

Analisis Evapotranspirasi Air Sungai Progo Di Bendung Kamijoro

Analysis of the Availability of Progo River Water at Kamijoro Dam

Muhamad Tangguh Agung Prayuda, Puji Harsanto.

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Abstrak. Bendung Kamijoro terletak di Dusun Kamijoro Sendang Sari, Pajangan, Bantul. Bangunan *intake* beserta jaringan irigasinya dibangun oleh pemerintah Belanda pada tahun 1924. Bendung dan jaringan ini dirancang untuk mampu mensuplesi jaringan irigasi sawah seluas 2370 Ha. Bangunan Pengambilan (*intake*) Kamijoro terletak di sisi kiri Kali Progo. Bangunan Pengambilan ini dialirkan mulai dari pintu *intake* melalui pintu trowongan sepanjang 1,8 km. Dari waktu ke waktu kondisi *intake* kamijoro mengalami permasalahan degradasi dan agradasi yang mengakibatkan pengendapan yang menutupi pintu *intake*. Penyiapan kebutuhan Air Irigasi untuk lahan tanaman padi menentukan kebutuhan maksimum air irigasi. Faktor-faktor yang menentukan besarnya kebutuhan air untuk penyiapan lahan tergantung dari besarnya penjenuhan lahan, lama pengolahan tanah dan besarnya evaporasi serta perlokasi. Pada kajian ini menggunakan metode *Penman Modifikasi* dan Metode *Thornthwaite* untuk membandingkan masing-masing hasil dari kedua metode tersebut mana yang lebih baik digunakan. Berdasarkan hasil dari penelitian untuk Kebutuhan Air yang didapat dengan metode *Penman* pada Nilai Evapotranspirasi (ETo) terbesar adalah pada bulan oktober sebesar 5.03 mm/hari, sedangkan nilai evapotranspirasi terkecil terjadi pada bulan juni sebesar 3.52 mm/hari. Adapun kebutuhan air yang ditinjau dengan metode *Thornthwaite* dan didapat nilai evapotranspirasi terbesar pada bulan maret sebesar 4.74 mm/hari sedangkan nilai terkecil terjadi pada bulan November sebesar 4.11 mm/hari.

Kata-kata kunci: Ketersediaan Air, *Penman Modifikasi*, *Thornthwaite*, evapotranspirasi

Abstract. *Bendung Kamijoro is located in Dusun Kamijoro Sendang Sari, Pajangan, Bantul. The intake building along with its irrigation network was built by the Dutch government in 1924. The dam and network is designed to be able to supply a network of 2370 Ha irrigation fields. Kamijoro Intake Building is located on the left side of Progo River. This retrieval building is flowed starting from the intake door through a 1.8 km long trow gate. From time to time, our intake condition has experienced degradation and agradation problems which resulted in the deposition of the intake door. Preparation of Irrigation water needs for rice plant land determines the maximum demand for irrigation water. Factors determining the amount of water needed for land preparation depend on the size of the land saturation, the length of the soil processing and the amount of evaporation and percolation. In this study using the Penman Modification method and the Thornthwaite Method to compare each of the results of which two methods are better used. Based on the results of the research for the Water Requirement obtained by Penman method on the largest Evapotranspiration (ETo) value was in October of 5.03 mm / day, while the smallest evapotranspiration value occurred in Juny at 3.52 mm / day. The water requirement is reviewed by Thornthwaite method and obtained the largest evapotranspiration value in March at 4.74 mm / day while the smallest value occurred in November at 4.11 mm / day.*

Keywords: *Water Availability, Penman Modification, Thornthwaite, evapotranspiration.*

1. Pendahuluan

Bendung Kamijoro terletak di Dusun Kamijoro, Desa Sendang Sari, Pajangan, Bantul. Bangunan *intake* beserta jaringan irigasinya ini dibangun oleh pemerintah Belanda pada tahun 1924. Bendung dan jaringan ini dirancang sedemikian rupa sehingga dapat mengairi D.I Jigutan dan mampu mesuplesi D.I. Kebonangan. Interkoneksi dari dua daerah irigasi ini yang dinamakan D.I Pijenan. Jaringan irigasi Pijenan ini mengairi sawah seluas 2.370 Ha yang terdiri atas daerah irigasi (DI) Jigutan dibagian hulu seluas 296 Ha dan DI Kebonangan dibagian hilir seluas 2.074 Ha. penurunan muka air.

Dari waktu ke waktu kondisi *intake* kamijoro mengalami permasalahan degradasi dan agradasi. Pada saat suplai sedimen dari hulu kali progo melimpah maka dasar sungai mengalami kenaikan sedangkan pada saat pengambilan pasir sedimen berlebih maka akan terjadi penurunan muka air.

Pada saat ini kondisi sedimen di kali progo relatif banyak sehingga mengakibatkan kenaikan dasar sungai, air irigasi memang dapat masuk ke *intake* namun ternyata diikuti juga oleh sedimen yang masuk kedalam bagian pemasukan *intake* di hulu pintu. Oleh karena itu tidak ada pembilasan maka mengakibatkan pengendapan yang menutupi pintu *intake*. Permasalahan penutupan sedimen di muka mulut *intake* Kamijoro ini adalah permasalahan klasik yang belum terselesaikan sejak puluhan tahun silam.

Adapun Metode atau kajian yang digunakan dalam analisis ini menggunakan Metode *Penman Modifikasi* dan Metode *Thornthwaite*. data-data yang harus dipersiapkan untuk dapat menghitung dengan Metode *Penman Modifikasi* antara lain : Data suhu udara, Data penyinaran matahari, Data kelembapan udara, Data kecepatan angin, sedangkan pada metode *Thornthwaite* data yang diperlukan adalah data Suhu udara saja. Oleh karena itu tujuan dari penelitian ini adalah bertujuan untuk membandingkan metode mana yang lebih baik digunakan.

Tujuan dari penelitian ini adalah dapat menganalisis hasil perhitungan kebutuhan air irigasi menggunakan metode *Penman Modifikasi* dan *Thornthwaite*.

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan pemecahan masalah-masalah yang terjadi di bendung tersebut, selain itu penelitian ini juga bisa sebagai rujukan untuk peneliti lain untuk rujukan yang akan melaksanakan penelitian sehingga peneliti lain dapat menjadikannya acuan atau sumber informasi terkait. Penelitian ini juga diharapkan mampu memberikan masukan kepada Dinas Pekerjaan Umum Bidang Sumber Daya Air Kulonprogo dalam meningkatkan ketersediaan air sesuai dengan kebutuhan masyarakat.

2. Tinjauan Pustaka

Perumahan yang lebih baik tentang proses dalam suatu DAS, dapat membantu para analisis tentang apa yang harus dilakukan dengan data yang ada untuk proses pengalihragaman data masukan menjadi hasil (*output*) yang diharapkan . Dalam perumusan suatu model cara yang umum dilakukan untuk memahami sistem adalah identifikasi dan klarifikasi sistem, pendekatan masalah, perlakuan terhadap suatu parameter sistem dan penelaahan lebih jauh perilaku parameter dan variabel yang terkait (Brotowiryatmo,1993).

Air merupakan sumber daya yang esensial dan sangat dibutuhkan oleh makhluk hidup khususnya manusia dan bumi menjadi planet yang memiliki kehidupan yang ada dalam tata surya, apabila terdapat air. serta dapat dianalisis tiap permasalahannya (Kodoartie dan Sjarief, 2010)

Permasalahan dalam menganalisis hampir selalu ditemukan, misalkan pada daerah aliran sungai (DAS), semakin banyaknya wilayah terbangun DAS maka akan mempengaruhi kualitas karakteristik hidrologi karena proses peresapan air permukaan menjadi air tanah terganggu, ini berakibat pada tingginya aliran permukaan dan tingginya aliran sungai yang menyebabkan terjadinya banjir, selain itu juga akan mempengaruhi debit aliran sungai pada musim kemarau dan kualitas air sungai akan menurun, oleh karena

itu perlu dibangun suatu modifikasi seperti bangunan bendung (Suarna, 2008)

Bendung merupakan bangunan air yang dibangun dengan suatu kelengkapan yang dibangun secara melintang terhadap sungai atau sudetan yang sengaja dibuat untuk meningkatkan taraf muka air atau meningkatkan tinggi terjun, sehingga air dapat disadap dan dialirkan secara gravitasi ketempat yang dituju. Untuk memenuhi kebutuhan irigasi secara efektif dan optimal perlu dilakukan rehabilitasi, pompanisasi dan revitalisasi (Mawardi dan Memed, 2002)

Menurut Priyonugroho, (2014), irigasi adalah salah satu cara bagaimana ketersediaan, pengaturan, dan pembangunan yang diperlukan air irigasi untuk menunjang keperluan pertanian yang meliputi, irigasi rawa, irigasi pompa, irigasi permukaan irigasi air bawah tanah, serta irigasi tambak. Sehingga kebutuhan air irigasi dapat terpenuhi dengan baik.

Adapun beberapa faktor yang dapat mempengaruhi ET (kebutuhan air tanaman) antara lain : radiasi matahari, suhu udara, kelembaban udara, dan kecepatan angin. Dengan adanya beberapa faktor tersebut bahwa pengelolaan sistem irigasi dapat berhasil jika didukung dengan irigator (juru pintu) sebagai pengatur air secara tepat jumlahnya dan waktunya. Perangkat lunak dan keras sebagai faktor pendukungnya yang dimaksud adalah peraturan perundang-undangan dan bangunan air sebagai pengatur dan pengukurannya, dan aktivitas (adanya kegiatan pengelolaan disaluran irigasi dan dilahan pertanian) untuk kebutuhan irigasi (Nurrochmad, 1998)

Secara umum total dari ketersediaan air yang dapat dimanfaatkan kurang lebih sekitar 25% yakni untuk air baku untuk rumah tangga, untuk perkotaan, dan industri, serta penyediaan kebutuhan air irigasi (Kirmanto, 2012)

Kebutuhan air irigasi dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain, klimatologi, kondisi tanah, koefisien tanaman, pasokan air, pola tanam, efisiensi irigasi, luas wilayah irigasi, sistem golongan, serta jadwal tanam. Dalam

menentukan nilai atau hasil untuk memperoleh data, ada beberapa metode yang digunakan salah satunya metode “Penman Modifikasi” (Triadmodjo, 2008)

Metode *Penman Modifikasi*, *thornthwaite*, dan evaporasi panci adalah metode yang digunakan untuk menganalisis kebutuhan air berdasarkan data curah hujan, kelembaban, dan lain-lain, dari keempat metode tersebut metode penman yang terbaik karena memiliki angka koreksi terkecil. Sebaiknya stasiun yang memiliki data lengkap menggunakan pendekatan ini, dan yang belum lengkap memilih metode lain sesuai dengan ketersediaan data, karena semua metode diatas memiliki korelasi lebih dari 0.95 (Runtuwuu, Syahbudin, dan Pramudita, 2008)

Metode *Thornthwaite* menggunakan data suhu udara sebagai masukan untuk evapotranspirasi, sifat fisik tanah dan karakteristik penutupan lahan sebagai pemeroses (Pramono dan Adi, 2010)

Adapun untuk irigasi pada tanaman palawija yang diambil pada curah hujan efektif bulanan diambil dari analisis curah hujan efektif didasarkan pada 50% curah hujan tengah bulan dengan kemungkinan terpenuhi 50% (Tanga, 2007)

Selain itu yang menyebabkan lebih besarnya laju evapotranspirasi sangat dipengaruhi oleh faktor yang bersifat fisiologi pada tanaman pada tanaman dan unsur tanah serta ada beberapa faktor penting seperti 1. Faktor iklim yang mencakup : suhu, kelembaban, dan kecepatan angin, 2. Faktor Tanaman : jenis tanaman, derajat penutupannya, struktur tanaman, dan stadia perkembangannya hingga masak, 3. Faktor Tanah : kondisi tanah, aerasi tanah, dan kecepatan aliran tanah menuju akar tanaman. (Linsey dan Franzini, 1985)

Evapotranspirasi

Untuk kehidupan tanaman sering kita dengar dengan istilah evapotranspirasi atau kehilangan air, sebenarnya merupakan gabungan kata dari evaporasi dan transpirasi yang kemudian memiliki arti sebagai peristiwa kehilangan air dari jaringan tanaman dan permukaan tanah yang dipakai untuk

tumbuhnya tanaman (Hadisusanto, 2011 dalam Rakasani 2017). Eto adalah dimana kondisi evaporasi berdasarkan keadaan meteorologi sebagai berikut : temperatur, lama penyinaran (radiasi), kelembaban, angin. Untuk dapat menghitung nilai evapotranspirasi potensial (Eto) dengan metode penman modifikasi dan metode thornthwaite dapat dilihat dari rumus dibawah ini :

1. Metode Penman Modifikasi

$$Eto = c * \{ W * Rn + (1 - W) * f(U) * (ea - ed) \} \dots (2.1)$$

dimana :

Eto = Index Evapotranspirasi

c = Faktor penyesuaian kondisi akibat cuaca siang dan malam

W = faktor yang mempengaruhi penyinaran matahari

f(U) = Fungsi kecepatan angin

Rn = Radiasi penyinaran matahari dalam perbandingan penguapan atau radiasi matahari (mm/hari)

ed = Tekanan uap jenuh (mbar)

ea = Tekanan uap nyata (mbar)

Pada gambaran variabel-

variabel dan perhitungan

evapotranspirasi potensial menurut modifikasi terdapat uraian sebagai berikut:

1. Faktor pengganti/penyesuai kondisi akibat cuaca siang dan malam (c)

Karena iklim tidak selalu tetap maka metode Penman memberikan nilai koreksi (c) nilai faktor pendekatan (c) dapat dilihat dalam Tabel 2.1.

Tabel 2.1. *Adjustment factor/faktor koreksi (C) bulanan*

(Suroso, 2011 dalam Rakasani, 2017)

Bulan	C
Januari	1.1
Februari	1.1
Maret	1.0
April	0.9
Mei	0.9
Juni	0.9
Juli	0.9
Agustus	1.0
September	1.1
Oktober	1.1
November	1.1
Desember	1.1

a. Faktor yang mempengaruhi penyinaran matahari (W)

Faktor berat yang dapat mempengaruhi penyinaran matahari pada evapotranspirasi potensial. Untuk mencari nilai faktor yang mempengaruhi penyinaran matahari (W) adalah hubungan antara temperatur dengan ketinggian, selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Tabel nilai W untuk efek radiasi (Hadisusanto dalam Rakasai 2017)

Tabel 2.2 Tabel nilai W untuk efek radiasi (Hadisusanto dalam Rakasai 2017)

Temperatur (T) °C	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
Ketinggian (z) m										
0	0,43	0,46	0,49	0,52	0,55	0,58	0,61	0,64	0,66	0,69
500	0,44	0,48	0,51	0,54	0,57	0,60	0,62	0,65	0,67	0,70
1000	0,46	0,49	0,52	0,55	0,58	0,61	0,64	0,66	0,69	0,71
2000	0,49	0,52	0,55	0,58	0,61	0,64	0,66	0,69	0,71	0,73
Temperatur (T) °C										
Ketinggian (z) m										
0	0,71	0,73	0,75	0,77	0,78	0,80	0,82	0,83	0,84	0,85
500	0,72	0,74	0,76	0,78	0,79	0,81	0,82	0,84	0,85	0,86
1000	0,73	0,75	0,77	0,79	0,80	0,82	0,83	0,85	0,86	0,87
2000	0,75	0,77	0,79	0,81	0,82	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88

b. Tekanan uap jenuh (ea)

Nilai tekanan uap jenuh (ea) dipengaruhi oleh temperatur, untuk mencari nilainya menggunakan Tabel tekanan uap jenuh (ea) menurut temperatur udara rata-rata, dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3. Tekanan uap jenuh (ea) menurut temperatur udara rata-rata

Tabel 2.3 Tekanan uap jenuh (ea) menurut temperatur udara rata-rata

(Kebutuhan Air Tanaman, Departemen Pertanian, dalam Rakasani 2017)

Temperatur (°C)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ea (mbar)	6,1	6,6	7,1	7,6	8,1	8,7	9,8	10	10,7	11,5	12,3
Temperatur (°C)	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
ea (mbar)	13,1	14	15	16,1	17	18,2	19,4	20,6	22	23,4	24,9
Temperatur (°C)	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
ea (mbar)	26,4	28,1	29,8	31,7	33,6	35,7	37,8	40,1	42,4	44,9	47,6
Temperatur (°C)	33	34	35	36	37	38	39				
ea (mbar)	60,3	63,2	66,2	69,4	72,8	76,3	79,9				

c. Tekanan uap aktual (ed)

Menghitung tekanan uap aktual (ed) dapat diketahui dengan menggunakan persamaan 2.2.

$$ed = ea \cdot (RH/100) \dots \dots \dots (2.2)$$

dimana :

ed = Tekanan uap aktual (mbar)

ea = Tekanan uap jenuh (mbar)

RH = Telembaban udara (%)

Rn (Net Radiasi Equivalen Evaporasi)

Radiasi penyinaran matahari dalam perbandingan penguapan atau radiasi matahari bersih (mm/hari). Menghitung Rn dapat dilihat pada persamaan 2.3.

$$Rn = Rns - Rnl \dots \dots \dots (2.3)$$

dimana :

Rn = Penyinaran radiasi matahari (mm/hari)

Rns = Penyinaran matahari yang diserap oleh bumi (mm/hari)

Rnl = Padiasi yang dipancarkan oleh bumi (mm/hari)

Penyinaran matahari yang diserap oleh bumi (Rns)

Nilai Penyinaran matahari teoritis yang tergantung pada garis lintang (Ra), dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Tabel Extra Terrestrial Radiation Ra

(Hadisusanto dalam Rokasani 2017)

Lintang Utara °	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des
0	15	15,5	15,7	15,5	14,4	13,9	14,1	14,8	15,3	15,4	15,1	14,8
2	15,3	15,7	15,7	15,1	14,1	13,5	13,7	14,5	15,2	15,5	15,3	15,1
4	15,5	15,8	15,6	14,9	13,8	13,2	13,4	14,3	15,1	15,6	15,5	15,4
6	15,8	16	15,6	14,7	13,4	12,8	13,1	14	15	15,7	15,8	15,7
8	16,1	16,1	15,5	14,4	13,1	12,4	12,7	13,7	14,9	15,8	16	16
10	16,4	16,3	15,5	14,2	12,8	12	12,4	13,5	14,8	15,9	16,2	16,2
12	16,6	16,3	15,4	14	12,5	11,6	12	13,2	14,7	15,8	16,4	16,5
14	16,7	16,4	15,3	13,7	12,1	11,2	11,6	12,9	14,5	15,8	16,5	16,6
16	16,9	16,4	15,2	13,5	11,7	10,8	11,2	12,6	14,3	15,8	16,7	16,8
18	17,1	16,5	15,1	13,2	11,4	10,4	10,8	12,3	14,1	15,8	16,8	17,1
20	17,3	16,5	15	13	11	10	10,4	12	13,9	15,8	17	17,4
22	17,4	16,5	14,8	12,6	10,6	9,6	10	11,6	13,7	15,7	17	17,5
24	17,5	16,5	14,6	12,3	10,2	9,1	9,5	11,2	13,4	15,6	17,1	17,7
26	17,6	16,4	14,4	12	9,7	8,7	9,1	10,9	13,2	15,5	17,2	17,8
28	17,7	16,4	14,3	11,6	9,3	8,2	8,6	10,4	13	15,4	17,2	17,9
30	17,8	16,4	14	11,3	8,9	7,8	8,1	10,1	12,7	15,3	17,3	18,1

d. Untuk menghitung nilai penyinaran matahari yang diserap oleh bumi (Rns) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.4, sedangkan untuk menghitung nilai (Rs) dapat diketahui dengan persamaan 2.5.

$$Rns = (1-\alpha) \cdot Rn \dots \dots \dots (2.4)$$

$$Rs = \{0,25 + 0,5(n/N)\} \cdot Ra \dots \dots \dots (2.5)$$

dimana :

Rs = Penyinaran radiasi matahari ke bumi setelah dikoreksi (mm/hari)

Ra = Penyinaran matahari teoritis yang tergantung pada garis lintang (mm/hari) (Table 2.4)

n/N = Ration sunshine/intensitas penyinaran matahari (%)

n = Lama penyinaran matahari (jam/hari)

N = Lama penyinaran matahari menurut astronomi dalam suatu hari

Radiasi yang dipancarkan oleh bumi (Rnl)

Nilai koreksi akibat temperatur f(T), dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Tabel Pengaruh Temperatur Udara f(T) pada radiasi gelombang
(Hadisusanto dalam Rokasani 2017)

T (°C)	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
F(T)	11	11,4	11,7	12	12,4	12,7	13,1	13,5	13,8	14,2	14,6
T (°C)	22	24	26	28	30	32	34	36			
F(T)	15	15,4	15,9	16,3	16,7	17,2	17,7	18,1			

e. Fungsi kecepatan angin f(U)

$$f(U) = 0,27 \cdot (1 + U/100) \dots \dots \dots (2.9)$$

dimana :

f(U) = Fungsi kecepatan angin

U = Kecepatan angin pada ketinggian tertentu, selama 24 jam (km/jam)

1. Metode Thornthwaite

$$ET = 1.62 \left[\frac{10 \cdot TM}{I} \right]^a \dots \dots \dots (2.10)$$

$$I = \sum_{m=1}^{12} \left[\frac{TM}{5} \right]^{1.514} \dots \dots \dots (2.11)$$

$$ET = f \times E \dots \dots \dots (2.12)$$

dengan :

$$\alpha = 675 \times 10^{-9} I^3 - 771 \times 10^{-7} I^2 + 179 \times 10^{-4} I + 492 \times 10^{-3}$$

T_m = Temperatur bulanan rata – rata ($^{\circ}\text{C}$).

I = Indeks panas tahunan.

F = Koefisien penyesuaian hubungan antara jumlah jam dan hari terang berdasarkan lokasi.

3. Metode Penelitian

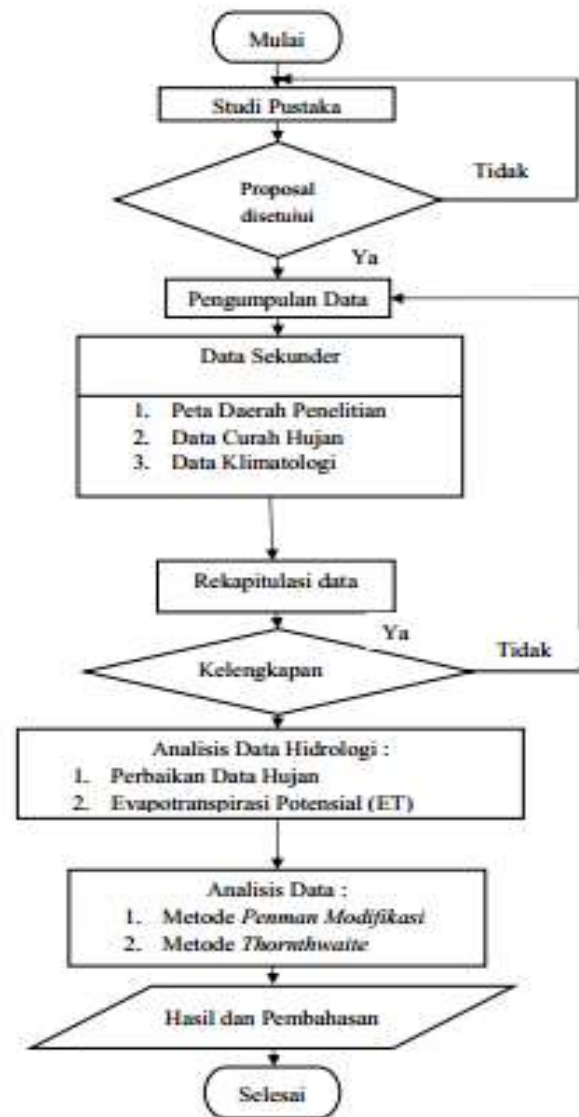
Lokasi Penelitian

Lokasi kegiatan penelitian ini berada di bagian selatan Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta yaitu di Kabupaten Bantul tepatnya di wilayah kerja Balai Besar Wilayah Sungai Serayu Opak yang memiliki kondisi klimatologi dalam kondisi iklim yang tropis dengan karakteristik suhu udara yang relatif tinggi pada musim kemarau dan kelembaban yang tinggi pada musim penghujan. Data klimatologi diambil dari stasiun terdekat dengan sungai progo yaitu stasiun klimatologi Wates yang terletak pada koordinat Koordinat 7 51' 23" LU BT Data klimatologi yang tersedia diambil 10 tahun, dari tahun 2004 – 2013.



Gambar 3.1 Lokasi Peta Penelitian

Adapun bagan alir dalam penelitian ini disajikan untuk mempermudah dalam proses melakukan Metode Penelitian, dapat dilihat pada gambar 3.2. :



Gambar 3.2 Bagan Alir Penelitian

Tahap Penelitian

Pelaksanaan penelitian dimulai dari mengumpulkan data-data, mempelajari studi pustaka serta mencari data-data pendukung dari berbagai referensi terkait penelitian ini agar dapat membahas masalah dan cara mengatasi masalah penelitian ini. Observasi awal dimulai dari meninjau data-data yang dibutuhkan dalam kajian dan menentukan lokasi kajian.

Pengumpulan keseluruhan data dalam penelitian ini merupakan pengumpulan data sekunder yang didapat dari dinas-dinas terkait yang kemudian dapat di rekapitulasi, kemudian data-data tersebut diproses dan di analisis, dalam proses analisis penelitian ini data tersebut dapat merekap, data tersebut meliputi data-data klimatologi, data curah hujan, data stasiun pengamatan hujan, data

skema jaringan dan data debit saluran saluran intake di daerah irigasi Kamijoro

Dalam menganalisis data untuk perhitungan evapotranspirasi menggunakan metode penman modifikasi dan Thornthwaite.

3.2. Data Penelitian

1. Peta Daerah Penelitian

Pada daerah penelitian diperlukan untuk mengetahui Daerah Aliran Sungai (DAS) kemudian ditinjau dalam penelitian yang bertujuan untuk mengetahui luasan daerah tangkapan kajian.

2. Data Curah Hujan

Data curah hujan diperlukan untuk mengetahui jumlah curah hujan dalam kurun waktu 2004 sampai 2013, pada daerah kajian terdapat stasiun wates yang digunakan karena dekat dengan kajian.

3. Data klimatologi

Data klimatologi dalam penelitian ini digunakan untuk mengetahui jumlah volume air yang hilang dikarenakan penguapan yang terjadi di permukaan lahan, yang meliputi permukaan tanah dan tanaman yang tumbuh di permukaan.

3.4. Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini dihitung secara manual dengan program *Microsoft excel 2010*.

4. Pembahasan dan Hasil

Evapotranspirasi

Evapotranspirasi adalah gabungan dari evaporasi dan transpirasi yang memiliki arti sebuah peristiwa kehilangan air dari jaringan tanaman dan permukaan tanah yang digunakan sebagai tempat tumbuh tanaman (Hadisusanto, 2011 dalam Rakasani 2017).

Perhitungan Evapotranspirasi dengan Metode Penman Modifikasi

a. Faktor pengganti akibat cuaca siang dan malam (c)

Faktor penyesuaian/pengganti untuk kondisi akibat siang dan malam (c) dilihat pada tabel 2.1, bila Usiang/Umalam tidak tersedia maka faktor penyesuaian dapat dilihat pada 2.1.

b. Faktor yang mempengaruhi akibat penyinaran matahari (W)

Untuk menghitung faktor penyesuaian yang mempengaruhi penyinaran matahari (W) digunakan persamaan 2.2, data yang dibutuhkan dalam tabel tersebut adalah data temperature dan ketinggian pada stasiun pengamatan.

Contoh perhitungan pada bulan february untuk menghitung nilai faktor penyesuaian tersebut adalah sebagai berikut :

1. Faktor penyinaran matahari (W) untuk temperature 27,2 °C pada ketinggian 50 m dpal.

$$Y = Y_1 - \frac{(X - X_1)}{(X_2 - X_1)} (Y_2 - Y_1)$$

$$W = 0.74 - \left(\frac{500 - 50}{500 - 0} \right) (0.74 - 0.73)$$

$$= 0.731$$

3. Nilai Uap Nyata (ea)

Untuk dapat menentukan nilai tekanan uap nyata (ea) persamaannya dapat dilihat pada tabel 2.3 dengan cara interpolasi.

Contoh perhitungan untuk Tekanan Uap Nyata (ea) dalam bulan february dengan temperature 27,2°C adalah sebagai berikut :

$$Y = Y_1 - \frac{(X - X_1)}{(X_2 - X_1)} (Y_2 - Y_1)$$

$$ea = 25.63 - \left(\frac{25.63 - 25.25}{26 - 25} \right) (33.6 - 31.7)$$

$$= 26.83 \text{ mbar}$$

4. Tekanan Uap Aktual (ed)

Untuk dapat menentukan nilai tekanan uap nyata (ea) dapat diketahui dengan melihat persamaan 2.2, dan contoh perhitungan dalam menghitung Tekanan Uap Nyata (ea) dalam bulan february adalah sebagai berikut :

$$ed = ea \times \left(\frac{RH}{100} \right)$$

$$ed = 26.83 \times \left(\frac{68.69}{100} \right)$$

$$= 18.43 \text{ mbar}$$

5. Nilai Rn atau Radiasi Equivalen Evaporasi

Contoh perhitungan untuk nilai radiasi penyinaran matahari dalam perbandingan penguapan terhadap radiasi matahari bersih pada bulan februari adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} R_n &= R_{ns} - R_{nl} \\ R_n &= 5,151 - 0,800 \\ R_n &= 4,351 \text{ mm/hari} \end{aligned}$$

6. Menghitung nilai Penyinaran yang diserap oleh bumi (Rns)

Contoh perhitungan nilai penyinaran yang diserap oleh bumi (Rns) pada bulan februari adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} &= (1 - 0,25) \times 6,86 \\ &= 5,15 \text{ mm/hari} \end{aligned}$$

7. Menghitung nilai radiasi yang dipancarkan oleh bumi (Rnl) dapat dihitung dengan rumus dibawah ini :

Untuk contoh perhitungan radiasi yang dipancarkan oleh bumi (Rnl) pada bulan februari adalah sebai berikut :

$$\begin{aligned} R_{nl} &= f(T) \times f(ed) \times f(n/N) \\ R_{nl} &= 16,17 \times 0,122 \times 0,404 \\ R_{nl} &= 0,800 \text{ mm/hari} \end{aligned}$$

8. Menghitung nilai koreksi akibat temperature f(T)

Nilai f(T) untuk koreksi akbiat temperature dihitung dengan cara interpolasi, contoh perhitngan interpolasi f(T) pada bulan februari adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Y &= Y_1 - \frac{(X - X_1)}{(X_2 - X_1)} (Y_2 - Y_1) \\ F(T) &= 15,9 - \left(\frac{26 - 25,15}{26 - 24} \right) (15,9 - 15,4) \\ &= 15,69 \end{aligned}$$

9. Nilai koreksi terhadap tekanan udara f(ed) Perhitungan koreksi akibat tekanan udara f(ed) dapat dilihat pada

tabel 4.1. contoh hitungan kita ambil pada bulan februari adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} f(ed) &= 0,33 - (0,044\sqrt{ed}) \\ f(ed) &= 0,33 - 0,044\sqrt{22,30} \\ f(ed) &= 0,122 \end{aligned}$$

10. Fungsi kecepatan angin f(U)

Perhitungan untuk menghitung kecepatan angin f(U) untuk bulan februari adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} f(U) &= 0,27(1+U/100) \\ f(U) &= 0,27(1+27,12/100) \\ f(U) &= 0,343 \end{aligned}$$

Nilai index evapotranspirasi pada bulan februari yang dihitung dengan persamaan 2.1 adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} E_{to} &= c * \{ W * R_n + (1 - W) * f(U) * (e_a - e_d) \} \\ E_{to} &= 1,1 \times \{ 0,699 \times 4,351 + (1 - 0,699) \times 0,301 \times (13,306) \} \\ E_{to} &= 4,915 \text{ mm/hari} \end{aligned}$$

Setelah dilakukan semua perhitungan dari data-data yang didapat kemudian dilampirkan kedalam dalam tabel untuk mempermudah melihatnya.

Tabel 4.1. Hasil Analisis Perhitungan *Penman Modifikasi*

No	Uraian	Kategori	Satuan	Bulan											
				Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sept	Oktr	Nov	Des
1	Ketebalan (Z)	Das	%	69,69	61,76	48,58	39,76	47,33	48,33	51,11	61,76	66,11	65,77	65,69	61,54
2	Temperatur (T)	Das	°C	25,6	27,3	27,3	27,3	27,3	27,3	27,1	27	27,3	27,3	27	25,6
3	Kecepatan Angin (U)	Das	km/hari	27,36	27,12	26,96	26,84	19,2	22,04	19,2	22,06	22,06	22,06	22,6	21,96
4	Lama Penyinaran Matahari (n/N)	Das	%	40,10	33,86	41,42	40,12	27,73	34,42	33,67	27,32	40,47	42,12	31,58	32,58
5	Angin Rendah (a)	mm/h	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
6	Tekanan Uap (e) mm (e)	Tabel 2.1.	mm	11,39	16,11	16,32	16,11	16,22	16,22	15,91	15,7	16,32	16,11	15,7	15,75
7	Tekanan Uap (e) mm (e)	(P) (10)	mm	7,33	22,3	17,84	16,32	17,37	17,32	16,32	14,36	14,01	22,73	22,42	17,92
8	(e-d)	(P) (7)	mm	3,07	15,81	16,86	17,76	16,62	16,77	17,32	11,94	12,31	12,36	12,25	10,77
9	Faktor Kecepatan Angin (U)	(0,27) * (1+100)	km/hari	0,34	0,34	0,34	0,33	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,34	0,32
10	Faktor Penyinaran Matahari (F)	Lempitan	mm/hari	0,695	0,765	0,701	0,696	0,702	0,702	0,691	0,69	0,702	0,696	0,695	0,647
11	Koreksi di non-steady (F _a)	Lempitan	mm/hari	16,27	16,37	15,87	14,86	15,22	15,37	15,17	14,34	14,72	16,07	15,77	16,17
12	Koreksi pada tanah (F _s)	(0,15-0,15)/(100/11)	mm/hari	7,40	6,88	7,22	6,69	6,63	6,48	6,34	7,6	7,34	7,88	6,48	6,68
13	(F _a) koreksi akibat evaporasi	Lempitan	mm/hari	15,8	16,17	16,19	16,17	16,19	16,19	16,12	16,12	16,19	16,17	16,12	16,17
14	(F _s) koreksi akibat tekanan udara	(0,24-0,0447)(e)	mm/hari	0,2	0,2	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,21	0,21	0,21	0,21	0,24
15	(F _s)	(0,1-0,07)(e)/(100)	mm/hari	0,48	0,4	0,47	0,46	0,42	0,41	0,44	0,41	0,34	0,32	0,32	0,32
16	(F _a)	(0,07)(F _a)	mm/hari	1,09	1,08	1,11	1,09	1,04	0,99	1,02	1,11	1,01	0,99	0,92	0,92
17	(F _s)	(1-0,07)(e)	mm/hari	0,58	0,22	0,44	0,22	0,44	0,27	0,32	0,17	0,22	0,21	0,21	0,26
18	(F _s)	(0,7)(e)	mm/hari	4,92	4,92	4,92	3,99	3,4	3,32	3,32	4,92	4,49	4,92	4,1	3,8
19	Faktor penyinaran (c)	Lempitan	mm/hari	1,1	1,1	1	0,9	0,9	0,9	0,9	1	1,1	1,1	1,1	1,1
20	Kalor evaporasi (E _{to})	(24)(0,27)(16)(1+0,27)(F _a)	mm/hari	3,22	4,91	4,92	4,1	3,78	3,82	3,99	4,2	4,2	3,92	4,94	4,22
21	Kalor evaporasi (E _{to})	mm/hari	mm/hari	102,51	127,42	122,22	122	117,18	120,2	112,42	122,2	124	122,96	124,21	

Perhitungan Evapotranspirasi dengan Metode Thornthwaite

Metode Thornthwaite merupakan metode yang digunakan untuk menghitung evapotranspirasi potensial (ET_o) yang memanfaatkan suhu udara sebagai indeks ketersediaan energi.

1. Menghitung indeks panas pada bulan januari, perhitungan ini menggunakan data suhu udara klimatologi menggunakan persamaan 2.10.

$$I = \sum_{m=1}^{12} \left[\frac{25.6}{5} \right]^{1.514} = 11.85$$

2. Menghitung evatranspirasi potensial (ET) menggunakan persamaan 2.10.

$$ET = 1.62 \left[\frac{10.Tx 25.6}{11.85} \right]^{0.7} = 13.84$$

3. Menghitung faktor penggali (f)

$$f = 1.00 - \left(\frac{10-7.86}{10-5} \right) (1.00 - 1.01) = 1.01$$

4. Menghitung nilai evapotranspirasi potensial (ET) koreksi adalah sebagai berikut :

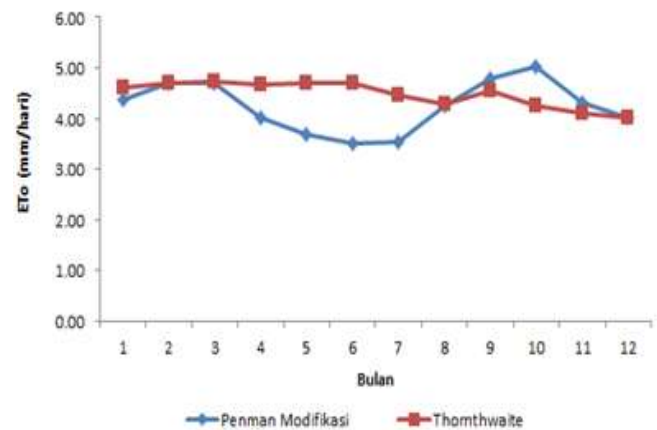
$$ET = 142 : 31 = 4,60 \text{ mm/hari}$$

Untuk hasil perhitungan evapotranspirasi potensial dengan metode *Thornthwaite* selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Bulan	T(°C)	I	Faktor Penggali	ET Koreksi (cm)	ET Koreksi (mm)	ET Korek
Januari	25.6	11.85	1.01	11.84	142.74	4.60
Februari	27.2	12.99	0.92	13.59	131.91	4.71
Maret	27.30	13.07	1.03	15.46	147.07	4.74
April	27.20	12.99	1.03	15.18	139.17	4.64
Mei	27.30	13.07	1.07	16.08	145.34	4.69
Juni	27.30	13.07	1.05	15.71	141.42	4.71
Juli	27.10	12.92	1.07	15.63	138.60	4.47
Agustus	27	12.85	1.03	14.88	132.59	4.28
September	27.30	13.07	1.02	15.24	136.54	4.55
Oktober	27.2	12.99	1.02	15.16	132.51	4.27
November	27	12.85	0.98	14.16	123.31	4.11
Desember	23	10.68	1.00	9.06	124.79	4.03
Jumlah		152.39		171.99	1635.99	52.02

Hasil Analisis Evapotranspirasi dengan metode Penman Modifikasi dan metode Thornthwaite

Berdasarkan hasil analisis ketersediaan air dengan metode *Penman modifikasi* dan metode *Thornthwaite* didapatkan hasil angka koreksi yang berbeda. Pada bulan januari metode *Penman modifikasi* menghasilkan angka koreksi lebih kecil daripada metode *thornthwaite* yaitu 59% berbanding 41% dan seterusnya hingga bulan desember angka koreksi dengan metode *Penman modifikasi* lebih kecil daripada metode *Thornthwaite* yaitu 49% berbanding 51%. Adapun grafik hubungan metode *Penman modifikasi* dengan metode *Thornthwaite* dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1. hasil analisis Evapotranspirasi *Penman Modifikasi* dengan metode *Thornthwaite*

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan pada daerah kajian didapat kesimpulan bahwa :

Berdasarkan hasil analisis perhitungan Evapotranspirasi yang didapat dengan metode *Penman Modifikasi* terbesar adalah pada bulan Oktober sebesar 5.03 mm/hari sedangkan nilai terkecil pada bulan Juni sebesar 3.52 mm/hari. Adapun perhitungan Evapotranspirasi dengan metode *Thornthwaite* didapatkan nilai terbesar pada bulan maret sebesar 4.74 mm/hari sedangkan nilai terkecil pada bulan September sebesar 4.11 mm/hari.

Jika diakumulasikan rata-rata persentase dengan metode *Penman Modifikasi* memiliki nilai lebih kecil daripada metode *Thornthwaite* yaitu 49 % berbanding 51 % Hal ini menunjukkan bahwa parameter pada metode *Penman Modifikasi* lebih banyak digunakan dibandingkan dengan *Thornthwaite*, Adapun parameter pada metode *Penman*

Modifikasi yaitu data Suhu Udara, data Kecepatan Angin, data Kelembaban, dan data Penyinaran Matahari, sedangkan pada metode *Thornthwaite* hanya menggunakan data Suhu.

6. Daftar Pustaka

- Brotowiryatmo, S.H. 1993, *Analisis Hidrologi*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Kirmanto D., 2012, Analisis Ketersediaan Dan Kebutuhan Air Irigasi Pada Lahan Sawah (Studi Kasus di Provinsi Sulawesi Selatan), *Jurnal Tanah dan Iklim*, 41(2), 135-145.
- Kodoartie, R.J., dan Sjarief, R., 2010, Analisis Neraca Air Metode Thornthwaite Mather Kaitannya Dalam Pemenuhan Kebutuhan Air Domestik di Daerah Potensi Rawan Kekeringan di Kecamatan Trowulan Kabupaten Mojokerto, *Swara Bhumi*, 1(1), 10-17.
- Linsley, R.K. dan Franzini, J.B., 1985, Pendugaan Kebutuhan Air Tanaman dan Nilai Koefisien Tanaman (Kc) Kedelai (*Glycine max (l) Merril*) Varietas Tanggamus Dengan Metode Lysimeter, *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 3(3), 233-238.
- Mawardi E., dan Memed M., 2002, Perencanaan Bendung Untuk Daerah Irigasi Sulu, *Jurnal Sipil Statik*, 1(7), 533-541.
- Nurrochmad, F., 1998, Analisis Kinerja Jaringan Irigasi, *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 27(4), 182-190.
- Pramono, I.B., dan Adi, R.N., 2010, Analisis Indeks Kekeringan Menggunakan Metode Thornthwaite Mather Pada DAS Siak, *Jurnal Teknik Sipil*, 4(1), 1-15.
- Priyonugroho, A., 2014, Analisis Kebutuhan Air Irigasi (Studi Kasus Pada Daerah Irigasi Sungai Air Keban Daerah Kabupaten Empat Lawang), *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 2(3), 457-470.
- Rakasani, A.D., 2017, *Kajian Kebutuhan Dan Ketersediaan Air Irigasi Pada Daerah Irigasi Waduk Sermo (Studi Kasus : Waduk Sermo)*, Tugas Akhir, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.
- Rendi, P., 2017, *Analisis Ketersediaan Air Waduk Sermo Dengan Metode Model Mock*, Tugas Akhir, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.
- Runtuwuwu, E., H. Syahbudin dan A. Pramudia., 2008, Evaluasi Metode Penman-Monteith dalam Menduga Laju Evapotranspirasi Standar (ET0) Dataran Rendah Provinsi Lampung, Indonesia., *Jurnal Keteknik Pertanian*, 26(2), 121-128.
- Soewarno., 2000, Analisis Kebutuhan Air Irigasi Pada Daerah Irigasi Bangbayang UPTD SDAP Leles Dinas Sumber Daya Air Dan Pertambangan Kabupaten Garut, *Jurnal Konstruksi*, 13(1), 1-28.
- Suarna, I. W., 2008, Analisis Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Karakteristik di DAS Bulok, *Jurnal Sylva Lestari*, 4(3), 11-20.
- Tanga, F.A., 2008, Evaluasi Keseimbangan Air Dalam Pengoptimalan Daerah Irigasi (Studi Kasus Daerah Irigasi Petapahan Kabupaten Kampar), *Jurnal Sains dan Teknologi*, 16(1), 13-19.
- Triatmodjo B., 2008, Evaluasi Keseimbangan Air Dalam Pengoptimalan Daerah Irigasi (Studi Kasus Daerah Irigasi Petapahan Kabupaten Kampar), *Jurnal Sains dan Teknologi*, 16(1), 13-19.
- Triatmodjo, B. 2008., *Hidrologi Terapan*. Beta offset , Yogyakarta.

