

JURNAL TUGAS AKHIR

**ANALISIS KETERSEDIAAN AIR WADUK DELINGAN
UNTUK KEBUTUHAN IRIGASI DI DAERAH ALIRAN
SUNGAI GROMPOL KARANGANYAR**

Diajukan Guna Melengkapi Persyaratann Untuk Mencapai
Gelar Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Sipil pada Fakultas Teknik
Universitas Tunas Pembangunan Surakarta



Disusun Oleh:

NOVITA SARI ANGGRAINI

A117058

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS TUNAS PEMBANGUNAN
SURAKARTA
2021**

ANALISIS KETERSEDIAAN AIR WADUK DELINGAN UNTUK KEBUTUHAN IRIGASI DI DAERAH ALIRAN SUNGAI GROMPOL KARANGANYAR

Gunarso ST.,MT

Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tunas Pembangunan Surakarta
gunarsoatk85@gmail.com

Novita Sari Anggraini

Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tunas Pembangunan Surakarta
novitaanggraini304@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian Waduk Delingan ditujukan untuk mengetahui ketersediaan air yang masuk ke waduk dan kebutuhan air yang keluar untuk keperluan irigasi sehingga bisa diketahui perbandingan untuk menentukan keseimbangan air supaya kebutuhan irigasi tercukupi sehingga waduk dapat bekerja secara optimal yang menghasilkan hasil pertanian yang maksimal. Lokasi waduk Delingan berada di Desa Delingan, Kecamatan Karanganyar, berada di sebelah timur (sekitar 5 Km) dari Kabupaten Karanganyar, Provinsi Jawa Tengah. Data yang dikumpulkan dalam penelitian waduk yaitu data primer dan sekunder, data primer yaitu foto kondisi waduk Delingan sedangkan data sekunder yaitu data debit, curah hujan, klimatologi dan *catchement area* untuk menghitung ketersediaan air yang masuk ke waduk Delingan menggunakan metode Fj Mock sebagai parameter mencari data debit yang kurang. Hasil rerata debit dari tahun 2011-2020 yaitu sebesar 0,56 m³/det dan untuk menghitung ketersediaan air irigasi sebesar 525 Ha untuk MT I dan MT II dihasilkan rerata : Q MT1 untuk tanaman padi : 1,37 m³/det, Q MT2 untuk tanaman padi : 1,46 m³/det dan Q MT3 untuk tanaman padi sebesar 235 Ha dan palawija (jagung) 290 Ha : 1,71 m³/det. Keseluruhan kebutuhan air irigasi yaitu 1,51 m³/det. Perbandingan antara ketersediaan air yang masuk (*inflow*) dengan kebutuhan air yang keluar untuk irigasi (*outflow*) mengalami kekurangan (*defisit*) karena ketersediaan air yang kecil untuk kekurangannya sebesar 0,95 m³/det. Dalam hal ini untuk kekurangannya dibantu dengan volume air yang tertampung di waduk sebesar 3.957.813,39 m³ dan pada setiap masa tanam dibantu dengan adanya sumber untuk pemasok air irigasi sehingga saat ini kebutuhan irigasi terpenuhi.

Kata Kunci: Ketersediaan, Kebutuhan air, Kekurangan, Keseimbangan air

¹ Mahasiswa Program S1 Teknik Sipil, FT, UTP

² Dosen Dosen Jurusan Teknik Sipil, FT, UTP
Dosen pembimbing Tugas Akhir

**ANALYSIS OF WATER AVAILABILITY OF THE DELINGAN RESERVOIR
FOR IRRIGATION NEEDS IN THE GROMPOL RIVER FLOW REGION,
KARANGANYAR**

Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tunas Pembangunan Surakarta
gunarsoatk85@gmail.com

Novita Sari Anggraini

Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tunas Pembangunan
Surakarta
novitaanggraini304@gmail.com

ABSTRACT

The research of the Delingan Reservoir is aimed at determining the availability of water entering the reservoir and the need for water coming out for irrigation purposes so that comparisons can be known to determine the water balance so that irrigation needs are fulfilled so that the reservoir can work optimally which produces maximum agricultural yields. The location of the Delingan reservoir is in the village of Delangan, Karanganyar District, located in the east (about 5 km) from Karanganyar Regency, Central Java Province. The data collected in reservoir research are primary and secondary data, primary data is photos of the condition of the Delingan reservoir while secondary data is data on discharge, rainfall, climatology and catchment area to calculate the availability of water entering the Delingan reservoir using the Fj Mock method as a parameter to find data. less discharge. So the average discharge from 2011-2020 is 0.56 m³/sec and to calculate the availability of irrigation water of 525 Ha for MT I and MT II, the average: Q MT1 for rice plants: 1.37 m³/sec, Q MT2 for rice plants : 1.46 m³/s and Q MT3 for rice plants are 235 Ha and palawija (maize) 290 Ha :1.71 m³/sec. The total irrigation water requirement is 1.51 m³/sec. The comparison between the availability of incoming water (inflow) and the need for water that comes out for irrigation (outflow) is experiencing a deficit due to the small availability of water for the shortage of 0.95 m³/sec. In this case, the shortage is assisted by the volume of water accommodated in the reservoir of 3,957,813.39 m and at each planting period it is assisted by the existence of sources for irrigation water suppliers so that currently irrigation needs are met.

Keywords: *Availability, water needs , water balance.*

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Air adalah sumber utama suatu kehidupan karena air menjadi kebutuhan dasar yang terpenting bagi semua makhluk hidup. Prasarana air memiliki peran sangat penting sebagai penyedia dan pendistribusian air bersih untuk memenuhi kebutuhan pengairan maupun keperluan sehari-hari. Serangkaian keperluan sehari-hari terus menerus dititik beratkan pada sektor sumber air maka dari itu pengelolaan ketersediaan air harus selalu terjaga seiring dengan peningkatan jumlahnya penduduk di Negara ini yang menyebabkan keseimbangan air semakin tidak stabil dan kebutuhan air terbatas sehingga dibutuhkan dalam kebijakan pengelolaan dan pemanfaatan sumber daya air. Kebijakan pengelolaan dan pemanfaatan sumber daya air agar terciptanya keseimbangan air sebagai kelangsungan kehidupan makhluk hidup sekarang dan masa mendatang harus segera dilaksanakan karena semakin banyaknya pertumbuhan

penduduk dengan cara melestarikan sumber daya air dan memmanagement air secara efisien sehingga berjalan secara optimal untuk kelangsungan hidup.

Waduk atau reservoir merupakan salah satu tempat pengelolaan dan pemanfaatan sumber daya air. Waduk menampung atau menyimpan kelebihan air pada saat musim hujan dengan kapasitas tampungan besar dengan elevasi muka air yang tinggi waduk juga dapat mengatur besarnya aliran sungai di hilir agar menjadi aliran yang merata agar berfungsi mengalir setiap sungai untuk keperluan pertanian atau bisa disebut dengan kebutuhan irigasi karena peran irigasi di Negara ini sangat penting yaitu penghasil utama kebutuhan pokok selalu mengalami peningkatan yaitu beras dari hasil tanaman padi, sagu dan ubi sebagai hasil produksi pertanian yang begitu berkaitan sangat erat dengan adanya ketersediaan air yang bervariasi sesuai keadaan areal irigasi. Jika areal irigasi dapat diketahui maka dapat diprediksipada saat waktu tertentu

kapan ketersediaan air dapat terpenuhi sehingga menghasilkan produksi tanaman yang tepat dan berkualitas.

Irigasi pada masa sekarang memerlukan investasi yang besar guna pembangunan sarana dan prasarana untuk mendukung keberhasilan pertanian dalam upaya kesejahteraan petani dan ketahanan pangan nasional yang merupakan kebijakan Pemerintah yang strategis dalam meningkatkan pertumbuhan perekonomian demi mempertahankan hasil produksi pangan nasional. Upaya meningkatkan peran irigasi ditentukan oleh keandalan debit air yang ditampung di waduk harus tetap terjaga ketersediaan air di sungai guna untuk kebutuhan irigasi.

Waduk Delingan dipilih penulis untuk diamati, diteliti dan dianalisis apakah waduk Delingan supaya bekerja secara optimal mengenai keseimbangan air antara ketersediaan air dengan kebutuhan air untuk irigasi. Waduk Delingan menjadi tempat penulis melakukan pengamatan

karena tempatnya mudah dijangkau yang berada di Desa Delingan, Kecamatan Karanganyar, berada di sebelah timur (sekitar 5 Km) dari Kabupaten Karanganyar, Provinsi Jawa Tengah sehingga memudahkan untuk survey Penelitian dan memiliki data yang akurat dan juga mudah diperoleh dari Balai Besar Bengawan Solo. Waduk Delingan dibangun tahun 1926 sekarang dikelola oleh Balai Besar Bengawan Solo yang mempunyai fungsi yaitu sebagai penyalur air irigasi dengan sungai pemasok air yaitu Sungai Grompol, dengan luas catchment 11,65 km² dengan curah hujan tahunan rata-rata 2160 mm, disamping itu Waduk Delingan juga digunakan sebagai kebutuhan pabrik gula Tasikmadu. Waduk Delingan mempunyai kondisi geografis yang bagus yang hampan perbukitan sehingga banyak pepohonan yang hijau yang menjadi daerah resapan air hujan dan waduk delingan menjadi daerah tangkapan air sehingga terjaga debit airnya yang dapat

menjaga keseimbangan air pada waduk itu tetap antara ketersediaan air yang masuk ke waduk dan air yang keluar dari waduk untuk kebutuhan irigasi sehingga menghasilkan hasil pertanian yang maksimal untuk daerah disekitarnya.

1.2. Perumusan Masalah

Permasalahan yang diambil adalah bagaimana menghitung ketersediaan air yang masuk (inflow) dengan metode Fj Mock pada Waduk Delingan, menghitung kebutuhan air yang keluar (outflow) untuk kebutuhan area irigasi Waduk Delingan dan menentukan kesiimbangan air pada Waduk Delingan.

1.3. Batasan Masalah

Analisis ketersediaan air waduk delingan untuk kebutuhan irigasi di daerah aliran sungai grompol karanganyar. Adapun batasan masalah pada yaitu sebagai berikut:

1. Dalam menghitung debit air yang masuk atau debit andalan dengan menggunakan metode FJ.Mock.
2. Dalam menghitung debit air yang masuk dan untuk debit masa tanam menggunakan ketentuan SDA-KP01-Spesifikasi Teknis Kriteria Perencanaan Irigasi tahun 2013.
3. Data curah hujan yang diambil selama 26 tahun dengan stasiun hujan Karanganyar.

4. Data Klimatologi yang diperoleh dari tahun 2011-2015 dengan htasiun hujan Patihan.

5. Dalam menghitung Evapotranspirasi tanaman acuan menggunakan metode Penman-Monteith menurut ketentuan SNI 7745 tahun 2012.

1.4. Tujuan

Tujuan dari Analisis ketersediaan air waduk delingan untuk kebutuhan irigasi di daerah aliran sungai grompol karanganyar ini adalah :

1. Menghitung cara mengelola air waduk, khususnya Waduk Delingan agar dapat mengetahui ketersediaan air di Waduk Delingan.
2. Menghitung kebutuhan air yang diperlukan untuk irigasi pada daerah sekitar.
3. Menganalisis keseimbangan air pada Waduk Delingan .

1.5. Manfaat perencanaan

Manfaat dari Analisis ketersediaan air waduk delingan untuk kebutuhan irigasi di daerah aliran sungai grompol karanganyar ini adalah sebagai berikut:

1. Manfaat untuk penyusun
 - a. Dapat menganalisis cara mengelola ketersediaan air dan kebutuhan air di waduk untuk kebutuhan irigasi.
 - b. Dapat mengetahui cara menentukan keseimbangan air pada waduk.
 - c. Dapat memenuhi persyaratan tugas akhir pada program Strata Satu (S-1) Program Studi

Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tunas Pembangunan Surakarta.

- d. Dapat menambah ilmu pengetahuan dalam bidang pengelolaan air secara teoritis.

2. Manfaat untuk akademik

Tugas akhir ini dapat dijadikan sebagai tambahan referensi di perpustakaan Universitas Tunas Pembangunan Surakarta tentang Hidrologi mengenai Pengelolaan Waduk.

3. Manfaat untuk mahasiswa

Dijadikan sumber *referensi* bagi mahasiswa yang menempuh tugas akhir dengan permasalahan yang sama.

4. Manfaat untuk *Stakeholder*

Dijadikan *referensi* dalam menganalisis waduk khususnya tentang ketersediaan air untuk kebutuhan irigasi.

II. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1. Ketersediaan Air

Ketersediaan air di sungai dapat dihitung dengan menggunakan metode perhitungan ketersediaan air, dalam studi ini digunakan metode F.J Mock dengan memperhitungkan data curah hujan, evapotranspirasi, dan karakteristik hidrologi daerah

pengaliran sungai. Hasil dari permodelan ini dapat dipercaya jika ada debit pengamatan sebagai pembanding. Oleh karena keterbatasan data di daerah studi maka proses pembandingan akan dilakukan terhadap catatan debit di stasiun pengamat muka air. Data dan asumsi yang diperlukan untuk perhitungan metode Mock adalah sebagai berikut:

1. Evapotranspirasi Terbatas (Et)

Evapotranspirasi terbatas adalah evapotranspirasi aktual dengan mempertimbangkan kondisi vegetasi dan permukaan tanah serta frekuensi curah hujan. Untuk menghitung evapotranspirasi terbatas diperlukan data:

- a. Curah hujan 10 harian (P)
- b. Jumlah hari hujan (n)
- c. Jumlah permukaan kering 10 harian (d) dihitung dengan asumsi bahwa tanah dalam suatu hari hanya mampu menahan air 12 mm dan selalu menguap sebesar 4 mm.
- d. Exposed surface (m%) ditaksir berdasarkan peta tata guna lahan atau dengan asumsi:

$m = 0\%$ untuk lahan dengan hutan lebat

$m = 0\%$ pada akhir musim hujan dan bertambah 10%

setiap bulan kering untuk lahan sekunder.

$m = 10\% - 40\%$ untuk lahan yang tererosi.

$M = 20\% - 50\%$ untuk lahan pertanian yang diolah.

Secara matematis evapotranspirasi terbatas dirumuskan sebagai berikut:

$$E_t = E_p - E \dots \dots \dots (A.3.3)$$

$$E = E_p \times \frac{m}{20} \times (18 - n) \dots \dots (A.3.4)$$

Dengan:

$E =$ Beda antara evapotranspirasi potensial dengan evapotranspirasi terbatas (mm)

$E_t =$ Evapotranspirasi terbatas (mm)

$E_p =$ Evapotranspirasi potensial (mm)

$M =$ singkapan lahan (Exposed surface)

$n =$ jumlah hari hujan

2. Faktor Karakteristik Faktor

Faktor Buka Lahan

$m = 0\%$ untuk lahan dengan hutan lebat

$m = 10 - 40\%$ untuk lahan tererosi

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

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan untuk seluruh daerah studi yang merupakan daerah

lahan pertanian yang diolah dan lahan tererosi maka dapat diasumsikan untuk faktor m diambil 30%.

3. Hidrologi
4. Luas Daerah Pengaliran

Semakin besar daerah pengaliran dari suatu aliran kemungkinan akan semakin besar pula ketersediaan debitnya.

5. Kapasitas Kelembaban Tanah (SMC)

Soil Moisture Capacity adalah kapasitas kandungan air pada lapisan tanah permukaan (surface soil) per m^2 . Besarnya SMC untuk perhitungan ketersediaan air ini diperkirakan berdasarkan kondisi porositas lapisan tanah permukaan dari DPS. Semakin besar porositas tanah akan semakin besar pula SMC yang ada. Dalam perhitungan ini nilai SMC diambil antara 50 mm sampai dengan 200 mm. Persamaan yang digunakan untuk besarnya kapasitas kelembaban tanah adalah:

$$SMC_{(n)} = SMC_{(n-1)} + IS_{(n)} \dots \dots (A.3.4)$$

$$W_s = A_s - IS \dots \dots \dots (A.3.5)$$

keterangan:

SMC = Kelembaban tanah

SMC (n) = Kelembaban tanah periode ke n

SMC(n-1) = Kelembaban tanah periode ke n-1

IS = Tampungan awal (*initial storage*) (mm)

6. Keseimbangan air di permukaan tanah

Keseimbangan air di permukaan tanah dipengaruhi oleh faktor-faktor sebagai berikut:

- Air hujan
- Kandungan air tanah (soil storage)
- Kapasitas kelembaban tanah (SMC) Air Hujan (As)

Air hujan yang mencapai permukaan tanah dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$As = P - Et \dots \dots \dots (A.3.6)$$

keterangan:

As = air hujan yang mencapai permukaan tanah

P= curah hujan bulanan

Et = Evapotranspirasi

7. Kandungan air tanah

Besar kandungan tanah tergantung dari harga As. bila harga As negatif. maka kapasitas kelembaban tanah akan berkurang dan bila As positif maka kelembaban tanah akan bertambah.

8. Aliran dan Penyimpangan Air Tanah (*run off dan Ground water storage*)

Nilai run off dan ground water tergantung dari keseimbangan air dan kondisi tanahnya.

9. Koefisien Infiltrasi

Koefisien nilai infiltrasi diperkirakan berdasarkan kondisi porositas tanah dan kemiringan DPS. Lahan DPS yang poros memiliki koefisien infiltrasi yang besar. Sedangkan lahan yang terjadi memiliki koefisien infiltrasi yang kecil karena air akan sulit terinfiltrasi ke dalam tanah. Batasan koefisien infiltrasi adalah 0 – 1.

10. Faktor Resesi Aliran Tanah (k)

Faktor Resesi adalah perbandingan antara aliran air tanah pada bulan ke n dengan aliran air tanah pada awal bulan tersebut. Faktor resesi aliran tanah dipengaruhi oleh sifat geologi DPS. Dalam perhitungan ketersediaan air metode FJ Mock, besarnya nilai k didapat dengan cara coba-coba sehingga dapat dihasilkan aliran seperti yang diharapkan.

11. Initial Storage (IS)

Initial Storage atau tampungan awal adalah perkiraan besarnya volume air pada awal perhitungan. IS di lokasi studi diasumsikan sebesar 100 mm.

12. Penyimpangan air tanah (*Ground Water Storage*)

Penyimpangan air tanah besarnya tergantung dari kondisi geologi setempat dan waktu. Sebagai permulaan dari simulasi harus

ditentukan penyimpanan awal (initial storage) terlebih dahulu.

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

$$V_n = k \times V_{n-1} + 0,5 (1 + k) I. \quad (A.3.7)$$

$$V_n = v_n - v_{n-1} \dots\dots\dots (A.3.8)$$

Dimana:

V_n = Volume air tanah periode ke n

K = q_t/q_0 = faktor resesi aliran tanah

q_t = aliran air tanah pada waktu periode ke t

q_0 = aliran air tanah pada awal periode (periode ke 0)

v_{n-1} = volume air tanah periode ke (n-1)

v_n = perubahan volume aliran air tanah

13. Aliran Sungai

Aliran Dasar = Infiltrasi – Perubahan aliran air dalam tanah

Aliran sungai = aliran permukaan + aliran dasar

Debit Andalan = Aliran Sungai x Luas DAS

1 bulan dalam detik Air yang mengalir di sungai merupakan jumlah dari aliran langsung (direct run off). aliran dalam tanah (interflow) dan aliran tanah (base flow). Besarnya masing-masing aliran tersebut adalah:

a. *Interflow* = *infiltrasi* – volume air tanah

b. *Direct run off* = *water surplus* – *infiltrasi*

c. *Base flow* = aliran yang selalu ada sepanjang tahun

d. *Run off* = *interflow* + *direct run off* + *base flow*.

2.2. Kebutuhan Air irigasi

Kebutuhan air irigasi adalah banyaknya air dalam liter/detik/ha yang dibutuhkan di sawah untuk jenis tanaman tertentu dan pada tahap pertumbuhan tertentu.

1. Evapotranspirasi

Evapotranspirasi tanaman acuan adalah evapotranspirasi tanaman yang dijadikan acuan, yakni rerumputan pendek. ETo adalah kondisi evaporasi berdasarkan keadaan-keadaan meteorologi seperti:

- Temperatur
- Sinar matahari atau radiasi
- Kelembaban
- Angin

Rumus perhitungan evapotranspirasi metode Panman-Monthait

$$E_{To} = \frac{0,408 \Delta R_n + \frac{900}{(T+273)} U_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1+0,34U_2)}$$

2. Koefisien tanaman

Tabel 0.1 Harga-Harga Koefisien Tanaman Padi.

| Bulan | Nedeco/Prosida | | FAO | |
|-------|--------------------------------|---------------------------------|-------------------|--------------------|
| | Varietas ² Biasa | Varietas ³ Unggul | Varietas Biasa | Varietas Unggul |
| 0,5 | 1,2 | 1,2 | 1,1 | 1,1 |
| 1 | 1,2 | 1,27 | 1,1 | 1,1 |
| 1,5 | 1,32 | 1,33 | 1,1 | 1,05 |
| 2 | 1,4 | 1,3 | 1,1 | 1,05 |
| 2,5 | 1,35 | 1,3 | 1,1 | 0,95 |
| 3 | 1,24 | 0 | 1,05 | 0 |
| 3,5 | 1,12 | | 0,95 | |
| 4 | 0 ⁴ | | 0 | |

Sumber : Dirjen Pengairan, Bina Program PSA. 010, 1985

Tabel 0.2 Harga-Harga Koefisien Tanaman Palawija

| Periode 15 hari ke | Tanaman | | | | |
|--------------------------|---------|--------|-----------------|--------|--------|
| | Kedelai | Jagung | Kacang Tanah | Bawang | Buncis |
| 1 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 |
| 2 | 0,75 | 0,59 | 0,51 | 0,51 | 0,64 |
| 3 | 1,00 | 0,96 | 0,66 | 0,69 | 0,89 |
| 4 | 1,00 | 1,05 | 0,85 | 0,90 | 0,95 |
| 5 | 0,82 | 1,02 | 0,95 | 0,95 | 0,88 |
| 6 | 0,45 | 0,95 | 0,95 | - | - |
| 7 | - | - | 0,95 | - | - |
| 8 | - | - | 0,55 | - | - |

(Sumber : Standar Perencanaan Irigasi, Perencanaan Jaringan Irigasi KP-01)

3. Kebutuhan air konsumtif

Kebutuhan air konsumtif adalah kebutuhan air tanaman untuk proses fotosintesis. Didapat dengan cara mengalihkan evapotranspirasi dengan koefisien tanaman. Penggunaan konsumtif dihitung dengan rumus berikut:

$$ET_c = K_c \times ET_o$$

Dimana :

ET_c = Evapotranspirasi tanaman, mm/hari

K_c = Koefisien tanaman

ET_o = Evapotranspirasi tanaman acuan, mm/hari

Evapotranspirasi air terbuka

$$E_o = 1,1 \times ET_o$$

4. Perkolasi

Laju perkolasi sangat bergantung kepada sifat-sifat tanah. Pada tanah-tanah lempung berat dengan karakteristik pengolahan (puddling) yang baik, laju perkolasi dapat mencapai 1-3 mm/hari. Pada tanah-tanah yang lebih ringan; laju perkolasi bisa lebih tinggi. Dari hasil-hasil penyelidikan tanah pertanian dan penyelidikan kelulusan, besarnya laju perkolasi serta tingkat kecocokan tanah untuk pengolahan tanah dapat ditetapkan dan dianjurkan pemakaiannya. Guna menentukan laju perkolasi, tinggi muka air tanah juga harus diperhitungkan. Perembesan terjadi akibat meresapnya air melalui tanggul sawah.

5. Kebutuhan air selama penyiapan lahan

Untuk perhitungan kebutuhan irigasi selama penyiapan lahan, digunakan metode yang dikembangkan oleh Van de Goor

dan Zijlstra (1968). Metode tersebut didasarkan pada laju air konstan dalam 1/dt selama periode penyiapan lahan dan menghasilkan rumus berikut :

$$IR = M e^k / (e^k - 1)$$

Dimana:

IR = Kebutuhan air irigasi di tingkat persawahan, mm/hari

M = Kebutuhan air untuk mengganti/mengkompensasi kehilangan air akibat evaporasi dan perkolasi di sawah yang sudah dijenuhkan $M = E_o + P$, mm/hari

E_o = Evaporasi air terbuka yang diambil 1,1, E_{To} selama penyiapan lahan, mm/hari

P = Perkolasi

$$k = MT/S$$

T = jangka waktu penyiapan lahan, (hari)

S = Kebutuhan air, untuk penjenuhan ditambah dengan lapisan air 50 mm, yakni $200 + 50 = 250$ mm seperti yang sudah diterangkan diatas.

Untuk menyikapi perubahan iklim yang selalu berubah dan juga dalam rangka penghematan air maka diperlukan suatu metode penghematan air pada saat pasca konstruksi.

Pada saat ini perhitungan kebutuhan air dihitung secara konvensional yaitu dengan

metode genangan, yang berkonotasi bahwa metode genangan adalah metode boros air.

Metode perhitungan kebutuhan air yang paling menghemat air adalah metode Intermitten yang di Indonesia saat ini dikenal dengan nama SRI atau System Rice Intensification. SRI adalah metode penghematan air dan peningkatan produksi dengan jalan pengurangan tinggi genangan disawah dengan sistem pengaliran terputus putus (intermiten). Metode ini tidak direkomendasi untuk dijadikan dasar perhitungan kebutuhan air, tetapi bisa sebagai referensi pada saat pasca konstruksi. Kebutuhan air irigasi selama penyiapan lahan yang dihitung menurut rumus diatas.

Tabel 0.3 Kebutuhan Air Irigasi selama Penyiapan Lahan (IR)

| M _{Eo} +PMm/hari | T = 30 hari | | T = 45 hari | |
|------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | S = 250 mm | S = 300 mm | S = 250 mm | S = 300 mm |
| 5 | 11,1 | 12,7 | 8,4 | 9,5 |
| 5,5 | 11,4 | 13 | 8,8 | 9,8 |
| 6 | 11,7 | 13,3 | 9,1 | 10,1 |
| 6,5 | 12 | 13,6 | 9,4 | 10,4 |
| 7 | 12,3 | 13,9 | 9,8 | 10,8 |
| 7,5 | 12,6 | 14,2 | 10,1 | 11,1 |
| 8 | 13 | 14,5 | 10,5 | 11,4 |
| 8,5 | 13,4 | 14,8 | 10,8 | 11,8 |
| 9 | 13,8 | 15,2 | 11,2 | 12,1 |
| 9,5 | 14 | 15,5 | 11,6 | 12,5 |
| 10 | 14,3 | 15,8 | 12 | 12,9 |
| 10,5 | 14,7 | 16,2 | 12,4 | 13,2 |
| 11 | 15 | 16,5 | 12,8 | 13,6 |

(Sumber : Standar Perencanaan Irigasi, Perencanaan Jaringan Irigasi KP-01)

6. Penggantian Lapisan Air (WLR)

Setelah pemupukan, usahakan untuk menjadwalkan dan mengganti lapisan air menurut kebutuhan. Jika tidak ada penjadwalan semacam itu, lakukan penggantian sebanyak 2 kali, masing-masing 50 mm (atau 3,3 mm/ hari selama ½ Bulan) selama sebulan dan dua bulan setelah transplantasi.

7. Hujan Efektif

Untuk irigasi pada curah hujan efektif bulanan diambil 70% dari curah hujan minimum tengah bulanan dengan periode ulang 5 tahun.

$$Re = 0,7 \times 115R \text{ (setengah bulan)}$$

Dimana :

Re = Curah hujan efektif, mm/hari

R (setengah bulan) 5 = Curah hujan minimum tengah bulanan dengan periode ulang 5 tahun/mm.

Di daerah-daerah proyek yang besar dimana tersedia data-data curah hujan harian, harus dipertimbangkan untuk diadakan studi simulasi untuk menghasilkan kriteria yang lebih terinci.

8. Kebutuhan Air Netto (NFR)

Kebutuhan air irigasi netto (NFR) dipengaruhi oleh besarnya evapotranspirasi (Etc) dan perkolasi (P) pada suatu lahan pertanian, semakin besar nilai Etc dan P maka kebutuhan air tinggi. Nilai NFR adalah jumlah total evapotranspirasi dan perkolasi dikurang dengan jumlah total curah hujan efektif (Re) dan Water Level Requirements/penggantian lapisan air (WLR). Apabila NFR bernilai negatif (-) artinya curah hujan efektif dapat memenuhi kebutuhan air tanaman, namun apabila NFR bernilai positif (+) artinya curah hujan efektif tidak dapat memenuhi kebutuhan air tanaman sehingga diperlukan jumlah air tambahan yang berasal dari saluran irigasi. Pada perhitungan kebutuhan air palawija nilai WLR tidak diperhitungkan, karena pada saat persiapan lahan palawija tidak memerlukan proses pergantian air. Umur tanaman atau stadia pertumbuhan tanaman sangat mempengaruhi besarnya kebutuhan air di lahan pertanian. Hal ini tercermin dalam nilai koefisien tanaman (Kc) yang terdapat dalam persamaan Penman. Pengetahuan mengenai koefisien tanaman (Kc) akan membantu dan mempermudah dalam menghitung kebutuhan air oleh tanaman (Tanga, 2007).

$$NFR = \frac{1}{8,64} \times (ETc + P + WLR - Re)$$

Dimana

ETc = Evapotranspirasi, mm/hari

P = perkolasi, mm/hari

WLR = Pengganti lapisan air, mm/hari

Re = Hujan Efektif, mm/hari

9. Efisiensi irigasi

Dalam praktek irigasi sering terjadi kehilangan air yaitu sejumlah air yang diambil untuk keperluan irigasi tetapi pada kenyataannya bukan digunakan oleh tanaman. Kehilangan air tersebut dapat berupa penguapan di saluran irigasi, kategori efisiensi irigasi menurut Dijen Pengairan (1984) adalah

- Jaringan irigasi umum berkisar 55%
- Jaringan irigasi dengan sumber air dari waduk berkisar 65%
- Untuk palawija diperkirakan sekitar 50 %

10. Luas area irigasi

Menurut SNI 6729.1:2015 proyeksi luas areal irigasi mempertimbangkan potensi daerah yang dikembangkan, ketersediaan air dan perkembangan jumlah penduduk.

11. Kebutuhan air irigasi

Kebutuhan air irigasi sebagian besar dicukupi dari air permukaan. Kebutuhan air irigasi

ditentukan oleh berbagai faktor seperti cara penyiapan lahan, kebutuhan air untuk tanaman, perkolasi dan rembesan, pergantian lapisan air dan curah hujan efektif. Kebutuhan air irigasi dihitung dengan persamaan (Triatmodjo, 2010) :

$$KAI = \frac{NFR \times A}{IE}$$

Dengan :

KAI : Kebutuhan air irigasi, dalam liter /detik

IE : Efisiensi irigasi, dalam %

A : Luas areal irigasi, dalam ha

2.3. Keseimbangan Air

Keseimbangan air atau water balance merupakan siklus air yang seimbang dimana besarnya aliran air yang masuk atau ketersediaan (*inflow*) dan keluar kebutuhan (*outflow*) siklus adalah sama, adapun komponen dari ketersediaan air (*inflow*) ialah air sungai, air hujan, mata air. Dan komponen dari kebutuhan air (*outflow*) ialah air baku, evaporasi, evapotranspirasi, air irigasi. Sedangkan ketidakseimbangan air adalah kebalikannya. Keseimbangan air dalam siklus hidrologi tergantung pada daerah yang diamati sesuai dengan *inflow* dan *outflow*.

Keseimbangan air dapat menggunakan perhitungan Neraca air (*water balance*) merupakan neraca masukan dan keluaran air disuatu tempat pada periode

tertentu, sehingga dapat untuk mengetahui jumlah air tersebut kelebihan (*surplus*) ataupun kekurangan (defisit). Kegunaan mengetahui kondisi air pada *surplus* dan *defisit* dapat mengantisipasi bencana yang kemungkinan terjadi, serta dapat pula untuk mendayagunakan air sebaik-baiknya. Secara kuantitatif, neraca air menggambarkan prinsip bahwa selama periode waktu tertentu masukan air total sama dengan keluaran air total ditambah dengan perubahan air cadangan (*change in storage*). Nilai perubahan air cadangan ini dapat bertanda positif atau negatif (Alfrida Irfani, 2012).

Menurut Soemarto (1999) konsep neraca air pada dasarnya menunjukkan keseimbangan antara jumlah air yang masuk ke, yang tersedia di, dan yang keluar dari sistem (sub sistem) tertentu. Secara umum persamaan neraca air dirumuskan sebagai berikut:

$$I = O \pm \Delta S$$

Keterangan :

$$I = \text{Masukan (inflow) (m}^3/\text{det)}$$

$$O = \text{Keluaran (outflow) (m}^3/\text{det)}$$

$$\Delta S = \text{Perubahan tampungan (m}^3\text{)}$$

III. METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi penelitian

Lokasi Penelitian ada di Waduk Tirtomarto atau Waduk Delingan atau adalah waduk buatan yang berlokasi di Jalan Raya

Karanganyar-Mojogedang KM 5 Dukuh Pojok, Desa Delingan, Kecamatan. Karanganyar, Kabupaten. Karanganyar, Provinsi Jawa Tengah. Lokasinya dekat dengan Wana Wisata Gunung Bromo Karanganyar. Pemerintah Hindia Belanda mulai membangun Waduk Tirtomarto pada tahun 1920 kemudian selesai pada tahun 1923.

3.2. Data Penelitian

1. Data primer

a. Foto kondisi Waduk Delingan

2. Data sekunder

a. Curah hujan tahun 1995-2020 STA Karanganyar

b. Klimatologi 2011-2015 Patihan

c. Catchement area atau luas area

d. Pola tanam

e. Debit Inflow Waduk Delingan

IV. ANALISIS PEMBAHASAN

4.1. Perhitungan Debit Ketersediaan Air

Data debit masukan (inflow) atau debit andalan dapat diperhitungkan dengan metode Fj mock karena ada data debit hanya diperoleh selama 6 tahun dari tahun 2015-2020 membantu untuk mencari debit andalan dari 2011-2014 menggunakan parameter Fj mock.

4.1.1. Perhitungan Debit

ketersediaan tahun 2015

Waduk Delingan sehingga ketersediaan air di waduk sangat kecil.

Jadi kebutuhan air irigasi akan kurang jikalau hanya dari ketersediaan air saja akan mengalami kekurangan sehingga juga mempengaruhi pola tanamnya, maka dari itu untuk kekurangannya $0,95 \text{ m}^3/\text{det}$ dibantu dengan

1. Tampung volume air pada waduk terakhir yaitu $3.957.813,39 \text{ m}^3$
2. Sumur pada setiap MT 1, MT2, MT3 yaitu pada daerah Gaum, Lalung, dan Jongke yang membuat kebutuhan air irigasi menjadi terpenuhi agar pada setiap MT 1, MT 2 , MT 3 menghasilkan panen yang bagus tanpa kekurangan.

V. HASIL PERHITUNGAN

1. Berdasarkan perhitungan debit andalan dengan adanya data debit inflow dari pos Delingan hanya tahun 2015-2020 , diambil tahun 2015 dengan data debit 529 liter/detik atau $0,529 \text{ m}^3 /\text{det}$ dihitung ulang menggunakan metode Fj Mock untuk mencari nilai faktor i dan k , i didapatkan 1 dan k 0,29 sehingga juga diperoleh debit yang sama yaitu $0,529 \text{ m}^3 /\text{det}$. Nilai i dan k menjadi parameter untuk mencari debit tahun 2011-

2014 menggunakan Fj Mock sehingga diperoleh debit rerata tahun 2011: $0,58 \text{ m}^3 /\text{det}$, 2012 : $0,58 \text{ m}^3 /\text{det}$, 2013 : $0,62 \text{ m}^3 /\text{det}$, 2014 : $0,47 \text{ m}^3 /\text{det}$.

2. Berdasarkan perhitungan kebutuhan air sebelumnya menghitung hujan efektif R80 % untuk padi dan R50% untuk palawija dengan luas area MT I untuk padi : 525 ha, MT II untuk padi : 525 ha dan MT III untuk padi: 235 ha dan palawija : 290 ha. Kebutuhan air irigasi MT I dimulai dari bulan Oktober : $1,35 \text{ m}^3 /\text{det}$; November : $1,50 \text{ m}^3 /\text{det}$; Desember : $1,49 \text{ m}^3 /\text{det}$; Januari : $1,13 \text{ m}^3 /\text{det}$; MT II dimulai bulan Februari : $0,86 \text{ m}^3 /\text{det}$; Maret : $1,53 \text{ m}^3 /\text{det}$; April : $1,56 \text{ m}^3 /\text{det}$; Mei : $1,88 \text{ m}^3 /\text{det}$ dan MT III dimulai bulan Juni : $1,31 \text{ m}^3 /\text{det}$; Juli : $1,74 \text{ m}^3 /\text{det}$; Agustus $1,94 \text{ m}^3 /\text{det}$; September : $1,84 \text{ m}^3 /\text{det}$. Debit secara global kebutuhan air irigasi didapatkan sebesar $1,51 \text{ m}^3 /\text{det}$.
3. Berdasarkan perhitungan debit ketersediaan air dan debit kebutuhan air irigasi sehingga dapat dihitung keseimbangan atau perbandingan antara debit air yang masuk dengan debit yang keluar pada waduk Delingan, rerata debit air yang masuk $0,56 \text{ m}^3 /\text{det}$ – rerata debit air yang keluar $1,51 \text{ m}^3 /\text{det}$ = - $0,95$ (defisit) . Debit ketersediaan tidak mencukupi area irigasi karena debit ketersediaan lebih kecil

dibandingkan debit kebutuhan air irigasi yang menghasilkan nilai minus (defisit) karena di daerah aliran sungai curah hujannya kecil dan adanya beberapa faktor yaitu penumpukan sedimentasi pada daerah aliran sungai irigasi di hulu waduk Delingan karena debit air yang masuk sangat kecil untuk kebutuhan air di irigasi dibantu dengan air tampungan pada waduk yaitu volumenya 3.957.813,39 m³ dan pada setiap masa masa tanam yaitu MT 1, MT 2, MT 3 ada banyak sumur yang membantu menjadi pemasok air untuk mengaliri irigasi sehingga bisa disimpulkan bahwa kebutuhan air irigasi bisa tercukupi sehingga bisa menghasilkan hasil panen yang maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin (2019), dalam analisisnya tentang Optimasi Tingkat Keandalan Embung Tiu Bangkemah Di Desa Belo Kecamatan Jereweh Kabupaten Sumbawa Barat.
- Blangko O Kebutuhan air setengah bulanan, Kabupaten Karanganyar (2020)- IP3A/GP3A dan Keputusan Komisi Irigasi.
- Christo Tri Agung Tambunan (2018) Analisa ketersediaan air pada daerah aliran sungai Sei Silau untuk memenuhi kebutuhan air bersih di kota Kisaran
- Imam Doipuloh, Nurdiyanto, ST., MPSDA, Akbar Winasis, ST., MT (2019). Analisis ketersediaan air bendung Rengrang di sungai Cipeles untuk kebutuhan irigasi di daerah irigasi Rengrang Kabupaten Sumedang.
- Modul-05-Modul Hidrologi Kebutuhan dan Ketersediaan Air, Pelatihan Alokasi Air, Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Konstruksi, Bandung.
- SDA-KP01-(2013)-*Spesifikasi Teknis Kriteria Perencanaan Irigasi, Jakarta*
- SNI 7745-Tata Cara perhitungan evapotranspirasi tanaman acuan dengan metode Penman-Monteith, 2012.
- Syarifuddin Sofyan (2020) . Analisa keseimbangan air embung Banumbang di Kabupaten Lombok Tengah.
- HANSEN, VAUGHN E., et al. Terbitan: (1986)-Dasar-dasar dan praktek irigasi, Jakarta : Erlangga , 1986.
- Zulfikar Indra M.I. Jasin, A. Binilang, J.D. Mamoto (2012) analisis debit sungai Munte dengan metode mock dan metode nreca untuk kebutuhan pembangkit listrik tenaga air.