



BEBERAPA TEORI DAN APLIKASI RUMUS THORNTHWAITTE UNTUK MENGHITUNG JUMLAH CADANGAN SUMBERDAYA AIR

**(Some theories and application of the Thornthwaite formula to
estimate water resource potential)**

oleh
Amien Nugroho*

ABSTRACT

The aim of this paper is to introduce the application of Thornthwaite formula in estimating the potential of water resources in a certain part of Yogyakarta Special Region. By using the climatological data of that area, quantitatively the water resource potential can be immediately calculated and recognized. In this study, Parangtritis and its surroundings, were used as a model. Calculation of the water resource potential results in an average value of the water resource potential of $1,2 - 2 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{year}$.

INTISARI

Tulisan ini bertujuan untuk memperkenalkan penggunaan rumus *Thornthwaite* untuk menghitung jumlah cadangan air di suatu daerah di Daerah Istimewa Yogyakarta. Dengan data klimatologi daerah yang bersangkutan, dapat dihitung dan diketahui secara cepat gambaran kuantitatif cadangan air di daerah tersebut. Dalam tulisan ini, daerah Parangtritis dan sekitarnya digunakan sebagai model. Perhitungan yang dilakukan memperoleh nilai rata-rata cadangan air kurang lebih $1,2 - 2 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{tahun}$.

PENDAHULUAN

Dalam masyarakat modern sekarang ini, air bukan lagi hanya merupakan keperluan hidup sehari-hari, akan tetapi sudah merupakan suatu benda yang penting dan mempunyai

nilai sosial ekonomi yang tinggi. Oleh sebab itu, sekarang masalah air makin banyak dikaji oleh para ahli hidrologi.

Berbagai sumber air telah didayagunakan manusia untuk dimanfaatkan bagi keperluan hidupnya. Air dapat diperoleh dari permukaan tanah (seperti danau, telaga, sungai dan sebagainya), dari air hujan, dari bawah permukaan tanah (air tanah). Sebelum menentukan sumber air yang paling tepat untuk dimanfaatkan airnya, sebaiknya terlebih dahulu dipelajari kondisi fisik daerah yang bersangkutan. Hal ini sangat penting, terutama untuk pengambilan air dalam jumlah (volume) yang besar, karena ketidaktepatan cara pengambilan air tersebut dapat mempengaruhi keseimbangan lingkungan alam daerah tersebut.

Dalam tulisan ini, akan dibahas secara teoritis salah satu segi pengenalan air, yaitu tentang banyaknya air yang harus dilestarikan, sehingga air tersebut dapat digunakan secara optimal. Sekaligus terjaga kelestarian sumbernya. Untuk mencapai maksud tersebut, maka dalam tulisan ini akan dibahas aplikasi rumus *Thornthwaite* untuk menghitung jumlah cadangan air permukaan di daerah Parangtritis dan sekitarnya. Keunggulan rumus ini adalah kesederhanaan data yang diperlukan dan kesederhanaan cara penghitungannya. Data utama yang dibutuhkan dalam metode *Thornthwaite* ini adalah data temperatur dan curah hujan rata-rata bulanan daerah yang bersangkutan.

Selain metode *Thornthwaite*, terdapat metode-metode lainnya yang sering digunakan oleh para pakar geofisika dan meteorologi, geohidrologi, geografi dan geologi dewasa ini. Metode-metode tersebut antara lain rumus Penmann dan rumus Turck. Kesukaran yang dihadapi di Indonesia dalam menggunakan metode ini adalah terbatasnya data yang dapat dikumpulkan dari stasiun-stasiun meteorologi yang tidak selalu lengkap untuk kebutuhan metode ini. Data-data tersebut antara lain, data kelembaban udara, data lamanya penyinaran matahari untuk setiap hari, data tekanan uap air dan sebagainya. Perhitungan dengan metode Penmann dan Turk ini, relatif lebih sukar dan rumit bila di bandingkan dengan metode *Thornthwaite*. Meskipun demikian, kedua metode itu mempunyai sifat lebih teliti untuk mengevaluasi potensi air di suatu daerah, yang pada tempat-tempat dan saat-saat tertentu faktor kelembaban dan lamanya penyinaran matahari sangat berpengaruh terhadap evapotranspirasi dan cadangan air. Kelemahan yang paling utama metode *Thornthwaite* adalah terlalu mengabaikan faktor variasi kelembaban relatif, faktor kecepatan angin dan faktor lamanya penyinaran matahari.

TEORI DASAR

Pada bagian ini dibahas tiga macam rumus yang paling sering digunakan dalam penghitungan neraca air ini. Ketiga rumus tersebut adalah rumus-rumus Penmann, Turk dan *Thornthwaite*.

Rumus Penmann

Secara matematika rumus Penmann dapat dituliskan sebagai :

$$E = \frac{1}{X} \frac{S_n \cdot \frac{F''T}{Y}}{1 + \frac{F''T}{Y}}$$

di mana :

- E = evapotranspirasi maksimum pada periode yang bersangkutan.
- X = jumlah panas yang tersimpan dalam penguapan air (59 kalori/cm² untuk 1 mm air).
- S_n = I_{ga} · 0,75 (0,18 + 0,62 h/H) - 1,19 T⁴ (0,56 - 0,08e) (0,10 + 0,90 h/H).
- T = temperatur rata-rata bulanan dalam periode yang bersangkutan (°K).
- I_{ga} = radiasi matahari langsung, tanpa hambatan atmosfer
- h = lamanya penyinaran ril matahari untuk setiap harinya.
- H = lamanya penyinaran matahari maksimal yang mungkin terjadi dalam setiap hari, ditentukan secara astronomis.
- e = tekanan uap air
- F''T = kemiringan kurva tegangan maksimum uap air.
- Y = konstanta kalibrasi Penmann.

Pentingnya pengaruh angin terhadap kelangsungan atau evaporasi, diperhitungkan dengan memasukkan koreksi E_a sebagai berikut:

$$E_a = (e_w - e) \cdot 0,26 (1 + 0,4 V).$$

di mana:

- E_a = peranan atau pengaruh udara terhadap evaporasi
- e_w = tekanan maksimum uap air pada temperatur T, dalam satuan milibar.

Selanjutnya rumus Penmann menjadi :

$$E = \frac{1}{X} \frac{S_n \cdot \frac{F''T}{Y}}{1 + \frac{F''T}{Y}} + E_a \frac{1}{1 + \frac{F''T}{Y}}$$

Rumus Turck

$$E_{px} = 0,13 \frac{T}{T + 15} (R_g + 50)$$

di mana :

- E_{px} = evapotranspirasi potensial atau evapotranspirasi maksimum dalam satuan milimeter per sepuluh hari.
- T = temperatur rata-rata pada periode yang bersangkutan, diukur pada tempat-tempat terlindung dari sinar matahari langsung (°C).
- R_g = radiasi matahari global.

$$R_g = I_g (0.18 + 0.62 h/H)$$

di mana:

I_g = radiasi matahari langsung, tanpa gangguan atmosfer.

h = lamanya penyinaran matahari riil.

H = lamanya penyinaran matahari maksimum yang mungkin terjadi setiap hari di daerah itu.

Untuk perhitungan teknis diperlukan faktor koreksi $F(U)$, yaitu variasi terhadap kelembaban relatif di suatu daerah. Cara-cara koreksinya seperti di bawah ini:

1. Bilamana kelembaban relatif rata-rata lebih kecil dari 50% ($U_m < 50/100$), maka koreksinya adalah:

$$F(U) = \left(1 + \frac{50 - U_m}{70}\right) \quad \text{sehingga persamaan tersebut di atas}$$

menjadi :

$$E_{px} = 0,13 \frac{T}{T + 15} (R_g + 50) \left(1 + \frac{50 - U_m}{70}\right)$$

U_m = kelembaban relatif rata-rata (dalam %).

2. Bilamana kelembaban relatif rata-rata lebih besar atau sama dengan 50% ($U_m \geq 50/100$), maka faktor koreksi $F(U) = 1$. Oleh karena itu maka rumus Turck di atas, dapat digunakan secara langsung dalam bentuk rumus tetap.

Rumus Thornthwaite

Secara umum rumus Thornthwaite dapat dituliskan ke dalam bentuk persamaan matematika berikut ini :

$$E_{px} = 16 \left(\frac{10 \cdot T}{I} \right)^a \quad (\text{Suyono, S. 1978. hal. 64})$$

di mana :

E_{px} = evapotranspirasi potensial atau evapotranspirasi maksimum di suatu daerah.

T = temperatur rata-rata bulanan dalam periode yang bersangkutan ($^{\circ}\text{C}$).

$I = \sum_{m=1}^{12} i_m$, indeks panas tahunan, di mana $i_m = \left(\frac{T}{5}\right)^{1,514}$

$$a = 0,000000675 \cdot I^3 - 0,0000771 \cdot I^2 + 0,01792 \cdot I + 0,49239.$$

Di sini diperlukan faktor koreksi $F(\alpha) = 1/360 \cdot (h_m \times N_m)$.

h_m = lamanya penyinaran matahari rata-rata setiap hari dalam periode yang bersangkutan.

N_m = Jumlah hari dalam setiap bulan, untuk periode bersangkutan.

Setelah faktor koreksi tersebut diperoleh, maka rumus Thornthwaite itu menjadi:

$$E_p = 16 \left(\frac{10 \cdot T}{I} \right)^a \cdot F(\alpha)$$

Faktor koreksi $F(\alpha)$ dari Thornthwaite ini telah disusun dalam tabel, sesuai dengan letak daerah menurut bujur/lintang dan bulan yang bersangkutan dalam periode perhitungan tersebut (TABEL 1).

Dari perbandingan ketiga rumus tersebut di atas, jelaslah bahwa rumus Thornthwaite lebih mudah dan lebih cepat dapat dipergunakan khususnya di Indonesia saat ini.

APLIKASI DAN PENGHITUNGANNYA

Data Klimatologi

Untuk menghitung besarnya evapotranspirasi suatu daerah dengan metode Thornthwaite, dibutuhkan data curah hujan rata-rata dan data temperatur rata-rata bulanan. Kedua data tersebut dapat diperoleh dengan mudah dari stasiun-stasiun pengamatan cuaca yang ada. Sebagai contoh untuk mengetahui curah hujan rata-rata dan temperatur rata-rata di daerah Parangtritis dan sekitarnya, dapat diperoleh data dari dinas Meteorologi Lanuma Adisucipto atau dari stasiun pengamat cuaca milik LAPAN di Parangkusumo. Curah hujan rata-rata dan temperatur rata-rata dari kedua stasiun cuaca tersebut dapat dilihat pada TABEL 2.

Dari data temperatur rata-rata bulanan (T), faktor indeks panas tahunan (I) dapat dihitung dengan persamaan:

$$I = \sum_{m=1}^{12} i_m \text{ dan } i_m = \left(\frac{T}{5}\right)^{1,514}$$

Sebagai contoh untuk menghitung indeks panas bulan Januari dengan temperatur rata-rata (T) = 25,5⁰C, maka:

$$i_m = \left(\frac{25,5}{5}\right)^{1,514} = 11,78$$

Begitu pula bulan-bulan yang lain selama satu tahun dihitung dengan cara yang sama. Hasil lengkap penghitungan indeks panas tahunan ini dapat dilihat pada TABEL 3. "I" yang merupakan jumlah indeks panas bulanan (i_m) sama dengan 144,14 sehingga $a = 3,50$.

Berdasarkan letak astronomis daerah penelitian dan bulan pengamatan, maka $F(\alpha)$ dapat dihitung untuk jangka waktu 1 tahun. Untuk daerah Parangtritis Kecamatan Kretek, Kabupaten Bantul yang terletak antara 8⁰00'37" - 8⁰01'42" BS, dan 110⁰16'41" - 110⁰19'29" BT. Dari data tersebut, penghitungan koreksi Thornthwaite ini adalah seperti berikut:

Misal pada bulan Januari lamanya penyinaran matahari rata-rata sama dengan 12,45 dan jumlah hari pada bulan Januari sama dengan 31, maka faktor koreksi Thornthwaite adalah :

$$F(\alpha) = 1/360 \cdot (12,45 \times 31)$$

Penghitungan bulan-bulan yang lain dilakukan dengan cara yang sama. Untuk

bentuk tabel yang sesuai dengan letak astronomis dan bulan-bulan pengamatan (Tabel 4). Di samping itu, hasil-hasil penghitungan Epx dan faktor koreksi $F(\alpha)$ dapat dilihat pada Tabel 4. Seluruh hasil perhitungan tersebut, digunakan untuk mengetahui besarnya infiltrasi dan evapotranspirasi riil (nyata), seperti dapat dilihat dalam Tabel 5.

Aplikasi Metode Thornthwaite

Sebelum besarnya infiltrasi air hujan dan besarnya evapotranspirasi riil (EpR) dalam setahun diketahui, diperlukan asumsi yang telah diterima oleh para pakar geohidrologi, bahwa di dalam tanah terdapat lapisan air tipis (± 100 mm) yang relatif sangat mudah dimanfaatkan untuk keperluan hidup manusia ataupun makhluk hidup lain. Dari tabel-tabel di atas dan asumsi terhadap CMT, dapat dihasilkan suatu tabel akhir seperti pada Tabel 5.

Yang dimaksud dengan EpR adalah evaporasi dan transpirasi (evapo transpirasi) riil, yang sangat tergantung kepada curah hujan dan Epx pada bulan yang bersangkutan. Kemungkinan-kemungkinan yang timbul adalah : (i). Bila curah hujan lebih besar atau sama dengan Epx, maka $EpR = Epx$. Sisa curah hujan akan mengisi kolom CMT dan infiltrasi. (ii). Jika curah hujan lebih kecil dari Epx, maka $Epr =$ curah hujan yang ada pada saat itu.

Di bawah ini diperlihatkan contoh perhitungannya.

1. Bulan Agustus : curah hujan sebesar 94,8 mm, Epx sebesar 120,3 mm. Sisa CMT dari bulan sebelumnya (bulan Juli) sebesar 68,5 mm, maka EpR nya sebesar 120,3 mm dan sisa CMT sebesar 42,9 mm. EpR bulan September masih bersifat sementara karena CMT bulan Agustus belum diketahui. Setelah harga itu didapatkan maka untuk lapisan air sangat mudah terpakai, harga itu dimanfaatkan oleh kolom EpR untuk mendekati harga Epx. Oleh karena curah hujan sebesar 66,6 mm dan pada CMT hanya tersedia 42,9 mm EpR nya sebesar 66,6 mm ditambah 42,9 mm sama dengan 109,6 mm. Akhirnya dari kolom tahunan (Tabel 5) dapat dibuat neraca akhir tahun dalam periode yang bersangkutan.
2. Bulan September : curah hujan sebesar 66,6 mm, Epx sebesar 123,3 dan EpR masih bersifat sementara, karena harga CMT bulan sebelumnya belum dapat diketahui besarnya.
3. Bulan Oktober : curah hujan sebesar 156,5 mm, Epx sebesar 128,5 mm dan EpR sama dengan Epx sebesar 28,0 mm. Sisa air tersebut akan digunakan untuk mengisi kolom CMT. Jadi CMT sama dengan 28,0 mm. Oleh karena CMT masih lebih kecil dari harga CMT (100 mm), maka infiltrasinya sama dengan nol.
4. Bulan November : curah hujan sebesar 388,6 mm, Epx sebesar 105,9 mm, EpR sama dengan Epx sebesar 105,9 mm, maka sisa curah hujan sama dengan 388,5 mm dikurangi 105,9 mm sama dengan 282,6 mm. CMT pada Oktober mempunyai harga 28,0 mm, sehingga untuk mencapai CMT 100 mm, dibutuhkan 72,0 mm lapisan air lagi dan hal ini diambil dari harga sisa curah hujan, sehingga sisa tersebut menjadi 282,6 mm dikurangi 72,0 mm sama dengan 210,7 mm. Setelah CMT mencapai harga 100 mm, sisa curah hujan dapat mengisi kolom infiltrasi. Dengan kata lain infiltrasi pada bulan tersebut sebesar 210,7 mm. Dengan demikian dari kolom tahunan Tabel 5 dapat dibuat neraca akhir tahun dalam periode yang bersangkutan berikut ini :

Curah hujan sebesar 2844,1 mm, infiltrasi sebesar 1164,5 mm dan EpR sebesar 1480,1 mm. Jadi jumlah infiltrasi dan EpR sebesar 2844,8 mm.

Sebagai koreksi neraca akhir tahun harus memenuhi persyaratan fisik siklus hidrologi : curah hujan sama dengan infiltrasi ditambah EpR. Dengan demikian hasil penghitungan dengan rumus *Thornthwaite* merupakan langkah cepat untuk daerah-daerah yang mempunyai stasiun-stasiun pengamat cuaca, seperti daerah Parangtritis yang mempunyai stasiun pengamat cuaca milik LAPAN dan Yogyakarta yang mempunyai stasiun Meteorologi dan Geofisika milik Lanuma Adisucipto. Hasil-hasil penghitungan Epx yang diperoleh dengan cepat mendorong pengisian kolom infiltrasi dan EpR dalam waktu yang relatif pendek. Bila semua ini dilakukan dengan tepat, dalam waktu yang singkat dapat diperoleh gambaran kuantitatif cadangan air optimum di daerah tersebut.

Meskipun demikian, tidak berarti bahwa penggunaan rumus *Thornthwaite* telah sempurna. Faktor-faktor kelembaban relatif dan faktor kecepatan angin yang dapat mempengaruhi evapotranspirasi suatu daerah perlu diperhatikan.

KESIMPULAN

1. Jumlah cadangan air yang perlu dikelola di daerah Parangtritis sebagai model penghitungan ini sebesar 1164,5 mm/tahun atau 1.2 sampai 2.0 m³/m²/tahun. Dengan demikian, setiap m² di daerah ini, jumlah air yang dapat dikelola dan digunakan dengan baik adalah 3 liter per hari.
2. Keadaan tanah dan geologi daerah setempat mengakibatkan sebagian besar potensi air tersebut belum dapat dimanfaatkan secara optimum.
3. Di daerah dataran aluvial Pantai Parangtritis, terjadi infiltrasi air laut ke dalam air tanah yang disebabkan oleh kondisi fisik dataran aluvial pantai berupa porositas dan permeabilitas batuan yang besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Prodjopangarso, Hardjoso, 1971 *Beberapa Tjara Mendapatkan Air minum di Indonesia*. Pidato Pengukuhan Djabatan Guru Besar dalam Ilmu Teknik Penyehatan, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada.
- Schmidt, F.H., 1950 *Distribution of Duration of Sunshine in Java*. Verh. No.40. Jakarta : Dinas Meteorologi dan Geofisik.
- Schmidt, F.H., and Ferguson, JHA, 1957 *Rainfall Types Based on Wet Dry Period Ratios for Indonesia*. Vehr. No.42 Jakarta : Dinas Meteorologi dan Geofisik.
- Suyono, Sosrodarsono, 1978 Dan Kensaku Takeda. *Hidrologi untuk Pengairan*. Jakarta : Pradnya Paramita.
- Todd, David K, 1959 *Groundwater Hydrology*. London : John Wiley and Sons Inc.
- Thornthwaite, C.W. & Mather, J.R. *Intructional tables for computing Potensial Evapotranspiration and water balance*. *Publ. in Climatology*. X (3) : 185-311. New Jersey, Centerton.
- Tabier M.Z. dan Bambang S., 1982 *Hidrologi dan Sanitasi Lingkungan*. LFN - LIPI, Jakarta.

LAMPIRAN I:

Tabel 1. Koefisien koreksi $F(x)$ sebagai fungsi dari bujur geografis dan bulan.

B.U	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGT	SEP	OKT	NOP	DE
0	1.04	.94	1.04	1.01	1.04	1.01	1.04	1.04	1.01	1.04	1.01	1.04
5	1.02	.93	1.03	1.02	1.06	1.03	1.06	1.05	1.01	1.03	.99	1.02
10	1.00	.91	1.03	1.03	1.08	1.06	1.08	1.07	1.02	1.02	.98	.99
15	.97	.91	1.03	1.04	1.11	1.08	1.12	1.08	1.02	1.01	.95	.97
20	.95	.90	1.03	1.05	1.13	1.11	1.14	1.11	1.02	1.00	.93	.94
25	.93	.89	1.03	1.06	1.15	1.14	1.17	1.12	1.02	.99	.91	.91
26	.92	.88	1.03	1.06	1.15	1.15	1.17	1.12	1.02	.99	.91	.91
27	.92	.88	1.03	1.07	1.16	1.15	1.18	1.13	1.02	.99	.90	.90
28	.91	.88	1.03	1.07	1.16	1.16	1.18	1.13	1.02	.98	.90	.90
29	.91	.87	1.03	1.07	1.17	1.16	1.19	1.13	1.03	.98	.90	.89
30	.90	.87	1.03	1.08	1.18	1.17	1.20	1.14	1.03	.98	.89	.88
31	.90	.87	1.03	1.08	1.18	1.18	1.20	1.14	1.03	.98	.89	.88
32	.89	.86	1.03	1.08	1.19	1.19	1.21	1.15	1.03	.98	.88	.87
33	.88	.86	1.03	1.09	1.19	1.20	1.22	1.15	1.03	.97	.88	.86
34	.88	.85	1.03	1.09	1.20	1.20	1.22	1.16	1.03	.97	.87	.86
35	.87	.85	1.03	1.09	1.21	1.21	1.23	1.16	1.03	.97	.86	.85
36	.87	.85	1.03	1.10	1.21	1.22	1.24	1.16	1.03	.97	.86	.84
37	.86	.84	1.03	1.10	1.22	1.23	1.25	1.17	1.03	.97	.85	.83
38	.85	.84	1.03	1.10	1.23	1.24	1.25	1.17	1.04	.96	.84	.83
39	.85	.84	1.03	1.11	1.23	1.24	1.26	1.18	1.04	.96	.84	.82
40	.84	.83	1.03	1.11	1.24	1.25	1.27	1.18	1.04	.96	.83	.81
41	.83	.83	1.03	1.11	1.25	1.26	1.27	1.19	1.04	.96	.82	.80
42	.82	.83	1.03	1.12	1.26	1.27	1.28	1.19	1.04	.95	.82	.79
43	.81	.82	1.02	1.12	1.26	1.28	1.29	1.20	1.04	.95	.81	.77
44	.81	.82	1.02	1.13	1.27	1.29	1.30	1.20	1.04	.95	.80	.76
45	.80	.81	1.02	1.13	1.28	1.29	1.31	1.21	1.04	.94	.79	.75
46	.79	.81	1.02	1.13	1.29	1.31	1.32	1.22	1.04	.94	.79	.74
47	.77	.80	1.02	1.14	1.30	1.32	1.33	1.22	1.04	.93	.78	.73
48	.76	.80	1.02	1.14	1.31	1.33	1.34	1.23	1.05	.93	.77	.72
49	.75	.79	1.02	1.14	1.32	1.34	1.35	1.24	1.05	.93	.76	.71
50	.74	.78	1.02	1.15	1.33	1.36	1.37	1.25	1.06	.92	.76	.70
B.S												
5	1.06	.95	1.04	1.00	1.02	.99	1.02	1.03	1.00	1.05	1.03	1.06
10	1.06	.97	1.05	.99	1.01	.96	1.00	1.01	1.00	1.06	1.05	1.10
15	1.12	.98	1.05	.98	.98	.94	.97	1.00	1.00	1.07	1.07	1.12
20	1.14	1.00	1.05	.97	.96	.91	.95	.99	1.00	1.08	1.09	1.15
25	1.17	1.01	1.05	.96	.94	.88	.93	.98	1.00	1.10	1.11	1.18
30	1.20	1.03	1.06	.95	.92	.85	.90	.96	1.00	1.12	1.14	1.21
35	1.23	1.04	1.06	.94	.89	.82	.87	.94	1.00	1.12	1.17	1.25
40	1.27	1.06	1.07	.93	.86	.78	.84	.92	1.00	1.15	1.20	1.29
42	1.28	1.07	1.07	.92	.85	.76	.82	.92	1.00	1.16	1.22	1.31
44	1.30	1.08	1.07	.92	.83	.74	.81	.91	.99	1.17	1.23	1.33
46	1.32	1.10	1.07	.91	.82	.72	.79	.90	.99	1.17	1.25	1.35
48	1.34	1.11	1.08	.90	.80	.70	.76	.89	.99	1.18	1.27	1.37
50	1.37	1.12	1.08	.89	.77	.67	.74	.88	.99	1.19	1.29	1.41

LAMPIRAN II :**Tabel 2. Temperatur dan Curah Hujan Rata-Rata tahun 1987**

Bulan	Temperatur rata-rata ($^{\circ}\text{C}$)	Curah hujan rata-rata (mm)
Januari	25,5	225,4
Februari	26,1	254,6
Maret	26,0	350,4
April	26,1	342,6
M e i	26,4	242,5
Juni	26,2	112,3
Juli	25,3	105,1
Agustus	25,4	94,8
September	25,8	66,6
Oktober	25,9	156,5
Nopember	25,0	388,6
Desember	25,8	305,2

Sumber Dinas Meteorologi Lanuma Adisucipto, Yogyakarta.

Tabel 3. Temperatur Rata-rata Bulanan dan Indeks Panas pada Tlap-tiap Bulan

Bulan	Temperatur rata-rata ($^{\circ}\text{C}$)	Indeks Panas, i_m
Januari	25,5	11,78
Februari	25,1	12,12
Maret	26,0	12,13
April	26,1	12,21
M e i	26,4	12,43
Juni	26,2	12,28
Juli	25,3	11,64
Agustus	25,4	11,71
September	25,8	11,99
Oktober	25,9	12,06
Nopember	25,0	11,44
Desember	25,8	11,99

Sumber: Hasil perhitungan.

LAMPIRAN III :

Tabel 4. Hasil Perhitungan Evapotranspirasi Potensial dan Koefisien Koreksi

Bulan	Evapotranspirasi Epx dalam mm	Koef. Koreksi
Januari	121,8	1,07
Februari	119,4	0,96
Maret	126,6	1,04
April	132,1	1,01
M e i	137,4	1,03
Juni	130,0	0,97
Juli	118,6	1,03
Agustus	120,2	1,02
September	123,2	1,00
Oktober	128,6	1,05
Nopember	105,9	1,04
Desember	128,6	1,08

Sumber: Hasil perhitungan dan analisis data.

LAMPIRAN IV :

Tabel 5. Perhitungan Harga-harga Infiltrasi dan EpR

Bulan	Temperatur rata-rata(°C)	Epx (mm)	Durah hu- jan (mm)	CMT	nf (mm)	EpR (mm)
Januari	25,5	121,8	225,4	100	103,6	121,8
Februari	26,1	119,4	254,6	100	136,2	119,4
Maret	26,0	126,5	350,4	100	223,5	126,5
April	26,1	133,2	342,6	100	209,5	133,2
M e i	26,4	137,3	242,5	100	104,0	137,3
Juni	26,2	130,4	112,3	82,0	0	130,4
Juli	25,3	118,5	105,1	68,5	0	118,5
Agustus	25,3	120,3	94,1	42,9	0	120,3
September	25,8	123,3	66,6	0	0	109,7
Oktober	25,9	128,5	156,5	28,1	0	128,5
Nopember	25,0	105,9	388,6	100	210,7	105,9
Desember	25,8	128,6	305,2	100	177,0	128,6
Tahunan	25,7	1493,7	2644,6	-	1164,5	1480,1

Sumber: Hasil perhitungan dan analisis data.