

PERBANDINGAN NILAI EVAPOTRANSPIRASI MENGGUNAKAN METODE THORNTHWAITE DAN BLANEY-CRIDDLE DI KABUPATEN MANGGARAI BARAT, KABUPATEN SIKKA, DAN KABUPATEN FLORES TIMUR

Dicky Gode¹, Yobella Febe Kurnianto², Cilcia Kusumastuti³, F. Jones Syaranamual⁴

ABSTRAK : Studi mengenai besarnya evapotranspirasi Pulau Flores menjadi penting karena pulau tersebut merupakan daerah *semi-arid* di Indonesia yang kemungkinan memiliki evapotranspirasi tinggi. Di sisi lain, tidak ada data aktual yang memberikan informasi mengenai besarnya nilai evapotranspirasi di daerah tersebut. Besarnya evapotranspirasi perlu diketahui dalam proses perhitungan kebutuhan air tanaman. Diharapkan hasil penelitian ini dapat membantu penggunaan air di Pulau tersebut menjadi lebih efisien. Dalam penelitian ini nilai evapotranspirasi diperkirakan dengan menggunakan data temperatur yang diambil dari stasiun Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika yang ada di Kabupaten Manggarai Barat (1998-2016), Sikka (1977-2018), dan Flores Timur (1985-2016). Berdasarkan data meteorologi yang tersedia di daerah tersebut, maka metode Thornthwaite dan Blaney-Criddle dipilih dalam penelitian ini. Nilai evapotranspirasi dari ketiga kabupaten tersebut akan dicari menggunakan kedua metode tersebut dan dibandingkan. Hasil penelitian ini menunjukkan metode Thornthwaite (maks 165,816 mm/hari) memberikan hasil nilai evapotranspirasi yang lebih besar dibandingkan dengan metode Blaney-Criddle (maks 260,532mm/hari).

KATA KUNCI: Manggarai Barat, Flores Timur, Sikka, evapotranspirasi, Thornthwaite, Blaney-Criddle.

1. PENDAHULUAN

Air adalah unsur yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia. Meskipun perannya vital, namun sistem pengelolaan air masih sangat jauh dari yang diharapkan sehingga menimbulkan permasalahan. Permasalahan air yang sering dihadapi ialah ketidaksesuaian antara kebutuhan dan ketersediaan air yang memicu terjadinya kekeringan, terutama pada musim kemarau. Hal ini sering sekali terjadi terutama pada daerah semi kering (*semi-arid*) yakni daerah dengan curah hujan yang lebih kecil dibandingkan penguapan yang terjadi di daerah tersebut. Provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT) merupakan salah satu provinsi yang masuk dalam kategori daerah semi kering (Krisnayanti dkk, 2018). Provinsi NTT memiliki 7 (tujuh) Pulau besar, salah satunya adalah Pulau Flores yang terbagi atas 8 (delapan) kabupaten (Badan Pusat Statistik (BPS) NTT, 2017). Salah satu kabupaten di Pulau tersebut, Manggarai Barat, mengalami kesulitan mendapat sumber air bersih dari Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM), aliran air PDAM diterima 2 (dua) kali seminggu selama beberapa jam pada satu hari (Cole dan Muslin, 2015). Di sisi lain belum ada data aktual yang memberikan nilai evapotranspirasi di daerah tersebut. Padahal data evapotranspirasi penting untuk daerah kering di

¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra Surabaya, m21414072@john.petra.ac.id

² Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra Surabaya, m21415137@john.petra.ac.id

³ Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra Surabaya, cilcia.k@petra.ac.id

⁴ Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra Surabaya, jones@petra.ac.id

Indonesia. Dapat digambarkan pada daerah kering dan mengalami hujan yang jatuh dengan kedalaman 5 mm/hari, keadaan tersebut tidak dapat membentuk aliran air karena semua akan menguap. Sehingga dapat dikatakan bahwa evapotranspirasi sangat penting bagi beberapa kegiatan manusia, misalnya pertanian, untuk menentukan jenis tanaman dan pola tanam yang cocok pada suatu daerah; untuk kebutuhan perencanaan bangunan dalam melayani kebutuhan air pada suatu jenis tanaman dan lain-lain (Singal, 2017).

2. TINJAUAN PUSTAKA

Evapotranspirasi

Evaporasi adalah proses pertukaran molekul air di permukaan menjadi molekul uap air di atmosfer melalui kekuatan panas. Evaporasi dapat terjadi pada sungai, laut, danau, reservoir (permukaan air bebas), dan permukaan tanah. Sedangkan transpirasi adalah proses penguapan pada tumbuhan, lewat sel-sel stomata. Faktor-faktor yang mempengaruhi transpirasi adalah faktor meteorologis terutama matahari, jenis tumbuhan, dan jenis tanah.

Evapotranspirasi atau evaporasi total adalah peristiwa evaporasi dan transpirasi yang terjadi bersamaan. Evapotranspirasi potensial adalah evaporasi yang terjadi apabila tersedia cukup air untuk memenuhi pertumbuhan optimum. Sedangkan evapotranspirasi sesungguhnya adalah evaporasi yang terjadi sesungguhnya, dengan kondisi pemberian air seadanya. Evapotranspirasi dapat dihitung dengan beberapa metode, diantaranya adalah metode Thornthwaite dan metode Blaney-Criddle.

Thornthwaite

Metode Thornthwaite mendekati laju evaporasi potensial dengan menggunakan indeks panas bulanan, terutama sekali untuk tanaman-tanaman yang rapat dan pendek. Perhitungan evaporasi dengan metode Thornthwaite dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 1. (Triatmodjo, 2008).

$$I = \sum_{m=1}^{12} \left(\frac{T_m}{5} \right)^{1.514} \quad (1)$$

$$a = 675 \cdot 10^{-9} I^3 - 771 \cdot 10^{-7} I^2 + 179 \cdot 10^{-4} \cdot I + 0.492 \quad (2)$$

$$ET_{\text{bulan}} = 1.62 \left(\frac{10 \cdot T_m}{I} \right)^a \quad (3)$$

$$ET_{\text{koreksi}} = ET_{\text{bulanan}} \cdot \text{faktor koreksi} \quad (4)$$

Keterangan.

ET_{bulan} = Evaporasi potensial bulanan (cm)

T_m = Temperatur bulanan rerata ($^{\circ}\text{C}$)

I = Indeks panas tahunan

Blaney-Criddle

Metode Blaney-Criddle untuk memperkirakan evaporasi potensial (penggunaan konsumtif = *consumptive use*), ditemukan dalam studi eksperimen di Amerika Barat dengan berbagai tanaman. Ditemukan bahwa evapotranspirasi bervariasi sesuai dengan keadaan temperatur, lamanya penyinaran matahari atau siang hari, kelembapan udara yang dibutuhkan oleh berbagai tanaman. Hubungan ini dinyatakan dalam Persamaan 4. (Widjaya dan Adidarma, 1993).

$$U = K \cdot \sum \frac{T \cdot P}{100} \quad (5)$$

Keterangan.

U = *Consumptive use (inch)* selama pertumbuhan tanaman

K = Koefisien empiris dari *consumptive use* yang tergantung pada tipe dan lokasi tanaman

P = Presentasi jumlah jam penyinaran matahari per bulan dalam 1 tahun (%)

T = Temperatur rata-rata bulanan (°F)

Dari Persamaan diatas dapat diturunkan rumus evapotranspirasi potensial untuk tanaman ALFALFA (satuan metrik) adalah sebagai berikut.

$$PET (mm) = K \cdot p \cdot (0,4572 \cdot t + 8,128) \quad (6)$$

Keterangan.

T = Temperatur rata-rata bulanan (°C)

Untuk kondisi dan rumus diatas, Blaney & Criddle menyarankan memberi koefisien

K = 0,80 untuk daerah pantai

K = 0,85 untuk daerah kering

(diharapkan nilai koef 0,75 cocok untuk daerah tropis dengan tanaman alfalfa).

3. METODOLOGI PENELITIAN

Data yang dipakai pada penelitian ini adalah data temperatur harian 3 (tiga) kabupaten yang dicatat oleh stasiun Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) dan data lokasi koordinat masing-masing stasiun BMKG tersebut, lokasi ketiga stasiun tersebut ditunjukkan pada **Gambar 1** dengan keterangan kabupaten Manggarai barat (1), kabupaten Sikka (2), dan kabupaten Flores Timur (3). Data-data tersebut didapatkan dari situs resmi BMKG. Data yang didapatkan tidak sepenuhnya lengkap sehingga perlu dilakukan pengisian data. Untuk melakukan pengisian data maka perlu dicari terlebih dahulu berapa nilai persentase data yang hilang. Bila data yang hilang sedikit, maka data yang hilang bisa langsung diisi dari rata-rata data yang tersedia di stasiun tersebut. Setelah data lengkap kemudian dilakukan perhitungan nilai evapotranspirasi. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan 2 metode, yaitu metode Blaney-Criddle dan Thornthwaite. Hasil yang didapatkan dari kedua metode tersebut kemudian dibandingkan dan ditunjukkan nilai minimum dan maksimumnya setiap bulan.



Gambar 1. Peta Lokasi Stasiun BMKG di Pulau Flores

4. HASIL PERHITUNGAN

Pengisian data

Dari hasil perhitungan persentase data yang hilang diketahui persentase data temperatur yang hilang pada stasiun Sikka sebesar 10,18%, stasiun Flores Timur 3,989%, dan stasiun Manggarai Barat 1,316% dari total data, sehingga data temperatur yang hilang diisi dari rata-rata temperatur pada bulan di stasiun tersebut yang tersedia.

Thornthwaite

Contoh perhitungan evapotranspirasi Thornthwaite

- Menghitung I sesuai dengan persamaan 1.

$$I = \sum_{n=1}^{12} \left(\frac{T_m}{5}\right)^{1.514}$$

$$I = \left(\frac{26,761}{5}\right)^{1.514} + \left(\frac{27,468}{5}\right)^{1.514} + \left(\frac{27,568}{5}\right)^{1.514} + \dots + \left(\frac{28,084}{5}\right)^{1.514}$$

$$I = 160,758$$

- Menghitung a dengan persamaan 2.
 $a = 674 \cdot 10^{-9} \cdot I^3 - 771 \cdot 10^{-7} \cdot I^2 + 179 \cdot 10^{-4} \cdot I + 492 \cdot 10^{-3}$
 $a = 674 \cdot 10^{-9} \cdot 160,758^3 - 771 \cdot 10^{-7} \cdot 160,758^2 + 179 \cdot 10^{-4} \cdot 160,758 + 492 \cdot 10^{-3}$
 $a = 4,177$

- Menghitung ET bulanan dengan persamaan 3.

$$ET = 1,62 \cdot \left(\frac{10 T_m}{I}\right)^a$$

$$ET = 1,62 \cdot 10 \cdot \left(\frac{26,761}{160,758}\right)^{4,177}$$

$$ET = 136,167 \text{ mm}$$

- Menghitung ET koreksi dengan persamaan 4.

$$ET_{\text{koreksi}} = 136,167 \cdot 1,075$$

$$ET_{\text{koreksi}} = 146,317 \text{ cm}$$

Blaney-Cridle

Contoh perhitungan evapotranspirasi Blaney-Cridle

- PET dapat dihitung berdasarkan persamaan 6.

$$PET \text{ (mm)} = K \cdot p (0,4572 t + 8,128)$$

$$PET = 0,85 \cdot 8,755 (0,4572 \cdot 26,761 + 8,128)$$

$$PET = 151,531 \text{ mm}$$

Tabel 1. Evapotranspirasi Rata-rata Bulanan Menggunakan Metode Blaney-Cridle dan Thornthwaite

Bulan	Blaney-Cridle (mm)			Thornthwaite (mm)		
	Sikka	Flores Timur	Manggarai Barat	Sikka	Flores Timur	Manggarai Barat
Januari	154,719	154,498	153,915	162,995	163,148	159,338
Februari	137,498	137,34	136,885	137,899	137,607	135,75
Maret	149,678	149,287	148,288	159,607	156,891	151,335
April	143,456	143,34	140,886	160,396	158,938	143,3
Mei	145,837	146,121	142,965	162,824	163,551	143,415
Juni	136,845	137,743	134,95	137,812	142,277	126,349
Juli	141,272	141,596	138,76	135,192	135,75	121,36
Agustus	143,809	143,23	140,564	139,671	134,962	121,583
September	144,914	143,378	141,491	159,698	149,55	138,581
Oktober	155,8	155,29	152,52	197,453	193,652	171,756
November	155,076	155,237	152,641	207,043	210,292	186,215
Desember	157,914	158,03	156,806	185,287	187,949	177,59

Tabel 2. Evapotranspirasi Maksimum dan Minimum Menggunakan Metode Blaney-Criddle

Bulan	Thornthwaite (mm)					
	Sikka		Flores Timur		Manggarai Barat	
	Minimum	Maksimum	Minimum	Maksimum	Minimum	Maksimum
Januari	146,233	201,463	145,000	191,000	140,068	185,417
Februari	118,069	161,364	122,000	164,000	122,428	159,036
Maret	140,005	193,316	139,614	181,433	137,062	177,138
April	130,217	205,821	140,214	195,159	116,660	166,461
Mei	145,110	202,180	130,402	192,853	117,981	164,833
Juni	114,547	177,467	121,693	160,511	114,463	143,658
Juli	110,248	173,560	117,095	158,577	107,937	136,939
Agustus	117,156	180,516	116,102	158,798	103,322	138,129
September	131,743	191,056	64,165	183,540	102,365	212,541
Oktober	163,652	232,211	154,881	226,821	146,199	188,136
November	178,550	238,518	176,802	235,772	159,435	203,320
Desember	137,619	260,532	152,733	224,128	159,652	211,669

Tabel 3. Evapotranspirasi Maksimum dan Minimum Menggunakan Metode Thornthwaite

Bulan	Thornthwaite (mm)					
	Sikka		Flores Timur		Manggarai Barat	
	Minimum	Maksimum	Minimum	Maksimum	Minimum	Maksimum
Januari	146,233	201,463	145,000	191,000	140,068	185,417
Februari	118,069	161,364	122,000	164,000	122,428	159,036
Maret	140,005	193,316	139,614	181,433	137,062	177,138
April	130,217	205,821	140,214	195,159	116,660	166,461
Mei	145,110	202,180	130,402	192,853	117,981	164,833
Juni	114,547	177,467	121,693	160,511	114,463	143,658
Juli	110,248	173,560	117,095	158,577	107,937	136,939
Agustus	117,156	180,516	116,102	158,798	103,322	138,129
September	131,743	191,056	64,165	183,540	102,365	212,541
Oktober	163,652	232,211	154,881	226,821	146,199	188,136
November	178,550	238,518	176,802	235,772	159,435	203,320
Desember	137,619	260,532	152,733	224,128	159,652	211,669

Berdasarkan hasil perhitungan evapotranspirasi yang diperlihatkan pada **Tabel 1**, nilai evapotranspirasi dari 3 (tiga) kabupaten dari metode Thornthwaite lebih tinggi dari metode Blaney-Criddle. Kabupaten Manggarai Barat memiliki nilai evapotranspirasi yang lebih kecil bila dibandingkan dengan kabupaten Sikka dan Flores Timur. Berdasarkan **Tabel 2**, nilai evapotranspirasi dengan metode Blaney-Criddle paling besar terjadi di bulan Desember. Sedangkan berdasarkan **Tabel 3**, nilai evapotranspirasi dengan metode Thornthwaite memiliki nilai paling besar di bulan

Desember untuk kabupaten Sikka dan Manggarai barat, sedangkan untuk Kabupaten Flores Timur terjadi di bulan November.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan perhitungan evapotranspirasi dengan menggunakan kedua metode yang disajikan dalam penelitian ini, dengan satu parameter meteorologi, Thornthwaite menghasilkan nilai yang lebih besar. Dalam perencanaan pemenuhan kebutuhan air bersih di daerah semi kering seperti Pulau Flores, maka nilai tersebut lebih dianjurkan untuk digunakan. Hal ini dilakukan untuk mengantisipasi kemungkinan jumlah air yang tersedia lebih kecil dibandingkan dengan kebutuhan air. Dengan demikian, peluang kegagalan memenuhi kebutuhan air di pulau tersebut dapat menjadi lebih kecil.

6. DAFTAR REFERENSI

- Badan Pusat Statistik Nusa Tenggara Timur (2017). *Provinsi Nusa Tenggara Timur dalam Angka*. Badan Pusat Statistik Nusa Tenggara Timur.
- Cole, S. dan Muslin M. (2015). *For the Worry of Water: Water, Women and Tourism in Labuan Bajo. Equality in Tourism*. <http://equalityintourism.org/for-the-worry-of-water-water-women-and-tourism-in-labuan-bajo/>
- Singal, R. Z. (2017). *Studi Pengembangan Peta Evapotranspirasi Potensial dengan Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk Wilayah Jawa Timur*. Skripsi. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Gomez, D. G. (2019). *Sikka Darurat Kekeringan BPBD Salurkan Air Bersih untuk Warga Nele*. suarasikka.com/2019/07/25/sikka-darurat-kekeringan-bpbd-salurkan-air-bersih-untuk-warga-nele.
- Krisnayanti, dkk (2018). "Analisis Nilai Koefisien Limpasan Permukaan pada Embung Kecil di Pulau Flores Bagian Timur." *Jurnal Sumber Daya Air* Vol. 14 No.2, November 2018: 125 – 140
- Triatmodjo, Bambang. (2008). *Hidrologi Terapan*. Beta Offset Yogyakarta, Yogyakarta.
- Widjaya, Joyce Martha dan Wanny Adidarma. (1993). *Mengenal Dasar-dasar Hidrologi*. Nova. Bandung.