

ANALISIS KETERSEDIAAN AIR UNTUK DAERAH IRIGASI KAWATUNA

Siti Rahmi Oktavia¹ dan Riska Kartika Sari²

^{1,2}*Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tadulako*

Jl. Soekarno-Hatta Km. 9 Palu, Sulawesi Tengah.

Email : sroktavia@gmail.com

Abstrak

Daerah Irigasi Kawatuna merupakan Daerah Irigasi yang memanfaatkan potensi air dari Sungai Kawatuna dengan luas areal fungsional 28 Ha. Daerah Irigasi Kawatuna melayani kebutuhan air irigasi untuk Kecamatan Kawatuna dan Lasoani. Studi ini bertujuan untuk mengetahui debit kebutuhan Daerah Irigasi Kawatuna terhadap ketersediaan air dari Sungai Kawatuna. Metode Penman Modifikasi digunakan untuk menghitung besarnya evapotranspirasi (Eto). Sedangkan Debit Andalan dihitung berdasarkan data curah hujan dari stasiun Mutiara Sis Al-Jufri Palu dengan menggunakan Metode NRECA. Dari hasil analisis diperoleh ketersediaan air Daerah Irigasi Kawatuna untuk periode 2006-2015 sebesar $-0,009 \text{ m}^3/\text{det}$, sedangkan kebutuhan air sebesar $0,070 \text{ m}^3/\text{det}$. Dari evaluasi tersebut, dapat disimpulkan bahwa ketersediaan air pada Daerah Irigasi Kawatuna tidak cukup untuk memenuhi kebutuhan air pada lahan fungsional dan mengairi areal irigasi secara terus-menerus.

Kata kunci: Debit Andalan, Debit Kebutuhan, Pola Tanam

Abstract

Kawatuna's Irrigation Area are irrigated areas that utilize the water potential of the Kawatuna's River with functional area of 28 Ha. Irrigation areas serve the needs of irrigation water for kawatuna and lasoani districts. This study aims to determine the discharge needs of Kawatuna Irrigation Area on the availability of water from the Kawatuna River. Penman Modification Method is used to calculate the magnitude of evapotranspiration (Eto). The mainstay discharge is calculated based on rainfall data from Sis Al-Jufri Palu Mutiara station using NRECA method. From the analysis results obtained water availability Kawatuna Irrigation Area for the period 2006-2015 of $0.324 \text{ m}^3 / \text{s}$, while the water requirement of $0.066 \text{ m}^3 / \text{s}$. From the evaluation, it can be concluded that water availability in Kawatuna Irrigation Area is not sufficient to meet the water requirement on functional land and irrigate irrigation area continuously.

Key words: Dependable Flow, Water Demand, Planting Pattern

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

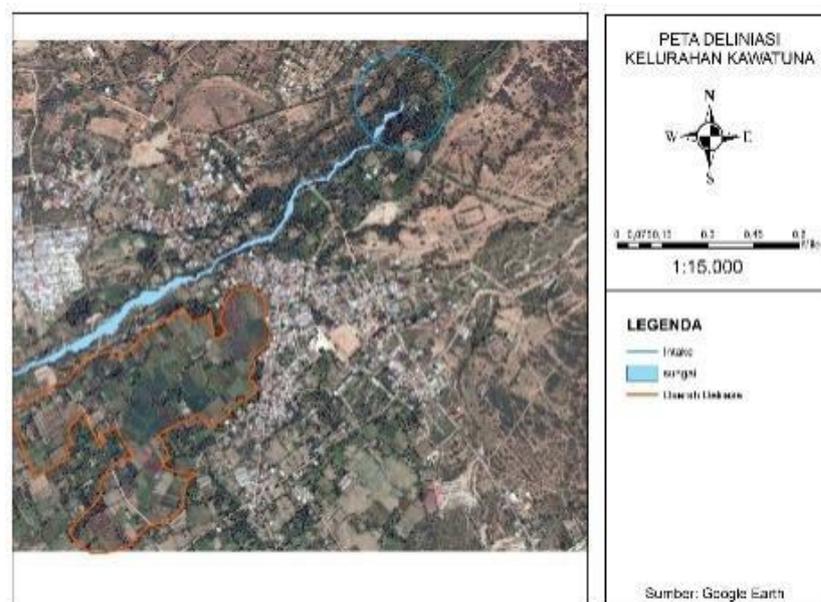
Air merupakan salah satu kebutuhan pokok tanaman agar tumbuh dengan baik. Kebutuhan air irigasi untuk tanaman dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain curah hujan, topografi, kondisi tanah, iklim, pola tanam dan lain-lain. Oleh karena itu, dalam satu daerah irigasi mengetahui kebutuhan air dan ketersediaan air diperlukan agar keseimbangan air dapat terjaga.

Irigasi merupakan metode pengairan lahan persawahan yang mengandalkan ketersediaan air sungai dan hujan. Penyediaan air irigasi adalah penentuan volume air per satuan waktu yang dialokasikan dari suatu sumber air untuk suatu daerah irigasi yang didasarkan waktu, jumlah, dan mutu sesuai dengan kebutuhan untuk menunjang pertanian dan keperluan lainnya. Dengan mengetahui besarnya kebutuhan air untuk irigasi, maka dapat digunakan untuk menentukan luas wilayah irigasi yang seharusnya ada, serta pola tanam yang sesuai dengan ketersediaan air yang ada.

Sungai Kawatuna yang terletak di Kelurahan Kawatuna potensi airnya dimanfaatkan melalui bangunan irigasi. Berdasarkan info dari Badan Pusat Statistik Kota Palu diindikasikan peningkatan jumlah penduduk dan keperluan air masyarakat pada daerah tersebut sebagian besar diperuntukan untuk daerah pertanian. Namun karena kondisi yang terjadi pada lahan pertanian di Kelurahan Kawatuna adalah ketidakseimbangan antara ketersediaan dan kebutuhan air lahan pertanian. Maka untuk memaksimalkan air dari sungai Kawatuna perlu adanya upaya analisis perencanaan terhadap irigasi yang sudah ada pada Sungai Kawatuna.

2. Lokasi Dan Data Perencanaan

2.1. Lokasi Perencanaan



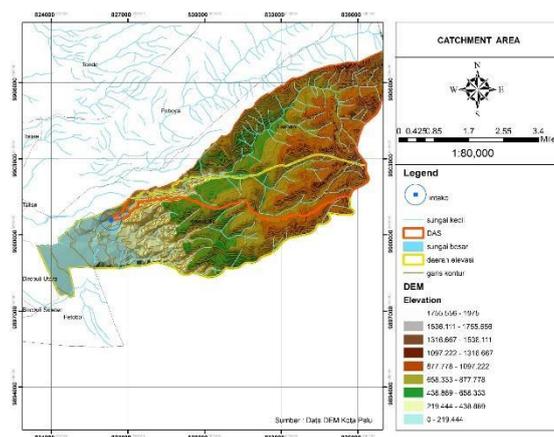
Gambar 1. Peta Delienasi Intake dan Daerah Irigasi Kawatuna (2017)

2.2. Data Perencanaan

Daerah Irigasi Kawatuna berada di wilayah Kecamatan Mantikulore, Kota Palu, Provinsi Sulawesi Tengah tepatnya pada Kelurahan Kawatuna.

Sumber air irigasi digunakan untuk kebutuhan masyarakat sehari-hari, yang dialirkan dari rumah kerumah, sekolah, tempat beribadah serta dipergunakan untuk keperluan ternak dan kebun masyarakat sekitar. Namun sebagian besar air irigasi dimanfaatkan untuk mengairi lahan pertanian. Penggunaan Lahan Kawatuna dapat dilihat pada tabel 1 dan Peta DAS Kawatuna pada gambar 2 di bawah ini.

Tabel 1. Penggunaan Lahan Kawatuna Sumber: BPS Kota Palu, (2016)



Gambar 2. Catchment Area DAS Kawatuna Sumber: Data DEM Kota Palu, (2015)

3. Landasan Teori

3.1. Debit Andalan

Debit aliran adalah jumlah air yang mengalir dalam satuan volume per satuan waktu. Dengan persamaan sebagai berikut:

$$Q = A \times V$$

Debit andalan adalah besarnya debit yang tersedia untuk memenuhi kebutuhan air dengan resiko kegagalan yang telah diperhitungkan.

3.2. Metode NRECA

Cara perhitungan menggunakan Metode NRECA sesuai untuk daerah cekungan yang setelah hujan berhenti masih ada aliran air di sungai selama beberapa hari. Kondisi ini terjadi bila tangkapan hujan cukup luas. Perhitungan debit aliran Metode NRECA dilakukan kolom perkolom dari kolom 1 sampai kolom 20 dengan langkah sebagai berikut (KP-01, 1986)

1. Nama bulan dari Januari sampai Desember tiap-tiap tahun pengamatan.
2. Periode harian dalam 1 bulan.
3. Nilai hujan rerata bulanan (Rb).
4. Nilai penguapan peluh potensial (PET atau ET_o)

5. Nilai tampungan kelengasan awal (W_o). Nilai awal ini harus dicoba-coba dan di cek agar nilai pada bulan januari mendekati nilai pada bulan Desember , jika selisih nilai melebihi 200 mm, harus di ulang lagi.
6. Tampungan kelengasan tanah (*soil moisture storage* , W_i). dan dihitung dengan rumus:

$$W_i = \frac{W_o}{Nominal}$$

Keterangan :

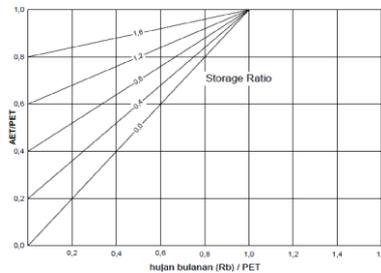
Nominal = $100 + 0,2 R_a$

R_a = hujan tahunan (mm)

7. Rasio R_b/PET

8. Rasio AET/PET

AET =Penguapan Peluh aktual yang dapat diperoleh dari Gambar 2 nilainya bergantung dari rasio R_b/PET dan W_i .



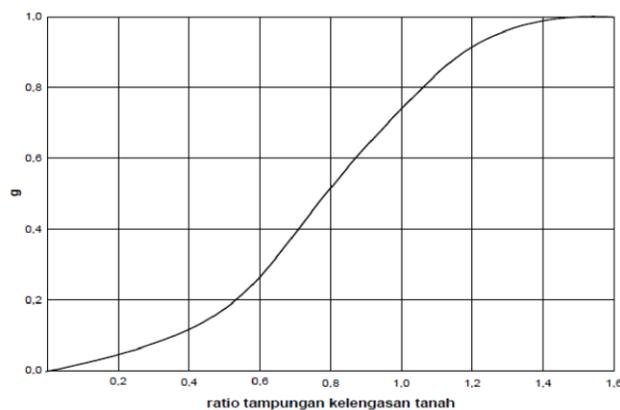
Gambar 3. Grafik Perbandingan penguapan nyata dan potensial (AET/PET) Ratio (KP01,1986)

9. $AET = (AET/PET) \times PET \times \text{koef. Reduksi}$

10. Neraca air $R_b - AET$

11. Rasio kelebihan kelengasan (*excess moisture*) yang dapat diperoleh sbb:

Bila neraca air positif (+), maka rasio tersebut dapat diperoleh dari Gambar 4 dengan memasukkan harga W_i . Bila neraca air negatif (-). rasio = 0.



Gambar 5. Ratio Tampungan Kelengasan Tanah (KP-01,1986)

12. Kelebihan kelengasan = rasio kelebihan kelengasan x neraca air
13. Perubahan tampungan = neraca air - kelebihan kelengasan
14. Tampungan air tanah = PSUB x kelebihan kelengasan
PSUB adalah parameter yang menggambarkan karakteristik tanah permukaan (kedalaman 0 - 2) yang nilainya 0.3 untuk tanah kedap air dan 0.9 untuk tanah lulus air.
15. Tampungan air tanah awal yang harus dicoba-coba dengan nilai awal = 2.
16. Tampungan air tanah akhir = tampungan air tanah + tampungan air tanah awal (point 14 + 15).
17. Aliran air tanah = GWF x tampungan air tanah akhir (point 16) GWF adalah parameter yang menggambarkan karakteristik tanah permukaan (kedalaman 2 - 10) yang nilainya 0.8 untuk tanah kedap air dan 0.2 untuk tanah lulus air.
18. Aliran langsung (direct run off) = kelebihan kelengasan - tamp. Air tanah (point 12 - 14)
19. Aliran total = aliran langsung + aliran air tanah (point 18 + 17) dalam mm
20. Aliran total dalam kolom 19 dalam mm diubah ke dalam satuan m³/detik. (point 19 x luas catchment area)/(10 x 24 x 3600).

Untuk perhitungan bulan berikutnya diperlukan nilai tampungan kelengasan (kolom 5) untuk bulan berikutnya dan tampungan air tanah (kolom 15) bulan berikutnya yang dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut : (KP-01 1986)

1. Tampungan kelengasan = tamp. kelengasan bulan sebelumnya + perubahan tamp. (point 5 + 13). semuanya bulan sebelumnya.
2. Tamp. air tanah = tamp. air tanah akhir + aliran air tanah (point 16+17). semuanya dari bulan sebelumnya.

Sedangkan volume air yang dapat mengisi kolam waduk selama musim hujan (Vb) dapat dihitung dari jumlah air permukaan dari seluruh daerah tadah hujan dan air hujan efektif yang langsung jatuh di atas permukaan kolam.

3.3. Kebutuhan Air Irigasi

Irigasi didefinisikan sebagai bentuk pemanfaatan air pada tanah atau lahan lahan pertanian untuk penyediaan cairan yang dibutuhkan dalam proses pertumbuhan tanaman Vaugh E. Hansen dkk. (1986). Tujuannya adalah untuk membasahi tanah agar mencapai suatu kondisi tanah yang baik untuk pertumbuhan tanaman.

Adapun kebutuhan bersih air di sawah untuk tanaman padi (NFR) dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut Trianti dkk. (1996)

$$NFR = Etc + P + WLR - Re$$

Untuk menentukan kebutuhan air selama penyiapan lahan, digunakan persamaan metode yang dikembangkan oleh Van De Goor dan Zijlstra (1968).

$$IR = M. e^k / e^k - 1$$

Kebutuhan air untuk pertumbuhan tanaman atau penggunaan konsumtif adalah kebutuhan untuk mengganti lapisan air yang hilang akibat evapotranspirasi (ET_o) dan perkolasi (P), mulai dari bibit padi ditanam sampai padi mulai menguning KP – 01, (1986)

Untuk mengetahui besarnya kehilangan air akibat proses penguapan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut: Wilson E.M. Hidrologi Teknik (1993)

$$ET_o^* = W \times R_a + (1 - W) \times f(u) \times (e_s - e)$$

Curah hujan efektif adalah hujan yang jatuh diatas daerah irigasi dan secara langsung dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan air bagi pertumbuhan tanaman (KP – 01, 1986)

$$Re \text{ Padi} = 0,7 \times \frac{1}{15} R(\text{setengah bulan})$$

$$Re \text{ Palawija} = 0,80 \cdot R_{50} - 25 / 30 \quad (\text{Jika } R_{50} > 75 \text{ mm/bulan})$$

$$Re \text{ Palawija} = 0,60 \cdot R_{50} - 10 / 30 \quad (\text{jika } R_{50} < 75 \text{ mm/bulan})$$

Untuk menghitung kebutuhan air rencana di pintu pengambilan atau *intake* (DR), digunakan persamaan berikut: Trianti dkk. (1996).

$$DR = \frac{NFR}{ex8,64}$$

Debit kebutuhan adalah jumlah air yang dibutuhkan oleh irigasi tiap satuan waktu. Dalam menentukan besarnya debit kebutuhan dan luas lahan terairi digunakan rumus (KP Penunjang, 1986)

:

$$Q = \frac{NFR \times A}{ex8,64 \times 1000} ; A = \frac{Q(\text{tersedia})}{DR} \times 1000$$

3.4. Neraca Air (Water Balance)

Luas areal yang dapat diairi sangat bergantung dari debit andalan yang tersedia serta kebutuhan air irigasi pada waktu yang bersamaan. Apabila air yang tersedia tidak mencukupi untuk mengairi luas areal irigasi yang ada, maka untuk mengatasinya dapat dilakukan dengan tiga alternatif, yaitu (KP 01 – 1986) :

1. Modifikasi Pola tanam.

Melakukan perubahan waktu tanam, sehingga air irigasi yang ada dapat mengairi areal yang lebih luas.

2. Rotasi Teknis

Untuk mengurangi kebutuhan puncak air irigasi, dapat dilaksanakan dengan sistem rotasi, namun dalam hal ini sistem pengoperasian agak rumit.

3. Mengurangi luas areal irigasi.

Bagian tertentu dari daerah irigasi yang dapat diairi, tidak diairi.

Neraca air dipintu pengambilan untuk setiap periode pemberian air irigasi, dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$NA = Q \text{ tersedia} - Q \text{ kebutuhan}$$

Keterangan :

NA = Neraca air , m³/det

Q tersedia = Debit yang diharapkan terjadi dibendung, yang bisa masuk ke intake, m³/det.

Q kebutuhan = Debit yang dibutuhkan sesuai rencana pola tanam, m³/det. **Metode Perencanaan**

5.1. Perhitungan Debit Andalan.

5.1.1. Metode NRECA

Dalam menentukan ketersediaan air atau debit andalan pada sungai Kawatuna, digunakan metode NRECA untuk setiap tahunnya selama 10 tahun. Data-data yang menjadi parameter dalam menentukan debit andalan antara lain :

1. Data curah hujan bulanan rata-rata
2. Data Evapotranspirasi potensial yang dihitung dengan metode Penman Modifikasi.

Adapun langkah perhitungan ketersediaan air atau debit andalan pada Sungai Kawatuna dengan Metode NRECA dapat dilihat pada contoh perhitungan pada tahun 2006 sebagai berikut :

1. Nama Bulan Januari tahun 2006
2. Jumlah Hari di Bulan Januari = 31 hari
3. Nilai Hujan rata-rata Bulanan R_b (diambil dari data curah hujan) yaitu : 40,30 mm/bln.
4. Nilai Penguapan Peluh potensial diambil dari / Potensial Evapotranspirasi (PET) = 152,89 mm/bln.
5. Nilai Tampunguan Kelengasan Awal (W_o). Nilai awal ini harus dicoba coba dan dicek agar nilai pada bulan januari mendekati nilai pada bulan desember, jika selisih nilai melebihi 200 mm, harus diulangi lagi. Maka dicoba nilai awal W_o = 200 mm.
6. Ratio Tampunguan Tanah (W_i) dihitung dengan rumus :

$$W_i = \frac{W_o}{Nominal}$$

$$Nominal = 100 + 0,2 R_a$$

Dimana :

$$R_a = \text{Hujan Tahunan (mm) Nilai Nominal} = 100 + 0,2 (600,60)$$

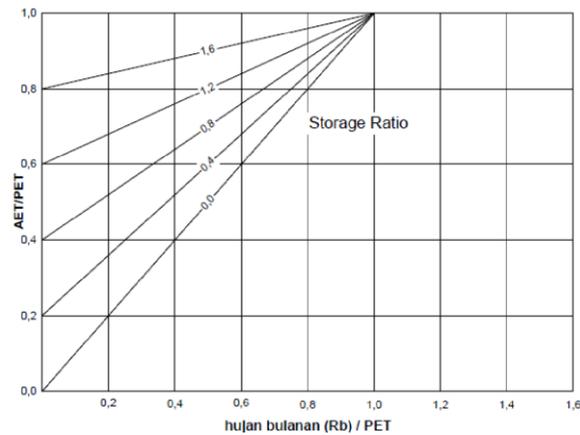
$$\text{Jadi, } W_i = \frac{W_o}{Nominal} \rightarrow \frac{200}{220,12} = 0,9$$

7. Ratio R_b / PET

$$\begin{aligned} \text{Ratio R}_b / \text{PET} &= \text{Nilai hujan rata-rata Bulanan} / \text{Evapotranspirasi Potensial} = 40,30 / 152,89 \\ &= 0,26 \end{aligned}$$

8. Ratio AET/PET

AET = Penguapan Peluh Aktual dapat dilihat dari Gambar 4, nilainya tergantung R_b/PET dan Nilai W_i.



Gambar 6. Grafik Perbandingan Penguapan Nyata dan Potensial (AET/PET Ratio)
(Sumber: KP-01-1986)

Dari hasil plot grafik perbandingan penguapan nyata dan potensial diperoleh nilai Ratio AET/PET = 0,59

9. $AET = (AET/PET) \times PET \times \text{Koef. reduksi}$

Koefisien Reduksi diperoleh dari fungsi kemiringan lahan, seperti pada tabel berikut:

<i>Kemiringan (m/Km)</i>	<i>Koef. Reduksi</i>
<i>0 - 50</i>	<i>0,9</i>
<i>51 - 100</i>	<i>0,8</i>
<i>101 - 200</i>	<i>0,6</i>
<i>> 200</i>	<i>0,4</i>

Gambar 7. Koefisien Reduksi Penguapan Peluh (Sumber KP-01,1986)

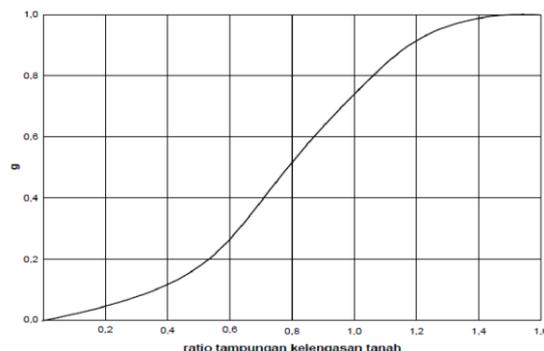
Berdasarkan Data Pengukuran Elevasi Lahan, Elevasi Intake Sungai Kawatuna ±189 m dari permukaan laut, maka Koef. Reduksi yang diambil adalah 0,6.

$$AET = (AET/PET) \times PET \times \text{Koef. reduksi} = (0,59) \times 152,89 \times 0,6 = 54,12 \text{ mm}$$

10. Neraca Air = $R_b - AET = 40,30 - 54,12 = -13,82 \text{ mm}$

11. Ratio kelebihan kelengasan tanah yang dapat diperoleh sebagai berikut :

- a. Bila nilai neraca air positif maka rasio tersebut dapat diperoleh dari Gambar 6 dengan memasukkan nilai tampungan kelengasan tanah (W_i)
- b. Bila neraca air negatif, Ratio = 0



Gambar 8. Ratio Tampungan Kelengasan Tanah (Sumber KP-01,1986)

12. Kelebihan Kelengasan Tanah

$$\text{Ratio kelengasan tanah} \times \text{Neraca air} = 0 \times 0 = 0 \text{ mm}$$

13. Perubahan Tampungannya = Neraca air – Kelebihan Kelengasan Tanah = $0 - 0 = 0 \text{ mm}$

14. Tampungannya air tanah = $P1 \times \text{kelebihan kelengasan}$

Dimana:

$P1$ = Parameter yang menggambarkan karakteristik tanah permukaan (kedalaman 0-2 m), nilainya 0,1 – 0,5 tergantung pada sifat lulus air lahan

$P1 = 0,3$ bila bersifat kedap air

$P1 = 0,9$ bila bersifat lulus air

Jadi $P1$ diambil 0,7 sesuai dengan karakteristik tanah tempat penelitian.

Maka, tampungannya air tanah = $P1 \times \text{kelebihan kelengasan} = 0,7 \times 0 = 0 \text{ mm}$

15. Tampungannya air tanah awal yang harus dicoba-coba dengan nilai awal = 2 mm.

16. Tampungannya air tanah akhir = tampungannya air tanah + tampungannya air tanah awal = $0 + 2 = 2 \text{ mm}$

17. Alirannya Air tanah = $P2 \times \text{tampungannya air tanah akhir}$, dimana :

$P2$ = Parameter seperti $P1$ tetapi untuk lapisan tanah dalam (kedalaman 2-10m)

$P2 = 0,8$ bila bersifat kedap air

$P2 = 0,2$ bila bersifat lulus air

Jadi $P2$ diambil 0,5 sesuai dengan karakteristik tanah tempat penelitian.

Maka, alirannya air tanah = $P2 \times \text{tampungannya air tanah akhir} = 0,5 \times 2 = 1 \text{ mm}$

18. Alirannya Langsung = kelebihan kelengasan – tampungannya air tanah = $0 - 0 = 0 \text{ mm}$

19. Alirannya total = alirannya langsung + alirannya air tanah (mm) = $0 + 1 = 1 \text{ mm}$

20. Dalam m^3/detik = (Nilai Alirannya total (mm) x luas catchment area) / (31 x 24 x 3600).

Dalam hal ini diketahui luas catchment area berdasarkan data dari Badan Wilayah Sungai III Kota Palu adalah $120,25 \text{ km}^2 = (1/1000 \times 120,25 \times 10^6) / (31 \times 24 \times 3600) = 0,04 \text{ m}^3/\text{detik}$

5.2. Analisis Kebutuhan Air (Debit Kebutuhan)

5.2.1. Rencana Pola Tanam

- Awal Bulan Desember (tanggal 1 Desember)
- Akhir Bulan Desember (tanggal 15 Desember)
- Awal Bulan Januari (tanggal 1 Januari)

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut :

POLA TANAM	BULAN																							
	Des		Jan		Feb		Mar		Apr		Mei		Jun		Jul		Agu		Sep		Okt		Nov	
Akhrmat1	LP		PADI						LP		PADI													
Akhrmat2		LP		PADI						LP		PADI												
Akhrmat3			LP		PADI						LP		PADI											

Gambar 9. Rencana Pola Tanam pada Daerah Irigasi Kawatuna (Padi-Padi-Palawija)

5.2.2. Kebutuhan Air pada Petak Sawah

a. Perhitungan Kebutuhan Air Untuk Penyiapan Lahan (IR)

Dalam menghitung kebutuhan air untuk penyiapan lahan sawah dengan tanaman padi pada Daerah Irigasi Kawatuna dapat digunakan persamaan:

$$IR = \frac{M \cdot e^k}{e^k - 1}$$

Diketahui :

- Penjenuhan lapisan tanah permukaan (S) = 250 mm.
- Penggenangan permukaan tanah sebagai pengganti lapisan air yang hilang sebesar 50 mm
- Pengganti evaporasi (Eo) = 1,1 x ETo
- Penggantian Perkolasi (P) = 2,00 mm/hari
- Waktu penyiapan lahan ditetapkan (T) = 30 hari.
- Bilangan Eksponen (e) digunakan 2,718.

Dalam analisis perhitungan kebutuhan air untuk penyiapan lahan agar lebih cepat dan praktis kita gunakan tabel dan lampiran sebagai contoh perhitungan untuk periode bulan Desember adalah sebagai berikut :

- Besarnya Evapotranspirasi, ETo = 4,79 mm/hari

Maka besarnya evapotranspirasi

$$Eo = 1,1 \times Eto = 1,1 \times 4,79 = 5,269 \text{ mm/hari}$$

- Perkolasi = 2,00 mm/hari

Maka didapat evaporasi dan perkolasi sebesar

$$M = Eo + P = 5,269 + 2 = 7,269 \text{ mm/hari}$$

- Besarnya air untuk penjenuhan dan genangan = 250 + 50 = 300 mm

Dari tabel dengan menggunakan nilai

$$S = 300 \text{ mm}$$

$$T = 30 \text{ hari}$$

$$M = 7,565 \text{ mm/hari}$$

$$k = M \cdot T / S = 7,565 \cdot 30 / 300 = 0,766$$

$$\text{Jadi, IR} = \frac{M \cdot e^k}{e^k - 1} = \frac{4,723 \cdot 2,718^{0,766}}{2,718^{0,766} - 1} = 14,07 \text{ mm/hari}$$

b. Perhitungan Kebutuhan Air untuk Penggantian Lapisan Air di sawah (WLR)

Perhitungan lapisan air di sawah dilakukan 1 bulan dan 2 bulan setelah transplantasi, setinggi 50 mm sebanyak 2 kali

Contoh perhitungan WLR :

- MT 1 periode November sampai Juli
- Kebutuhan air pengganti lapisan air (WLR) permulaan transplantasi setinggi 50 mm, sebanyak 2 kali selama 30 hari dengan jangka waktu 15 hari

Untuk jelasnya dapat dilihat pada tabel 5.27 dan 5.28

c. Perhitungan Kebutuhan Air untuk penggunaan konsumtif (ETc)

Penggunaan Konsumtif tanaman yang dimaksud adalah jumlah air yang dibutuhkan untuk mengganti lapisan air yang hilang akibat evapotranspirasi mulai dari bibit padi ditanam hingga padi mulai menguning. Tanaman yang digunakan adalah jenis tanaman varietas unggul berdasarkan FAO. Varietas unggul adalah varietas padi yang jangka waktu tumbuhnya pendek. Jadi, dalam jangka waktu 1 tahun areal dapat ditanami 2 kali padi dan 1 kali palawija. Sebagai contoh perhitungan berikut disajikan pola tanam dan koefisien tanam.

Contoh perhitungan kebutuhan air untuk penggunaan konsumtif tanaman

1) Tanaman Padi

$$\text{Periode Januari} \rightarrow Kc = (1,1 + 1,1) / 2 = 1,1$$

$$\text{Evapotranspirasi bulan Desember} \rightarrow Eto = 4,60 \text{ mm/hari}$$

Besarnya kebutuhan air tanaman untuk penggunaan konsumtif (ETc)

$$Etc = Kc \times Eto = 1,1 \times 4,60 = 5,06 \text{ mm/hari}$$

2) Tanaman Palawija

$$\text{Periode Juli 2} \rightarrow Kc = (0,00 + 0,5) / 2 = 0,25$$

$$\text{Evapotranspirasi bulan Juli} \rightarrow Eto = 4,30 \text{ mm/hari}$$

Besarnya kebutuhan air tanaman untuk penggunaan konsumtif (ETc)

$$Etc = Kc \times Eto = 0,25 \times 4,30$$

d. Perhitungan Kebutuhan Air Bersih di Sawah (NFR)

Besarnya kebutuhan air bersih di sawah dapat dihitung dengan persamaan, yaitu :

- Untuk masa penyiapan lahan : $NFR = IR - Re$
- Untuk tanaman padi: $NFR = Etc + P - Re + WLR$

- Untuk tanaman Palawija : $NFR = Etc + P - Re$

1) Besarnya kebutuhan air bersih di sawah untuk penyiapan lahan bulan Desember 1

Diketahui :

$$IR = 14,31 \text{ mm/hari}$$

Besarnya curah hujan efektif Bulan Desember 1

$$R_{eff} = 0,32 \text{ mm/hari}$$

Maka, Kebutuhan air di sawah untuk penyiapan lahan (NFR)

$$NFR = IR - R_{eff} = 14,31 - 0,32 = 13,99 \text{ mm/hari}$$

2) Besarnya kebutuhan air bersih di sawah untuk pertumbuhan tanaman padi Januari 1

Diketahui :

$$Etc = 5,06 \text{ mm/hari}$$

$$WLR = 1,1 \text{ mm/hari}$$

$$R_{eff} = 0,98 \text{ mm/hari}$$

$$P = 2 \text{ mm/hari}$$

Maka, kebutuhan air untuk pertumbuhan tanaman padi :

$$NFR = Etc + P - R_{eff} + WLR = 5,06 + 2 + 0,98 + 3,3 = 9,38 \text{ mm/hari}$$

3) Besarnya kebutuhan air bersih di sawah untuk pertumbuhan tanaman palawija bulan Juli 2

Diketahui :

$$Etc = 1,07 \text{ mm/hari}$$

$$R_{eff} = 0,53 \text{ mm/hari}$$

Maka, kebutuhan air untuk tanaman palawija :

$$NFR = Etc - R_{eff} = 1,07 - 0,53 = 2,54 \text{ mm/hari}$$

e. Kebutuhan Air Untuk Irigasi

Perkiraan kebutuhan air untuk irigasi yang dibutuhkan tanaman pada suatu petak sawah meliputi:

- Besarnya Evaporasi Potensial (Eto), mm/hari
- Besarnya Koefisien Tanaman (Kc)
- Besarnya kebutuhan air tanaman pada penggunaan konsumtif (Etc), mm/hari
- Besarnya laju perkolasi (P) = 2,00 mm/hari
- Besarnya kebutuhan air untuk penyiapan lahan (IR), mm/hari
- Penggantian lapisan untuk genangan (WLR), mm/hari
- Tinggi curah hujan efektif (Reff), mm/hari
- Besarnya efisiensi irigasi (e) = 65%
- Luas Areal yang dilayani (A)

f. Luas Areal yang dapat diairi (A)

Maksimum Luas Areal yang diairi dapat dihitung dengan persamaan

$$A = \frac{Q_{tersedia}}{DR} \times 1000$$

Contoh perhitungan maksimum luas areal yang dapat diairi (A) periode Desember 1 untuk alternatif 1 :

Diketahui :

$$Q_{tersedia} \text{ bulan Desember 1} = 0,002 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$DR \text{ periode bulan Desember 1} = 2,49 \text{ l/det/Ha}$$

Maka, luas areal maksimum yang dapat terairi adalah :

$$A = \frac{Q_{tersedia}}{DR} \times 1000 = \frac{0,002}{2,49} \times 1000 = 0,980 \text{ Ha.}$$

Untuk perhitungan selanjutnya dalam berbagai alternatif dapat dilihat pada tabel 5.35 dan 5.36.

g. Debit Kebutuhan (Qkebutuhan) untuk Luas Lahan Fungsional

Debit Kebutuhan dapat dihitung dengan persamaan

Contoh Perhitungan Debit Kebutuhan (Qkebutuhan) untuk Periode Bulan April 1 Alternatif 1 untuk Luas Lahan Fungsional, A = 28 Ha.

Diketahui :

$$DR = 2,49$$

$$A = 28 \text{ Ha, selanjutnya,}$$

$$Q_{keb} = 2,49 \times \frac{28}{1000} = 2,49 \times \frac{28}{1000} = 0,07 \text{ m}^3/\text{det}$$

h. Perhitungan Neraca Air dan Faktor K

Untuk menghitung Neraca Air dan Faktor K digunakan persamaan 2.2 dan persamaan 2.2.

$$NA = Q_{tersedia} - Q_{kebutuhan}$$

$$\text{Faktor K} = Q_{tersedia} / Q_{kebutuhan}$$

Contoh Perhitungan Neraca Air dan Faktor K

Diketahui periode Bulan April :

- Areal, A = 28 Ha
 - Periode Desember 1, $Q_{kebutuhan} = 0,070 \text{ m}^3/\text{det}$
 - Periode Desember 2, $Q_{kebutuhan} = 0,136 \text{ m}^3/\text{det}$
- Debit Tersedia, Periode Desember, $Q_{andalan} = 0,002 \text{ m}^3/\text{det}$
 - Perhitungan :
 - Periode Desember 1
 - $NA1 = Q_{tersedia} - Q_{kebutuhan} = 0,002 - 0,070 = -0,067$
 - Faktor K = $Q_{tersedia} / Q_{kebutuhan} = 0,002 / 0,070 = 0,035$
 - Periode Desember 2
 - $NA1 = Q_{tersedia} - Q_{kebutuhan} = 0,002 - 0,136 = -0,134$

- Faktor K = $Q_{tersedia} / Q_{kebutuhan} = 0,002 / 0,066 = 0,018$

Dari hasil perhitungan di atas, dapat dilihat pada awal bulan dan pertengahan bulan Desember diperoleh nilai Neraca Air (NA) negatif. Ini berarti debit andalan (Q80) atau air yang tersedia tidak mencukupi kebutuhan air irigasi selama bulan Desember. Untuk perhitungan faktor K pada awal bulan Desember diperoleh nilai K = 0,035 dan pada akhir bulan Desember diperoleh nilai K = 0,018. Nilai faktor K pada awal dan akhir bulan Desember kurang dari 1, ini berarti pada awal dan pertengahan bulan Desember atau pada awal musim tanam ketersediaan air tidak cukup untuk memenuhi kebutuhan air. Untuk perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 1. Perhitungan Neraca Air dan Faktor K untuk Lahan Fungsional A = 28 Ha.

No	Bulan		Q	Q	Q Sisa	Faktor K	Neraca Air	Luas Lahan (A) Ha
			Kebutuhan Irigasi m ³ /det	Kebutuhan Air Baku m ³ /det				
1	Desember	1	0,070	0,010	0,002	0,035	-0,067	28
		2	0,136					
2	Januari	1	0,137	0,010	0,035	0,256	-0,102	
		2	0,164					
3	Februari	1	0,153	0,010	0,015	0,097	-0,139	
		2	0,157					
4	Maret	1	0,130	0,010	0,046	0,357	-0,084	
		2	0,091					
5	April	1	0,106	0,010	0,058	0,548	-0,048	
		2	0,137					
6	Mei	1	0,218	0,010	0,054	0,249	-0,164	
		2	0,199					
7	Juni	1	0,131	0,010	0,125	0,957	-0,006	
		2	0,133					
8	Juli	1	0,129	0,010	0,098	0,756	-0,032	
		2	0,088					
9	Agustus	1	0,052	0,010	0,047	0,892	-0,006	
		2	0,012					
10	September	1	0,090	0,010	0,086	0,954	-0,004	
		2	0,098					
11	Oktober	1	0,098	0,010	0,046	0,472	-0,052	
		2	0,077					
12	November	1	0,033	0,010	0,016	0,470	-0,018	
		2	0,014					



Gambar 10. Grafik Debit kebutuhan Vs Debit Tersedia Daerah Irigasi Kawatuna

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan serta hasil pengamatan yang telah diuraikan. Maka, analisis mengenai ketersediaan air untuk kebutuhan air irigasi di Kawatuna diperoleh kesimpulan :

1. Debit andalan yang diperoleh dengan menggunakan Metode NRECA di Daerah Irigasi Kawatuna lebih kecil dari debit yang dibutuhkan untuk mengairi areal fungsional (A=28 Ha). Nilai Debit

Andalan sebesar - 0,009 m³/det sedangkan nilai debit kebutuhan sebesar 0,070 m³/det. Harga faktor K untuk satu tahun musim tanam kurang dari 1 maka air dianggap tidak cukup untuk kebutuhan tanaman.

2. Besarnya luas areal maksimum yang dapat terairi berdasarkan hasil perhitungan debit andalan dan kebutuhan air di depan pintu pengambilan untuk periode 2006-2015 yaitu : Padi = 1,359 Ha, Padi = 0,249 Ha, Palawija = 1,589 Ha.

Berdasarkan hasil perhitungan untuk total luas areal maksimum yang dapat terairi pada pola tanam alternatif 3 adalah 3,194 Ha sedangkan luas lahan fungsional adalah 28 Ha. Dari kondisi ini dapat dilihat bahwa kemampuan maksimum yang terairi 3,194 Ha kurang dari luas lahan fungsional 28 Ha.

Jadi, dapat disimpulkan bahwa debit air yang tersedia pada Sungai Kawatuna tidak cukup untuk mengairi lahan fungsional yang ada.

5. Saran

1. Karena ketersediaan air Sungai Kawatuna tidak cukup, maka disarankan untuk menggunakan air dengan sistem rotasi atau giliran agar luas sawah yang ada dapat dimanfaatkan secara optimal.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk DAS Kawatuna untuk mengatasi kurangnya ketersediaan air.

Daftar Pustaka

- Anonim, (2012). *Pedoman Penulisan Skripsi*. Universitas Tadulako. Palu
- Anonim, (2017). *Pedoman Penulisan Skripsi*. Universitas Tadulako. Palu
- BR, Sri Harto. (1993). *Analisis Hidrologi*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.
- Elliott, Collin R (1981). *Small Hydropower for Asian Rural Development*. The Proceedings of a Workshop on Small-Scale Hydropower Technology Applications in Asian Rural Settings. (http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNAAP723.pdf). Diakses 24 November 2017
- Direktorat Jenderal Pengairan. (1986). *Kriteria Perencanaan Bagian Jaringan Irigasi KP-Penunjang*. CV. Galang Persada, Bandung.
- Direktorat Jenderal Pengairan. (1986). *Kriteria Perencanaan Bagian Jaringan Irigasi KP-01*. CV. Galang Persada, Bandung.
- Hansen, Vaughn E, Israelsen, Orson W, Stringham, Glen. E. (1986). *Dasar-dasar dan praktek irigasi*. Jakarta
- Soemarto, C. D., (1986). *Hidrologi Teknik*.
- Sosrodarsono, S, Takeda. K. (1985). *Hidrologi Untuk Pengairan*. Cetakan ke-7. PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Suhardjono, (1994). *Kebutuhan air tanaman*. ITN Malang
- Trianti, dkk, (1996). *Irigasi dan Bangunan Air 1*. Fakultas Teknik Untad Palu
- Wilson. E.M. (1990). *Engineering Hydrology Edisi-4*. Bandung