

KOEFISIEN LIMPASAN PERMUKAAN PADA EMBUNG KECIL DI PULAU SUMBA

Denik S. Krisnayanti¹ (denik.krisnayanti@gmail.com)
 Dolly W. Karels² (dollykarels@sipil.com)
 Ramadhan R. Nurdin³ (ramarivaldy2425@gmail.com)

ABSTRAK

Pulau Sumba dengan luas 11.005,62 km² memiliki curah hujan yang tidak merata dimana semakin ke bagian barat pulau curah hujan yang terjadi semakin tinggi. Curah hujan yang relatif tinggi dan kondisi geografis Pulau Sumba yang sebagian besar wilayahnya berbukit-bukit dapat dioptimalkan untuk membangun embung kecil. Penelitian ini dilakukan pada 4 kabupaten di Pulau Sumba. Metode yang digunakan adalah metode analisis matematis, grafik Puslitbang, metode Hassing, dan tabulasi *software* GIS. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data curah hujan, klimatologi, dan data teknis embung tahun terbaru. Nilai koefisien limpasan permukaan yang didapat dengan metode analisis matematis berkisar antara 0,24 – 0,76, dengan grafik Puslitbang berkisar antara 0,34 – 0,99, nilai dengan metode Hassing didapat antara 0,28 – 0,46, dan nilai berdasarkan tabulasi GIS berkisar antara 0,26 – 0,65.

Kata Kunci: Pulau Sumba; Embung Kecil; Koefisien Limpasan Permukaan.

ABSTRACT

Sumba island with an area of 11,005.62 km² has the uneven distribution of high rainfall which the more westerly a trajectory is taken across the island, the higher the rainfall becomes. With a relatively high rainfall, the geographical conditions of Sumba Island, mostly its territory is hilly can be optimized to building a small retention basin. This research was conducted on 4 districts in Sumba Island. There are several methods used in this study; the method of mathematical analysis, graphical of research and development center, Hassing method, and tabulation GIS software. The data used in this research are rainfall, climatology, and technical data of the latest year of the retention basin. The value of the surface runoff coefficient obtained by mathematical analysis method ranged from 0,24 - 0,76, with graph of Research and development center ranged between 0,34 - 0,99, the value with Hassing method got between 0,28 - 0,46, and the value based on tabulation of GIS ranged between 0,26 – 0,65.

KeyWords: Sumba Island; Small Retention Basin; Surface Runoff Coefficient

PENDAHULUAN

Kebutuhan akan air dari tahun ke tahun meningkat secara signifikan dengan bertambahnya jumlah penduduk pada suatu daerah, sehingga pada musim kemarau, sering terjadi ketidaksesuaian antara kebutuhan akan air dengan jumlah ketersediaan air pada daerah tersebut. Salah satu daerah yang masuk dalam kategori daerah kering (*semi-arid*) ialah Pulau Sumba. Pulau Sumba adalah salah satu dari pulau-pulau besar yang ada di Nusa Tenggara Timur dengan luas 11.005,62 km². Curah hujan yang relatif tinggi dan kondisi geografis Pulau Sumba yang sebagian besar wilayahnya berbukit-bukit dapat dioptimalkan untuk mengatasi masalah kurangnya ketersediaan air dengan cara membangun embung kecil. Embung merupakan salah satu bangunan air yang berfungsi untuk menampung limpasan air hujan (*runoff*) yang terjadi pada Daerah Aliran Sungai (DAS). DAS adalah suatu kawasan yang berfungsi sebagai daerah penadah air yang mempertahankan kelestarian fungsi sumber daya air di wilayah daerah tersebut (Krisnayanti dkk, 2018). Salah satu faktor penting dalam perhitungan perencanaan ketersediaan

¹ Jurusan Teknik Sipil, FST Undana;

² Jurusan Teknik Sipil, FST Undana;

³ Jurusan Teknik Sipil, FST Undana

air pada embung ialah koefisien limpasan permukaan, yang besarnya dipengaruhi oleh tinggi curah hujan, kemiringan lahan, dan kondisi tutupan lahan. Nilai koefisien limpasan permukaan sangat diperlukan untuk perencanaan debit acuan kapasitas embung nantinya sehingga penulis tertarik melakukan penelitian ini.

TINJAUAN PUSTAKA

Pengertian Umum

Embung merupakan bangunan konservasi air berbentuk kolam yang bertujuan untuk menampung air hujan, air limpasan, serta sumber air lainnya, yang kemudian digunakan pada saat musim kemarau. Dalam perencanaan embung kecil, luas daerah tangkapan air maksimum ialah 100 ha = 1 km² (Kasiro dkk, 1994). Menurut Badan Meteorologi dan Klimatologi (2011), klasifikasi tinggi curah hujan dibedakan berdasarkan 4 kriteria yaitu:

1. Curah hujan rendah : 0 – 100 mm/ bulan
2. Curah hujan menengah : 101 – 300 mm/ bulan
3. Curah hujan tinggi : 301 – 400 mm/ bulan
4. Curah hujan sangat tinggi : > 400 mm/ bulan

Kemiringan lahan merupakan ukuran kemiringan lahan relatif terhadap bidang datar yang secara umum dinyatakan dalam persen atau derajat. Tutupan lahan (*land cover*) merupakan tutupan biofisik pada permukaan bumi yang dapat diamati dan merupakan hasil pengaturan, aktivitas, dan perlakuan manusia yang dilakukan pada jenis penutup lahan tertentu untuk melakukan kegiatan produksi, perubahan, ataupun perawatan pada areal tersebut (SNI 7645, 2010).

Perhitungan Evapotranspirasi Potensial Metode Penman

Evapotranspirasi potensial merupakan evapotranspirasi yang terjadi pada kondisi dimana hanya dipengaruhi oleh kondisi iklim dan tidak dipengaruhi oleh keadaan yang sebenarnya. Sebelum menghitung evapotranspirasi potensial, terlebih dahulu dilakukan koreksi terhadap data klimatologi terhadap ketinggian dengan persamaan sebagai berikut:

$$T' = (T - 0,006H) \tag{1}$$

Dimana:

- T' = temperatur setelah dikoreksi
- T = temperatur sebelum dikoreksi
- H = beda tinggi antara lokasi penelitian dengan lokasi stasiun klimatologi

Data lama penyinaran matahari juga dikoreksi dengan menggunakan rumus:

$$n' = (n - 0,01H) \tag{2}$$

Dimana:

- n' = lama penyinaran matahari setelah dikoreksi
- n = temperatur sebelum dikoreksi
- H = beda tinggi antara lokasi penelitian dengan lokasi stasiun klimatologi

Rumus umum yang biasanya digunakan dalam menghitung besarnya evapotranspirasi potensial adalah:

$$Et_0 = c[(W \times Rn) + \{(1 - w) \times f(u) \times (e_a - e_d)\}] \tag{3}$$

Dimana:

- Et₀ = evapotranspirasi potensial (mm/bulan)
- c = faktor perkiraan kondisi musim
- W = faktor koreksi akibat radiasi pada temperatur dan ketinggian yang berbeda

$$\begin{aligned} R_n &= \text{penyinaran radiasi bersih (mm/hari)} \\ &= R_{ns} - R_{n1} \end{aligned} \quad (4)$$

1-w = faktor koreksi akibat angin dan kelembaban pada temperatur dan ketinggian yang berbeda

$$\begin{aligned} f(u) &= \text{fungsi kecepatan angin (km/hari)} \\ &= 0,27 \left(1 + \left(\frac{U}{100} \right) \right) \end{aligned} \quad (5)$$

e_a = tekanan uap jenuh berdasarkan temperatur (mbar)

$$\begin{aligned} e_d &= \text{tekanan uap air (mbar)} \\ &= e_a \times RH \end{aligned} \quad (6)$$

RH = kelembaban relatif (%)

Sebelum persamaan di atas dikerjakan, terlebih dahulu perlu dicari nilai R_{ns} dan R_{n1} dengan persamaan:

$$R_{ns} = (1 - r)R_s \quad (7)$$

Dimana:

R_{ns} = radiasi gelombang pendek netto

r = faktor albedo = 0,2 untuk tanaman hijau (Soemarto, 1987:70)

R_s = radiasi matahari setelah terkoreksi (mm/hari)

$$= [0,25 + (0,54n/N)]R_a \quad (8)$$

Dimana:

n/N = penyinaran matahari aktual (%)

R_a = radiasi matahari (mm/hari)

$$R_{n1} = f(T) \times f(e_d) \times f(n/N) \quad (9)$$

Dimana:

R_{n1} = radiasi gelombang panjang

$f(T)$ = fungsi temperatur

$f(e_d)$ = fungsi tekanan uap

$$= 0,34 - (0,044 \cdot e_d^{0,5}) \quad (10)$$

$f(n/N)$ = fungsi lama penyinaran matahari

$$= 0,1 + (0,9n/N) \quad (11)$$

Perhitungan Debit Andalan Metode F. J. Mock

Langkah-langkah yang harus dilakukan dalam Metode F. J. Mock adalah sebagai berikut:

a. Hitung evapotranspirasi aktual

Evapotranspirasi aktual adalah evapotranspirasi yang mempertimbangkan kondisi vegetasi dan permukaan tanah serta kondisi iklim atau keadaan nyata di lapangan. Untuk menghitung evapotranspirasi terbatas ini diperlukan data:

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 = 10-40% untuk lahan yang terosi.

$m = 30-50\%$ untuk lahan pertanian yang diolah.

Secara matematis evapotranspirasi terbatas dirumuskan sebagai berikut:

$$E_t = E_{to} - E \quad (12)$$

Dengan:

E_t = evapotranspirasi terbatas
 E_{to} = evaporanspirasi potensial
 E = evapotranspirasi aktual

Dimana:

$$E = E_{to} \times \left(\frac{m}{20}\right) \times (18 - n) \quad (13)$$

b. Hitung keseimbangan air (*water balance*)

Faktor yang mempengaruhi keseimbangan air di permukaan tanah adalah:

1) Air hujan

$$A_s = P - E_t \quad (14)$$

Dimana:

A_s = air hujan mencapai permukaan tanah
 P = curah hujan bulanan (mm/bulan)
 E_t = evapotranspirasi terbatas (mm/bulan)

2) Kapasitas kelembaban tanah (*soil mousiture capacity*)

a) $SMC =$ (diasumsikan 50 -200 mm/bulan), jika nilai $A_s > 0$

Artinya tampungan kelembaban tanah sudah mencapai kapasitas maksimum 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 nilai A_s .

b) $SMC = SMC$ bulan sebelumnya + A_s , jika nilai $A_s < 0$

Tampungan kelembaban tanah belum mencapai kapasitas maksimum, sehingga ada air yang disimpan dalam tanah lembab. Besarnya air yang disimpan ini adalah A_s . Karena air berusaha untuk mengisi kapasitas maksimumnya, maka untuk keadaan ini tidak ada *water surplus* ($WS = 0$).

3) Kandungan air tanah (*soil storage*)

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

4) Kelebihan air (*water surplus*)

Persamaan yang digunakan untuk menghitung kelebihan air adalah:

$$WS = A_s - SS \quad (15)$$

Dimana:

WS = kelebihan air
 A_s = air hujan mencapai permukaan tanah
 SS = kandungan air tanah

Jika air hujan yang mencapai permukaan tanah (A_s) lebih kecil dari nol, maka *water surplus* sama dengan nol

c. Hitung aliran dan simpanan air tanah

1) Simpanan air tanah

Persamaan yang dipergunakan dalam perhitungan penyimpanan air tanah adalah sebagai berikut:

$$V_n = k.V_{(n-1)} + 0,5.(1+k).I \tag{16}$$

Dimana:

- V_n = volume simpanan air tanah bulan ke n (m^3)
- k = q_t/q_0 = faktor resesi aliran tanah, biasanya < 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 air tanah bulan ke (n-1)
- I = Infiltrasi volume air yang masuk ke dalam tanah

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

WS = *water surplus*

I_n = koefisien infiltrasi (diasumsikan 0 – 1)

2) Aliran sungai

Air yang mengalir di sungai merupakan jumlah dari aliran langsung (*direct run off*), dan aliran dalam tanah atau aliran air tanah (*base flow*). Besarnya masing-masing aliran tersebut adalah:

$$BF = I - \Delta V \tag{18}$$

$$DR = WS - I \tag{19}$$

$$R = DR - BF \tag{20}$$

Dimana:

- BF = *base flow*
- I = infiltrasi
- ΔV = perubahan volume air tanah
- DR = *direct run off*
- WS = *water surplus*
- R = *runoff*

d. Debit aliran sungai

Debit aliran (Q_n) dapat dihitung dengan persamaan:

$$Q = \frac{A \times R}{86400 \times h} \tag{21}$$

Dimana:

- Q_n = debit aliran sungai (m^3/dtk)
- A = luas DAS (m^2)
- R = *runoff*(mm/dt)
- 86.400 = jumlah detik dalam 1 hari
- h = jumlah hari dalam 1 bulan

Analisis nilai koefisien limpasan permukaan

a. Metode analisis matematis

Langkah perhitungannya adalah sebagai berikut (Asdak, 2014):

- 1) Hitung curah hujan rata-rata bulanan di DAS embung yang ditinjau pada tahun tertentu
- 2) Hitung debit rata-rata bulanan yang terjadi di DAS embung.
- 3) Hitung total volume limpasan yang terjadi berdasarkan limpasan rata-rata pada bulan tertentu selama tahun rencana dengan menggunakan rumus:

$$\sum Q_{(tahun)} = \sum_{i=1}^{12} d_n \times 86400 \times Q_n \quad (22)$$

Dimana:

$Q_{(tahun)}$ = total volume limpasan (m^3)

d_n = jumlah hari dalam bulan ke- n

86400 = jumlah detik dalam satu hari

Q_n = debit rata-rata yang terjadi dalam bulan ke-n (m^3)

- 4) Hitung volume total curah hujan di DAS embung dengan menggunakan rumus:

$$V_{CH} = \frac{P}{1000} \times A \quad (23)$$

Dimana:

V_{CH} = volume total curah hujan (m^3)

P = curah hujan pada DAS embung (mm)

A = luas areal DAS (m^2)

- 5) Hitung besarnya koefisien limpasan dengan menggunakan rumus:

$$C = \frac{Q_{(tahun)}}{V_{CH}} = \frac{\sum_{i=1}^{12} d_n \times 86400 \times Q_n}{\frac{P}{1000} \times A} \quad (24)$$

Dimana:

C = koefisien limpasan (*run off*) air hujan

$Q_{(tahun)}$ = volume total limpasan (m^3)

V_{CH} = volume total curah hujan (m^3)

b. Metode grafik Puslitbang

Penentuan nilai koefisien limpasan permukaan dengan grafik Puslitbang didasarkan pada dua kriteria, yaitu tinggi curah hujan bulanan dan nilai kemiringan lahan pada lokasi tinjauan. Grafik yang tersedia hanya bulan November sampai dengan bulan April saja karena pada umumnya musim hujan pada wilayah Indonesia terjadi pada bulan tersebut.

c. Metode Hasing

Menurut Jan M. Hasing, koefisien limpasan dapat diperoleh melalui penggabungan nilai koefisien limpasan permukaan berdasarkan parameter topografi (Ct), tanah (Cs), dan vegetasi penutup (Cv).

d. Metode tabulasi GIS

Pada penelitian ini akan digunakan kombinasi antara aplikasi SAGA GIS 2.27 untuk proses analisis data dengan mengacu pada kriteria kemiringan dan tutupan lahan Dune & Leopold (1978) serta QGIS 2.14.2 untuk pembuatan *layout* peta.

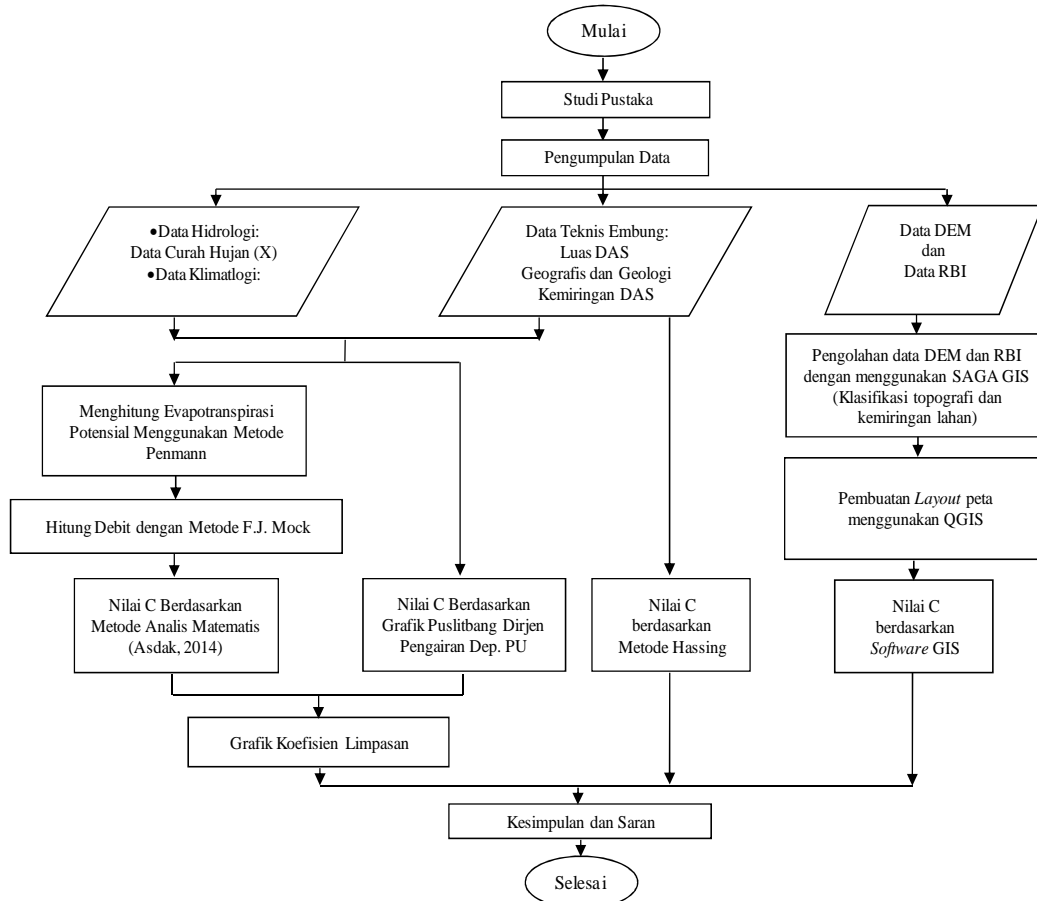
METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Pulau Sumba yaitu Kabupaten Sumba Timur, Kabupaten Sumba Tengah, Kabupaten Sumba Barat, dan Kabupaten Sumba Barat Daya.

Diagram Alir

Diagram alir penelitian adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Evapotranspirasi Potensial

Rekapitulasi nilai rata-rata evapotranspirasi potensial yang terjadi pada embung di Pulau Sumba dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi nilai rata-rata evapotranspirasi potensial pada embung di Pulau Sumba

No	Nama Embung	Rata-rata Evapotranspirasi Potensial (mm/bulan)											
		Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1	Kahabi Langa	201.30	178.48	205.18	171.60	165.12	154.71	168.71	213.72	253.09	286.69	267.10	224.51
2	Kapiru	201.15	175.59	203.35	169.55	164.44	154.52	169.19	214.28	253.27	286.27	266.73	225.21
3	Laiponda	196.63	174.15	200.18	167.33	160.91	150.62	164.30	208.45	247.19	280.10	261.11	219.38
4	Mayela	188.27	166.97	192.27	160.98	154.74	144.99	158.12	200.60	237.85	269.45	250.70	210.11
5	Nggara Mehi	196.63	171.37	198.30	165.09	159.94	150.08	164.45	208.71	247.19	279.67	260.84	220.15
6	Kadungku	179.62	159.46	189.66	159.43	150.16	140.92	154.95	195.50	230.23	258.57	239.49	205.55
7	Katikurota	184.16	161.41	191.97	161.41	152.09	142.81	157.00	197.94	232.99	261.49	242.26	208.02
8	Palu Kauki	181.04	158.61	188.66	158.56	149.31	140.09	154.06	194.44	229.03	257.29	238.31	204.49
9	Pawolung	179.33	157.05	186.94	157.10	148.00	138.86	152.60	192.58	226.89	254.91	236.18	202.44
10	Yaerara	173.12	151.70	180.70	151.96	142.95	134.10	147.57	186.39	219.68	246.93	228.62	195.74
11	Dengi Api	176.18	156.44	186.21	156.59	147.48	138.36	152.15	192.05	226.21	254.08	235.28	201.75
12	Priang Ngiu	189.11	165.76	196.91	165.44	155.99	146.46	161.03	202.93	238.76	267.97	248.46	213.57
13	SMP	180.81	160.51	190.89	160.46	151.15	141.81	155.99	196.77	231.69	260.13	240.97	206.88
14	Taledo	176.90	157.10	187.02	157.30	148.18	139.05	152.87	192.92	227.18	255.11	236.20	202.60
15	We'e Kari	171.34	151.58	181.00	153.12	142.80	133.75	147.23	185.29	217.36	245.57	226.56	193.46
16	Buru Kago	147.29	157.84	187.87	158.01	148.84	139.70	153.58	193.78	228.19	256.21	237.22	203.53
17	Kedu	181.34	161.01	191.53	161.07	151.78	142.52	156.67	197.52	232.50	260.92	241.69	207.52
18	Puu Langira	186.75	165.87	197.21	165.86	156.48	147.10	161.56	203.45	239.22	268.25	248.61	213.71
19	Puu Wooh	187.20	166.21	197.51	166.00	156.56	147.03	161.62	203.61	239.49	268.72	249.11	214.15
20	Watunggoko	186.67	163.63	194.51	163.52	154.14	144.75	159.14	200.54	235.99	264.78	245.43	210.85
Jumlah		3664.84	3260.76	3847.87	3230.40	3061.06	2872.23	3152.79	3981.46	4693.99	5283.10	4900.88	4183.62
Rata-rata		183.24	163.04	192.39	161.52	153.05	143.61	157.64	199.07	234.70	264.16	245.04	209.18

Nilai evapotranspirasi potensial rerata yang terjadi pada embung di Pulau Sumba berkisar antara 143,61 mm/ bulan hingga 264,16 mm/bulan.

Perhitungan Debit Metode F. J. Mock

Rekapitulasi nilai debit limpasan yang terjadi pada embung di Pulau Sumba dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi nilai debit limpasan pada embung di Pulau Sumba

No	Nama Embung	Rekapitulasi Volume Debit Limpasan (m ³)											
		Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1	Kahabi Langa	17386.12	39402.74	28937.14	19303.42	3554.95	1204.00	361.20	108.36	30.19	10.57	2.84	12424.78
2	Kapiru	4358.90	9878.25	7254.50	4829.64	889.83	301.85	90.55	27.17	7.57	2.65	0.71	3118.88
3	Laiponda	20636.79	46402.99	34053.73	24659.31	4524.51	1419.82	425.95	127.78	35.60	12.46	3.35	17074.72
4	Mayela	102007.03	229216.62	168204.91	122586.52	22487.21	7014.27	2104.28	631.28	175.86	61.55	16.57	85361.84
5	Nggara Mehi	77310.95	174667.72	128238.79	88681.86	16300.36	5340.04	1602.01	480.60	133.88	46.86	12.62	58684.99
6	Kadungku	154865.36	186600.09	157776.17	156223.69	66983.41	16287.03	5700.46	1995.16	698.31	225.61	102668.32	161048.46
7	Katikurota	53022.81	63928.44	53989.71	53509.58	22813.95	5573.23	1950.63	682.72	238.95	77.20	35065.89	55113.16
8	Palu Kauki	98898.18	119131.26	100781.41	99748.88	42875.08	10403.45	3641.21	1274.42	446.05	144.11	65623.97	102868.07
9	Pawolung	81611.64	98266.83	83179.20	82282.11	35455.58	8586.25	3005.19	1051.82	368.14	118.94	54210.92	84906.98
10	Yaerara	393387.98	472615.46	401350.72	395863.74	173162.43	43347.61	14502.90	5076.02	1776.61	573.98	263096.28	409842.13
11	Dengi Api	87661.86	105496.45	89354.74	88335.91	38170.71	9242.91	3228.44	1129.95	395.48	127.77	58306.55	91227.55
12	Priang Ngiu	79778.67	96338.95	81172.30	80640.26	33996.92	8378.54	2932.49	1026.37	359.23	116.06	52458.22	82844.42
13	SMP	35735.46	43073.24	36397.72	36058.83	15415.55	3757.30	1315.05	460.27	161.09	52.05	23662.13	37153.04
14	Taledo	18967.00	22832.03	19330.35	19114.70	8244.27	1995.35	698.37	244.43	85.55	27.64	12606.23	19734.82
15	We'e Kari	51786.32	62444.74	52731.88	52273.40	22275.42	5443.43	1905.20	666.82	233.39	75.40	34235.18	53825.13
16	Buru Kago	34962.51	42100.09	35626.48	35242.62	15169.93	3677.52	1287.13	450.50	157.67	50.94	23218.85	36371.13
17	Kedu	99620.10	120092.72	101440.95	100515.32	42894.85	10471.48	3665.02	1282.76	448.96	145.05	65917.23	103556.45
18	Puu Langira	23403.88	28261.84	23804.36	23644.93	9954.79	2456.94	859.93	300.97	105.34	34.03	15386.86	24300.51
19	Puu Wooh	152721.10	184457.73	155361.83	154368.87	64973.81	16035.51	5612.43	1964.35	687.52	222.12	100364.67	158564.19
20	Watunggoko	71976.90	86845.20	73253.83	72687.72	30807.60	7561.75	2646.61	926.31	324.21	104.74	47458.58	74774.54
Jumlah		1660099.57	2232053.40	1832240.75	1710571.31	670951.15	168498.25	57535.05	19908.07	6869.60	2229.72	954315.97	1672795.79
Rata-rata		83004.98	111602.67	91612.04	85528.57	33547.56	8424.91	2876.75	995.40	343.48	111.49	47715.80	83639.79

Nilai debit limpasan yang terjadi pada embung di Pulau Sumba berkisar antara 111,49m³/bulan hingga 111.602,67 m³/bulan.

Nilai Koefisien Limpasan Permukaan

a. Nilai koefisien limpasan permukaan dengan metode analisis matematis

Rekapitulasi nilai koefisien limpasan permukaan dengan metode analisis matematis pada embung di Pulau Sumba dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rekapitulasi nilai koefisien limpasan permukaan dengan metode analisis matematis

No	Embung	Nilai Koefisien Pengaliran Metode Analisis Matematis											
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des
1	Kahabi Langa	0.332	0.579	0.476	0.385	0.144	0.061	0.027	0.048	0.001	0.000	0.000	0.224
2	Kapiru	0.332	0.579	0.476	0.384	0.143	0.061	0.027	0.048	0.001	0.000	0.000	0.224
3	Laiponda	0.333	0.579	0.477	0.399	0.149	0.061	0.027	0.048	0.001	0.000	0.000	0.238
4	Mayela	0.336	0.580	0.477	0.421	0.156	0.061	0.027	0.048	0.001	0.000	0.000	0.265
5	Nggara Mehi	0.333	0.579	0.477	0.399	0.149	0.061	0.027	0.048	0.001	0.000	0.000	0.238
6	Kadungku	0.668	0.729	0.665	0.759	0.642	0.404	0.140	0.064	0.013	0.003	0.549	0.624
7	Katikurota	0.666	0.726	0.662	0.757	0.636	0.402	0.140	0.064	0.013	0.003	0.546	0.621
8	Palu Kauki	0.670	0.730	0.667	0.760	0.645	0.405	0.141	0.064	0.013	0.003	0.551	0.625
9	Pawolung	0.671	0.731	0.668	0.762	0.647	0.406	0.141	0.065	0.013	0.003	0.553	0.626
10	Yaerara	0.679	0.738	0.677	0.770	0.664	0.430	0.143	0.065	0.013	0.003	0.563	0.635
11	Dengi Api	0.673	0.733	0.670	0.763	0.650	0.408	0.141	0.065	0.013	0.003	0.555	0.628
12	Priang Ngiu	0.660	0.721	0.656	0.751	0.624	0.398	0.138	0.063	0.013	0.003	0.538	0.615
13	SMP	0.667	0.728	0.664	0.758	0.639	0.403	0.140	0.064	0.013	0.003	0.548	0.622
14	Taledo	0.672	0.732	0.669	0.762	0.648	0.406	0.141	0.065	0.013	0.003	0.553	0.627
15	We'e Kari	0.665	0.726	0.662	0.756	0.636	0.402	0.140	0.064	0.013	0.003	0.545	0.620
16	Buru Kago	0.671	0.731	0.668	0.761	0.646	0.405	0.141	0.065	0.013	0.003	0.552	0.626
17	Kedu	0.666	0.727	0.663	0.757	0.637	0.402	0.140	0.064	0.013	0.003	0.547	0.621
18	Puu Langira	0.660	0.721	0.656	0.750	0.623	0.398	0.138	0.063	0.013	0.003	0.538	0.615
19	Puu Wooh	0.659	0.721	0.655	0.750	0.623	0.398	0.138	0.063	0.013	0.003	0.537	0.614
20	Watunggoko	0.663	0.724	0.659	0.754	0.630	0.400	0.139	0.064	0.013	0.003	0.542	0.618
Maksimum		0.679	0.738	0.677	0.770	0.664	0.430	0.143	0.065	0.013	0.003	0.563	0.635
Minimum		0.332	0.579	0.476	0.384	0.143	0.061	0.027	0.048	0.001	0.000	0.000	0.224
Rata-rata		0.584	0.691	0.617	0.668	0.517	0.319	0.112	0.060	0.010	0.003	0.411	0.526

Nilai koefisien limpasan permukaan yang terjadi pada embung di Pulau Sumba berkisar antara 0,411 hingga 0,691 dilihat dari bulan hujannya.

b. Nilai koefisien limpasan permukaan dengan grafik pedoman Puslitbang

Grafik penentuan nilai koefisien limpasan permukaan yang ada pada pedoman Puslitbang hanya ada untuk bulan Januari, Februari, Maret, April, November, dan Desember saja. Rekapitulasi nilai koefisien limpasan permukaan berdasarkan grafik Puslitbang dapat dilihat pada Tabel 4 berikut ini.

Tabel 4. Rekapitulasi nilai koefisien limpasan permukaan dengan grafik Puslitbang

No	Embung	Nilai Koefisien Pengaliran Berdasarkan Grafik Puslitbang					
		Januari	Februari	Maret	April	November	Desember
Kemiringan < 100 m/km							
1	Kahabi Langa	0.155	0.490	0.520	0.550	0.010	0.330
2	Kapiru	0.155	0.490	0.520	0.550	0.010	0.330
3	Mayela	0.155	0.490	0.520	0.550	0.010	0.330
4	Nggara Mehi	0.155	0.490	0.520	0.550	0.010	0.330
5	Kadungku	0.620	0.670	0.712	0.990	0.760	0.900
6	Palu Kauki	0.620	0.670	0.712	0.990	0.760	0.900
7	Pawolung	0.620	0.670	0.712	0.990	0.760	0.900
8	Yaerara	0.620	0.670	0.712	0.990	0.760	0.900
9	Dengi Api	0.620	0.670	0.712	0.990	0.760	0.900
10	Priang Ngiu	0.620	0.670	0.712	0.990	0.760	0.900
11	SMP	0.620	0.670	0.712	0.990	0.760	0.900
12	Taledo	0.620	0.670	0.712	0.990	0.760	0.900
13	Kedu	0.620	0.670	0.712	0.990	0.760	0.900
14	Puu Langira	0.620	0.670	0.712	0.990	0.760	0.900
15	Watunggoko	0.620	0.670	0.712	0.990	0.760	0.900
Maksimum		0.620	0.670	0.712	0.990	0.760	0.900
Minimum		0.155	0.490	0.520	0.550	0.010	0.330
Rata-rata		0.496	0.622	0.661	0.873	0.560	0.748
Kemiringan 100 - 200 m/km							
16	Laiponda	0.380	0.660	0.650	0.580	0.100	0.450
17	Katikurota	0.620	0.750	0.740	0.990	0.770	0.900
18	Buru Kago	0.620	0.750	0.740	0.990	0.770	0.900
19	Puu Wooh	0.620	0.750	0.740	0.990	0.770	0.900
Maksimum		0.620	0.750	0.740	0.990	0.770	0.900
Minimum		0.380	0.660	0.650	0.580	0.100	0.450
Rata-rata		0.560	0.728	0.718	0.888	0.603	0.788
Kemiringan > 200 m/km							
20	We'e Kari	0.820	0.830	0.805	0.990	0.970	0.990

c. Nilai koefisien limpasan permukaan dengan metode Hassing

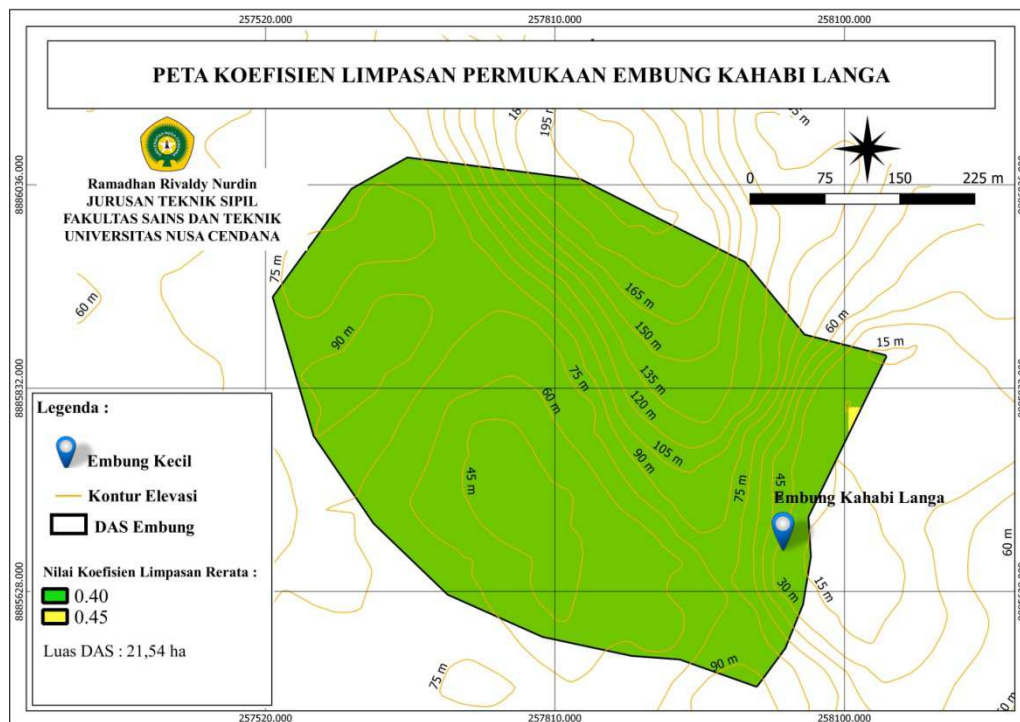
Rekapitulasi nilai koefisien limpasan berdasarkan Hassing untuk embung pada Pulau Sumba dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Rekapitulasi nilai koefisien limpasan permukaan dengan metode Hassing

No	Nama Embung	Nilai Koefisien Topografi (Ct)	Nilai Koefisien Tanah (Cs)	Nilai Koefisien Vegetasi (Cv)	Koefisien Limpasan (C)
		(1)	(2)	(3)	(4) = (1) + (2) + (3)
1	Kahabi Langa	0.08	0.16	0.11	0.35
2	Kapiru	0.08	0.16	0.21	0.45
3	Laiponda	0.16	0.16	0.11	0.43
4	Mayela	0.16	0.16	0.11	0.43
5	Nggara Mehi	0.08	0.16	0.11	0.35
6	Kadungku	0.08	0.16	0.04	0.28
7	Katikurota	0.16	0.16	0.11	0.43
8	Palu Kauki	0.08	0.16	0.11	0.35
9	Pawolung	0.16	0.16	0.04	0.36
10	Yaerara	0.16	0.16	0.04	0.36
11	Dengi Api	0.08	0.16	0.04	0.28
12	Priang Ngiu	0.08	0.16	0.21	0.45
13	SMP	0.08	0.16	0.21	0.45
14	Taledo	0.16	0.16	0.04	0.36
15	We'e Kari	0.26	0.16	0.04	0.46
16	Buru Kago	0.26	0.16	0.04	0.46
17	Kedu	0.08	0.16	0.11	0.35
18	Puu Langira	0.08	0.16	0.11	0.35
19	Puu Wooh	0.08	0.16	0.11	0.35
20	Watunggoko	0.08	0.16	0.11	0.35

d. Nilai koefisien limpasan permukaan menggunakan tabulasi software GIS

Nilai koefisien limpasan berdasarkan tabulasi software GIS ini menggunakan kriteria penentuan koefisien limpasan berdasarkan kemiringan (*slope*) dan tutupan lahan pada DAS embung yang ditinjau. Kriteria penentuan nilai koefisien limpasannya menggunakan kriteria Dune & Leopold (1978). Contoh peta koefisien limpasan Embung Kahabi Langa dapat dilihat pada Gambar 2 dan rekapitulasi nilai koefisien limpasan permukaan dengan software GIS ini dapat dilihat pada Tabel 6.



Gambar 2. Peta koefisien limpasan permukaan Embung Kahabi Langa

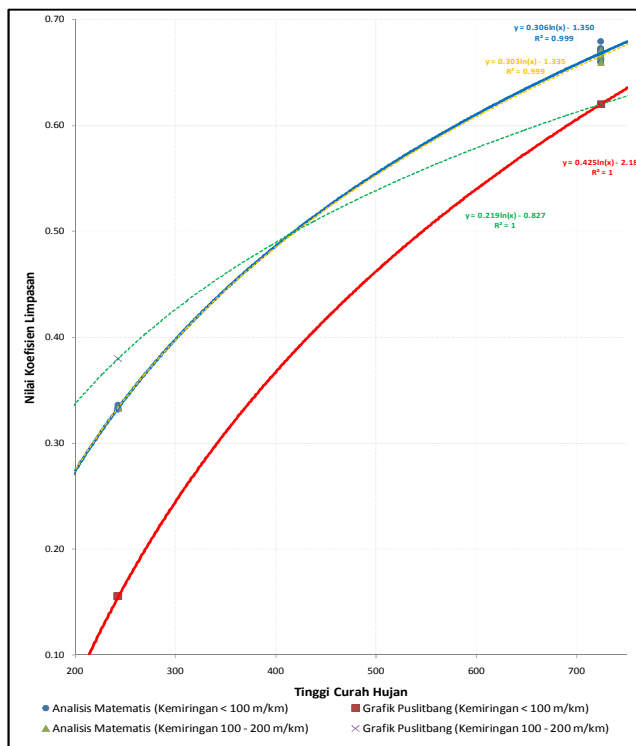
Tabel 6. Rekapitulasi nilai koefisien limpasan permukaan dengan software GIS

No	Nama Embung	Koefisien C	No	Nama Embung	Koefisien C
1	Kahabi Langa	0.40	11	Dengi Api	0.38
2	Kapiru	0.26	12	Priang Ngiu	0.51
3	Laiponda	0.41	13	SMP	0.49
4	Mayela	0.42	14	Taledo	0.37
5	Nggara Mehi	0.65	15	We'e Kari	0.51
6	Kadungku	0.36	16	Buru Kago	0.45
7	Katikurota	0.43	17	Kedu	0.40
8	Palu Kauki	0.37	18	Puu Langira	0.36
9	Pawolung	0.33	19	Puu Wooh	0.35
10	Yaerara	0.50	20	Watunggoko	0.39

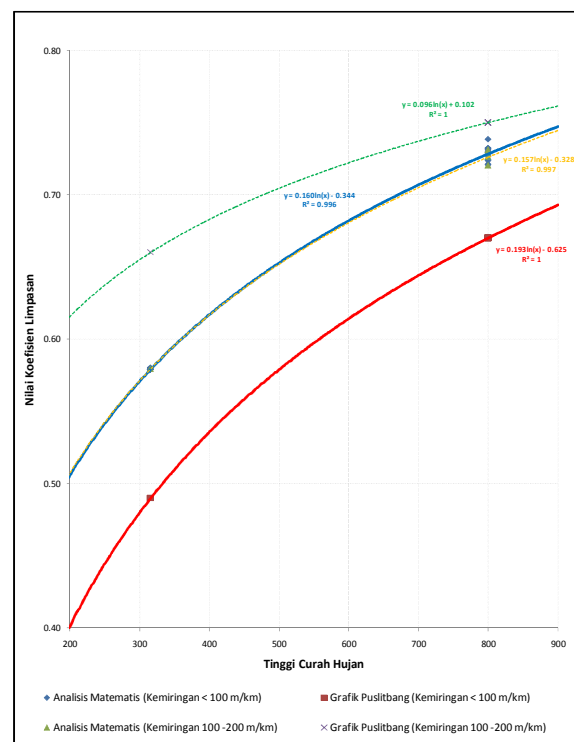
Nilai koefisien limpasan permukaan yang didapat dengan tabulasi *software* GIS ini berkisar antara 0,26 hingga 0,65.

Grafik Koefisien Limpasan Permukaan

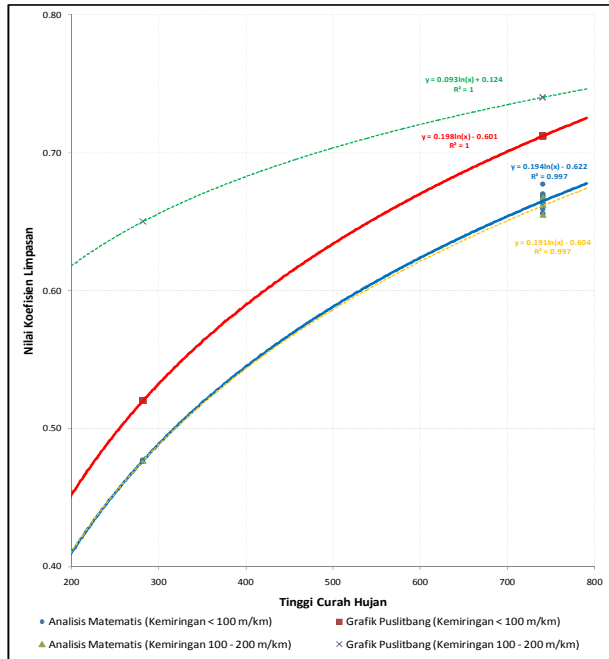
Berdasarkan grafik koefisien limpasan permukaan dari pedoman Puslitbang, pembuatan grafik koefisien limpasan ini hanya untuk bulan-bulan yang umumnya merupakan bulan hujan di Indonesia yaitu bulan Januari, Februari, Maret, April, November, dan Desember. Grafik tersebut dapat dilihat pada Gambar 3 sampai dengan Gambar 8.



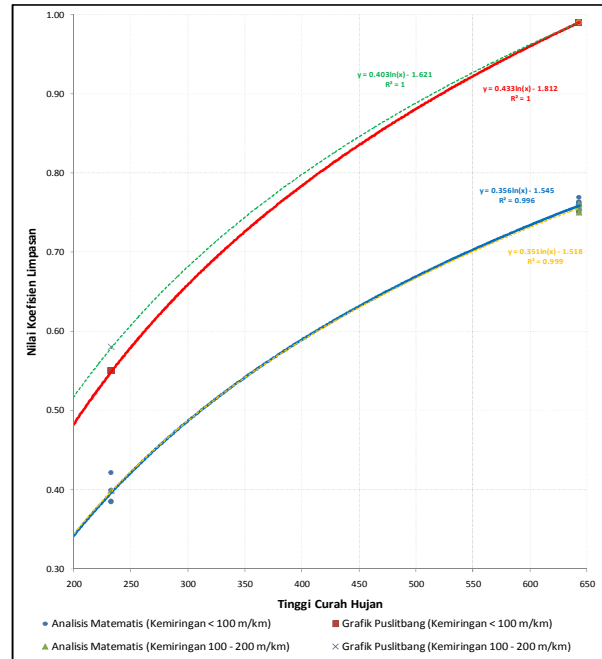
Gambar 3. Grafik koefisien limpasan permukaan bulan Januari



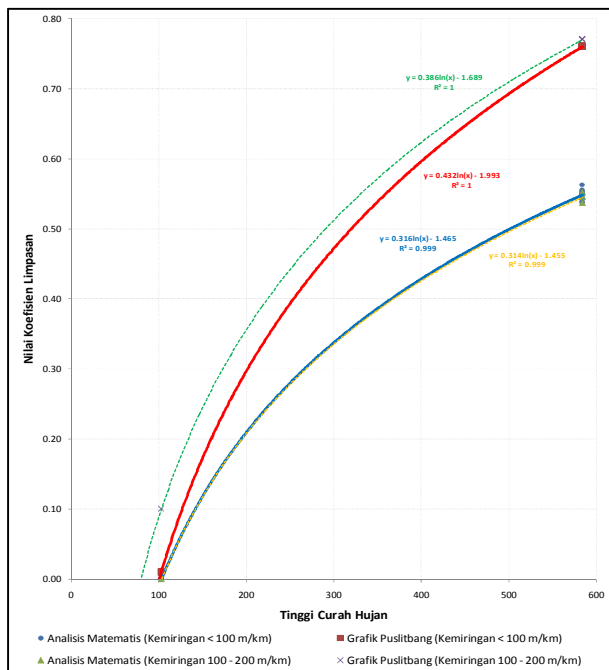
Gambar 4. Grafik koefisien limpasan permukaan bulan Februari



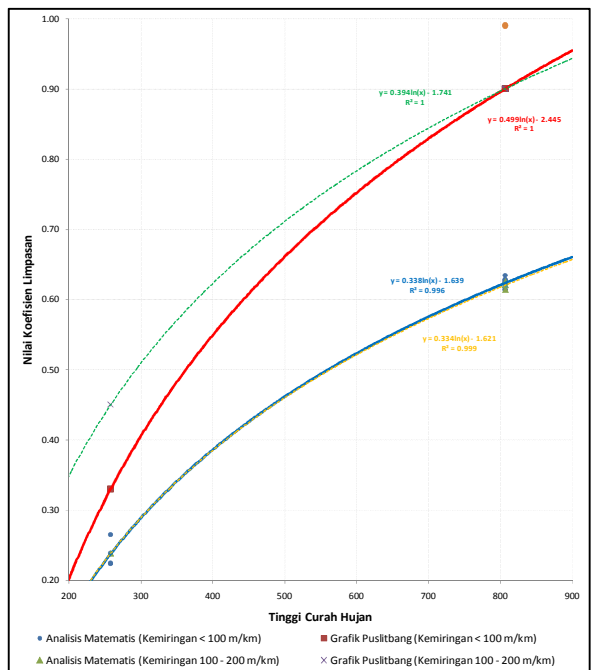
Gambar 5. Grafik koefisien limpasan permukaan bulan Maret



Gambar 6. Grafik koefisien limpasan permukaan bulan April



Gambar 7. Grafik koefisien limpasan permukaan bulan November



Gambar 8. Grafik koefisien limpasan permukaan bulan Desember

PENUTUP

Kesimpulan

Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan sebelumnya, dirangkum beberapa hal-hal penting yaitu:

a. Nilai koefisien limpasan untuk metode analisis matematis adalah sebagai berikut:

- 1) Kemiringan < 100 m/km
 - a) Kabupaten Sumba Timur berkisar antara 0,26 sampai dengan 0,58

- b) Kabupaten Sumba Tengah berkisar antara 0,54 sampai dengan 0,76
 - c) Kabupaten Sumba Barat berkisar antara 0,53 sampai dengan 0,76
 - d) Kabupaten Sumba Barat Daya berkisar antara 0,53 sampai dengan 0,75
- 2) Kemiringan 100 – 200 m/km
- a) Kabupaten Sumba Timur berkisar antara 0,24 sampai dengan 0,58
 - b) Kabupaten Sumba Tengah berkisar antara 0,55 sampai dengan 0,76
 - c) Kabupaten Sumba Barat Daya berkisar antara 0,54 sampai dengan 0,76
- 3) Kemiringan > 200 m/km
Kabupaten Sumba Tengah berkisar antara 0,55 sampai dengan 0,76
- b. Tinggi curah hujan maksimum sebesar 316 mm/bulan membuat nilai koefisien limpasan pada embung di Kabupaten Sumba Timur semakin besar yaitu 0,579, dibandingkan dengan nilai koefisien limpasan yang terjadi pada curah hujan minimum sebesar 103 mm/bulan, reratanya hanya 0,0001. Hal tersebut membuktikan bahwa tinggi curah hujan amat mempengaruhi nilai koefisien limpasan pada suatu daerah. Untuk embung dengan kemiringan < 100 m/km, nilai koefisien limpasan yang didapat relatif kecil yaitu 0,66 dibandingkan dengan embung pada kemiringan 100-200 m/km sebesar 0,74 dan kemiringan > 200 m/km sebesar 0,90. Faktor tutupan lahan sendiri berpengaruh pada perhitungan nilai evapotranspirasi aktual.
- c. Nilai koefisien limpasan yang didapat dengan metode analisis matematis tidak terlalu berbeda jauh dengan nilai koefisien limpasan yang didapat dengan metode grafik Puslitbang dimana persentase selisihnya hanya sebesar 28,17%.

Saran

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

- a. Perlu diperhatikannya besar nilai evapotranspirasi yang terjadi karena memberi dampak yang amat signifikan terhadap nilai koefisien limpasan pengaliran yang didapat.
- b. Perlu dilakukannya penelitian lanjutan untuk daerah lain di Provinsi Nusa Tenggara Timur dengan menggunakan data terbaru agar nilai koefisien limpasan permukaan yang diperoleh bisa lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, Chay. 2010. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: UGM-Press.
- Ginting, Segel. 2016. *Rainfall – Runoff Model*. Bandung: Balitbang Departemen PU.
- Kasiro, dkk. 1994. *Pedoman Kriteria Desain Embung Kecil untuk Daerah Semi Kering Di Indonesia*. Bandung: Puslitbang Pengairan.
- Krisnayanti, Denik S. Bunganaen, Wilhelmus. 2016. *Analysis of Runoff Coefficients Against High of Monthly Rainfall to The Design Criteria of 'Embung' in Semiarid Region*. *Proceeding HATHI The 5th International Seminar*. Denpasar. Juli 2016
- Krisnayanti, Denik S. 2018. *Koefisien Limpasan Permukaan Untuk Embung Kecil di Nusa Tenggara Timur*. Kupang : Lemlit Undana.
- Krisnayanti, Denik S., Karels, Dolly W., Nursyam, Nurul A. 2018. *Koefisien Pengaliran Embung Kecil Di Pulau Flores Bagian Barat*. *Jurnal Teknik Sipil, Volume 7 (1)*. April 2018.
- Soemarto, C. D. 1986. *Hidrologi Teknik*. Jakarta: Erlangga.
- Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta : Andi Offset.

