

Geomedia

Majalah Ilmiah dan Informasi Kegeografian

Geomedia Vol. 21 No. 1 Tahun 2023 | 10 – 18

<https://journal.uny.ac.id/index.php/geomedia/index>

Analisis evapotranspirasi pada Waduk Bening di SubDAS Brantas

Muhammad Denzel Religi^{1*}, Nina Nila Ziyana Cholidah², Risky Rena Anggia Sari³,
Vischawafiq Azizah⁴, Ferryati Masitoh⁵, Fajar Setiawan Yuliano

Universitas Negeri Malang, Jl. Semarang No. 5 Malang, Jawa Timur, Indonesia

¹muhammad.denzel.1907226@students.um.ac.id*; ²nina.nila.1907226@students.um.ac.id;

³risky.rena.1907226@students.um.ac.id; ⁴vischawafiq.azizah.1907226@students.um.ac.id;

⁵ferryati.masitoh.fis@um.ac.id

*korespondensi penulis

Informasi artikel	A B S T R A K
<p><i>Sejarah artike</i></p> <p>Diterima : 22 Desember 2021</p> <p>Revisi : 9 Februari 2023</p> <p>Dipublikasika : 30 Mei 2023</p> <p>n</p> <p>Kata kunci:</p> <p>Evapotranspirasi</p> <p>Suhu Udara</p> <p>Penyinaran Matahari</p>	<p>Besaran nilai evapotranspirasi dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti suhu, ketinggian, jenis tanaman, letak lintang, lama penyinaran matahari, curah hujan dan faktor cuaca yang lain (faktor yang berada dalam parameter yang ada). Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui nilai evapotranspirasi di Waduk Bening di kawasan DAS Widias. Persamaan metode yang digunakan dalam perhitungan evapotranspirasi estimasi evaporasi yaitu Metode Thornwaite, Metode Blaney Criddle, Metode Blaney Criddle Modifikasi, Metode Turc Lungbein, Metode Penman-FAO, Metode Hargreaves, dan Metode Cristainsen. Hasil nilai dalam perhitungan evapotranspirasi pada semua persamaan metode perhitungan mengalami kenaikan dan distribusi nilainya berbeda-beda serta cenderung meningkat menjelang akhir tahun. Berdasarkan perhitungan menggunakan metode thornwaite evapotranspirasi untuk wilayah Kawasan Waduk Bening tertinggi terjadi pada bulan Oktober dengan nilai 2,31 cm/bulan. Sedangkan untuk nilai evapotranspirasi terendah terjadi di bulan juni dengan nilai 2,02 cm/bulan. Hal ini disebabkan pemanasan global yang terjadi dan kecenderungan rata-rata suhu tahunan yang mengalami kenaikan.</p>
<p>Keywords:</p> <p>Evapotranspiration</p> <p>Air Temperature</p> <p>Sunlight</p>	<p>A B S T R A C T</p> <p>The amount of evapotranspiration is influenced by several factors, such as temperature, altitude, type of plant, latitude, length of sunlight, rainfall and other weather factors (factors that are within the existing parameters). The purpose of this study was to determine the evapotranspiration value in the Bening Reservoir in the Widias watershed area. The equation of the methods used in the calculation of evapotranspiration estimation of evaporation are Thornthwaite Method, Blaney Criddle Method, Modified Blaney Criddle Method, Turc Lungbein Method, Penman-FAO Method, Hargreaves Method, and Cristainsen Method. The results of the value in the calculation of evapotranspiration for all equations of the calculation method have increased and the distribution of values varies and tends to increase towards the end of the year. Based on calculations using the thornthwaite evapotranspiration method for the Bening Reservoir area, the highest occurred in October with a value of 2.31 cm/month. Meanwhile, the lowest evapotranspiration occurred in June with a value of 2.02 cm/month. This is due to global warming that is</p>

occurring and the tendency for the annual average temperature to increase.

Pendahuluan

Evaporasi adalah sebuah proses penguapan air dari permukaan tanah, air, serta bentuk permukaan lainnya yang bukan vegetasi oleh proses fisika (Yulianti, 2015). Evaporasi dikukur dengan melakukan perbandingan terhadap jumlah air yang diukur di antara dua waktu yang berbeda. Transpirasi adalah proses penguapan air ke udara dari permukaan vegetasi (Hutagaol, 2019). Aspek-aspek yang mempengaruhi laju transpirasi adalah radiasi matahari dan terbuka atau tertutupnya pori-pori (Kiswanto dan Putra, 2012). Evapotranspirasi merupakan jumlah total air yang dikembalikan lagi ke atmosfer yang berasal dari badan air, permukaan tanah, serta vegetasi yang disebabkan karena adanya pengaruh faktor iklim serta fisiologis dari vegetasi (Julia, 2015). Faktor terjadinya vegetasi antara lain adalah radiasi matahari, tekanan udara, suhu, kapasitas air dalam tanah, kecepatan angin, dan udara (Fibriana et al., 2018). Transpirasi dipengaruhi oleh radiasi matahari, suhu, gradien tekanan udara, dan kecepatan angin.

Di daerah aliran sungai yang didalamnya tumbuh tanaman juga akan mengalami penguapan, baik transpirasi ataupun penguapan dari permukaan tanah (Brata dan Nelisty, 2008). Kedua hal tersebut tercakup dalam definisi evapotranspirasi (Allen et al., 2007). Ada beberapa macam jenis evapotranspirasi, antara lain adalah evapotranspirasi potensial, evapotranspirasi standar, evaporasi aktual, dan evaporasi tanaman (Fitriati et al., 2015). Apabila jumlah air yang tersedia tidak menjadi faktor pembatas, maka evapotranspirasi yang terjadi akan menjadi kondisi yang maksimal dan kondisi itu dikatakan sebagai evapotranspirasi potensial tercapai (Fibriana et al., 2018). Di wilayah yang kering, evapotranspirasi sangat dipengaruhi oleh jumlah curah hujan. Evapotranspirasi yang tersebut disebut dengan evapotranspirasi aktual.

Evapotranspirasi adalah salah satu komponen penting dalam perhitungan kebutuhan air. Perhitungan evapotranspirasi merupakan hal yang sulit ditentukan secara pasti. Dalam perhitungan evapotranspirasi

© 2023 Muhammad Denzel Religi dkk. All Right Reserved
terdapat berbagai metode baik pengukuran secara langsung maupun dengan menggunakan perhitungan (Manik et al., 2012). Studi ini akan dilakukan menggunakan data sekunder dengan beberapa metode, yaitu: Metode Thornwaite, Metode Blaney Criddle, Metode Blaney Criddle Modifikasi, Metode Turc Lungbein, Metode Penman-FAO, Metode Hargreaves, dan Metode Cristainsen.

Dalam perhitungan evapotranspirasi, waduk merupakan media yang dapat digunakan karena waduk adalah suatu tempat (kolam) besar pada permukaan tanah yang berfungsi untuk menyimpan air yang digunakan guna persediaan kebutuhan air pada suatu wilayah. Waduk secara prinsipnya adalah menyimpan atau menampung air pada saat debit air tinggi, dan digunakan saat debit rendah. Umumnya air waduk bersumber dari aliran permukaan dan air hujan. Salah satu waduk yang mendapat suplai air dari DAS Widas adalah Waduk Bening. Waduk Bening memiliki kapasitas bruto sebesar 37, juta m³, kapasitas efektif 33 juta m³. Waduk Bening memiliki fungsi utama, antara lain untuk pertanian, pengendali banjir, dan tenaga air. Waduk Bening juga memiliki arti penting bagi pariwisata dan perikanan. Maka dari itu, tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui nilai evapotranspirasi di Waduk Bening di kawasan DAS Widas.

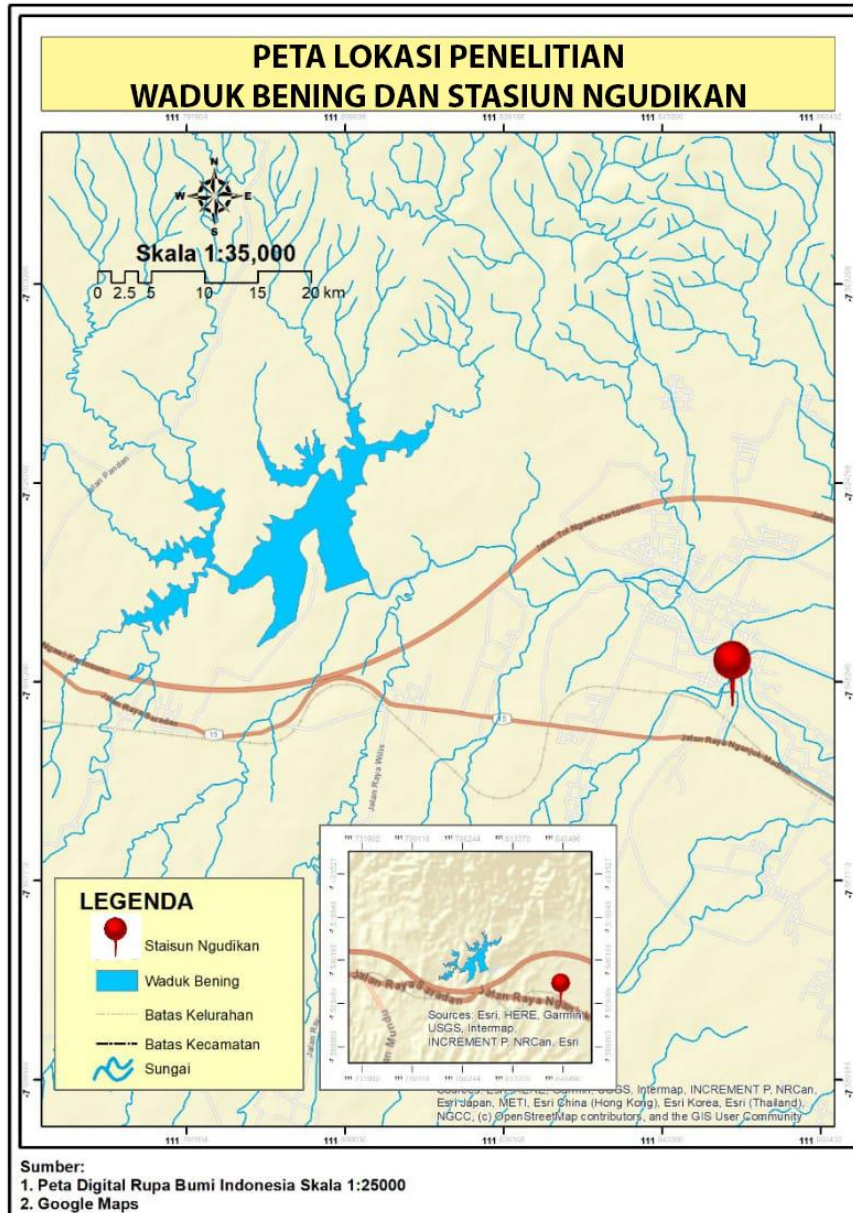
Metode

Penelitian ini dilakukan di kawasan Waduk Bening yang terletak di Kecamatan Saradan, Kabupaten Madiun, Provinsi Jawa Timur (Gambar 1). Waduk Bening juga disebut sebagai Waduk Widas karena terbentuk dari pembendungan sungai Widas, bagian dari sub DAS Brantas yang berhulu di Gunung Wilis. Waduk Widas berlokasi di area Perum Perhutani Kesatuan Pemangkuan Hutan (KPH) Waduk Widas yang dikelilingi oleh Gunung Wilis Madiun dan Gunung Pandan Bojonegoro. Pemilihan Lokasi penelitian didasari oleh sering terjadinya banjir di wilayah hulu karena kurangnya tampungan di Waduk Widas, selain itu juga disebabkan karena sedimentasi yang tinggi, serta kekeruhan yang tinggi (Kasiyanti

et al., 2013). Waduk sebagai pengaturan waktu irigasi dan juga pengelolaan sumberdaya air.

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Data yang digunakan merupakan data sekunder. Data sekunder diperoleh dari Giovanni dan Power Data Access NASA serta Website Dinas Pekerjaan Umum

Sumber Daya Air Provinsi Jawa Timur. Analisis data menggunakan perhitungan estimasi evaporasi dengan beberapa metode Thornwaite, Blaney-Cridde, Blaney-Cridde Modifikasi, Turc-Lungbein, Penman-FAO, Hargreaves, dan Cristiansen.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Tahap pengolahan data sekunder dilakukan menggunakan Microsoft Excell. Pada analisis data, perhitungan estimasi evaporasi guna pengukuran evapotranspirasi dilakukan dengan ketujuh metode yang dipaparkan dalam modul praktikum. Secara matematis, metode estimasi evaporasi dalam

perhitungan evapotranspirasi dengan ketujuh metode adalah sebagai berikut:

Secara matematis, metode Thornthwaite dapat dilihat pada persamaan 1 dan 2 berikut ini.

$$PET = 1,6 \left(\frac{10.T}{I} \right)^a \dots\dots\dots(1)$$

$$a = 675.10^{-9}.I^3 - 771.10^{-7}.I^2 + 1792.10^{-5}.I + 0,49239 \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

PET = Evapotranspirasi potensial bulanan (cm/bulan)

T = temperature udara rata-rata per bulan (°C)

i = indeks panas (tn/5)^{1,514} (lihat lampiran)

tn = temperature rata-rata bulanan

I = ΣI (jumlah I dalam satu tahun)

a = koefisien yang tergantung tempat

tn= temperatur rata-rata dalam bulan ke-n

Karena banyaknya hari tidak sama, sedangkan jam penyinaran matahari yang diterima adalah berbeda menurut musim dan jaraknya dari khatulistiwa, maka PET harus disesuaikan dengan persamaan 3 berikut ini:

$$PE = PET \frac{s.Tz}{30.12} \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan:

S = jumlah hari dalam bulan

Tz = jumlah jam penyinaran rerata per hari

Nilai perbandingan $\frac{s.Tz}{30.12}$ dapat dilihat pada tabel.

Metode Blaney Criddle dilakukan dengan menggunakan persamaan 4 sedangkan Blaney Criddle Modifikasi dengan persamaan 5.

$$U = K \frac{T.P}{100} \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan:

U = consumptive use (inch) selama pertumbuhan tanaman

K = koefisien empiris yang tergantung pada tipe dan lokasi tanaman

P = Persentase jumlah jam penyinaran matahari per bulan dalam satu tahun (lihat tabel)

T= temperatur rerata bulanan (°F)

$$K = \frac{P(45.7t+813)}{100} \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan:

U= transpirasi bulanan (mm) t = suhu udara rata-rata bulanan (°C)

$$K = Kt . Kc Kt = 0,311t + 0,24$$

Kc = Koefisien tanaman bulanan (dekat daerah pantai/laut) (lihat tabel)

P = persentase jam siang bulanan dalam setahun (lihat tabel)

Metode Turc Lungbein menggunakan persamaan 6 berikut ini.

$$E = \frac{P}{\sqrt{0,9 + \left(\frac{P^2}{Eo^2}\right)}} \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan:

E = evaporasi aktual (mm/tahun)

P = hujan tahunan

T = suhu tahunan

$$Eo = evaporasi air permukaan = 325 + 21T + 0,9T^2 \dots(7.7)$$

Perhitungan Evaporasi dengan Metode Penman-FAO ditunjukkan oleh **Tabel 1** berikut ini.

Tabel 1. Alur Perhitungan Evaporasi Metode Penman-FAO Modifikasi Menurut Smith

No	Uraian	
1	Jumlah Hari	
2	Suhu Bukanan Rata-Rata (T rerata)	oC
3	Kelembabapan Relatif Rata-Rata (RH rerata)	%
4	Kecepatan Angin Rata-Rata (Urerata)	m/det
5	Kecerahan Matahari Rata-Rata (n/N)	%
6	Tekanan uap jenuh (es)	kPa
7	Tekanan uap actual (ea)	KPa
8	Kemiringan kurva tekanan uap air terhadap temperatur (d)	kPa/ oC
9	Panas laten untk penguapan (L)	MJ/kg
10	Radiasi ekstra terestrial (Ra)	mm/hari
11	Radiasi global (Rs)	MJ/m2/hari
12	Konstanta Stefan-Bplzman (b)	MJ/M2/K-4/hari
13	Temperatur udara (Tk)	oK
14	Intensitas radiasi gelombang panjang (Rb)	MJ/M2/hari
15	Albedo (a)	
16	Radiasi Bersih (Rn)	MJ/M2/hari
17	Konstanta psikometrik (t)	kPa/ oC
18	Kv	
19	Evapotranspirasi potensial (ETo)	mm/hari
20	Evapotranspirasi potensial (ETo)	mm

Metode Penman dapat digunakan untuk melakukan perhitungan evapotranspirasi dengan menambahkan faktor permukaan (r_s) serta tahanan aerodinamik (r_a) persamaan tersebut terdapat parameter penentu pertukaran energi serta memiliki hubungan dengan fluks bidang tanaman. Prosedur analisis adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 es &= 0,611 \exp[17,27 T / (T + 237,3)] \\
 ea &= es \times RH \\
 d &= \frac{4089 \times es}{(T + 237,3)^2} \\
 L &= 2,501 - (2,361 \times 10^{-3})T \\
 R_s &= Ra(0,25 + 0,50n/N) \\
 b &= 4,90 \times 10^{-9} \\
 T_k &= 273,15 + T \\
 R_b &= b \times T_k^4 \times (0,34 - 0,14 \cdot ea/0.5) \times (0,10 \\
 &\quad + 0,90 n/N) \\
 R_n &= R_s (1 - a) - R_b \\
 ET_{o_{day}} &= K_v \times \left\{ \left(\frac{d \cdot R_n / L}{d + t(1 + 0,34U)} \right) \right. \\
 &\quad \left. + t \left[\frac{(900/T_k)U(es - ea)}{d + t(1 + 0,34U)} \right] \right\} \\
 ET_o &= ET_{o_{day}} \times \text{jumlah hari}
 \end{aligned}$$

Metode Hargreaves dan Samani menentukan evapotranspirasi acuan (ET_o) banyak digunakan di daerah dengan data iklim yang terbatas. Metode ini menggunakan basis data radiasi, dengan persamaan 7 berikut.

$$E = 17,4 \cdot D \cdot T_c \cdot F_H \cdot F_w \cdot F_s \cdot F_E \dots \dots \dots (7)$$

- E** = Evapotranspirasi (mm/bulan)
- D** = monthly day time coefficient (lihat tabel excell)
- T_c** = temperatur udara bulanan rata-rata (oC)
- F_H** = $0,59 - 0,55H_n/2$
- F_w** = $0,75 + 0,00255\sqrt{wkd}$
- F_s** = $0,478 + 0,58S$
- F_E** = $0,950 + 0,0001E$
- H_n** = kelembaban relatif bulanan rata-rata pada tengah hari (%)
- wkd** = kecepatan angin rata-rata pada ketinggian 2 m di atas permukaan tanah (km/hari)
- S** = penyinaran matahari bulanan rata-rata dalam (n/N) (%)
- E** = elevasi (m)

Selanjutnya metode Christiansen dilakukan dengan persamaan 8 berikut.

$$Ev = 0,473 \cdot HC \dots \dots \dots (8)$$

Keterangan:

Ev = evapotranspirasi potensial (mm/hari)
H = radiasi matahari di atmosfer diubah ke dalam, mm air yang diuapkan, dapat dicari dengan

Tabel Radiasi Matahari
C = koefisien yang besarnya = **CT.CH.CU.CS.CE.CM**(8.14)

$$CT = \text{Koef. Temperatur} = 0,393 + 0,5592 \left(\frac{T_c}{20} \right) + 0,0476 \left(\frac{T_c}{20} \right)^2 \dots \dots (8.15)$$

$$CH = \text{koef. kelembaban} = 1,25 + 0,348 \left(\frac{H_n}{40} \right) + 0,12 \left(\frac{H_n}{40} \right)^2 - 0,0218 \left(\frac{H_n}{40} \right)^4 \dots (8.16)$$

$$CU = \text{koef. Angin} = 0,708 + 0,3276 \left(\frac{U}{96,56} \right) - 0,036 \left(\frac{U}{96,56} \right)^2 \dots (8.17)$$

$$CS = \text{koef. Penyinaran matahari} = 0,542 + 0,64 \left(\frac{S}{80} \right) - 0,4992 \left(\frac{S}{80} \right)^2 + 0,3174 \left(\frac{S}{80} \right)^3 \dots (8.18)$$

$$CE = \text{koef. Elevasi} = 0,97 + 0,03 \left(\frac{E}{304,88} \right) \dots (8.19)$$

T_c = temperatur udara harian rata-rata (°C)
default option 20 °C

U = kecepatan angin (km/jam), *default option 96,56 km/jam*

H_n = kelembaban relatif rata-rata yang diukur pada pukul 11.00 dan pukul 17.00, *default option 80%*

CM = koef. Tanaman bulanan

Hasil dan pembahasan

Evapotranspirasi adalah proses perpindahan air dari permukaan bumi ke atmosfer dalam hal tersebut termasuk evaporasi air serta tanah dan transpirasi melalui perpindahan panas laten persatuan area (Labeledzki, 2011). Jika jumlah air yang ada tidak menjadi faktor pembatas maka evapotranspirasi yang terjadi dapat mencapai kondisi maksimal serta kondisi tersebut merupakan evapotranspirasi potensia. evapotranspirasi potensial dapat terjadi jika pasokan air tidak terbatas bagi stomata maupun permukaan tanah (Pereira dan Pruitt, 2004).

Pendugaan evapotranspirasi merupakan faktor penting dalam kejadian hidrometeorologi. evapotranspirasi dipengaruhi banyak faktor oleh karena itu pengukuran evapotranspirasi yang dilakukan secara langsung tidak mudah, dan perlu dikembangkannya banyak model pendugaan (Manik et al., 2012). evapotranspirasi dapat diukur dengan menggunakan suatu metode perhitungan atau secara langsung. Pengukuran evapotranspirasi secara langsung dapat dilakukan dengan alat lysimeter atau panci evaporasi sedangkan beberapa metode pendugaan yang dikembangkan adalah metode Thornwaite, Blaney-Criddle, BlaneyCriddle Modifikasi, Turc-Lungbein, Penman-FAO, Hargreaves, dan Cristiansen (Hansen et al., 1992).

Informasi mengenai nilai dari perhitungan evapotranspirasi dengan meninjau estimasi evaporasi menggunakan kawasan Waduk Bening atau Waduk Widas sangat cocok dilakukan karena pada kawasan Waduk Widas sering terjadi banjir dikarenakan tampungan Waduk masih kurang, kekeruhan tinggi, dan sedimentasi tinggi (Kasiyanti et al., 2013). Waduk Widas luasnya adalah 570 Ha yang terletak di desa Pajaran, kecamatan Saradan Kabupaten Madiun Jawa Timur. Waduk ini merupakan waduk serbaguna dengan fungsi menjadi sumber air minum, pariwisata, perikanan budidaya dan perikanan tangkap. Namun fungsi utamanya sebagai irigasi persawahan yang mempunyai luas 9.120 Ha, serta sebagai pembangkit tenaga listrik sebesar 650 KW. Waduk Widas terbentuk karena terjadinya pembendungan sungai Widas (Kali Bening) yang merupakan bagian dari Sub DAS Brantas, bermata air dari Gunung Wilis.

terbatasnya jumlah stasiun pengukuran di area Waduk menyebabkan informasi untuk menduga nilai evapotranspirasi juga terbatas, dan menyebabkan hasil pendugaan evapotranspirasi secara temporal dan spasial juga terbatas. Oleh karenanya, studi mengenai estimasi atau nilai evapotranspirasi suatu waduk sangat diperlukan. Berbagai metode estimasi evapotranspirasi telah dikembangkan untuk menghasilkan nilai evapotranspirasi yang akurat. Metode fisik yang kompleks terdapat lebih banyak metode yang diperlukan

oleh karena itu metode tersebut memiliki kesesuaian dengan kondisi iklim yang bervariasi. Tetapi metode tersebut diperlukan data meteorologi yang sangat detail serta seringkali tidak tersedia di stasiun meteorologi.

Perhitungan evapotranspirasi dengan memanfaatkan data satelit sudah banyak dikembangkan namun terdapat permasalahan yaitu kebutuhan tambahan input data meteorologi yang tidak tersedia dari stasiun. Contoh dari penggunaan satelit MODIS, tanpa adanya inputan dari data stasiun hasil penelitian menunjukkan kombinasi metode estimasi secara empiris dengan data satelit menyediakan alternatif untuk memperoleh informasi nilai evapotranspirasi berkelanjutan secara spasial dan temporal.

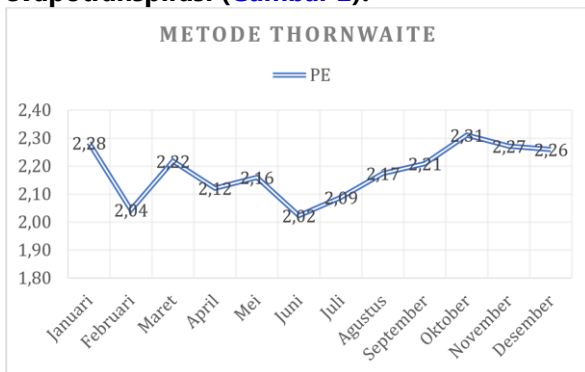
Metode Thornthwaite

Dalam perhitungan evapotranspirasi menggunakan thornthwaite yang dibutuhkan hanya suhu udara. Hal tersebut tentunya sangat memudahkan perhitungan evapotranspirasi pada wilayah yang memiliki data iklim yang tidak lengkap. namun perhitungan metode thornthwaite kurang baik digunakan di wilayah yang memiliki data iklim yang lengkap, karena faktor terjadinya evapotranspirasi potensial tidak hanya menggunakan suhu udara, namun juga dipengaruhi faktor iklim lainnya seperti radiasi matahari, kecepatan angin, kelembaban udara, suhu, serta lama penyinaran matahari (Jensen et al., 1990).

Perhitungan evapotranspirasi dengan metode Thornwaite dilakukan di kawasan Waduk Bening atau Widas. Waduk Bening memiliki pencatatan data cuaca yang memadai sehingga dimungkinkan untuk melakukan perhitungan data melalui pengujian dengan metode Thornwaite.

Berdasarkan hasil yang diperoleh dapat dilihat estimasi evapotranspirasi untuk wilayah Kawasan Waduk Bening tertinggi terjadi pada bulan Oktober dengan nilai 2,31 cm/bulan. Sedangkan untuk nilai evapotranspirasi terendah terjadi di bulan juni dengan nilai 2,02 cm/bulan. Nilai evapotranspirasi pada kawasan Waduk Bening mengalami kenaikan yang terjadi dari bulan Juni hingga Januari. Hal ini dapat terlihat dari distribusi frekuensi nilai

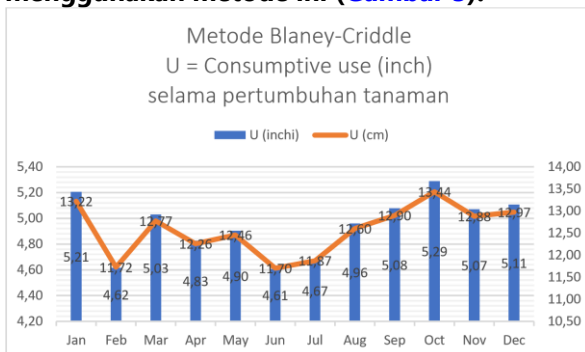
evapotranspirasinya lebih bervariasi yang artinya nilai temperatur udara rata-rata per bulan dan indeks panas suatu tempat cukup bervariasi. Nilai evapotranspirasi mengalami penurunan di bulan Januari ke Februari, dengan nilai yang cukup signifikan yaitu 2,04 cm/bulan. Hal ini dapat dipengaruhi oleh posisi penyinaran matahari pada garis lintang dimana gerak semu ini memiliki jarak paling dekat dengan permukaan bumi sehingga banyaknya penyinaran matahari mempengaruhi terhadap banyaknya nilai variabel-variabel perhitungan evapotranspirasi (**Gambar 2**).



Gambar 2. Nilai PE Metode Thornwaite

Metode Blaney-Criddle

dalam metode ini perhitungan evapotranspirasi potensial diperlukan beberapa data iklim. Data yang digunakan antara lain adalah kecepatan angin, kelembaban udara, dan suhu udara. metode ini adalah metode yang sangat baik untuk digunakan untuk pendugaan evapotranspirasi karena data iklim yang digunakan lebih kompleks. namun di wilayah yang memiliki data yang kurang lengkap belum bisa untuk menggunakan metode ini (**Gambar 3**).



Gambar 3. Nilai Consumtive use Metode Blaney-Criddle

Metode Blaney Criddle merupakan metode perhitungan evapotranspirasi yang memperhitungkan nilai koefisien empiris

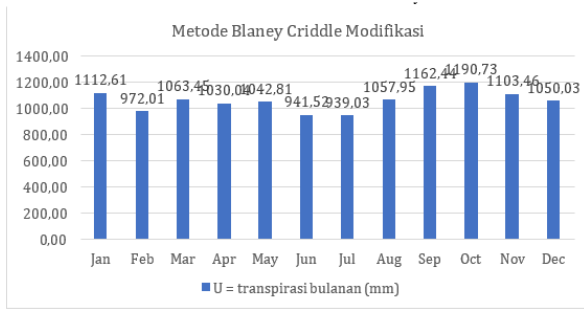
tumbuhan, lama penyinaran matahari bulanan dan temperatur rata-rata bulanan. Metode Blaney Criddle merupakan metode yang paling sederhana untuk melakukan perhitungan evapotranspirasi, karena metode ini berdasar pada perubahan suhu di suatu wilayah. Metode ini banyak digunakan di daerah beriklim semi arid dan arid (kering). Rumus ini berlaku pada daerah yang luas dengan iklim yang kering dan sedang, rumus ini banyak digunakan di Indonesia dan digunakan untuk memperkirakan kebutuhan air tanaman. Berdasarkan grafik 3.2 diketahui nilai evapotranspirasi bulanan tertinggi pada bulan Oktober (13,44 cm/bulan). Sedangkan, nilai evapotranspirasi bulanan terendah pada bulan Februari (11,72 cm/bulan).

Nilai evapotranspirasi ini dipengaruhi oleh suhu udara dan lama penyinaran matahari (letak lintang). Nilai evapotranspirasi cenderung rendah di awal tahun dan mulai naik ketika menuju akhir tahun atau bahkan hingga satu dua bulan pertama awal tahun. Nilai evapotranspirasi cenderung tinggi pada bulan-bulan musim kemarau dan rendah pada musim penghujan.

Metode Blaney-Criddle Modifikasi

Jika pada metode sebelumnya, Blaney-Criddle menggunakan satuan inchi hingga cm per bulan, maka untuk Blaney-Criddle Modifikasi menggunakan satuan mm per bulan. Hal ini dilakukan untuk memudahkan proses data atau menghimpun data base. Metode ini sesuai dengan namanya merupakan modifikasi dari metode Blaney Criddle. Metode ini dalam perhitungannya memperhatikan nilai koefisien empiris tumbuhan, lama penyinaran matahari bulanan dan temperatur rata-rata bulanan. Berdasarkan grafik 3.3 diketahui nilai evapotranspirasi bulanan tertinggi pada bulan Oktober (1190 mm/bulan). Sedangkan, nilai evapotranspirasi bulanan terendah pada bulan Juli (939,03 mm/bulan). Nilai evapotranspirasi ini dipengaruhi oleh suhu udara dan lama penyinaran matahari (letak lintang). Nilai evapotranspirasi metode blaney criddle modifikasi per bulan cenderung mengalami penurunan menuju akhir tahun. Hal ini karena penyinaran matahari paling dekat

dan kuat terjadi pada kuartir akhir tahun. Perhatikan **Gambar 4**.



Gambar 4. Nilai Consumtive Modifikasi

Metode Turc-Lungbein

Metode Turc dalam penentuan evapotranspirasi potensial didasarkan atas data-data curah hujan dan limpasan dari beratus ratus daerah pengaliran sungai di seluruh dunia. Pada metode ini dihasilkan dari percobaan neraca air pada 254 daerah aliran sungai. Metode Turc merupakan metode yang mudah serta memiliki persamaan empiris dengan keakuratan yang tinggi untuk melakukan perhitungan evapotranspirasi. data yang digunakan dalam metode ini adalah suhu udara, kelembaban udara, dan radiasi matahari. Nilai evapotranspirasi tahunan 1289 mm/tahun. Perhatikan **Tabel 2**.

Tabel 2. Nilai Evapotranspirasi Metode Turc-Lungbein

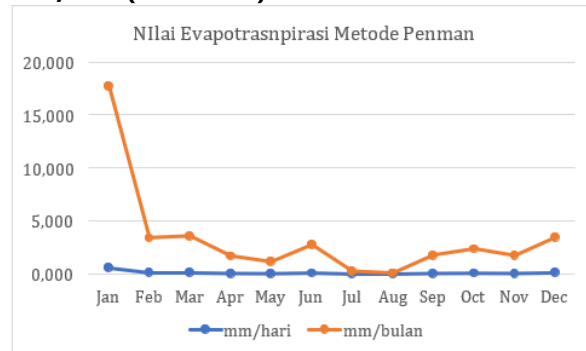
P	P ²	T	T ²	E _o	E _o ²	P ² /E
242	5870	26	686,	149	22310	o ²
2,97	81,69	,2	964	3,67	73,04	2,63
6	7	1	1	8	2	138
						5
E						
128						
9,37						

Sumber: Olah Data Penulis (2021)

Metode Penman-FAO

Hasil analisis menunjukkan bahwa puncak nilai tertinggi evapotranspirasi melalui metode Penman berada pada bulan Januari sebesar 0,57 mm./hari. Uap air yang ada di atmosfer dipengaruhi oleh suhu serta kelembaban relatif. pada suhu yang sama dengan kelembaban relatif yang rendah dimungkinkan terjadinya evapotranspirasi yang besar. Pada pengujian laju evapotranspirasi metode Penman, estimasi bulan yang mengalami evapotranspirasi

terendah berada pada bulan Agustus 0,002 mm/hari (**Gambar 5**).

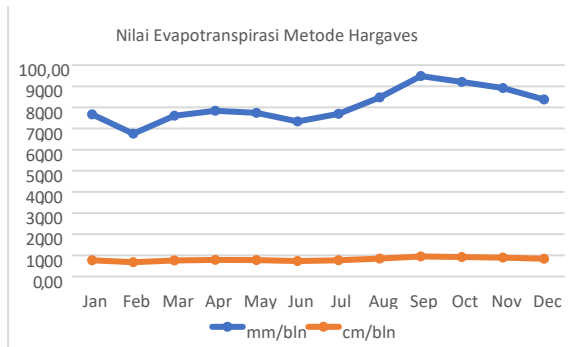


Gambar 5. Nilai Evapotranspirasi Metode Penman

Metode Hargreaves

Metode ini merupakan metode yang mudah untuk melakukan pendugaan evapotranspirasi potensial. metode ini memiliki keakuratan yang tinggi untuk digunakan dalam perhitungan evapotranspirasi. data yang digunakan dalam metode ini adalah suhu udara, penyinaran matahari, dan radiasi matahari. Pada kawasan Waduk Bening, metode ini dapat digunakan untuk perhitungan evapotranspirasi di Waduk Bening, karena data yang dibutuhkan sudah tersedia..

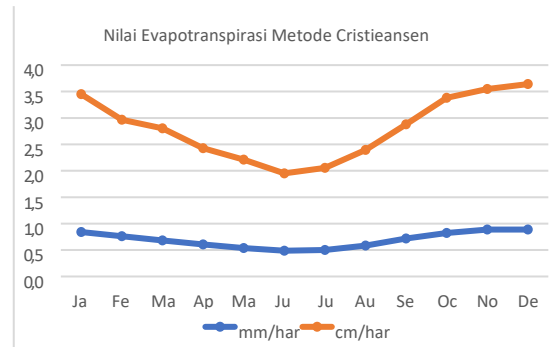
Metode Hargreaves juga salah salah satu metode untuk mengukur evapotranspirasi potensial. Metode Hargreaves dan Samani menentukan evapotranspirasi acuan (E_o) banyak digunakan di daerah dengan data iklim yang terbatas. Metode ini menggunakan basis data radiasi Berdasarkan grafik 3.6, diketahui nilai evapotranspirasi bulanan tertinggi pada bulan September (9,5 mm/bulan). Sedangkan, nilai evapotranspirasi bulanan terendah pada bulan Februari (6.8 mm/bulan). Nilai perubahan evapotranspirasi ini dipengaruhi oleh variasi suhu bulanan dimana nilai evapotranspirasi semakin menurun walau tidak terlalu signifikan hingga akhir tahun. Hasil analisis dengan metode ini ditunjukkan oleh **Gambar 6**.



Gambar 6. Nilai Evapotranspirasi Metode Hargaves

Metode Christiansen

Metode Christiansen digunakan dalam memperkirakan evapotranspirasi potensial berdasarkan data suhu, lama penyinaran, kecepatan angin, kelembaban relatif, dan elevasi wilayah studi. Hasil perhitungan metode ini menunjukkan nilai evapotranspirasi potensial maksimum sebesar 8.8 mm/hari pada bulan November. Evapotranspirasi minimum terjadi Juni tahun sebesar 4.9 mm/hari. Secara umum apabila dilihat pada fluktuasi angka evapotranspirasi pada setiap bulannya, kejadian evapotranspirasi minimum hingga menengah pada bulan-bulan musim kemarau yaitu dari bulan Maret – Agustus yang memiliki nilai Evapotranspirasi kurang dari 6.9 mm/hari sedangkan evapotranspirasi menengah hingga tinggi terjadi pada bulan September – Januari dengan rentang nilai mulai dari 7,1 – 9 mm/hari. Nilai Evapotranspirasi dipengaruhi oleh radiasi matahari yang diserap oleh atmosfer yang semakin tinggi suhu maka semakin rendah kandungan uap airnya. Selain itu, tekanan udara dan kecepatan angin merupakan aspek yang berpengaruh terhadap terjadinya penguapan karena kecepatan angin yang tinggi dapat menyebabkan terjadinya turbulensi udara dan hal tersebut mengakibatkan air yang menguap semakin banyak. Pada bulan September memiliki suhu 28,21 °C menghasilkan evapotranspirasi cenderung tinggi sebesar 8.8 mm/hari atau 27 cm/bulan. Perhatikan Gambar 7 berikut ini.



Gambar 7. Nilai Evapotranspirasi Metode Christiansen

Metode Thornthwaite, Blaney Criddle, Hargreaves, memiliki metode yang berbeda dalam melakukan perhitungan evapotranspirasi potensial. dalam setiap metode untuk perhitungan evapotranspirasi memiliki perbedaan data yang dibutuhkan. semua metode adalah metode yang baik serta layak untuk digunakan untuk melakukan perhitungan evapotranspirasi. wilayah dengan data iklim yang kurang lengkap dapat menggunakan metode yang memerlukan data yang sedikit seperti Metode Thornthwaite. Untuk daerah yang data iklimnya lengkap, lebih baik menggunakan metode Thornwaite, BlaneyCriddle, Blaney-Criddle Modifikasi, Turc-Lungbein, Penman-FAO, Hargreaves, dan Cristiansen hal tersebut dikarenakan dengan menggunakan tersebut dapat diketahui laju evapotranspirasi potensial yang diketahui dari data-data iklim di wilayah tersebut. Penggunaan metode tertentu di suatu wilayah dapat digunakan untuk membandingkan satu metode dengan metode lain yang terbaik digunakan untuk melakukan pendugaan evapotranspirasi.

Simpulan

Nilai Evapotranspirasi pada Kawasan Waduk Bening bervariasi menurut metode perhitungannya. Metode Penman menghasilkan nilai evapotranspirasi paling rendah. Sedangkan metode Turc Langbein menghasilkan nilai evapotranspirasi tahunan. Nilai evapotranspirasi pada semua metode perhitungan mengalami kenaikan dimana nilai evapotranspirasi mendekati akhir tahun di beberapa metode mengalami fluktuasi walau tidak terlalu signifikan. Hal ini disebabkan karena pemanasan global dan kecenderungan

kenaikan rata-rata suhu tahunan. Metode-metode tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing dimana penggunaannya disesuaikan dengan tujuan analisis pengolahan data.

Referensi

- Allen, R. G., Tasumi, M., Morse, A., Trezza, R., Wright, J. L., Bastiaanssen, W., ... & Robison, C. W. (2007). Satellitebased energy balance for mapping evapotranspiration with internalized calibration (METRIC)— Applications. *Journal of irrigation and drainage engineering*, 133(4), 395-406.
- Brata, K. R., & Nelistya, A. (2008). Lubang resapan biopori. *Niaga Swadaya*.
- Fibriana, R., Ginting, Y. S., Ferdiansyah, E., & Mubarak, S. (2018). Analisis Besar Atau Laju Evapotranspirasi pada Daerah Terbuka. *Agrotekma: Jurnal Agroteknologi dan Ilmu Pertanian*, 2(2), 130-137.
- Fitriati, U., Novitasari, N., Rusdiansyah, A., & Rahman, A. (2015). Studi Imbangan Air Pada Daerah Irigasi Pitap. *Cantilever: Jurnal Penelitian dan Kajian Bidang Teknik Sipil*, 4(1).
- Hansen, V. E., Israelen, W. O., & Stringham, G. E. (1992). *Dasar-dasar dan Praktek Irigasi Edisi ke Empat*. Terjemahan EP Tachyan dan Soetjipto. Jakarta: Erlangga.
- Hutagaol, R. R. (2019). *Pengaruh Hutan Dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Deepublish.
- Jensen, M. E., Burman, R. D., & Allen, R. G. (1990). *Evapotranspiration and irrigation water requirements*. ASCE.
- Julia, H. (2015). Optimasi Model Hidrologi Mock Daerah Tangkapan Air Waduk Sempor. *AGRIUM: Jurnal Ilmu Pertanian*, 18(3).
- Kasiyanti, J., Nugroho, H., & Dwijoyanto. (2013). *Kajian penanggulangan banjir kali Widas Kabupaten Nganjuk Provinsi Jawa Timur*. Tesis. Program Studi Magister Pengelolaan Sumber DayaAir. Institut Teknologi Bandung.
- Kiswanto, D. I., & Putra, E. T. S. (2012). Pertumbuhan dan hasil jagung (*Zea mays* L.), kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.), dan jahe (*Zingiber officinale* var. *officinale*) pada sistem agroforestri jati di zona ledok wonosari, Gunung Kidul. *Vegetalika*, 1(3), 78-94.
- Labeledzki, L. (Ed.). (2011). *Evapotranspiration. BoD—Books on Demand*.
- Manik, T. K., Rosadi, R. B., & Karyanto, A. (2012). Evaluasi metode Penman-Monteith dalam menduga laju evapotranspirasi standar (ET₀) di dataran rendah Propinsi Lampung, Indonesia. *Jurnal Keteknikan Pertanian*, 26(2).
- Pereira, A. R., & Pruitt, W. O. (2004). Adaptation of the Thornthwaite scheme for estimating daily reference evapotranspiration. *Agricultural water management*, 66(3), 251-257.
- Yulianti, A. (2015). *Prototype Alat Pengolahan Air Laut Menjadi Air Minum (Pengaruh Variasi Packing Filter Terhadap Kualitas Air Dengan Analisa Do, Salinitas, Dan Konduktivitas)* (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Sriwijaya).