

# KETELITIAN PENGGUNAAN METODE EMPIRIS UNTUK MENENTUKAN DEBIT BANJIR RANCANGAN DI DAS MERANGIN TEMBESI

## THE ACCURACY OF USING THE EMPIRICAL METHOD TO DETERMINE THE DESIGN FLOOD DISCHARGE IN THE MERANGIN TEMBESI

Eka Dini Islamiyah<sup>1</sup>, Aswandi<sup>1</sup>, Mursalin<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Pertanian, Universitas Jambi, Kampus Pondok Meja Jambi

e-mail: [ekadiniislamiyah@yahoo.co.id](mailto:ekadiniislamiyah@yahoo.co.id)

**ABSTRAK** — Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat ketelitian penggunaan metode empiris yang terdiri dari metode Rasional, Der Weduwen dan Haspers guna mendapatkan nilai debit banjir rancangan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan membandingkan penggunaan metode empiris yang terdiri dari metode Rasional, Der Weduwen dan Haspers terhadap debit banjir rancangan data debit terukur dengan menggunakan metode distribusi hidrologi (distribusi frekuensi) yang sesuai dengan parameter statistik. Hasil yang diperoleh yaitu pola distribusi curah hujan yang tepat digunakan untuk DAS Merangin Tembesi adalah distribusi Gumbel dengan metode Rasional yang memiliki nilai debit banjir rancangan mendekati nilai debit banjir terukur. Metode Rasional memiliki  $R$  squared 0,88 dengan interpolasi baik dan diagram sebar 0,00114 kali dari nilai debit terukur. Debit banjir rancangan menggunakan metode Rasional dengan periode ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun, dan 100 tahun masing-masing yaitu 500,527 m<sup>3</sup>/s; 639,389 m<sup>3</sup>/s; 731,335 m<sup>3</sup>/s; 847,498 m<sup>3</sup>/s; 933,674 m<sup>3</sup>/s; dan 1019,225 m<sup>3</sup>/s.

**Kata Kunci:** *Metode empiris, metode Rasional, DAS Merangin Tembesi*

**ABSTRAK** — This research was conducted to determine the level of accuracy in the use of empirical methods consisting of the Rational method, Der Weduwen and Haspers to obtain the design flood discharge value. The method used is to compare the use of the empirical method which consists of the flood discharge design of measured discharge data using the hydrological distribution method (frequency distribution) in accordance with statistical parameters. The results obtained are the appropriate rainfall distribution pattern used for the Merangin Tembesi watershed, namely the Gumbel distribution with the Rational method which has a design flood discharge value that is close to the measured flood discharge value. The Rational method has an  $R$  squared of 0,88 with satisfactory interpolation and a deviation of 0,00114 times from the measured discharge value. The design flood discharge uses the Rational method with a return period of 2 years, 5 years, 10 years, 25 years, 50 years, and 100 years, respectively 500,527 m<sup>3</sup>/s; 639,389 m<sup>3</sup>/s; 731,335 m<sup>3</sup>/s; 847,498 m<sup>3</sup>/s; 933,674 m<sup>3</sup>/s; dan 1019,225 m<sup>3</sup>/s.

**Keywords:** *Empirical method, Rational method, Merangin Tembesi watershed*

### I. PENDAHULUAN

Curah hujan merupakan salah satu komponen utama dalam penentuan iklim dan cuaca. Hujan dalam bidang pertanian memiliki peranan yang sangat penting, beberapa komoditi seperti padi, sayur-sayuran dalam proses penanamannya sangat dipengaruhi oleh kondisi curah hujan. Daerah persawahan yang belum memiliki irigasi, penanaman padi bergantung pada kondisi curah hujan di daerah tersebut. Disisi lain datangnya hujan dengan intensitas yang sangat tinggi dapat mengakibatkan meningkatnya debit aliran disuatu Daerah Aliran Sungai (DAS).

Debit puncak terjadi ketika seluruh aliran permukaan yang berada di daerah aliran sungai mencapai titik outlet (Arsyad, 2010). Faktor yang mempengaruhi debit puncak yaitu karakteristik hujan dan karakteristik DAS. Karakteristik hujan meliputi lama hujan, intensitas hujan, jumlah hujan, dan distribusi hujan, sedangkan karakteristik DAS meliputi ukuran DAS, bentuk DAS, topografi, jenis tanah, geologi, dan penggunaan lahan.

Penggunaan lahan suatu kawasan mempengaruhi hidrologi kawasan tersebut. Mengubah penggunaan lahan berarti mengubah tipe dan proporsi tutupan lahan yang selanjutnya mempengaruhi respon hidrologinya. Menurut

Nurjanah (2017), diketahui bahwa luas tutupan hutan di DAS Merangin Tembesi semakin berkurang. Tutupan lahan di DAS Merangin Tembesi pada tahun 2006 didominasi oleh pertanian lahan kering campur, hutan lahan kering primer dan hutan lahan kering sekunder dengan masing-masing luas dan persentasi sebesar 622.378 ha (45,82%), 316.252 ha (23,28%) dan 126.220 ha (9,29%). Sementara itu, pada tahun 2015 pola tutupan lahan berbeda dengan tahun 2006 yaitu didominasi oleh pertanian lahan kering campur, hutan lahan kering primer dan perkebunan dengan luas dan persentasi sebesar 670.301 ha (49,35%), 312.804 ha (23,03%) dan 107.319 ha (7,90%).

Selain deforestasi hutan, Penambangan Emas Tanpa Izin (PETI) juga semakin memperburuk keadaan DAS Merangin Tembesi. Menurut Nurjanah (2017), tutupan lahan di DAS Merangin Tembesi pada tahun 2006 untuk penggunaan pertambangan memiliki luas dan persentase sebesar 277 ha (0,02%). Sementara itu, pada tahun 2015 penggunaan lahan untuk pertambangan meningkat dengan luas dan persentase sebesar 471 ha (0,03%). Penambangan ilegal yang terus meluas ke kawasan hilir sungai merusak hutan resapan air, menghancurkan tebing sungai dan menyebabkan pendangkalan atau

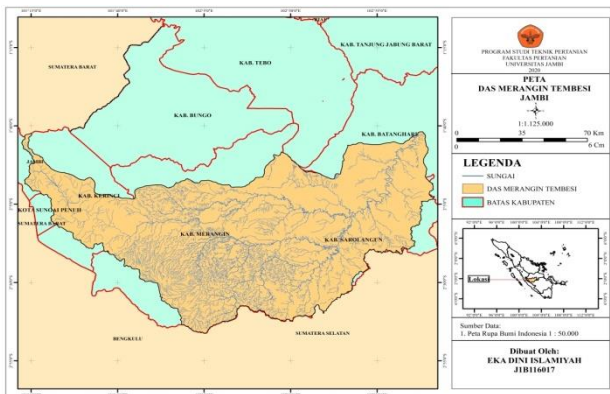
sedimentasi sungai. Kondisi ini membuat sungai di Kecamatan Pangkalan Jambu Kabupaten Merangin sering meluap secara tiba-tiba jika curah hujan meningkat.

Mengingat banyaknya kerugian yang diakibatkan oleh bencana banjir dan karakteristik DAS Merangin Tembesi yang mendukung terjadinya banjir serta banyaknya DAS yang tidak memiliki alat ukur debit juga menjadi permasalahan tersendiri dalam memperkirakan debit banjir rancangan. Berdasarkan hal tersebut maka diperlukan analisis curah hujan guna memperoleh nilai debit banjir rancangan dengan beberapa periode ulang menggunakan metode Empiris. Ketelitian dari penggunaan metode empiris ini juga perlu diketahui untuk menentukan metode debit banjir rancangan yang sesuai digunakan di DAS Merangin Tembesi. Debit banjir rancangan memiliki arti yang sangat penting dalam perencanaan dan perancangan bangunan-bangunan hidraulik.

## II. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni sampai dengan Agustus 2020 di DAS Merangin Tembesi dan pengolahan data dilaksanakan di Laboratorium Komputer dan Instrumen Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas



Pertanian Universitas Jambi. Lokasi penelitian DAS Merangin Tembesi disajikan dalam Gambar 1.

Gambar 1. Lokasi penelitian DAS Merangin Tembesi

### 3.2 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah data curah hujan harian DAS Merangin Tembesi selama 10 tahun terakhir dalam rentan waktu tahun 2009-2018 yang diperoleh dari Balai Wilayah Sungai Sumatera VI, data Tinggi Muka Air (TMA) selama 10 tahun terakhir dalam rentan waktu 2009-2018 yang diperoleh dari Balai Wilayah Sungai Sumatera VI, peta DAS Merangin Tembesi yang diperoleh dari Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Batanghari dan Hutan Lindung Provinsi Jambi, peta klasifikasi tutupan lahan DAS Merangin Tembesi yang diperoleh dari Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Batanghari dan Hutan Lindung Provinsi Jambi, dan peta DEM (*Digital Elevation Mode*) DAS Merangin Tembesi.

Alat yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian ini yaitu seperangkat komputer Lenovo dengan spesifikasi AMD A9, 4 GB RAM, 1 TB *hard disk*, yang merupakan alat untuk menjalankan program *ArcGis 10,3*, *Microsof Excel* yang digunakan untuk pengolahan data dan *Software ArcGIS 10,3 (ArcMap 10,3)* yang digunakan sebagai *tools* untuk mempermudah kerja dalam pengolahan data.

### 3.3 Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan beberapa tahap, yaitu tahap pengumpulan data dan tahap pengolahan data

#### 3.3.1 Pengumpulan data

Pengumpulan data dilakukan dengan mengumpulkan data-data dari dinas atau instansi terkait, mempelajari buku, jurnal atau literatur lain yang berhubungan dengan judul yang dibahas dan diperlukan sebagai referensi.

Adapun data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

- Data curah hujan DAS Merangin Tembesi selama 10 tahun terakhir (2009-2018)
- Data Tinggi Muka Air (TMA) outlet DAS Merangin Tembesi
- Peta daerah tangkapan air DAS Merangin Tembesi
- Peta tata guna lahan DAS Merangin Tembesi
- Peta DEM (*Digital Elevation Mode*) DAS Merangin Tembesi

#### 3.3.2 Pelaksanaan penelitian

Tahapan pelaksanaan penelitian yang akan dilakukan yaitu:

- Mengumpulkan data yang diperlukan dalam penelitian
- Mengidentifikasi karakteristik hidrologi pada Sub DAS Merangin Tembesi yang meliputi, curah hujan, panjang Sub DAS, kemiringan (*slope*) Sub DAS, dan tata guna lahan.
- Menentukan curah hujan harian maksimum untuk tiap-tiap tahun
- Menganalisa distribusi curah hujan rerata wilayah Perhitungan distribusi curah hujan maksimum harian rata-rata untuk mendapatkan debit puncak pada Sub DAS Merangin Tembesi dilakukan dengan metode Poligon Thiessen. Analisis curah hujan maksimum harian rata-rata daerah dilakukan dengan menggunakan persamaan:

$$R_{\text{Thiessen}} = \sum_{i=1}^n \frac{A_i \times R_i}{A_{\text{Total}}}$$

(Sumber: Soewarno, 1995)

Keterangan:

$A_i$  = Luas wilayah stasiun curah hujan

$A_{\text{total}}$  = Luas wilayah Sub DAS

$R_i$  = Curah hujan harian maksimum rata-rata tiap stasiun

- Menentukan parameter statistik berdasarkan data curah hujan harian maksimum

Perhitungan parameter statistik didasarkan pada data curah hujan harian maksimum dengan menggunakan minimal data curah hujan 10 tahun terakhir (Muttaqin, 2006). Parameter yang

digunakan dalam perhitungan analisis frekuensi dapat dilihat pada rumus berikut:

a. Rata-rata

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

(Sumber: Soewarno, 1995)

b. Standar deviasi

$$S = \left[ \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \right]^{1/2}$$

(Sumber: Soewarno, 1995)

c. Koefisien variasi

$$C_v = \frac{S}{\bar{X}}$$

(Sumber: Soewarno, 1995)

d. Koefisien skewness

$$C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)s^3}$$

(Sumber: Soewarno, 1995)

e. Koefisien kurtosis

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

(Sumber: Soewarno, 1995)

6. Menentukan jenis distribusi yang sesuai berdasarkan parameter statistik yang ada.

Menentukan jenis distribusi yang akan digunakan dengan cara menyesuaikan parameter statistik yang didapat dari perhitungan data dengan sifat-sifat yang ada pada tiap-tiap metode distribusi yaitu:

a. Distribusi Normal, dengan persyaratan:

$$C_s = 0; C_k = 3$$

b. Distribusi Log Normal, dengan persyaratan:

$$C_k = 5,383; C_s = 3C_v + C_v^2 = 3$$

c. Distribusi Gumbel, dengan persyaratan:

$$C_k \leq 5,4002; C_s \leq 1,1396$$

d. Distribusi Pearson Type III, dengan persyaratan:

Selain ketiga jenis distribusi tersebut

7. Melakukan uji kecocokan (*Goodness of fit*) menggunakan uji *Chi Square* dan uji Smirnov Kolmogorov untuk mengetahui apakah distribusi yang dipilih sudah tepat.

a. *Chi Square*

Adapun prosedur uji *Chi Square* yaitu:

1) Mengurutkan data pengamatan dari kecil ke besar

2) Menghitung jumlah kelas yang ada ( $K = 1 + 3,322 \log n$ ).

(Sumber: Soewarno, 1995)

3) Menghitung nilai  $E_f = \left[ \frac{\sum n}{\sum k} \right]$

(Sumber: Soewarno, 1995)

4) Menghitung banyaknya  $O_f$  untuk masing-masing kelas

5) Menghitung nilai  $X_{hitung}$ . Suatu distribusi dikatakan selaras jika nilai  $X_{hitung} < X_{kritis}$ . Dari hasil pengamatan yang didapat dicari

penyimpangan dengan *chi square* kritis paling kecil. Untuk suatu nilai nyata tertentu (*level of significant*) yang sering diambil adalah 5%. Derajat kebebasan ini secara umum dihitung dengan rumus sebagai berikut (Soewarno, 1995):

$$Dk = K - (P + 1)$$

Keterangan:

DK = derajat kebebasan

K = kelas

P = banyaknya keterikatan (biasanya diambil  $P = 2$  untuk distribusi normal dan binomial dan  $P = 1$  untuk distribusi Poisson dan Gumbel)

b. Smirnov Kolmogorov

Adapun prosedur uji Smirnov Kolmogorov yaitu:

1) Mengurutkan data pengamatan dari kecil ke besar

2) Menentukan besarnya peluang dari masing-masing data tersebut sehingga diperoleh nilai  $D_{maks}$

3) Menentukan nilai  $D_{maks}$  berdasarkan tabel derajat kebebasan uji Smirnov Kolmogorov. Syarat uji Smirnov Kolmogorov yaitu nilai  $D_{maks} < D_{0 \text{ kritis}}$ . Apabila  $D_{maks}$  lebih kecil dari  $D_{0 \text{ kritis}}$  maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan persamaan distribusi dapat diterima. Apabila nilai  $D_{maks}$  lebih besar dari  $D_{0 \text{ kritis}}$  maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan persamaan distribusi tidak dapat diterima (Soewarno, 1995).

8. Menentukan curah hujan rancangan

Berdasarkan nilai parameter statistik dan hasil uji kecocokan data (*Goodness of fit*) dapat diketahui bahwa metode perhitungan curah hujan rencana untuk masa ulang T tahun menggunakan distribusi Gumbel. Adapun persamaan yang digunakan yaitu:

$$X_t = \bar{X} + \frac{S_d}{S_n} \times (Y_t - Y_n)$$

(Sumber: Soewarno, 1995)

Keterangan:

$S_d$  = Standar deviasi

$S_n$  = *Reduced standard deviation* distribusi Gumbel

$Y_t$  = *Reduced variate* distribusi Gumbel

$Y_n$  = *Reduced mean* distribusi Gumbel

9. Menghitung debit banjir rancangan Sub DAS Merangin Tembesi menggunakan metode empiris. Adapun metode yang digunakan yaitu:

a. Metode Rasional

Persamaan yang digunakan untuk perhitungan metode rasional yaitu:

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A$$

(Sumber: Soewarno, 1995)

Keterangan:

Q = Debit banjir rencana ( $m^3/det$ )

C = Koefisien pengaliran

I = Intensitas hujan maksimum

A = Luas daerah aliran sungai ( $Km^2$ )

Prosedur perhitungan debit banjir rencana menggunakan metode rasional yaitu:

- 1) Waktu konsentrasi ( $T_c$ )  
Waktu konsentrasi ditentukan dengan menggunakan parameter panjang sungai dan beda tinggi Sub DAS. Persamaan yang digunakan untuk menentukan waktu konsentrasi yaitu:

$$T_c = \left( \frac{0,87 \times L^2}{1000 \times S} \right)^{0,385}$$

$$S = \frac{\Delta H}{0,9 \times L}$$

(Sumber: Soewarno, 1995)

Keterangan:

$L$  = Panjang Daerah Aliran Sungai (km)

$S$  = Kemiringan Daerah Aliran Sungai (km)

$\Delta H$  = Beda elevasi tertinggi dan terendah Daerah Aliran Sungai (km)

- 2) Koefisien limpasan ( $C$ )  
Koefisien limpasan ditentukan berdasarkan nilai koefisien limpasan tiap-tiap fungsi lahan. Adapun persamaan koefisien limpasan yang digunakan yaitu:

$$C_{DAS} = \frac{\sum_{i=1}^n C_i \times A_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

(Sumber: Soewarno, 1995)

Keterangan:

$C_i$  = Koefisien limpasan tiap jenis tutupan lahan

$A_i$  = Luas tutupan lahan

- 3) Intensitas curah hujan ( $I$ )  
Jika data hujan yang ada hanya terdiri dari data hujan harian, maka intensitas hujan dapat dihitung dengan menggunakan rumus Monobe:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \times \left( \frac{24}{T_c} \right)^{2/3}$$

(Sumber: Soewarno, 1995)

Keterangan:

$I$  = Intensitas curah hujan

$R_{24}$  = Curah hujan maksimum (mm)

$T_c$  = Waktu konsentrasi (jam)

- b. Metode Der Weduwen  
Menghitung besarnya debit rancangan menggunakan metode Der Weduwen menggunakan persamaan:

$$Q_n = \alpha \times \beta \times q_n \times A$$

(Sumber: Ka'u, 2016)

Keterangan:

$Q_n$  = Debit banjir rencana ( $m^3/s$ )

$\alpha$  = Koefisien limpasan

$\beta$  = Nilai koefisien pengurangan daerah hujan

$A$  = Luas Daerah Aliran Sungai ( $km^2$ )

Adapun langkah-langkah perhitungannya yaitu:

- 1) Mengasumsikan nilai  $t$
- 2) Menghitung nilai koefisien reduksi daerah hujan

$$\beta = \frac{120 + \frac{t+1}{t+9} \times A}{120 + A}$$

(Sumber: Ka'u, 2016)

Keterangan:

$t$  = nilai  $t$  asumsi (jam)

$A$  = Luas daerah pengaliran ( $km^2$ )

- 3) Menghitung hujan maksimum

$$q = \frac{67,65}{t + 1,45}$$

(Sumber: Ka'u, 2016)

Keterangan:

$t$  = nilai  $t$  asumsi

- 4) Menghitung nilai koefisien limpasan

$$\alpha = 1 - \frac{4,1}{\beta \times q + 7}$$

(Sumber: Ka'u, 2016)

- 5) Menghitung nilai  $Q_{Perkiraan}$

$$Q_{Perkiraan} = \alpha \times \beta \times q \times A$$

(Sumber: Ka'u, 2016)

- 6) Menghitung waktu konsentrasi ( $t$  hitung)

$$t_c = 0,125 \times L \times Q^{-0,125} \times S^{-0,25}$$

(Sumber: Ka'u, 2016)

Keterangan:

$L$  = panjang daerah aliran sungai (km)

$S$  = kemiringan sungai

- 7) Mengontrol nilai  $t$  asumsi =  $t$  hitung

- 8) Menentukan debit banjir rancangan

$$Q_i = Q_{Perkiraan} \times \frac{R_i}{240}$$

(Sumber: Ka'u, 2016)

Keterangan:

$Q_i$  = debit rancangan periode ulang

$R_i$  = curah hujan rancangan periode ulang

- c. Metode Haspers

Persamaan umum yang digunakan dalam menentukan debit rancangan menggunakan metode Haspers yaitu:

$$Q = \alpha \times \beta \times q_n \times A$$

(Sumber: Ka'u, 2016)

Keterangan:

$Q$  = Debit maksimum ( $m^3/detik$ )

$\alpha$  = Koefisien limpasan air hujan

$\beta$  = Koefisien reduksi

$q_n$  = Intensitas hujan ( $m^3/detik/km^2$ )

$A$  = Luas DAS ( $km^2$ )

Prosedur perhitungan debit banjir rencana menggunakan metode Haspers yaitu:

- 1) Menentukan waktu konsentrasi

$$t = 0,10 \times L^{0,8} \times i^{-0,3}$$

(Sumber: Ka'u, 2016)

$$i = \frac{\Delta H}{0,9 \times L}$$

(Sumber: Marcellia, 2014)

Keterangan:

L = Panjang Daerah Aliran Sungai (km)

i = Kemiringan Daerah Aliran Sungai

$\Delta H$  = Beda elevasi tertinggi dan terendah Daerah Aliran Sungai (km)

- 2) Menentukan koefisien reduksi

$$\frac{1}{\beta} = 1 + \frac{t + 3,70 \times 10^{-7}}{t^2 + 15} \times \frac{A^{0,75}}{12}$$

(Sumber: Ka'u, 2016)

- 3) Menentukan koefisien limpasan air hujan

$$\alpha = \frac{1 + 0,012 \times A^{0,7}}{1 + 0,075 \times A^{0,7}}$$

(Sumber: Ka'u, 2016)

- 4) Menghitung curah hujan untuk lama hujan tertentu

$$r = \frac{t \times R_t}{t + 1 - 0,0008 \times (260 - R_t) \times (2-t)^2} \text{ untuk } (t < 2 \text{ jam})$$
$$r = \frac{t \times R_t}{t + 1} \text{ untuk } (2 \text{ jam} < t < 19 \text{ jam})$$
$$r = 0,707 \times R_t \sqrt{t+1} \text{ untuk } (19 \text{ jam} < t < 30 \text{ hari})$$

(Sumber: Ka'u, 2016)

- 5) Menghitung intensitas curah hujan

$$I = \frac{r}{36 \times t}$$

(Sumber: Ka'u, 2016)

Keterangan:

r = Curah hujan untuk lama hujan tertentu (mm)

I = Intensitas hujan ( $m^3/s/km^2$ )

10. Menghitung debit terukur menggunakan data Tinggi Muka Air (TMA) dan persamaan debit (*rating curve*) di Sub DAS Merangin Tembesi. Persamaan *rating curve* yang digunakan yaitu:

$$Q = 2,607 \times (H + 0,863)^{2,262}$$

(Sumber: BWS Sumatera VI, 2020)

Keterangan:

H = tinggi muka air

11. Menghitung ketelitian metode empiris menggunakan *R squared*. Persamaan *R squared* yang digunakan yaitu:

$$R_{squared} = 1 - \frac{\sum(Q_0 - Q_M)^2}{\sum(Q_0 - Q_M)^2}$$

(Sumber: Indarto, 2010)

Keterangan:

$Q_0$  = Debit terhitung ( $m^3/s$ )

$Q_M$  = Rerata debit terukur ( $m^3/s$ )

12. Membandingkan nilai debit banjir rancangan metode empiris dan debit banjir data terukur menggunakan diagram sebar sehingga diketahui metode yang mendekati garis korelasi.

13. Menentukan penggunaan metode empiris yang paling sesuai untuk Sub DAS Merangin Tembesi

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Kondisi DAS Merangin Tembesi

DAS Merangin Tembesi merupakan bagian dari DAS Batanghari. Secara geografi terletak pada  $1^{\circ}00'00''\text{LS}-3^{\circ}00'00''\text{LS}$  dan  $100^{\circ}30'00''\text{BT}-103^{\circ}30'00''\text{BT}$  dengan luas 1.357.040,427 hektar. Secara administratif DAS Merangin Tembesi mencakup 4 kabupaten dan 1 kota, yaitu Kabupaten Kerinci, Kabupaten Merangin, Kabupaten Sarolangun, Kabupaten Batanghari dan Kota Sungai Penuh. Secara topografi DAS Merangin Tembesi disebelah utara berbatasan dengan Gunung Tigajerai dan Gunung Rinting, sebelah selatan berbatasan dengan Gunung Tengah Leras, sebelah barat berbatasan dengan Bukit Barisan dan Gunung Kerinci, dan disebelah timur berbatasan dengan Selat Berhala (Nurjanah, 2017),

Iklim di DAS Merangin Tembesi berdasarkan tipe iklim Schmid dan Ferguson tergolong kedalam tipe iklim A. Tipe iklim tersebut memiliki rata-rata bulan basah (curah hujan  $> 200$  mm) 9-10 bulan dan rata-rata bulan kering (curah hujan  $< 100$  mm) 2-3 bulan. Suhu udara rata-rata bulanan berkisar antara  $26,1^{\circ}\text{C}-27,6^{\circ}\text{C}$ . Suhu udara akan meningkat mulai bulan Maret dan mencapai puncak pada bulan Mei dan pada bulan September suhu udara mulai menurun sebagai pertanda awal musim penghujan (Dinas Kehutanan 2008).

Bentuk DAS mempunyai pengaruh pada pola aliran dan ketajaman puncak banjir. DAS Merangin Tembesi berbentuk memanjang atau lonjong dan bentuk lahan (*land form*) yang berbukit. Pola aliran sungai DAS Merangin Tembesi yaitu *Meandering* (berkelok) yang dapat mempengaruhi efisiensi proses drainase. Tanah di DAS Merangin Tembesi terdiri dari tanah Aluvial, Latosol, Litosol, Organosol dan Podsolik merah kuning. Tanah yang dominan di wilayah Muara Tembesi yaitu tanah Podsolik, Aluvial dan Organosol (BPDAS Batanghari 2013).

Penggunaan lahan adalah jenis penggunaan atas lahan dan sudah ada aktivitas manusia secara langsung.. Penggunaan lahan yang terdapat di DAS Merangin Tembesi adalah hutan lahan kering sekunder, hutan lahan kering primer, hutan tanaman, belukar, perkebunan, pemukiman, tanah terbuka, badan air, hutan rawa sekunder, belukar rawa, pertanian lahan kering, pertanian lahan kering campur, sawa, bandara/pelabuhan, transmigrasi, pertambangan, rawa dan padang rumput (BPDAS Batanghari, 2020).

#### 3.2 Analisis Curah Hujan

##### 3.2.1 Curah hujan harian rata-rata

Data curah hujan pada DAS Merangin Tembesi yang digunakan dalam analisis ini bersumber dari dari Balai Wilayah Sungai (BWS) Sumatera VI. Data yang digunakan merupakan data curah hujan harian selama 10

tahun terakhir (2009-2018). Stasiun pengamatan yang digunakan adalah stasiun yang berada di wilayah DAS Merangin Tembesi dengan jumlah 13 stasiun curah hujan yang terdistribusi dari stasiun Siulak Deras, Sanggaran Agung, Pulau Tengah, Koto Limau Sering, Tanjung Genting, Semurup, Sungai Manau, Tamiai, Muara Imat, Pulau Rengas, Pauh Ilir, Pulau Pandan dan Muara Tembesi.

Data curah hujan harian yang diperoleh terlebih dahulu dianalisis untuk mendapatkan data curah hujan harian rata-rata setiap tahun untuk tiap stasiun curah hujan. Penentuan data curah hujan harian rata-rata ini menggunakan metode Poligon Thiessen. Metode Poligon Thiessen ini sesuai untuk digunakan pada daerah yang memiliki pos hujan minimal 3 tempat dan tidak tersebar merata (Gunawan, 2017). Metode Poligon Thiessen dipakai apabila daerah pengaruh dan curah hujan rata-rata tiap stasiun berbeda-beda. Metode Poligon Thiessen ditentukan dengan cara membuat poligon antar pos hujan pada suatu wilayah DAS, kemudian tinggi hujan rata-rata dihitung dari jumlah perkalian antara tiap-tiap luas poligon dan tinggi hujannya dibagi dengan luas seluruh DAS (Sosrodarsono & Takeda, 2003). Nilai curah hujan harian rata-rata disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Nilai curah hujan harian rata-rata

No	Tahun	Curah Hujan Maksimum Harian Rata- Rata
1	2009	40,368 mm
2	2010	51,364 mm
3	2011	34,906 mm
4	2012	29,483 mm
5	2013	33,366 mm
6	2014	33,726 mm
7	2015	39,108 mm
8	2016	54,921 mm
9	2017	55,610 mm
10	2018	45,693 mm

### 3.2.2 Penentuan pola distribusi hujan

Penentuan pola distribusi atau sebaran hujan dilakukan dengan menganalisis data curah hujan harian rata-rata yang diperoleh dengan menggunakan analisis frekuensi. Analisis Frekuensi hujan merupakan analisa statistik penafsiran hujan untuk menentukan terjadinya periode ulang hujan pada periode tertentu (Syofyan, 2018). Hasil perhitungan parameter statistik (dispersi) curah hujan untuk masing-masing parameter disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Hasil perhitungan parameter statistik (dispersi) curah hujan

No	Parameter	Nilai
1	Rata-rata	41,855
2	Simpangan Baku	9,512
3	Koefisien Variasi	0,227
4	Koefisien Skewness	0,379
5	Koefisien Kurtosis	1,328

Berdasarkan hasil nilai parameter statistik (dispersi) curah hujan pada Tabel 3, selanjutnya dilakukan perbandingan dengan syarat ketentuan jenis distribusi. Kesesuaian penggunaan jenis distribusi data curah hujan disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Kesesuaian penggunaan Distribusi data curah hujan

Jenis Distribusi	Syarat	Perhitungan	Kesimpulan
Normal	$C_s = 0$	$C_s = 0.379$	Tidak Memenuhi
	$C_k = 3$	$C_k = 1.328$	
Gumbel	$C_s \leq 1.1396$	$C_s = 0.379$	Memenuhi
	$C_k \leq 5.4002$	$C_k = 1.328$	
Log Normal	$C_s = 3C_v + (C_v)^2 = 3$	$C_s = 0.035$	Tidak Memenuhi
	$C_k = 5.383$	$C_k = 1.280$	
Log Pearson Type III	Selain ketiga distribusi tersebut	-	Tidak Memenuhi

Berdasarkan hasil perhitungan distribusi dan kesesuaian jenis distribusi pada Tabel 4 dapat diketahui bahwa jenis distribusi yang sesuai untuk data curah hujan harian maksimum rata-rata di DAS Merangin Tembesi adalah distribusi Gumbel. Distribusi Gumbel banyak digunakan untuk analisis data maksimum, seperti untuk analisis frekuensi banjir (Triatmodjo, 2010). Distribusi Gumbel ini selanjutnya digunakan untuk menentukan curah hujan rencana dengan periode 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun dan 100 tahun.

### 3.4 Uji Kecocokan (*Goodness of fit test*)

Uji kecocokan (*Goodness of fit test*) merupakan uji statistik yang dilakukan untuk mengetahui kesesuaian distribusi yang dipilih dengan hasil empiris. Uji kecocokan dilakukan dengan metode *Chi square* dan Smirnov Kolmogorov. Hasil uji kecocokan *Chi Square* dan Smirnov Kolmogorov data curah hujan disajikan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Hasil uji *Chi Square* dan Smirnov Kolmogorov data curah hujan

Uji Kecocokan	Nilai Tabel	Nilai Hitung
<i>Chi Square</i>	5,991	0,4
Smirnov Kolmogorov	0,41	0,202

Berdasarkan Tabel 5 dapat diketahui bahwa dengan Uji *Chi Square* diperoleh nilai hitung 0,4 dan nilai tabel (derajat kebebasan) 5% yaitu 5,991, sedangkan untuk uji Smirnov Kolmogorov diperoleh nilai hitung 0,202 dan nilai tabel (derajat kebebasan) 5% yaitu 0,41. Syarat kesesuaian hasil uji *Chi Square* yaitu apabila nilai hitung lebih kecil dari nilai tabel dan untuk uji Smirnov Kolmogorov adalah nilai hitung lebih kecil dari nilai tabel. Berdasarkan hal tersebut dapat diketahui bahwa distribusi Gumbel dapat diterima dan digunakan untuk menentukan curah hujan rencana periode ulang.

### 3.5 Curah Hujan Rencana

Curah hujan rencana dihitung menggunakan persamaan distribusi Gumbel. Hasil perhitungan curah hujan rencana disajikan dalam Tabel 6.



Tabel 6. Hasil perhitungan curah hujan rencana

No	Periode	$\bar{X}$	Sd	Sn	Yn	Yt	R (mm)
1	2	41.855	9.512	0.9496	0.4592	0.367	40.927
2	5	41.855	9.512	0.9496	0.4592	1.500	52.280
3	10	41.855	9.512	0.9496	0.4592	2.250	59.797
4	25	41.855	9.512	0.9496	0.4592	3.199	69.294
5	50	41.855	9.512	0.9496	0.4592	3.902	76.340
6	100	41.855	9.512	0.9496	0.4592	4.600	83.334

Berdasarkan Tabel 6 dapat diketahui bahwa nilai curah hujan rencana semakin meningkat seiring dengan meningkatnya nilai Yt (*Reduced variated*) yang digunakan dalam persamaan distribusi Gumbel, Sn (*Reduced standar deviation*) dan Yn (*reduced mean*) memiliki nilai tetap. Hal ini disebabkan Sn dan Yn dipengaruhi oleh banyaknya data curah hujan yang digunakan (n)

### 3.6 Analisis Debit Banjir

Analisis debit banjir dilakukan menggunakan metode empiris yaitu metode Rasional, metode Der Weduwen dan metode Haspers.

#### 3.4.1 Metode Rasional

Berdasarkan data yang telah diperoleh, maka dapat dihitung debit banjir rancangan Sub DAS Merangin Tembesi menggunakan metode Rasional. Hasil perhitungan debit banjir rancangan menggunakan metode Rasional dengan berbagai periode kala ulang disajikan dalam Tabel 7.

Tabel 7. Perhitungan debit banjir rancangan menggunakan metode Rasional

No	Periode	C	I (mm)	A (km <sup>2</sup> )	Q (m <sup>3</sup> /s)
1	2	0.1934	0.6862	13570.404	500.527
2	5	0.1934	0.8765	13570.404	639.389
3	10	0.1934	1.0026	13570.404	731.335
4	25	0.1934	1.1618	13570.404	847.498
5	50	0.1934	1.2800	13570.404	933.674
6	100	0.1934	1.3973	13570.404	1019.225

Berdasarkan Tabel 7 dapat diketahui bahwa nilai debit banjir raancangan semakin meningkat seiring dengan lamanya periode ulang. Hal ini dikarenakan semakin meningkatnya intensitas curah hujan, sedangkan koefisien limpasan dan luas daerah pengaliran tetap sama. Wanielista (1990), menyatakan syarat penggunaan metode Rasional yaitu koefisien limpasan dianggap tetap selama durasi hujan dan luas DAS tidak berubah selama durasi hujan.

#### 3.4.2 Metode Der Weduwen

Berdasarkan data yang telah diperoleh, maka dapat dihitung debit rancangan Sub DAS Merangin Tembesi menggunakan metode Der Weduwen. Hasil perhitungan debit puncak menggunakan metode Der Weduwen dengan berbagai periode kala ulang disajikan dalam Tabel 8.

Tabel 8. Perhitungan debit banjir rancangan menggunakan metode Der Weduwen

No	Periode Ulang	R (mm)	t (jam)	$\beta$	$\alpha$	$q$ (m <sup>3</sup> /s/km <sup>2</sup> )	Q <sub>perkiraan</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q (m <sup>3</sup> /s)
1	2	40.929	146.3	0.949	0.449	0.458	2644.534	450.997
2	5	52.285	146.3	0.949	0.449	0.458	2644.534	576.118
3	10	59.803	146.3	0.949	0.449	0.458	2644.534	658.965
4	25	69.302	146.3	0.949	0.449	0.458	2644.534	763.633
5	50	76.349	146.3	0.949	0.449	0.458	2644.534	841.282
6	100	83.345	146.3	0.949	0.449	0.458	2644.534	918.367

Berdasarkan Tabel 8 dapat diketahui bahwa debit banjir rancangan metode Der Weduwen semakin meningkat seiring dengan meningkatnya curah hujan yang terjadi dengan beberapa periode ulang. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Marcellia (2014) di Sungai Babak Kota Mataram Provinsi Nusa Tenggara Barat yang menyatakan bahwa debit banjir rancangan metode Der Weduwen dipengaruhi oleh curah hujan rencana dengan beberapa periode ulang.

#### 3.4.3 Metode Haspers

Berdasarkan data yang telah diperoleh, maka dapat dihitung debit rancangan DAS Merangin Tembesi menggunakan metode Haspers. Hasil perhitungan debit banjir rancangan menggunakan metode Haspers dengan berbagai periode kala ulang disajikan dalam Tabel 9.

Tabel 9. Perhitungan debit banjir rancangan menggunakan metode Haspers

No	Periode	R (mm)	$\alpha$	$\beta$	A (km <sup>2</sup> )	t (jam)	r (mm)	q (m <sup>3</sup> /s/km <sup>2</sup> )	Q (m <sup>3</sup> /s)
1	2	40.929	0.160	0.509	13570.404	108.546	302.878	0.775	856.867
2	5	52.285	0.160	0.509	13570.404	108.546	386.906	0.990	1094.588
3	10	59.803	0.160	0.509	13570.404	108.546	442.544	1.133	1251.993
4	25	69.302	0.160	0.509	13570.404	108.546	512.836	1.312	1450.856
5	50	76.349	0.160	0.509	13570.404	108.546	564.983	1.446	1598.383
6	100	83.345	0.160	0.509	13570.404	108.546	616.751	1.578	1744.841

Berdasarkan Tabel 9 dapat diketahui bahwa debit banjir rancangan metode Haspers semakin meningkat seiring dengan meningkatnya curah hujan dengan periode ulang, Hal ini dipengaruhi oleh semakin meningkatnya curah hujan rencana yang terjadi dan semakin meningkatnya curah hujan untuk lama hujan tertentu (r) dan intensitas hujan yang terjadi (q). Marcellia (2014), menyatakan debit banjir rancangan metode Haspers untuk nilai koefisien limpasan, koefisien reduksi, waktu konsentrasi dianggap tetap selama durasi hujan dan daerah pengaliran tidak berubah.

### 3.7 Analisis Frekuensi Data Debit Terukur

Analisis frekuensi data debit terukur dilakukan menggunakan data Tinggi Muka Air (TMA). Data TMA yang digunakan adalah TMA maksimum tiap bulan untuk tiap tahun selama 10 terakhir (2009-2018) kemudian dirata-ratakan. Data TMA maksimum DAS Merangin Tembesi disajikan dalam Tabel 10.

Tabel 10. Data TMA maksimum DAS Merangin Tembesi

No	Tahun	TMA maksimum rata-rata (m)
1	2009	8,068
2	2010	8,414
3	2011	7,834
4	2012	4,822
5	2013	5,722
6	2014	5,898
7	2015	6,126
8	2016	9,972
9	2017	10,415
10	2018	9,095

Berdasarkan Tabel setelah diperoleh data TMA maksimum rata-rata selanjutnya dilakukan perhitungan nilai debit. Nilai Debit diperoleh dengan memasukkan nilai Tinggi Muka Air (TMA) kedalam persamaan

lengkung debit (*rating curve*) sehingga diperoleh nilai debit maksimum di DAS Merangin Tembesi. Data debit terukur maksimum DAS Merangin Tembesi disajikan dalam Tabel 11.

Tabel 11. Data debit terukur DAS Merangin Tembesi

No	Tahun	$Q_{Terukur} (m^3/s)$
1	2009	368,996
2	2010	402,193
3	2011	347,547
4	2012	132,826
5	2013	185,210
6	2014	196,641
7	2015	211,926
8	2016	571,339
9	2017	625,590
10	2018	472,070

Berdasarkan Tabel 11 selanjutnya dilakukan analisis frekuensi. Analisis frekuensi yang dilakukan berupa parameter statistik (dispersi). Dari hasil analisis frekuensi, penentuan jenis distribusi dan uji kecocokan *Chi Square* dan Smirnov Kolmogorov dapat diketahui bahwa perhitungan debit banjir rancangan data debit terukur menggunakan distribusi Gumbel. Hasil perhitungan debit terukur rencana data debit terukur disajikan dalam Tabel 12.

Tabel 12. Hasil perhitungan debit terukur rencana data debit terukur

No	Periode	$\bar{X}$	Sd	Sn	Yn	Yt	$X_t (m^3/s)$
1	2	351.4339	169.9072	0.9496	0.4592	0.3668	334.901
2	5	351.4339	169.9072	0.9496	0.4592	1.5004	537.731
3	10	351.4339	169.9072	0.9496	0.4592	2.2510	672.032
4	25	351.4339	169.9072	0.9496	0.4592	3.1993	841.706
5	50	351.4339	169.9072	0.9496	0.4592	3.9028	967.580
6	100	351.4339	169.9072	0.9496	0.4592	4.6012	1092.541

### 3.8 Evaluasi Ketelitian Model

Evaluasi ketelitian model diperlukan untuk mengetahui hubungan antara debit terhitung dan debit terukur serta untuk mengetahui seberapa besar tingkat hubungan dari data debit terhitung dan terukur sehingga dapat diketahui penggunaan model yang sesuai. Evaluasi ketelitian model dilakukan menggunakan *R Squared* dan diagram sebar.

#### 4.7.1 *R Squared*

*R Squared* menunjukkan tingkat kesesuaian antara debit terukur dan terhitung (Indarto, 2010). Berdasarkan perhitungan debit banjir rencana data curah hujan DAS Merangin Tembesi dengan menggunakan metode Rasional, Der Weduwen dan Haspers serta perhitungan debit banjir rencana berdasarkan data debit terukur maka diperoleh nilai *R Squared* (korelasi) debit banjir rencana yang dapat dilihat pada Tabel 13, Tabel 14, dan Tabel 15.

Tabel 13. *R Squared* metode Rasional

No	Periode Ulang	$Q_0$	$Q_M$	$(Q_0 - Q_M)^2$	$\bar{Q}_M$	$(Q_0 - \bar{Q}_M)^2$
1	2	334.901	500.527	27431.926	778.608	196875.639
2	5	537.731	639.389	10334.405	884.747	120420.382
3	10	672.032	731.335	3516.832	884.747	45247.800
4	25	841.706	847.498	33.542	884.747	1852.505
5	50	967.580	933.674	1149.621	884.747	6861.305
6	100	1092.541	1019.225	5375.218	884.747	43178.434
Jumlah				47841.544		414436.064

Berdasarkan Tabel 13 maka nilai *R Squared* atau tingkat kesesuaian antara debit terhitung dan debit terukur metode Rasional dihitung sebagai berikut:

$$R_{squared} = 1 - \frac{\sum(Q_0 - Q_M)^2}{\sum(Q_0 - \bar{Q}_M)^2}$$

$$R_{squared} = 1 - \frac{47841,544}{414436,064}$$

$$R_{squared} = 0,88$$

Dengan demikian, dapat diketahui tingkat korelasi debit terukur rencana menggunakan metode Rasional adalah 0,88. Berdasarkan Nilai *Nash Sutcliffe Efficiency* (NSE) model Rasional memiliki interpolasi baik karena memiliki nilai  $NSE > 0,75$ .

Tabel 14. *R Squared* debit banjir rencana metode Der Weduwen

1	Periode Ulang	$Q_0$	$Q_M$	$(Q_0 - Q_M)^2$	$\bar{Q}_M$	$(Q_0 - \bar{Q}_M)^2$
1	2	334.901	450.997	13478.265	701.560	134438.919
2	5	537.731	576.118	1473.577	797.197	67322.813
3	10	672.032	658.965	170.739	797.197	15666.353
4	25	841.706	763.633	6095.405	797.197	1981.075
5	50	967.580	841.282	15951.255	797.197	29030.366
6	100	1092.541	918.367	30336.540	797.197	87228.203
Jumlah				67505.781		335667.728

Berdasarkan Tabel 14, maka nilai *R Squared* atau tingkat kesesuaian antara debit terhitung dan debit terukur metode Weduwen dihitung sebagai berikut:

$$R_{squared} = 1 - \frac{\sum(Q_0 - Q_M)^2}{\sum(Q_0 - \bar{Q}_M)^2}$$

$$R_{squared} = 1 - \frac{67505,781}{335667,728}$$

$$R_{squared} = 0,79$$

Dengan demikian, dapat diketahui tingkat korelasi debit terukur rencana menggunakan metode Der Weduwen adalah 0,79. Berdasarkan Nilai *Nash Sutcliffe Efficiency* (NSE) model Der Weduwen memiliki interpolasi baik memiliki nilai  $NSE > 0,75$ .

Tabel 15 *R Squared* debit banjir rencana metode Haspers

No	Periode Ulang	$Q_0$	$Q_M$	$(Q_0 - Q_M)^2$	$\bar{Q}_M$	$(Q_0 - \bar{Q}_M)^2$
1	2	334.901	856.540	272106.496	1332.412	995028.348
2	5	537.731	1094.170	309625.036	1514.046	953191.760
3	10	672.032	1251.515	335800.429	1514.046	708988.084
4	25	841.706	1450.302	370388.538	1514.046	452040.717
5	50	967.580	1597.773	397143.060	1514.046	298625.092
6	100	1092.541	1744.175	424626.395	1514.046	177666.287
Jumlah				2109689.955		3585540.288

Berdasarkan Tabel 15 maka nilai *R Squared* atau tingkat kesesuaian antara debit terhitung dan debit terukur metode Haspers dihitung sebagai berikut:

$$R_{squared} = 1 - \frac{\sum(Q_0 - Q_M)^2}{\sum(Q_0 - \bar{Q}_M)^2}$$

$$R_{squared} = 1 - \frac{2109689,955}{3585540,288}$$

$$R_{squared} = 0,41$$

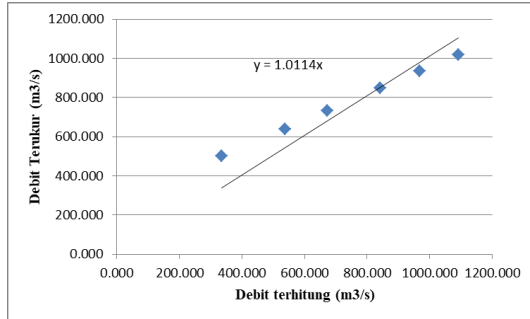
Dengan demikian, dapat diketahui tingkat korelasi debit terukur rencana menggunakan metode Haspers adalah 0,41. Berdasarkan Nilai *Nash Sutcliffe Efficiency*



(NSE) model Haspers memiliki interpolasi memuaskan karena memiliki nilai  $0,36 < NSE < 0,75$ .

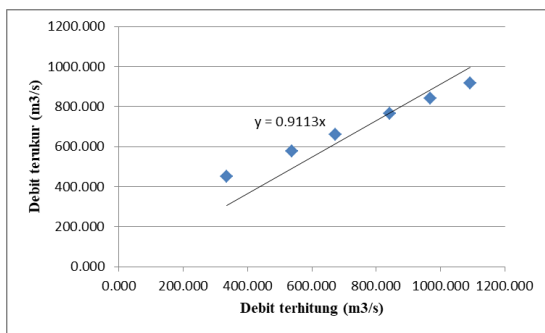
#### 4.5.2 Diagram sebar

Diagram sebar dilakukan untuk mengetahui seberapa besar tingkat korelasi dari dua variabel. Diagram sebar untuk masing-masing metode empiris dapat dilihat pada Gambar 2, Gambar 3, dan Gambar 4.



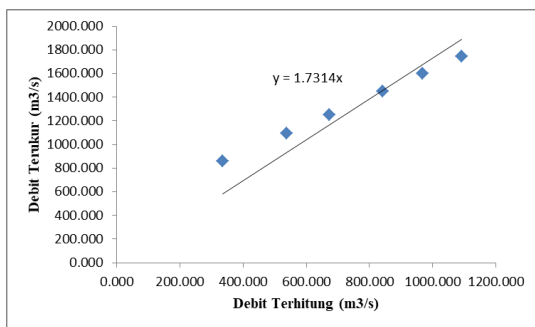
Gambar 2. Diagram sebar Metode Rasional

Berdasarkan Gambar 2 dapat diketahui  $y = 1,0114x$ . Artinya nilai debit Rasional lebih besar 0,00114 kali dari debit terukur.



Gambar 3. Diagram sebar Metode Der Weduwen

Berdasarkan Gambar 3 dapat diketahui  $y = 0,9113x$ . Artinya nilai debit Rasional lebih besar 3,24 kali dari debit terukur.

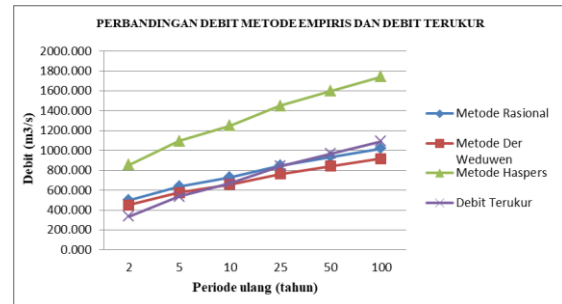


Gambar 4. Diagram sebar metode Haspers

Berdasarkan Gambar 4 dapat diketahui bahwa titik-titik yang tersebar mendekati garis korelasi antara debit metode Haspers dan debit terukur. Gambar tersebut juga menunjukkan nilai debit metode Haspers 1,73 kali dari debit terukur. Nilai ini lebih kecil dibandingkan dengan nilai metode Rasional dan Der Weduwen.

### 3.9 Debit Rancangan Optimal

Berdasarkan perhitungan debit banjir rencana menggunakan data curah hujan dengan metode Rasional, metode Der Weduwen dan metode Haspers serta perhitungan debit banjir rencana berdasarkan data debit terukur didapat bahwa nilai debit banjir rancangan yang mendekati nilai debit banjir rencana data debit terukur adalah metode Haspers. Perbandingan debit rancangan metode empiris dan debit terukur disajikan dalam Gambar 5.



Gambar 5. Perbandingan debit metode empiris dan debit terukur

Berdasarkan Gambar 9 dapat diketahui bahwa metode Rasional memiliki nilai debit banjir rancangan yang mendekati nilai debit terukur. Metode Rasional juga memiliki nilai *R Squared* yang menunjukkan tingkat kesesuaian antara debit terukur dan terhitung dengan nilai 0,88. Berdasarkan Nilai *Nash Sutcliffe Efficiency* (NSE) model Rasional memiliki interpolasi baik karena memiliki nilai  $NSE > 0,75$ .

Diagram sebar metode Rasional juga menunjukkan titik-titik yang tersebar mendekati garis korelasi (mendekati 0,0) antara debit terhitung dan debit terukur. Nilai korelasi debit metode Der Weduwen yaitu 0,00114 kali dari debit terukur. Artinya metode Rasional memiliki nilai debit lebih besar 0,00114 kali dari debit terukur. Nilai ini lebih kecil dibandingkan dengan nilai dari metode Der Weduwen dan Haspers. Semakin baik korelasi, maka semakin ketat titik-titik tersebut mendekati garis (Rahmawati, 2016).

Nilai penyimpangan metode Rasional ini paling rendah dibandingkan metode Der Weduwen dan Haspers yang artinya metode ini merupakan metode paling sesuai untuk menentukan debit banjir rancangan di DAS Merangin Tembesi. Suatu metode dapat digunakan untuk memperkirakan debit banjir rancangan apabila memiliki nilai kesalahan relatif lebih rendah dibandingkan dengan metode lainnya (Lestari dkk, 2016). Penelitian yang dilakukan Marcellia dkk (2014), menyatakan metode Rasional sesuai digunakan untuk menentukan debit banjir rancangan di DAS Bangga.

Perbandingan debit banjir rancangan menggunakan metode Der Weduwen dan data debit terukur menghasilkan *R squared* 0,78 dengan interpolasi baik karena memiliki  $NSE > 0,75$ . Hal ini menandakan bahwa metode Der Weduwen juga sesuai digunakan untuk menyatakan debit banjir rancangan di DAS Merangin Tembesi. Namun jika dilihat dari analisis diagram sebar metode Der Weduwen menunjukkan nilai 0,0887 dan metode Rasional 0,00114. Nilai ini menunjukkan bahwa nilai diagram sebar metode Der Weduwen lebih besar

dibandingkan metode Rasional, sehingga metode yang paling sesuai digunakan untuk menentukan debit banjir rancangan di DAS Merangin Tembesi adalah metode Rasional (mendekati 0,0).

Perbandingan debit banjir rancangan menggunakan metode Haspers dan data debit terukur cenderung menghasilkan nilai yang *overestimate* dengan  $R^2$  0,412. Nilai ini memiliki interpolasi memuaskan karena memiliki nilai  $0,36 < NSE < 0,75$ , namun jika dilihat dari diagram sebar metode Haspers memiliki nilai 0,73 (mendekati 1). Nilai ini lebih besar dibandingkan dengan nilai metode Rasional dan Der Weduwen sehingga metode Haspers tidak sesuai digunakan untuk menentukan debit banjir rancangan di DAS Merangin Tembesi. Hal ini sejalan dengan penelitian mengenai keandalan metode Haspers dan Weduwen yang menyatakan tidak memuaskan dan tidak andal untuk diterapkan di Sungai Manikin karena memiliki nilai akurasi yang rendah (Nasjono, 2018). Lesteri (2016), metode Haspers tidak sesuai digunakan untuk menentukan debit banjir rancangan di sungai Negara Kecamatan sungai Pandan (Alabio) karena menghasilkan nilai debit rancangan yang cenderung *overestimate* jika dibandingkan debit rancangan metode Rasional dan Der Weduwen.

### 3.8 Persamaan Metode Rasional di DAS Merangin Tembesi

Persamaan metode Rasional yang digunakan untuk menyatakan debit banjir rancangan di DAS Merangin Tembesi yaitu:

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A$$

$$Q = 0,278 \times C \times \left[ \frac{R}{24} \times \left( \frac{24}{T_c} \right)^{2/3} \right] \times A$$

$$Q = 0,278 \times C \times \left[ \frac{\left\{ \bar{x} + \frac{sd}{sn} \times (Y_t - Y_n) \right\}}{24} \times \left\{ \frac{24}{\left( \frac{0,87 \times L^2}{1000 \times S} \right)^{0,385}} \right\} \right]^{2/3} \times A$$

$$Q = 0,278 \times C \times \left[ \left( \frac{\left( \bar{x} + \frac{sd}{sn} \times \left( -\ln \left[ -\ln \left( \frac{t-1}{t} \right) \right] - Y_n \right) \right)}{24} \right) \times \left\{ \frac{24}{\left( \frac{0,87 \times L^2}{1000 \times S} \right)^{0,385}} \right\} \right]^{2/3} \times A$$

Penggunaan persamaan metode Rasional untuk menentukan debit banjir rancangan di DAS Merangin Tembesi dipengaruhi oleh intensitas curah hujan, koefisien limpasan dan luas DAS dianggap tidak ada perubahan selama tidak ada kejadian ekstrem. Wanielista (1990), menyatakan syarat penggunaan metode Rasional yaitu koefisien limpasan dianggap tetap selama durasi hujan dan luas DAS tidak berubah selama durasi hujan.

Persamaan metode Rasional ini telah digunakan untuk menentukan debit banjir rancangan di DAS Wampu Kabupaten Langkat Provinsi Sumatera Utara (Wulandari, 2008) dan di DAS Belawan Kabupaten Deli Serdang Provinsi Sumatera Utara (Gersang, 2008). Hal ini juga sejalan dengan penelitian mengenai karakteristik curah hujan untuk menentukan debit puncak menggunakan metode Rasional di Mataram (Budianto dkk, 2015).

### 3.9 Aplikasi Metode Rasional di DAS Merangin Tembesi

Pembangunan sektor pertanian masih ditempatkan sebagai sektor yang mendapatkan prioritas dengan skala tinggi dalam pembangunan perekonomian. Agar produksi pertanian semakin meningkat terkhusus tanaman padi maka diperlukan sistem pendukung (*supporting system*). Salah satu dari bagian sistem pendukung tersebut yaitu jaringan irigasi sehingga ketersediaan air dalam jumlah yang cukup dan waktu yang tepat dapat terpenuhi.

Pemanfaatan jaringan irigasi dalam upaya mendukung peningkatan produksi padi di Provinsi Jambi belum berlangsung optimal. Disperta Provinsi Jambi (2012), menyatakan salah satu penyebab sulitnya meningkatkan areal pertanaman padi melalui program intensifikasi pertanian adalah terbatasnya sumber air. Hal ini dipertegas oleh Direktorat Jendral Sumber Daya Air (2011), yang menyatakan bahwa dalam kurun waktu 20 tahun terakhir mengalami penyusutan debit air yang cukup signifikan. Kurang berfungsinya jaringan irigasi juga menjadi penyebab kurang optimalnya jaringan irigasi dalam memberikan dukungan terhadap proses peningkatan produksi padi di Provinsi Jambi.

Kurang berfungsinya jaringan irigasi dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti pada pembuatan rancang bangun jaringan irigasi yang hanya memperhitungkan debit air yang ada pada waktu rancang bangun jaringan irigasi dibuat dan tidak memperhitungkan estimasi debit air untuk beberapa waktu yang akan datang. Hal ini mengakibatkan kerusakan pada jaringan irigasi ketika debit meningkat. Kerusakan yang dimaksud seperti keretakan-keretakan pada dinding dan lantai saluran, dinding saluran yang ambrol pada dua saluran tersier dan pintu air yang tidak berfungsi (posisi tertutup) sehingga debit air yang masuk ke saluran tersier kecil (Minsyah, dkk),

Jaringan irigasi yang tidak berfungsi secara optimal karena mengalami kerusakan bangunan dan terjadinya penurunan debit air mengakibatkan sawah-sawah yang terletak pada bagian ujung tidak terairi. Hal ini juga terjadi di kabupaten Merangin. Jaringan irigasi di kabupaten Merangin lebih dari 40% dalam kondisi rusak sehingga jaringan irigasi yang ada tidak berfungsi secara optimal dalam upaya meningkatkan produksi padi di kabupaten Merangin (Minsyah dkk, ).

Penentuan debit banjir rancangan yang sesuai selain dapat digunakan untuk menentukan bangunan jaringan irigasi juga dapat digunakan untuk menentukan ketersediaan dan kebutuhan air irigasi. Hasil analisis limpasan dapat memberikan informasi tentang pendugaan data ketersediaan air irigasi. Hal ini dikarenakan hasil simulasi debit berupa grafik yang cenderung fluktuatif memungkinkan untuk di tumpangtindihkan dengan grafik kebutuhan air irigasi yang relatif konstan (Heryani dkk. 2017). Salah satu faktor penting dalam analisis neraca air di suatu embung adalah data debit. Oleh karena itu data debit banjir rancangan perlu diketahui untuk memperkirakan ketersediaan air (Pratiwi dkk. 2017).

Ketersediaan dan kebutuhan air irigasi disebut juga dengan indeks kecukupan irigasi. Ketersediaan air irigasi menggambarkan potensi air permukaan yang dapat digunakan sebagai sumber irigasi. Kebutuhan irigasi

meliputi kebutuhan air untuk pengolahan tanah, penggenangan pada sistem lahan sawah, perkolasi, dan kebutuhan air untuk tanaman. Informasi ketersediaan dan kebutuhan air irigasi sangat diperlukan karena pola tanam yang akan diaplikasikan harus disesuaikan dengan neraca ketersediaan dan kebutuhan air irigasi. Pola tanam akan memberikan gambaran tentang jenis tanaman dan luas tanam yang akan diusahakan dalam satu tahun (Heryani dkk, 2017).

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

##### 4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Pola distribusi curah hujan yang tepat digunakan untuk DAS Merangin Tembesi yaitu distribusi Gumbel.
2. Berdasarkan hasil perhitungan debit banjir rencana menggunakan data curah hujan dengan metode empiris dan perhitungan debit banjir rencana berdasarkan data debit terukur dapat diketahui bahwa nilai debit banjir rancangan yang mendekati nilai debit terukur adalah metode Rasional.
3. Metode Rasional memiliki nilai  $R_{squared}$  0,88 dengan interpolasi baik dan diagram sebar 0,00114. Nilai diagram sebar ini lebih rendah dibandingkan dengan metode Der Weduwen dan metode Haspers.
4. Potensi debit banjir rancangan menggunakan metode Rasional dengan periode ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun, dan 100 tahun, masing-masing yaitu 500.527 m<sup>3</sup>/s; 639.389 m<sup>3</sup>/s; 731.335 m<sup>3</sup>/s; 847.498 m<sup>3</sup>/s; 933.674 m<sup>3</sup>/s; dan 1019.225 m<sup>3</sup>/s.

##### 4.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka disarankan untuk:

1. Menggunakan metode Rasional sebagai acuan perencanaan dan perancangan bangunan-bangunan hidraulik di DAS Merangin Tembesi.
2. Menentukan perhitungan ketersediaan air dan jenis pola tanam yang sesuai di DAS Merangin Tembesi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad. 2010. Konservasi Tanah dan Air. Edisi Kedua. IPB Press. Bogor
- Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Batanghari [BPDAS]. 2020. Penyusunan Rencana Pengelolaan DAS Batanghari Terpadu. Jambi (ID)
- Balai Pengelolaan DAS Batanghari Departemen Kehutanan [BPDAS]. 2013. *DAS Batanghari Jambi* [Internet]. [29 Agustus 2020]. Tersedia pada: <http://bpdasbatanghari01jambi.com/2017/05/09/das-batanghari-jambi/>.pdf.
- Balai Wilayah Sungai [BWS] Sumatera VI. 2020. Pola Pengelolaan Sumber Daya Air Wilayah Sungai Batanghari. Jambi (ID)
- Budianto, Muh Bagus; I Wayan Yasa, Lilik Hanifah. 2015. Analisis Karakteristik Curah Hujan Untuk Pendugaan Debit Puncak Dengan Metode Rasional Di Mataram. 2015. *Spektrum Sipil*. Vol 2 (2): 137-144
- Dinas Kehutanan. 2008. Rancang Bangun Kesatuan Pengelolaan Hutan Produksi (RB-KPHP) Provinsi Jambi.
- Dinas Pertanian Tanaman Pangan Provinsi Jambi. 2012. Laporan Tahunan Dinas Pertanian Tanaman Pangan Provinsi Jambi
- Direktorat Jendral Sumberdaya Air. Kementerian Pekerjaan Umum 2011. Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Batanghari. Direktorat Jendral Sumberdaya Air. Kementerian Pekerjaan. Jakarta.
- Girsang, Febrina. 2008. Analisis Curah Hujan Untuk Pendugaan Debit Puncak Dengan Metode Rasional Pada DAS Belawan Kabupaten Deli Serdang. Skripsi. Universitas Sumatera Utara
- Gunawan. Gusti. 2017. Analisis Data Hidrologi Sungai Air Bengkulu Menggunakan Metode Statistik. *Jurnal Inersia* Vol 9(1):47-58
- Heryani. Nani. Budi Kartiwa. Adang Hamdani. Budi Rahayu. 2017. Analisis Ketersediaan dan Kebutuhan Air Irigasi pada Lahan Sawah: Studi Kasus di Provinsi Sulawesi Selatan. *Jurnal Tanah dan Iklim*. Vol 41 (2): 135-145
- Indarto. 2010. Hidrologi. Dasar Teori dan Contoh Aplikasi Model Hidrologi. Jakarta: Bumi Aksara
- Ka'u, Dewi Sartika; Soekarno; Isri R Mangangka. 2016. Analisis Debit Banjir Sungai Molompar Kabupaten Minahasa Tenggara. *Jurnal Sipil Statik*. Vol 4 (2):123-133
- Lestari. Utami Sylvia. 2016. Kajian Metode Empiris Untuk Menghitung Debit Banjir Sungai Negara Di Ruas Kecamatan Sungai Pandan (Alabio). *Jurnal Poros Teknik*. Vol 2 (8): 55-103
- Marcelia; Totok Herichayono; Asnah Abu. 2014. Ketelitian Metode Empiris Untuk Menghitung Debit Banjir Rancangan di DAS Bangga. Vol 4 (1):22-30
- Motovilov, Y.G., etc. 1999. Validation of a Distributed Hydrological Model Against Spatial Observation. *Elsevier Agricultural and Forest Meteorology*. 98:257-277
- Muttaqin. A.Y. 2006. Kinerja Sistem Drainase Yang Berkelanjutan Berbasis Partisipasi Masyarakat. Universitas Diponegoro. Semarang
- Nasjono. Judi K. Elia Hunggurami. Mariana G. Sarty. 2018. Keandalan Metode Haspers dan Weduwen Pada DAS Manikin. *Jurnal Teknik Sipil*. Vol 2 (7):193-203
- Nurjanah. Dahlia Siti. 2017. Pengaruh Perubahan Tutupan Lahan Terhadap Debit Aliran Sungai DAS Merangin Tembesi Provinsi Jambi. Skripsi. IPB. Bogor
- Pratiwi. Bertha Silvia. Sri Sangkawati Sachro. Suharyanto. 2017. Pembangkitan Data Debit dan

Skenario Pola Tanam Daerah Irigasi Embung Suruhan. Jurnal Media Komunikasi Teknik Sipil. Vol 23 (1): 29-37

- Rahmawati, Dyah; M Mujiya Ulkhaq.2016. Aplikasi Metode Seven Tools Dan Analisis 5w+1h Untuk Mengurangi Produk Cacat Pada Pt. Berlina, Tbk.Industrial Engineering Departement. DIponegoro University. 4 (5)
- Soewarno. 1995. Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data Jilid 1. Bandung: Nova.
- Sosrodarsono, S. dan K. Takeda. 2003. Hidrologi Untuk Pengairan. Pradnya Paramita. Jakarta
- Syofyan. Z. Muhammad Cornal Rifa'i. 2018. Analisis Curah Hujan Untuk Pendugaan Debit Banjir Pada Das Batang Arau Padang. Menara Ilmu. 3 (7): 1693-2617
- Triatmodjo. Bambang. 2010. Hidrologi Terapan. Beta Offset: Yogyakarta
- Wanielista. M.P. 1990. *Hydrology and Water Quality Control*. John Wiley & Sons. Florida-USA
- Wulandari, Priska. 2008. Analisis Curah Hujan Untuk Pendugaan Debit Puncak Dengan Metode Rasional Pada DAS Wampu Kabupaten Langkat. Skripsi. Universitas Sumatera Utara