

KOEFISIEN PENGALIRAN EMBUNG KECIL DI PULAU FLORES BAGIAN BARAT

Denik S. Krisnayanti¹ (denik.krisnayanti@gmail.com)

Dolly W. Karels² (dollykarels@sipil.com)

Nurul A. Nursyam³ (nurulikha274@gmail.com)

ABSTRAK

Provinsi NTT memiliki empat pulau besar, salah satunya adalah Pulau Flores dengan luas wilayah $\pm 14.000 \text{ km}^2$ yang terbagi atas 8 kabupaten. Daerah tersebut termasuk dalam daerah dengan persebaran curah hujannya tidak merata dimana curah hujan rata-rata bulanan berkisar antara 16,669 – 354,058 mm/bulan. Penelitian ini dilakukan pada 4 kabupaten yakni Kabupaten Manggarai Barat, Manggarai, Manggarai Timur, dan Ngada. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui perbedaan nilai koefisien pengaliran menggunakan cara analisis dan perhitungan grafik. Pada penelitian ini menggunakan data curah hujan, klimatologi dan teknis embung untuk perhitungan koefisien pengaliran dengan cara analisis dan perhitungan grafik. Cara analisis menggunakan perhitungan evapotranspirasi metode Penman modifikasi dan perhitungan debit metode F. J. Mock. Cara perhitungan grafik menggunakan data curah hujan dan data kemiringan lahan. Berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan cara analisis diperoleh nilai koefisien pengaliran berkisar 0,000 – 0,355 di Manggarai Barat, 0,220 – 0,823 di Manggarai, 0,006 – 0,246 di Manggarai Timur, dan Ngada berkisar 0,162 – 0,786.

Kata Kunci: Embung Kecil; Koefisien Pengaliran; Evapotranspirasi; Debit.

ABSTRACT

NTT Province has four large islands, which one is Flores Island with an area $\pm 14,000 \text{ km}^2$ divided into 8 districts. These area have uneven distribution of rainfall where the average monthly rainfall ranges from 16.669 – 354.058 mm/month. The research was conducted in 4 districts that West Manggarai, Manggarai, East Manggarai, and Ngada. The purpose of this research is to know the difference of runoff coefficient value by using the analysis method and calculation of the runoff coefficient graph. In this study using rainfall data, climatology data and technical data of retention basin for the calculation of runoff coefficient. The analysis method uses Penman modification for evapotranspiration and the F. J. Mock method for analysis of dependable flow. Based on the analysis results, the runoff coefficient value ranges from 0.000 - 0,355 in West Manggarai, 0,220 - 0,823 in Manggarai, 0,006 - 0,246 in East Manggarai and Ngada around 0,162 - 0,786.

Keywords: Small retention basin; Runoff coefficient; Evapotranspiration; Discharge.

PENDAHULUAN

Provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT) memiliki empat pulau besar, salah satunya adalah pulau Flores dengan luas wilayah $\pm 14.000 \text{ km}^2$ (Badan Pusat Statistik NTT, 2016). Pulau Flores terbagi atas 8 kabupaten yakni Manggarai Barat, Manggarai, Manggarai Timur, Ngada, Nagakeo, Ende, Sikka, dan Flores Timur. Salah satu cara untuk mengatasi masalah kurangnya ketersediaan air adalah dengan melakukan pembangunan embung. Embung berfungsi sebagai tempat untuk menampung dan menyimpan kelebihan air pada saat musim hujan. Kelebihan air hujan yang ditampung oleh embung tersebut dapat dimanfaatkan pada saat musim kemarau tiba untuk kebutuhan penduduk, ternak maupun kebun. Ketersediaan air suatu embung diperoleh dari debit yang masuk pada luasan Daerah Aliran Sungai (DAS) akibat besarnya curah hujan dan

¹ Jurusan Teknik Sipil, FST Undana;

² Jurusan Teknik Sipil, FST Undana;

³ Jurusan Teknik Sipil, FST Undana.

besarnya volume pengaliran. Debit tersebut mempengaruhi nilai koefisien pengaliran yang merupakan salah satu faktor penting dalam melakukan konservasi air untuk perencanaan pembangunan embung. Analisis mengenai koefisien pengaliran embung kecil telah dilakukan sebelumnya di Pulau Flores bagian Timur (Munaisyah F, 2017). Sehingga penulis melakukan penelitian dengan judul, “**Analisis Koefisien Pengaliran Embung Kecil di Pulau Flores Bagian Barat**”.

TINJAUAN PUSTAKA

Pengertian Hidrologi

Hidrologi adalah ilmu yang mempelajari air dalam segala bentuknya (cairan, gas, padat) pada, dalam, dan di atas permukaan tanah. Termasuk di dalamnya adalah penyebaran, daur perilakunya, sifat-sifat fisika dan kimianya, serta hubungannya dengan unsur-unsur hidup dalam air itu sendiri (Asdak C, 2010:4).

Curah Hujan

Menurut Badan Meteorologi dan Klimatolgi, distribusi curah hujan dibedakan berdasarkan 4 kriteria yaitu:

- a. Curah hujan rendah yaitu 0 – 100 mm
- b. Curah hujan menengah yaitu 101 – 300 mm
- c. Curah hujan tinggi yaitu 301 – 400 mm
- d. Curah hujan sangat tinggi yaitu > 400 mm

Daerah Tangkapan Air

Daerah tangkapan air (*catchment area*) adalah suatu kawasan yang berfungsi sebagai daerah penadah air yang mempertahankan kelestarian fungsi sumber daya air di wilayah daerah tersebut. Daerah tangkapan air untuk embung kecil memiliki batasan dengan luas daerah tadah hujan maksimum 100 ha = 1 km² (Kasiro dkk, 1994:1.2).

Definisi Embung

Embung merupakan bangunan yang berfungsi menampung air hujan untuk persediaan suatu desa dimusim kering. Selama musim kering air akan dimanfaatkan oleh desa untuk memenuhi kebutuhan penduduk, ternak, dan sedikit kebun. Embung kecil memiliki batasan untuk kapasitas tampungan sebesar 100.000 m³ (Kasiro dkk, 1994:1.2).

Debit Andalan

Metode ini ditemukan oleh F.J. Mock pada tahun 1973 dan berdasarkan fenomena alam di beberapa tempat di Indonesia. Besarnya aliran dari data curah hujan, karakteristik hidrologi daerah pengaliran dan evapotranspirasi dapat dihitung. Tahap-tahap perhitungan debit andalan adalah sebagai berikut:

- a. Evapotranspirasi potensial

Metode evapotranspirasi yang dianjurkan dalam perhitungan debit andalan F. J. Mock yaitu metode Penman Modifikasi. Langkah-langkah perhitungan sebagai berikut:

- 1) Tekanan uap air

$$e_d = e_a \times R_h \quad (1)$$

dimana:

e_d = tekanan uap air (mbar)

e_a = tekanan uap air jenuh (mbar)

R_h = kelembaban relatif (%)

- 2) Fungsi angin

$$f(U) = 0,27 \left(1 + \left(\frac{U}{100} \right) \right) \quad (2)$$

dimana:

$f(U)$ = fungsi angin relatif (km/hari)

U = kecepatan angin (km/hari)

3) Radiasi matahari

$$R_s = [0,25 + (0,5n/N)]R_a \quad (3)$$

dimana:

R_s = radiasi matahari setelah terkoreksi (mm/hari)

n/N = penyinaran matahari aktual (%)

R_a = radiasi matahari (mm/hari)

4) Penyinaran radiasi matahari

$$R_{ns} = (1 - a)R_s \quad (4)$$

dimana :

R_{ns} = penyinaran radiasi matahari yang dikoreksi bumi (mm/hari)

a = 0,25 (Soemarto C. D., 1986:68)

R_s = radiasi matahari setelah terkoreksi (mm/hari)

5) Koreksi akibat tekanan air

$$f(e_d) = 0,34 - (0,044 \cdot e_d^{0,5}) \quad (5)$$

dimana:

$f(e_d)$ = koreksi akibat tekanan air (mm/hari)

e_d = tekanan uap air (mbar)

6) Fungsi kecerahan

$$f(n/N) = 0,1 + (0,9n/N) \quad (6)$$

dimana :

$f(n/N)$ = fungsi kecerahan (mm/hari)

n/N = penyinaran matahari aktual (%)

7) Radiasi gelombang panjang

$$R_{n1} = f(T) \times f(e_d) \times f(n/N) \quad (7)$$

dimana:

R_{n1} = radiasi gelombang panjang (mm/hari)

$f(T)$ = fungsi temperatur (mm/hari)

$f(e_d)$ = koreksi akibat tekanan air (mm/hari)

$f(n/N)$ = fungsi kecerahan (mm/hari)

8) Penyinaran radiasi

$$R_n = R_{ns} - R_{n1} \quad (8)$$

dimana:

R_n = penyinaran radiasi bersih (mm/hari)

R_{ns} = penyinaran radiasi matahari yang dikoreksi bumi (mm/hari)

R_{n1} = radiasi gelombang panjang (mm/hari)

9) Evapotranspirasi potensial

$$E_p = c[(w \times R_n) + \{(1 - w) \times (e_a - e_d) \times f(U)\}] \quad (11)$$

dimana:

E_p = evapotranspirasi (mm/hari)

c = faktor kondisi umum

w = faktor bobot

R_n = penyinaran radiasi bersih (mm/hari)

- 1-w = 1- faktor bobot
- e_a = tekanan uap air jenuh (mbar)
- e_d = tekanan uap air (mbar)
- f(U) = fungsi angin relatif (km/hari)

b. Evapotranspirasi terbatas

Evapotranspirasi terbatas adalah evapotranspirasi aktual yang dipengaruhi oleh kondisi penutup lahan yang tertutup oleh tumbuhan atau tidak tertutupi tumbuhan hijau pada musim kemarau kondisi tersebut disebut *exposed surface* (Ginting S, 2016). Data yang diperlukan untuk perhitungan evapotranspirasi terbatas adalah sebagai berikut:

- 1) Curah hujan bulanan (P)
- 2) Jumlah hari hujan dalam 1 bulan (n)
- 3) Singkapan lahan (m%) ditaksir dari peta tata guna tanah, atau dengan asumsi:
 - m = 0% untuk lahan dengan hutan lebat.
 - m = 0% pada akhir musim hujan dan bertambah 10% setiap bulan kering untuk lahan sekunder.
 - m = 10-40% untuk lahan yang terisolasi.
 - m = 20-50% untuk lahan pertanian yang diolah.

Secara matematis evapotranspirasi terbatas dirumuskan sebagai berikut:

$$E = E_p \times \left(\frac{m}{20}\right) \times (18 - n) \tag{12}$$

$$E_t = E_p - E \tag{13}$$

dimana:

- E = evapotranspirasi aktual (mm)
- E_t = evapotranspirasi terbatas (mm)
- E_p = evapotranspirasi potensial (mm)
- m = singkapan lahan (*exposed surface* (%))
- n = jumlah hari hujan dalam sebulan

c. Keseimbangan air (*water balance*)

Keseimbangan air di permukaan tanah dipengaruhi oleh faktor-faktor sebagai berikut (Dirjen Pengairan DPU, 1986:63):

1) Air hujan efektif

$$A_s = P - E_t \tag{14}$$

dimana:

- A_s = air hujan efektif (mm/bulan)
- P = curah hujan bulanan (mm/bulan)
- E_t = evapotranspirasi terbatas (mm/bulan)

2) Kandungan air tanah (*soil storage*)

Besar kandungan air tanah tergantung dari harga air hujan efektif (A_s). Bila harga air hujan efektif (A_s) negatif, maka kapasitas kelembaban tanah akan berkurang dan bila harga air hujan efektif (A_s) positif maka kelembaban tanah akan bertambah.

3) Kapasitas kelembaban tanah (*soil moisture capacity*)

a) SMC = (diasumsi 50 – 200 mm/bulan), jika $A_s > 0$.

Artinya tampungan kelembaban tanah sudah mencapai kapasitas maksimumnya atau terlampaui sehingga air tidak disimpan dalam tanah lembab. Ini berarti kandungan air tanah (*soil storage*) sama dengan nol dan besarnya *water surplus* sama dengan $P - E_t$.

b) SMC = SMC bulan sebelumnya + $(P - E_t)$, jika $A_s < 0$ (15)

Untuk keadaan ini, tampungan kelembaban tanah belum mencapai kapasitas maksimum, sehingga ada air yang disimpan dalam tanah lembab. Besarnya air yang

disimpan ini adalah $P - Et$. Karena air berusaha untuk mengisi kapasitas maksimumnya, maka untuk keadaan ini tidak ada *water surplus* ($WS = 0$).

4) Kelebihan air (*water surplus*)

Banyaknya air yang berada di permukaan tanah, dirumuskan sebagai berikut:

$$WS = A_s \tag{16}$$

dimana:

WS = kelebihan air (mm/bulan)

A_s = air hujan efektif (mm/bulan)

Akan tetapi jika $A_s < 0$, maka *water surplus* sama dengan 0.

d. Aliran dan simpanan air tanah

Besar nilai simpanan air tanah dalam metode Mock dipengaruhi oleh 3 faktor yaitu (Ginting S, 2016):

1) Infiltrasi (I)

Infiltrasi semakin besar maka volume simpanan air semakin besar pula. Begitupun sebaliknya semakin kecil infiltrasi maka volume simpanan air semakin kecil.

2) Konstanta resesi aliran (k)

Merupakan proporsi dari air tanah waktu sebelumnya yang masih ada pada saat ini. Harga k antara 0 – 1.

3) Volume simpanan air tanah bulan sebelumnya (V_{n-1})

Nilai ini diasumsikan sebagai konstanta awal dimana perkiraan besarnya volume air pada awal perhitungan. V_{n-1} di lokasi studi diasumsikan sebesar 100 mm (Dirjen Pengairan DPU, 1986:64).

Dari ketiga faktor diatas simpanan air tanah dirumuskan sebagai berikut:

1) Infiltrasi

Merupakan volume air yang masuk kedalam simpanan air tanah yang dirumuskan sebagai berikut:

$$I = WS \times I_n \tag{17}$$

dimana:

I = volume simpanan air tanah bulan ke n (mm/bulan)

WS = kelebihan air (mm/bulan)

I_n = koefisien infiltrasi (diasumsikan 0 – 1)

2) Volume simpanan air tanah

$$V_n = k \cdot V_{(n-1)} + 0,5 \cdot (1+k) \cdot I \tag{18}$$

dimana:

V_n = volume simpanan air tanah bulan ke n (mm/bulan)

k = q_t/q_0 = faktor resesi aliran tanah (diasumsikan 0 – 1)

q_t = aliran air tanah pada waktu bulan ke t

q_0 = aliran air tanah pada awal bulan (bulan ke 0)

V_{n-1} = volume simpanan air tanah bulan ke $(n-1)$ (mm/bulan)

3) Perubahan volume simpanan air tanah

Perubahan volume simpanan air tanah dirumuskan sebagai berikut:

$$\Delta V_n = V_n - V_{(n-1)} \tag{19}$$

dimana:

ΔV_n = perubahan volume simpanan air tanah (mm/bulan)

V_n = volume simpanan air tanah bulan ke n (mm/bulan)

V_{n-1} = volume simpanan air tanah bulan ke $(n-1)$ (mm/bulan)

Aliran air tanah terdiri dari beberapa komponen yang dirumuskan sebagai berikut:

1) Aliran dasar (*base flow*)

$$BF = I - \Delta V_n \tag{20}$$

dimana:

BF = aliran dasar (mm/bulan)

I = infiltrasi

ΔV_n = perubahan volume simpanan air tanah (mm/bulan)

2) Aliran langsung (*dirrect run off*)

$$DRO = WS - I \tag{21}$$

dimana:

DRO = aliran langsung (mm/bulan)

WS = kelebihan air (mm/bulan)

I = infiltrasi

3) Total aliran (*total run off*)

$$TRO = DRO - BF \tag{22}$$

dimana:

TRO = total aliran (mm/bulan)

DRO = aliran langsung (mm/bulan)

BF = aliran dasar (mm/bulan)

e. Debit aliran

Debit aliran (Q) dapat dihitung sebagai berikut (Dirjen Pengairan DPU, 1986:65):

$$Q = \frac{TRO \times A}{86400 \times h} \tag{23}$$

dimana:

Q = debit aliran sungai (m³/dtk)

A = luas DAS (m²)

TRO = total aliran sungai

86.400 = jumlah detik dalam 1 hari

h = jumlah hari dalam 1 bulan

Koefisien Pengaliran

Koefisien pengaliran didefinisikan sebagai nisbah antara puncak aliran permukaan terhadap intensitas curah hujan. Koefisien pengaliran dapat dihitung dengan menggunakan beberapa metode adalah sebagai berikut:

a. Cara perhitungan analisis untuk menentukan besarnya koefisien pengaliran adalah sebagai berikut (Asdak C, 2010:158):

1) Hitung curah hujan rata-rata suatu DAS pada tahun tertentu (t), misalnya P = mm/bulan.

2) Ubah satuan curah hujan tersebut menjadi m/bulan yaitu dengan mengalikan bilangan 1/1.000, sehingga curah hujan tersebut menjadi P/1.000 m/bulan

3) Hitung jumlah air yang mengalir pada bulan t tersebut dengan cara sebagai berikut:

$$\text{Volume pengaliran} = n \times 86.400 \times Q \tag{24}$$

dimana:

n = jumlah hari dalam satu bulan

Q = debit rata – rata bulanan (m³/detik)

4) Hitung volume total curah hujan di DAS tersebut dengan cara mengalikan terhadap luas areal DAS (A), yaitu:

$$\text{Volumecurah hujan} = P/1.000 \times A \tag{25}$$

dimana:

P = curah hujan (mm/tahun)

A = luas DAS (m²)

5) Koefisien pengaliran (C) kemudian dapat dihitung, yaitu:

$$C = \frac{\text{volume pengaliran}}{\text{volume curah hujan}} \tag{26}$$

- b. Nilai koefisien pengaliran berdasarkan perhitungan grafik Puslitbang Pengairan
 Nilai koefisien pengaliran akan diperoleh pada grafik. Nilai koefisien pengaliran yang diperoleh tersebut tergantung pada tinggi hujan bulanan dan kemiringan lahan pada buku panduan Pusat Penelitian dan Pengembangan Pengairan. Grafik yang diperoleh hanya pada bulan Januari, Februari, Maret, April, November, dan Desember.

METODE PENELITIAN

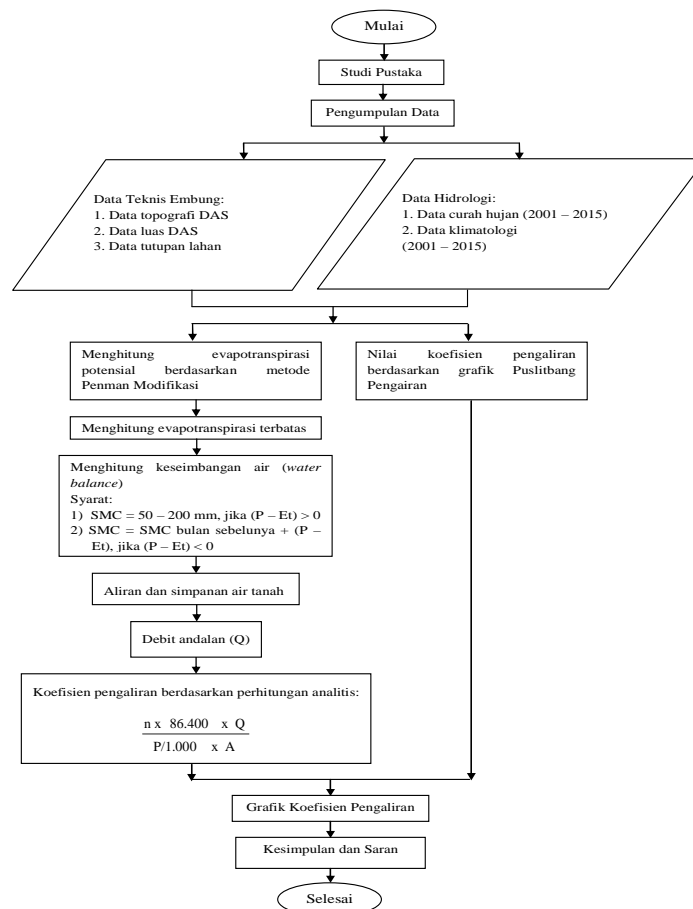
Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Pulau Flores bagian barat yaitu Kabupaten Manggarai Barat, Manggarai, Manggarai Timur, dan Ngada.

Analisis data

Data yang diperoleh dilakukan analisis sebagai berikut:

- a. Menghitung nilai evapotranspirasi potensial dengan menggunakan metode Penman Modifikasi.
- b. Menghitung debit andalan dengan menggunakan metode F. J. Mock.
- c. Menghitung nilai koefisien pengaliran dengan menggunakan 2 metode antara lain:
 - 1) Metode analisis.
 - 2) Metode perhitungan grafik koefisien pengaliran Puslitbang Pengairan.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Diagram Alir

Diagram air penelitian dapat dilihat pada Gambar 1 di atas.

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Evapotranspirasi

Perhitungan debit andalan F.J. Mock terlebih dahulu harus melakukan perhitungan evapotranspirasi. Perhitungan evapotranspirasi menggunakan metode Penman Modifikasi dengan data iklim yang dibutuhkan yaitu:

- Data suhu udara rata-rata (T),
- Data kelembaban udara (Rh),
- Data kecepatan angin (U), dan
- Data lama penyinaran matahari.

Tahapan perhitungan antara lain sebagai berikut:

Data:

$$\begin{aligned} \text{Suhu udara rata-rata (T)} & : 20 \text{ }^\circ\text{C} \\ \text{Kecepatan angin (U)} & : 3 \text{ knots} \approx 133,34 \text{ km/hari} \\ \text{Kelembaban relatif (RH)} & : 89\% \\ \text{Penyinaran matahari (n/N)} & : 28\% \\ \text{Koreksi data : } T' & = (T - 0,006 H) \\ & = (20 - (0,006 \times 114)) = 19,32 \text{ }^\circ\text{C} \\ n/N & = (n/N - 0,01 H) \\ & = (28 - (0,01 \times 114)) = 26,86 \% \end{aligned}$$

- Nilai tekanan uap jenuh (e_a) diperoleh dari hasil interpolasi yakni 23,40 mbar.
- $e_d = e_a (RH/100) = 23,40 (89/100) = 20,83$ mbar
- $f(u) = 0,27 (1 + (U/100))$
 $= 0,27 (1 + 133,34 / 100) = 0,63$ km/hari
- Nilai radiasi matahari (R_a) ditentukan dengan cara interpolasi. Hasil interpolasi diperoleh $R_a = 14,90$ mm/hari.
- $R_s = [0,25 + (0,5n/N)]R_a$
 $= (0,25 + 0,54 \times (26,86/100)) 14,90 = 5,89$ mm/hari
- Nilai pengaruh temperatur $f(T)$ ditentukan dengan cara interpolasi. Berdasarkan hasil interpolasi diperoleh nilai $f(T)$ yakni 14,60 mm/hari.
- $f(ed) = 0,34 - 0,044 \sqrt{ed}$
 $= 0,34 - 0,044 \sqrt{20,83} = 0,14$ mm/hari
- $f(n/N) = 0,1 + 0,9 n/N'$
 $= 0,1 + 0,9 (26,86) = 0,34$ mm/hari
- $R_n = R_{ns} - R_{n1}$
 $= (1 - 0,20) \times 5,89 = 4,41$ mm/hari.
- $R_n = R_{ns} - R_{n1}$
 $= R_{ns} - (f(T) \times f(ed) \times f(n/N))$
 $= 4,41 - (14,60 \times 0,14 \times 0,34) = 3,72$ mm/hari
- Faktor koreksi akibat radiasi pada temperatur dan ketinggian yang berbeda (w) ditentukan dengan cara interpolasi. Nilai w hasil interpolasi yang diperoleh ialah 0,71.
- Faktor koreksi akibat angin dan kelembaban pada temperatur dan ketinggian yang berbeda ($1-w$). Nilai $1-w$ yang diperoleh ialah 0,29.
- Nilai faktor perkiraan kondisi musim (c). Untuk bulan Januari, nilai $c = 1,04$
- $E_p = c[(w \times R_n) + \{(1 - w) \times (e_a - e_d) \times f(U)\}]$
 $= 1,04 (3,24 \text{ mm/hari.}$

Nilai tersebut kemudian dikalikan dengan jumlah hari dalam bulan Januari sehingga evapotranspirasi potensial bulanan yang terjadi ialah sebesar $3,24 \times 31 \text{ hari} = 100,57 \text{ mm/bulan}$.

Perhitungan Debit

Tahapan perhitungan debit andalan metode F. J Mock diuraikan sebagai berikut:

Curah hujan bulanan (P) : 600 mm/bulan

Hari hujan bulanan (h) : 27 hari

Evapotranspirasi potensial bulanan (Eto) : 100,57 mm/bulan

Singkapan lahan (m) diasumsikan sebesar 30%, karena daerah disekitar embung berupa lahan pertanian yang diolah dan atau lahan tererosi.

a. Menghitung evapotranspirasi terbatas

$$E = E_{to} \times \left(\frac{m}{20} \right) \times (18 - n)$$

$$= 100,57 \times \left(\frac{0,3}{20} \right) \times (18 - 27)$$

$$= 0 \text{ mm/bulan (jika nilai } E < 0, \text{ maka } E = 0)$$

Evapotranspirasi terbatas dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$E_t = E_{to} - E$$

$$= 100,57 - 0 = 100,57 \text{ mm/bulan.}$$

b. Menghitung keseimbangan air

1) Air hujan efektif (As)

$$A_s = P - E_t = 600 - 100,57 = 499,43 \text{ mm/bulan}$$

2) Kapasitas kelembaban tanah (SMC)

Ada 2 kondisi menentukan nilai kelembaban tanah (*soil moisture capacity*) yaitu SMC = 200 mm/bulan, jika $A_s > 0$ dan $SMC = SMC \text{ bulan sebelumnya} + (A_s)$, jika $A_s < 0$. Berdasarkan nilai air hujan efektif (As) diperoleh sebesar 499,43 mm/bln > 0 sehingga nilai SMC adalah 200 mm/bulan

3) Kelebihan air

$$WS = \text{air hujan efektif (As) sehingga sebesar } 499,43 \text{ mm/bln}$$

c. Menghitung aliran dan simpanan air tanah

1) Infiltrasi

$$I = WS \times I_n = 499,43 \times 0,20 = 99,89 \text{ mm/bulan}$$

2) Volume simpanan air tanah (Vn)

$$V_n = k \times V_{(n-1)} + 0,5(1+k)I_n$$

$$= 0,5 \times 100 + 0,5(1 + 0,5)0,2$$

$$= 124,92 \text{ mm/bulan}$$

3) Perubahan volume air tanah

$$\Delta V_n = V_n - \text{Tampungan awal}$$

$$= 124,92 - 100 = 24,92 \text{ mm/bulan}$$

Tampungan awal (Vn-1) diasumsikan pada awal perhitungan bulan Januari sebesar 100 mm/bulan

4) Aliran dasar (BF), aliran langsung (DRO), total aliran (TRO)

$$BF = I - \Delta V_n = 99,89 - (24,92) = 74,97 \text{ mm/bulan}$$

$$DRO = WS - I = 499,43 - 99,89 = 399,55 \text{ mm/bulan}$$

$$TRO = DRO + BF = 399,55 + 74,97 = 474,52 \text{ mm/bulan.}$$

d. Perhitungan debit aliran

$$Q = \frac{(TRO) \times \text{luas DAS}}{86.400 \times h}$$

$$= \frac{\left(\frac{474,52}{1000}\right) \times (0,0096x)}{86400 \times 31} = 0,017 \text{m}^3/\text{detik}$$

Nilai Koefisien Pengaliran

a. Nilai koefisien pengaliran cara analisis

Langkah – langkah perhitungan (bulan Januari) diuraikan sebagai berikut:

Luas Embung Kondamari 96.000 m²

1) Volume pengaliran

$$\begin{aligned} \text{Volume pengaliran} &= n \times 86.400 \times Q \\ &= 31 \times 86.400 \times 0,011 = 30.948,501 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

2) Hitung volume curah hujan

$$\begin{aligned} \text{Volume curah hujan} &= \frac{P}{1.000} \times A \\ &= \frac{427,400}{1000} \times 96.000 = 41.030,400 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

3) Hitung nilai koefisien limpasan permukaan

$$\begin{aligned} C &= \frac{\text{Volume pengaliran}}{\text{Volume curah hujan}} \\ &= \frac{30.941,501}{41.030,400} = 0,754 \end{aligned}$$

Rekapitulasi perhitungan koefisien pengaliran dengan cara analisis pada 15 embung di Flores bagian Barat dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi nilai koefisien pengaliran Embung Kondamari

No	Lokasi	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	Nopember	Desember
Kabupaten Manggarai Barat													
1	Embung Joneng	0,343	0,212	0,228	0,233	0,152	0,077	0,037	0,089	0,011	0,002	0,000	0,197
2	Embung Nara I	0,355	0,230	0,241	0,241	0,166	0,082	0,039	0,102	0,013	0,002	0,000	0,211
3	Embung Waecere	0,346	0,216	0,231	0,235	0,155	0,079	0,037	0,092	0,012	0,002	0,000	0,200
Kabupaten Manggarai													
4	Embung Kondamari	0,731	0,781	0,759	0,823	0,779	0,651	0,409	0,225	0,354	0,409	0,639	0,707
5	Embung Pedang	0,725	0,776	0,754	0,818	0,771	0,639	0,404	0,220	0,346	0,400	0,633	0,702
Kabupaten Manggarai Timur													
6	Embung Hedok	0,168	0,218	0,209	0,164	0,050	0,037	0,170	0,060	0,013	0,006	0,148	0,175
7	Embung Kempo	0,192	0,246	0,238	0,187	0,057	0,041	0,170	0,061	0,013	0,020	0,161	0,197
8	Embung Komba	0,172	0,223	0,214	0,169	0,052	0,038	0,170	0,060	0,013	0,009	0,151	0,179
9	Embung Waekao	0,175	0,227	0,218	0,172	0,052	0,038	0,170	0,060	0,013	0,011	0,152	0,182
Kabupaten Ngada													
10	Embung Budhai	0,756	0,780	0,768	0,713	0,627	0,601	0,459	0,337	0,281	0,184	0,580	0,685
11	Embung Hoboremangai	0,756	0,781	0,769	0,714	0,628	0,602	0,460	0,339	0,282	0,185	0,580	0,685
12	Embung Ndoraliti	0,760	0,785	0,774	0,720	0,636	0,606	0,461	0,347	0,285	0,191	0,585	0,688
13	Embung Ngara I	0,761	0,786	0,777	0,722	0,640	0,608	0,462	0,351	0,287	0,194	0,587	0,690
14	Embung Ramba I	0,754	0,777	0,759	0,699	0,598	0,588	0,426	0,301	0,278	0,162	0,569	0,682
15	Embung Tanah Ewer	0,760	0,784	0,774	0,720	0,636	0,606	0,461	0,347	0,285	0,191	0,585	0,688
Maksimum		0,761	0,786	0,777	0,823	0,779	0,651	0,462	0,351	0,354	0,409	0,639	0,707
Minimum		0,168	0,212	0,209	0,164	0,050	0,037	0,037	0,060	0,011	0,002	0,000	0,175
Rata-rata		0,517	0,522	0,514	0,489	0,400	0,353	0,289	0,199	0,166	0,131	0,358	0,458

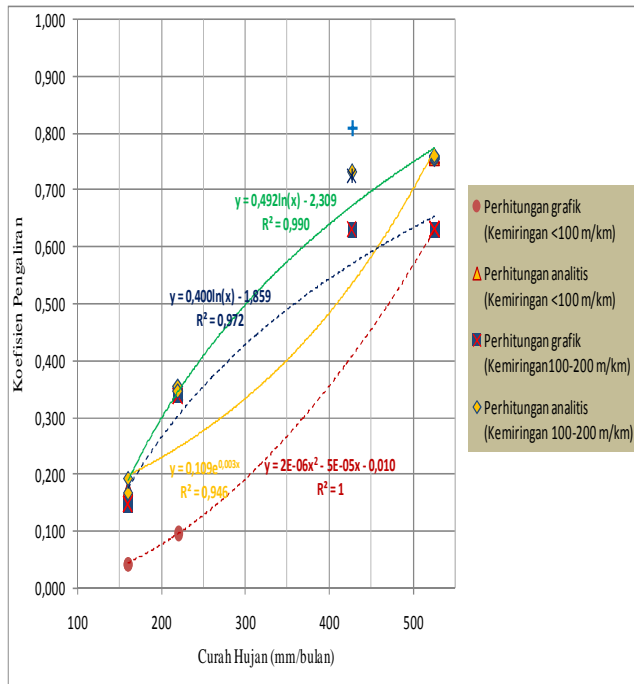
b. Nilai koefisien pengaliran cara grafik Puslitbang Pengairan

Grafik koefisien pengaliran ditampilkan pada bulan Januari, Februari, April, November, dan Desember. Rekapitulasi nilai koefisien pengaliran berdasarkan grafik puslitbang dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini.

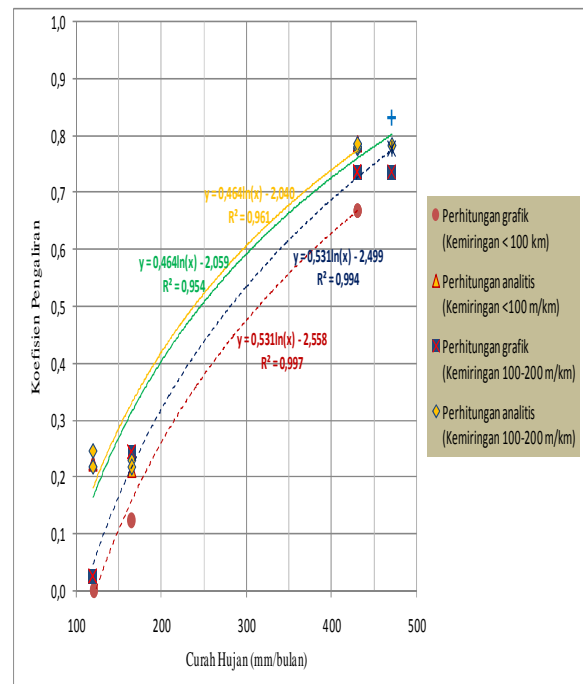
Tabel 2. Rekapitulasi nilai koefisien pengaliran cara grafik Puslitbang Pengairan

No	Embung	Koefisien pengaliran cara grafik Puslitbang Pengairan					
		Januari	Februari	Maret	April	November	Desember
1	Joneng	0,095	0,123	0,232	0,049	0,000	0,100
2	Nara I	0,337	0,242	0,417	0,215	0,021	0,260
3	Waecere	0,337	0,242	0,417	0,215	0,021	0,260
4	Kondamari	0,630	0,735	0,740	0,580	0,756	0,900
5	Pedang	0,810	0,830	0,801	0,910	0,750	0,900
6	Hedok	0,146	0,025	0,160	0,120	0,097	0,142
7	Kempo	0,146	0,025	0,160	0,120	0,097	0,142
8	Komba	0,043	0,000	0,000	0,001	0,001	0,030
9	Waekao	0,043	0,000	0,000	0,001	0,001	0,030
10	Budhai	0,629	0,670	0,423	0,378	0,750	0,900
11	Hoboremangai	0,630	0,735	0,630	0,502	0,750	0,900
12	Ndoraliti	0,629	0,670	0,423	0,378	0,750	0,900
13	Ngara I	0,630	0,735	0,630	0,502	0,750	0,900
14	Ramba I	0,630	0,735	0,630	0,502	0,750	0,900
15	Tanah Ewer	0,629	0,670	0,423	0,378	0,750	0,900
Maksimum		0,810	0,830	0,801	0,910	0,756	0,900
Minimum		0,043	0,000	0,000	0,001	0,000	0,030
Rata-rata		0,424	0,429	0,406	0,323	0,416	0,544

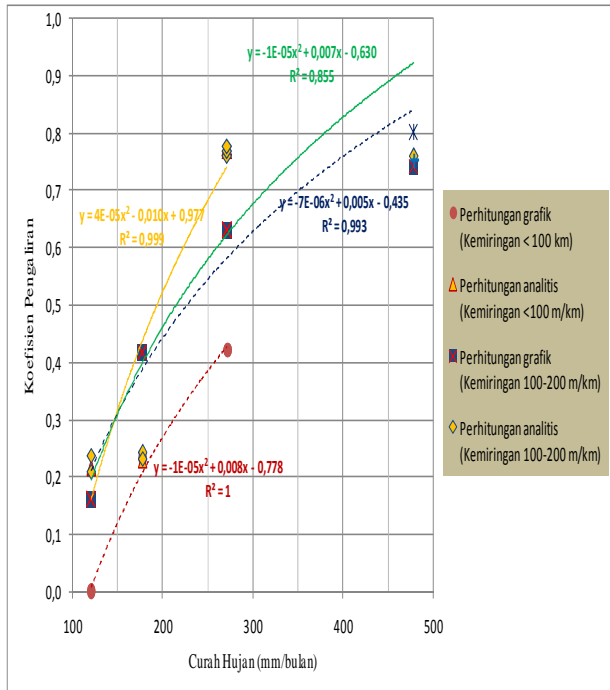
Berdasarkan nilai koefisien pengaliran yang diperoleh dari 2 cara yaitu cara analisis dan grafik Puslitbang Pengairan. Nilai tersebut dibuat dalam bentuk grafik koefisien pengaliran pada bulan Januari, Februari, Maret, April, November, dan Desember dapat dilihat pada Gambar 2 sampai dengan Gambar 7.



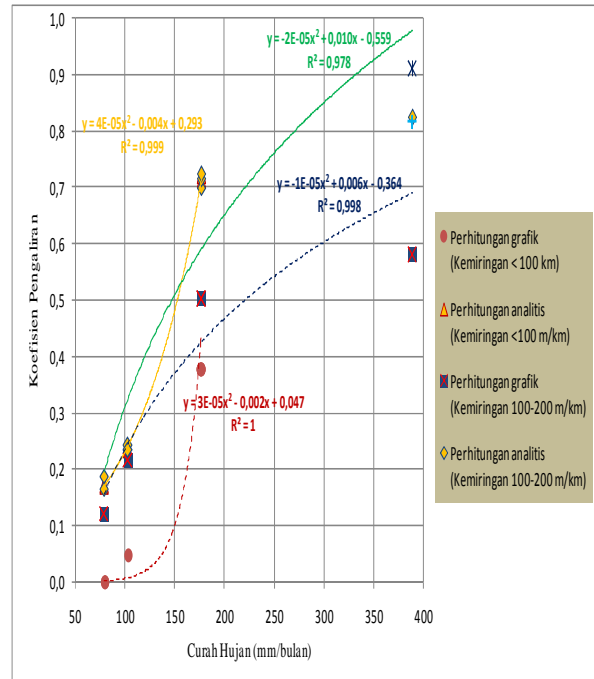
Gambar 2. Grafik koefisien pengaliran bulan Januari



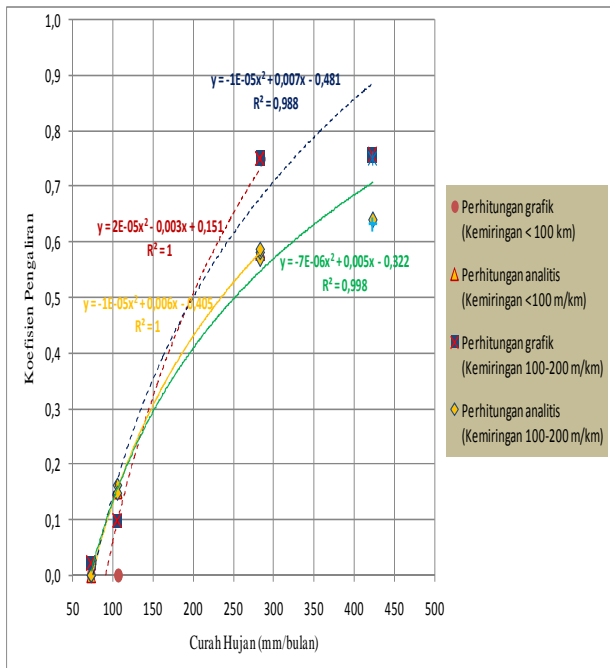
Gambar 3. Grafik koefisien pengaliran bulan Februari



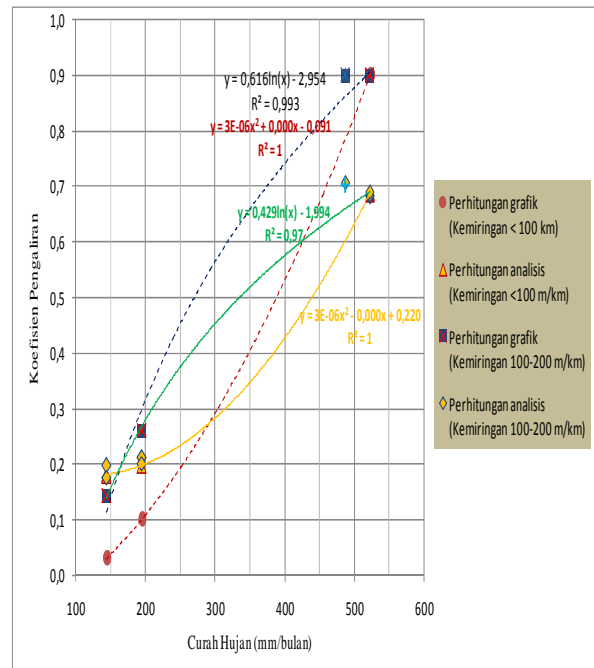
Gambar 4. Grafik koefisien pengaliran bulan Maret



Gambar 5. Grafik koefisien pengaliran bulan April



Gambar 6. Grafik koefisien pengaliran bulan November



Gambar 7. Grafik koefisien pengaliran bulan Desember

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal yaitu:

- a. Nilai koefisien pengaliran yang diperoleh berdasarkan cara analisis untuk tiap kabupaten di Flores bagian Barat adalah sebagai berikut:
 - 1) Kabupaten Manggarai Barat berkisar 0,000 – 0,355
 - 2) Kabupaten Manggarai berkisar 0,220 – 0,823
 - 3) Kabupaten Manggarai Timur berkisar 0,006 – 0,246
 - 4) Kabupaten Ngada berkisar 0,162 – 0,786

- b. Nilai koefisien pengaliran yang diperoleh berdasarkan cara grafik Puslitbang Pengaliran untuk tiap kabupaten di Flores bagian Barat adalah sebagai berikut:
- 1) Kabupaten Manggarai Barat berkisar 0,000 – 0,417
 - 2) Kabupaten Manggarai berkisar 0,580 – 0,910
 - 3) Kabupaten Manggarai Timur berkisar 0,000 – 0,160
 - 4) Kabupaten Ngada berkisar 0,378 – 0,900
- c. Nilai koefisien pengaliran pada embung kecil di Flores bagian Barat berdasarkan cara analisis cenderung lebih tinggi dibandingkan nilai koefisien pengaliran berdasarkan perhitungan grafik Puslitbang Pengaliran.

Saran

Adapun saran yang dapat diberikan terkait dengan penelitian ini antara lain:

- a. Selain menggunakan cara analisis untuk mendapatkan nilai koefisien pengaliran. Sebaiknya perlu dilakukan pengukuran langsung untuk mendapatkan nilai koefisien pengaliran yang sesuai di lapangan.
- b. Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai nilai koefisien pengaliran untuk daerah lain di Provinsi Nusa Tenggara Timur agar dapat dihasilkan grafik koefisien pengaliran untuk masing-masing daerah.

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, C. 2010. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: UGM-Press.
- Badan Pusat Statistik NTT. 2016. *Provinsi Nusa Tenggara Timur Dalam Angka Tahun 2016*. Jakarta: CV. Nario Sari.
- Dirjen Pengaliran DPU, 1986. *Standar Perencanaan Irigasi - Kriteria Perencanaan 01*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Ginting, S. 2016. *Rainfall – Runoff Model*. Bandung: Balitbang Departemen PU.
- Kasiro, dkk. 1994. *Pedoman Kriteria Desain Embung Kecil untuk Daerah Semi Kering Di Indonesia*. Bandung: Puslitbang Pengaliran.
- Munaisyah, F. 2017. *Analisis Nilai Koefisien Limpasan Permukaan Akibat Tinggi Curah Hujan Pada Embung Kecil Di Pulau Flores Bagian Timur*. Kupang: Universitas Nusa Cendana
- Soemarto, C. D. 1986. *Hidrologi Teknk*. Jakarta: Erlangga.

