rasional

Metode Rasional banyak digunakan untuk memperkirakan debit puncak yang ditimbulkan oleh hujan deras pada daerah tangkapan (DAS) kecil (Triatmodjo B, 2008). Perhitungan debit puncak/maksimum menggunakan metode Rasional didasarkan pada persamaan berikut (Triatmodjo B, 2008):

$$Q = 0,278.C.I.A \quad (5)$$

di mana:

- Q = debit puncak yang ditimbulkan oleh hujan dengan intensitas, durasi dan frekuensi tertentu (m³/dtk)
C = koefisien aliran yang tergantung pada jenis permukaan lahan
I = intensitas hujan (mm/jam)
A = luas daerah tangkapan (km²)

Koefisien Pengaliran (C)

Besarnya nilai koefisien pengaliran dapat dihitung menggunakan rumus (Suripin, 2004):

$$C_{DAS} = \frac{\sum_{i=1}^n C_i A_i}{\sum_{i=1}^n A_i} \quad (6)$$

di mana:

- C_{DAS} = koefisien pengaliran DAS
 n = jumlah jenis penutupan lahan
 C_i = koefisien aliran permukaan jenis penutup tanah i
 A_i = luas lahan dengan jenis penutup tanah i

Kemiringan Sungai (S)

Nilai kemiringan sungai dapat dihitung dengan rumus (Hadisusanto N, 2011):

$$S = \frac{\Delta H}{L} \quad (7)$$

di mana:

- S = kemiringan sungai
 ΔH = beda tinggi antara titik terjauh pada daerah aliran sungai dan *outlet* (m)
L = panjang sungai (km)

Waktu Konsentrasi (tc)

Setelah diketahui nilai kemiringan sungai maka dapat dihitung nilai waktu konsentrasi atau waktu tiba banjir menggunakan rumus (Kamiana I, 2012):

$$t_c = \left(\frac{0,87 x L^2}{1000 x S} \right)^{0,385} \quad (8)$$

di mana:

- t_c = waktu konsentrasi (jam)
L = panjang sungai utama (km)
S = kemiringan dasar sungai

Intensitas Hujan (I)

Besarnya nilai intensitas hujan dapat dihitung menggunakan persamaan (Hadisusanto N, 2011):

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{\frac{2}{3}} \tag{9}$$

di mana:

- I = intensitas hujan rata-rata (mm/jam)
- R_{24} = curah hujan harian (mm)
- t_c = waktu konsentrasi (jam)

Metode Mean Square Error (MSE)

Metode *Mean Square Error* (MSE) atau kesalahan rata-rata kuadrat merupakan tingkat kesalahan hasil prediksi, di mana semakin kecil (mendekati 0) nilai MSE maka hasil prediksi akan semakin akurat (Suprayogi I dkk, 2017).

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (S_t - O_t)^2 \tag{10}$$

di mana:

- S_t = debit simulasi
- O_t = debit terukur
- n = banyak data

Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE)

Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE) atau efisiensi model merupakan salah satu metode untuk menguji keandalan model pada bidang hidrologi. Nilai *Nash-Sutcliffe Efficiency* (NSE) berada pada jangkauan $-\infty \leq NSE \leq 1$, dengan $NSE = 1$ adalah yang terbaik (Ritter A dkk, 2013).

$$NSE = 1 - \frac{\sum_{t=1}^n (S_t - O_t)^2}{\sum_{t=1}^n (O_t - \bar{O})^2} \tag{11}$$

di mana:

- S_t = debit simulasi
- O_t = debit terukur
- \bar{O} = rerata debit terukur

Nilai NSE memiliki 4 kriteria penilaian yaitu sangat baik, baik, memuaskan, dan kurang memuaskan (Moriasi D N dkk, 2007). Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini:

Tabel 1 Kriteria Nilai Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE)

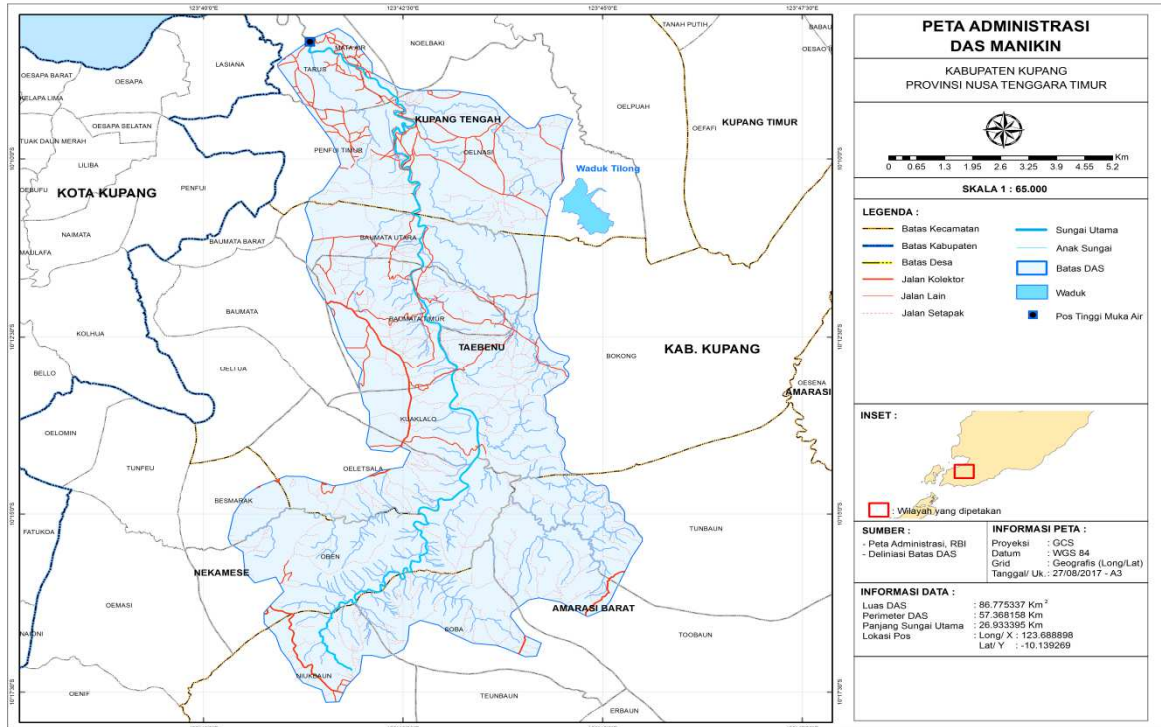
Nilai NSE	Kriteria
$0,75 < NSE \leq 1,00$	Sangat baik
$0,65 < NSE \leq 0,75$	Baik
$0,50 < NSE \leq 0,65$	Memuaskan
$NSE \leq 0,50$	Kurang memuaskan

Jadi, nilai *Nash-Sutcliffe Efficiency* (NSE) dipengaruhi oleh debit simulasi, debit terukur dan rerata debit terukur yang hasilnya diuji berdasarkan kriteria nilai NSE.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada pada DAS Manikin, Kecamatan Kupang Tengah, Kabupaten Kupang, Provinsi Nusa Tenggara Timur. Pada daerah aliran sungai ini akan dianalisis debit simulasi (terhitung) dan terukur. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini:



Gambar 1 Peta Administrasi Daerah Aliran Sungai Manikin

Sumber Data

Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data primer yaitu dokumentasi di lapangan stasiun Tinggi Muka Air (TMA) Sungai Manikin dan stasiun pengukur hujan pada stasiun hujan Baun, Tilong dan Tarus. Data sekunder meliputi data curah hujan harian dari tahun 2009-2017 pada stasiun hujan Baun, Tilong dan Tarus, data tinggi muka air Sungai Manikin dari tahun 2009-2017, peta administrasi dan peta tata guna lahan DAS Manikin.

Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dilakukan dengan cara studi pustaka dan dokumentasi. Studi pustaka merupakan teknik pengumpulan data yang diperoleh dari dokumen, arsip atau buku-buku yang berkaitan dengan penelitian ini. Dokumentasi merupakan teknik pengumpulan data yang diperoleh dengan cara pengambilan dokumentasi atau gambar pada lokasi penelitian.

Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang dilakukan adalah menghitung curah hujan maksimum menggunakan metode Aritmatik, Thiessen dan Isohiet kemudian menganalisis debit terhitung/simulasi dan terukur kemudian diuji menggunakan nilai keandalan metode.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Umum

Daerah Aliran Sungai (DAS) Manikin terletak di Kecamatan Kupang Tengah Kabupaten Kupang Provinsi Nusa Tenggara Timur. Sungai utama yang dilaluinya adalah sungai Manikin. Letak geografisnya berada pada garis lintang $10^{\circ} 08' 38''$ LS dan garis bujur $123^{\circ} 41' 10''$ BT. Sungai ini memiliki panjang 26,933 km dan luas DAS 86,775 km².

Perhitungan Debit Simulasi Dengan Debit Terukur

Analisis Curah Hujan

Metode yang digunakan dalam menganalisis curah hujan rerata suatu wilayah yaitu metode Aritmatik (Aljabar), Thiessen dan Isohiet. Metode Aritmatik pengukurannya dilakukan di beberapa stasiun hujan dalam waktu yang bersamaan kemudian dijumlahkan lalu dibagi dengan jumlah stasiun. Metode Thiessen pengukurannya berdasarkan garis-garis segitiga yang menghubungkan tiap stasiun dan garis berat yang penuh sehingga membentuk poligon, setiap luas poligon diukur kemudian dikalikan dengan nilai hujan dalam poligon tersebut lalu dijumlahkan kemudian dibagi dengan jumlah luas poligon. Metode Isohiet pengukurannya didasarkan pada garis bantu yang menghubungkan nilai-nilai kedalaman hujan yang sama. Setiap luas daerah yang dibatasi dengan dua garis Isohiet dikalikan dengan rata-rata kedua garis Isohiet lalu dijumlahkan kemudian dibagi dengan jumlah luas daerah yang dibatasi dengan dua garis Isohiet (Tiadmodjo B, 2008). Rekapitulasi nilai hujan maksimum Metode Aritmatik, Thiessen dan Isohiet dapat dilihat pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2 Rekapitulasi Nilai Hujan Maksimum Metode Aritmatik, Thiessen dan Isohiet

Tanggal	Bulan	Tahun	Hujan Maksimum		
			Metode Aritmatik (mm)	Metode Thiessen (mm)	Metode Isohiet (mm)
10	Februari	2009	84,000	77,650	90,532
16	Januari	2010	88,333	82,185	113,688
19	April	2011	91,067	103,351	118,750
13	Maret	2012	42,033	58,331	84,615
6	Januari	2013	91,400	75,222	130,257
19	Februari	2014	91,800	86,433	99,891
25	Januari	2015	84,333	76,547	150,615
22	Maret	2016	35,433	50,005	77,806
3	Februari	2017	72,600	54,356	115,957
Jumlah			681,000	664,080	982,111

Analisis Debit Simulasi Menggunakan Metode Rasional

Metode Rasional dipengaruhi oleh koefisien limpasan/pengaliran, intensitas hujan, luas daerah dan kemiringan sungai berdasarkan persamaan (5). Nilai debit simulasi menggunakan metode Rasional dapat dilihat pada Tabel 3 berikut:

Tabel 3 Nilai Debit Simulasi Menggunakan Metode Rasional

Tanggal	Bulan	Tahun	Debit Simulasi (Q Rasional)		
			Metode Aritmatik m ³ /dtk	Metode Thiessen m ³ /dtk	Metode Isohiet m ³ /dtk
10	Februari	2009	83,066	76,786	89,525
16	Januari	2010	87,351	81,271	112,423
19	April	2011	90,054	102,202	117,429
13	Maret	2012	41,566	57,682	83,674
06	Januari	2013	90,383	74,386	128,808
19	Februari	2014	90,779	85,471	98,780
25	Januari	2015	83,395	75,696	148,940
22	Maret	2016	35,039	49,449	76,940
03	Februari	2017	71,792	53,751	114,668
Jumlah			673,425	656,693	971,187

Analisis Debit Terukur Menggunakan Rumus *Hymos Manning*

Analisis debit terukur dihitung menggunakan data tinggi muka air sungai Manikin. Besarnya debit ditentukan berdasarkan persamaan (4) yaitu rumus *Hymos Manning* $Q=8,929(H-0,02)^{2,343}$ oleh (PUSLITBANG, 1995). Hasil perhitungan debit terukur berdasarkan data tinggi muka air dari tahun 2009-2017 dapat dilihat pada Tabel 4 di bawah ini:

Tabel 4 Hasil Perhitungan Debit Terukur Berdasarkan Data Tinggi Muka Air

Kejadian			Tinggi Muka Air (H) m	Debit Terukur (Q Terukur) m ³ /det
Tanggal	Bulan	Tahun		
10	Februari	2009	0,450	1,240
16	Januari	2010	0,000	0,000
19	April	2011	0,650	2,990
13	Maret	2012	0,540	1,930
06	Januari	2013	1,690	29,480
19	Februari	2014	0,590	2,390
25	Januari	2015	2,040	46,370
22	Maret	2016	1,030	9,070
03	Februari	2017	1,360	17,830
Jumlah			8,350	111,300

Pengujian Debit Simulasi dengan Debit terukur

Pengujian debit simulasi dan terukur diuji menggunakan nilai keandalan metode *Mean Square Error* (MSE) dan *Nash-Sutcliffe Efficiency* (NSE). Rekapitulasi nilai keandalan metode berdasarkan debit simulasi dan terukur berdasarkan curah hujan metode Aritmatik, Thiessen dan Isohiet dapat dilihat pada Tabel 5 berikut:

Tabel 5 Rekapitulasi Nilai Keandalan Metode Berdasarkan Debit Simulasi dan Terukur menggunakan Curah Hujan Metode Aritmatik, Thiessen dan Isohiet

Keandalan Metode	Debit Simulasi (Rasional) dan Terukur		
	Curah Hujan		
	Metode Aritmatik	Metode Thiessen	Metode Isohiet
<i>Mean Square Error (MSE)</i>	4439,522	4218,128	9319,230
<i>Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE)</i>	-18,368	-17,403	-39,657

Dari Tabel 5 Rekapitulasi nilai keandalan metode berdasarkan debit simulasi dan terukur menggunakan curah hujan metode Aritmatik, Thiessen dan Isohiet maka dapat dijelaskan bahwa nilai *Mean Square Error (MSE)* dan *Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE)* yang digunakan adalah untuk membandingkan antara debit simulasi dan terukur. Perhitungan debit dengan metode Rasional dan terukur berdasarkan curah hujan metode Aritmatik, Thiessen dan Isohiet tidak ada yang memenuhi kriteria dikarenakan beberapa faktor yaitu pengambilan data curah hujan dilakukan secara manual dan belum menggunakan alat otomatis, tidak dilakukan pengukuran debit dan ketidak tepatan metode Rasional pada DAS Manikin.

Pembahasan

Berdasarkan Tabel 5 hasil analisis keandalan metode di daerah aliran sungai Manikin tahun 2009-2017 diperoleh nilai *Mean Square Error (MSE)* yang tertinggi pada metode Isohiet sebesar 9319,230 dan yang terendah yaitu pada metode Thiessen sebesar 4218,128 hal ini menunjukkan bahwa metode Thiessen memiliki nilai kesalahan yang lebih kecil berarti mendekati nilai terukur. Untuk nilai *Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE)* yang tertinggi pada metode Isohiet sebesar -39,657 dan yang terendah yaitu pada metode Thiessen sebesar -17,403.

Berdasarkan nilai-nilai di atas tampak bahwa nilai keandalan metode untuk *Mean Square Error (MSE)* tidak ada yang mendekati 0 (nol), dan untuk nilai *Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE)* berdasarkan kriteria dari (Moriassi D N dkk, 2007) tidak ada yang mendekati 1 (satu). Dengan demikian metode Rasional berdasarkan curah hujan metode Aritmatik, Thiessen dan Isohiet tidak cukup handal untuk menggambarkan besaran debit pada daerah aliran Sungai Manikin dan tidak memberikan perbedaan yang signifikan pada hasil perhitungan debit dengan metode Rasional.

Perbandingan Debit Simulasi dengan Debit terukur

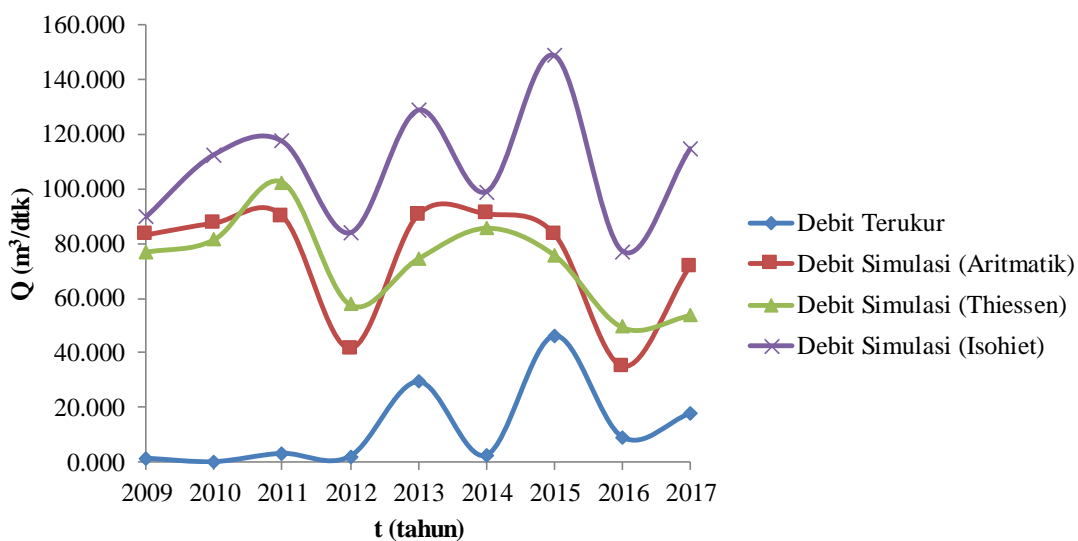
Data yang digunakan dalam membentuk grafik perbandingan antara debit simulasi $Q=0,278.C.I.A$ berdasarkan metode Aritmatik, Thiessen dan Isohiet dan terukur $Q=8,929.(H-0,020)^{2,343}$, dengan menggunakan patokan pada tanggal, bulan dan tahun dari debit simulasi/terhitung. Untuk lebih jelas dapat dilihat nilai perbandingan debit simulasi pada Stasiun Hujan Baun, Tilong dan Tarus dengan debit terukur pada Tabel 6 berikut:

Tabel 6 Nilai Perbandingan Debit Simulasi Dengan Debit Terukur

Tanggal	Bulan	Tahun	Debit Simulasi (Q Rasional)			Debit Terukur (Q terukur)
			Metode Aritmatik	Metode Thiessen	Metode Isohiet	
			m^3/dtk	m^3/dtk	m^3/dtk	
10	Februari	2009	83,066	76,786	89,525	1,240
16	Januari	2010	87,351	81,271	112,423	0,000
19	April	2011	90,054	102,202	117,429	2,990

Tanggal	Bulan	Tahun	Debit Simulasi (Q Rasional)			Debit Terukur (Q terukur)
			Metode Aritmatik	Metode Thiessen	Metode Isohiet	
			m ³ /dtk	m ³ /dtk	m ³ /dtk	
13	Maret	2012	41,566	57,682	83,674	1,930
06	Januari	2013	90,383	74,386	128,808	29,480
19	Februari	2014	90,779	85,471	98,780	2,390
25	Januari	2015	83,395	75,696	148,940	46,370
22	Maret	2016	35,039	49,449	76,940	9,070
03	Februari	2017	71,792	53,751	114,668	17,830
Jumlah			673,425	656,693	971,187	111,300

Berdasarkan Tabel 6 nilai perbandingan debit simulasi dengan debit terukur, maka dapat dibuat grafik perbandingan antara debit simulasi dan terukur pada Gambar 2 di bawah ini:



Gambar 2 Grafik Perbandingan Nilai Debit Simulasi Dengan Debit Trukur

Berdasarkan Gambar 2 grafik perbandingan nilai debit simulasi dengan terukur tampak bahwa grafik dari debit terukur bentuknya lebih rendah dari pada debit simulasi hal ini dikarenakan debit terukur memiliki nilai yang lebih kecil sedangkan debit simulai menggunakan metode Rasional berdasarkan curah hujan metode Isohiet bentuk grafiknya lebih tinggi karena memiliki nilai yang lebih besar, dengan demikian perlu dilakukan perbaikan-perbaikan dalam pengambilan data di lapangan agar mendapatkan hasil analisis yang lebih baik.

KESIMPULAN

1. Nilai hujan maksimum yang diperoleh berdasarkan data curah hujan tahun 2009-2017 di Daerah Aliran Sungai (DAS) Manikin menurut metode Aritmatik yaitu totalnya sebesar 681,000 mm, metode Thiessen totalnya sebesar 664,080 mm, dan metode Isohiet sebesar 982,111 mm.
2. Nilai debit terukur berdasarkan pengolahan data tinggi muka air Sungai Manikin yang terbesar terjadi pada tahun 2015 dengan $Q_{\text{terukur}} = 46,370 \text{ m}^3/\text{dtk}$, sedangkan nilai debit terukur yang terkecil terjadi pada tahun 2010 dengan $Q = 0,00 \text{ m}^3/\text{dtk}$.
3. Nilai debit terhitung menurut metode Rasional pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Manikin berdasarkan metode Aritmatik yang terbesar terjadi pada tahun 2014 dengan $Q_{\text{terhitung}} = 90,779 \text{ m}^3/\text{dtk}$. Berdasarkan metode Thiessen yang terbesar terjadi pada tahun

- 2011 dengan Q terhitung = 102,202 m³/dtk. Berdasarkan metode Isohiet yang terbesar terjadi pada tahun 2015 dengan Q terhitung = 148,940 m³/dtk.
4. Nilai keandalan model antara debit terukur dan terhitung menggunakan metode Rasional berdasarkan curah hujan metode Aritmatik, Thiessen dan Isohiet yang diuji menggunakan metode *Mean Square Error* (MSE) dan *Nash-Sutcliffe Efficiency* (NSE) adalah sebagai berikut: untuk metode Aritmatik nilai MSE = 4439,522 dan nilai NSE = -18,368. Untuk Metode Thiessen nilai MSE = 4218,128 dan nilai NSE = -17,403. Untuk Metode Isohiet nilai MSE = 9319,230 dan nilai NSE = -39,657.
 5. Berdasarkan hasil pengujian nilai keandalan metode untuk *Mean Square Error* (MSE) tidak ada yang mendekati 0 (nol), dan untuk nilai *Nash-Sutcliffe Efficiency* (NSE) tidak ada yang mendekati 1 (satu). Dengan demikian metode Rasional berdasarkan curah hujan metode Aritmatik, Thiessen dan Isohiet tidak cukup handal dalam menggambarkan besar debit di daerah aliran Sungai Manikin.

SARAN

1. Perlu menggunakan alat ukur yang otomatis untuk mengukur curah hujan dan tinggi muka air dari instansi atau dinas yang terkait agar data yang didapat lebih akurat.
2. Perlu dilakukan pengukuran debit agar memperoleh data debit yang lebih baik.
3. Bagi yang tertarik untuk melakukan penelitian sejenis, dapat melakukan penelitian selanjutnya dengan memperhatikan data curah hujan, data tinggi muka air dan nilai koefisien aliran karena sangat berpengaruh pada perhitungan debit.

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, C. (2010). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, Cetakan Keenam, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- BIG. (2014). Peta Digital Badan Informasi Geospasial.
- Hadisusanto, N. (2011). *Aplikasi Hidrologi*. Penerbit Jogja Mediautama, Malang.
- Kamiana, I. (2012). *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Marawali, U. (2018). *Penerapan Metode Soil Conservation Services-Curve Number (SCS-CN) pada Daerah Aliran Sungai Manikin Kabupaten Kupang*, Skripsi, Jurusan Teknik Sipil Universitas Nusa Cendana, Kupang.
- Moriasi, D. N., J. G. Arnold, M. W. V. Liew, R. L. Bingner, R. D. Harmel, and T. L. Veith. (2007). *Model Evaluation Guidelines For Systematic Quantification Of Accuracy In Watershet Simulations*, J. American Society of Agricultural and Biological Engineers.
- PUSLITBANG. (1995). *Besarnya Aliran Berdasarkan Metode Hymos Manning $Q = 8,929(H-0,02)^{2,343}$ yang Dibuat Menurut Data Pengukuran Aliran Dari Tahun 1981 Sampai Dengan Tahun 1992*, Balai Hidrologi dan Tata Air, Pusat Penelitian dan Pengembangan, Bandung.
- Rauta, A. T. (2017). *Penerapan Metode Rasional dan Nakayasu Dalam Estimasi Debit Banjir di Bendung Batu Merah Kabupaten Kupang*, Skripsi, Jurusan Teknik Sipil Universitas Nusa Cendana, Kupang.
- Ritter, A dan Carpena, M. R. (2013). *Performance Evaluation Of Hydrological Models: Statistical Significance For Reducing Subjectivity In Goodness-Of-Fit Assessments*, J. Hydrol, 480.
- Sarty, M. (2018). *Keandalan Metode Haspers dan Weduwen pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Manikin Kabupaten Kupang*, Skripsi, Jurusan Teknik Sipil Universitas Nusa Cendana, Kupang.

- Sosrodarsono, S. dan Takeda K. (1976). *Hidrologi Untuk Pengairan*, PT. Pradnya Paramita, cetakan ke-9, Jakarta.
- Suprayogi, I., Nurdin., Handayani. Y. L., Utami, R. (2017). *Pengembangan Model Peramalan Inflow Waduk Pembangkit Listrik Tenaga Air Kotopanjang Menggunakan Pendekatan ANFIS*, Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Universitas Riau, Riau.
- Suripin, (2004). *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Triatmodjo, B. (2008). *Hidrologi Terapan*, Beta Offset, Yogyakarta.