



Rencana Eksploitasi Upaya Pengoptimalan Jaringan Irigasi di Progo Manggis Kalibening Magelang Jawa Tengah

Aldi Hadi Laksono ^{1*}, Sumudi Kartono ², Ribus Nawang Sari³

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Global Jakarta, Depok, Indonesia

Email: aldihadilaksono2019@gmail.com¹, sumudi@jgu.ac.id², nawang_sari@jgu.ac.id³

Abstrak

Daerah pertanian di Kabupaten Magelang merupakan hamparan persawahan luas dengan kebutuhan pengairan yang besar. Keberlanjutan dalam proses pengairan terhadap kawasan pertanian harus diimbangi dengan pemantauan terhadap jaringan irigasi yang mungkin mengalami kerusakan fungsi secara berkala. Daerah Irigasi (DI) Progo Manggis Kalibening terbangun pada tahun 1891 - 1905 dengan luas fungsional 3.633 ha. Memiliki 3 intake yaitu Progo, Manggis, dan Kalibening. Kawasan fungsional tersebut tidak lagi terpenuhi secara optimal akibat adanya kerusakan pada jaringan irigasi. Penelitian ini menggunakan jenis metode penelitian yaitu pengembangan dengan maksud dapat mengoptimalisasikan jaringan irigasi. Melalui studi eksploitasi dilakukan dengan tujuan untuk memahami kondisi jaringan irigasi serta kapabilitas debit pengairan sebagai salah satu bagian dalam sistem jaringan berdasarkan pada luas tanam optimal dan analisis lapangan secara manual dan implementasi *software* Cropwat 8.0. Penelitian ini dilakukan dengan menganalisis pola tanam optimal pada tumbuhan padi, palawija, dan tebu dalam satu tahun periode dengan standar perencanaan. Dihasilkan keseimbangan antara ketersediaan air dan kebutuhan air dengan pemanfaatan air optimal. Periode masa tanam rencana dilakukan pada awal tanam Oktober-Januari, Februari-Mei, dan Juni-September. Melalui *software* Cropwat 8.0 dihasilkan jadwal pola tanam optimal dengan *efficiency irrigation schedule* 100% dan *yield reduction* 0%.

Kata Kunci: Irigasi; Ketersediaan Air; Pola Tanam; Eksploitasi; Optimal

ABSTRACT

The agricultural area in Magelang Regency is a vast expanse of rice fields with large irrigation needs. Sustainability in the irrigation process for agricultural areas must be balanced with monitoring of irrigation networks that may experience periodic functional damage. The Progo Manggis Kalibening Irrigation Area was built in 1891 - 1905 with a functional area of 3,633 ha. It has 3 intakes, namely Progo, Manggis, and Kalibening. This study uses a type of research development with the intention of optimizing the irrigation network. Through exploitation studies, it is carried out with the aim of understanding the condition of the irrigation network and the capability of irrigation discharge. This study was conducted by analyzing the optimal planting pattern of rice, secondary crops, and sugar cane in one year period with the standards. A balance between water availability and water needs with optimal water utilization is produced. The planned planting period is carried out at the beginning of planting in October-January, February-May, and June-September. Through the Cropwat 8.0 software, an optimal planting pattern schedule is produced with an efficiency irrigation schedule of 100% and a yield reduction of 0%.

Keywords: Irrigation; Water Availability; Planting Patterns; Exploitation; Optimal

1. PENDAHULUAN

Air menjadi unsur yang sangat esensial dalam segala aspek kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya. Secara alami air dapat mengalir dengan dinamis dari tempat yang memiliki elevasi tinggi ke yang lebih rendah tanpa melihat suatu batas dalam wilayah administrasi alirannya. Eksistensi air dipengaruhi oleh siklus hidrologi yang erat kaitannya terhadap situasi cuaca di suatu daerah (KP-09, 2013). Keadaan ini menyebabkan ketersediaan air yang tidak merata di beberapa wilayah. Seiring perkembangan kehidupan manusia dan populasi penduduk yang meningkat menyebabkan perubahan yang berpengaruh negatif terhadap lingkungan terkhusus pada kualitas dan kuantitas sumber daya air. Dampak negatif ini menuntut untuk meningkatkan sistem pengelolaan sumber daya air terkhusus pada daerah aliran sungai dari hulu hingga ke hilir. Pengelolaan ini harus disatukan dalam pola sumber daya air dimana tidak dipengaruhi dengan batas wilayah administrasi yang dialirinya.

Ketersediaan air sebagai kebutuhan pengairan kawasan pertanian, perkebunan, dan hal lainnya berasal dari air hujan juga irigasi (Wakirin et al., 2022). Disaat ketersediaan air hujan terbatas maka dengan itu fungsi irigasi sebagai pengairan menjadi tumpuan dalam kegiatan pencapaian fungsional pengairan. Musim kemarau sangat berdampak kepada semakin berkurangnya debit air pada irigasi. Oleh karena sawah tadah hujan adalah sawah yang air irigasinya mengandalkan dari air hujan saja sehingga pada saat musim kemarau areal sawah tidak dapat ditanami karena kurangnya ketersediaan air. Kondisi tersebut diperparah oleh banyaknya kerusakan saluran irigasi (Ellivia Agustin Mahardika, 2018)

Ketersediaan air dalam pengairan irigasi menjadi hal yang penting untuk diperhatikan. Seperti halnya pada Daerah Irigasi Progo Manggis Kalibening, ketersediaan air yang datang dari Sungai Progo dan Sungai Manggis yang berlimpah perlu diimbangi dengan pengoptimalan kinerja jaringan irigasi. Hal ini berkaitan dengan keberlanjutan fungsional irigasi agar dapat bekerja secara berkala dan dinamis tanpa hambatan seketika, seperti musim kemarau yang membuat kekeringan pada petak persawahan akibat kurangnya pengairan irigasi dan juga adanya sedimentasi pada saluran.

Oleh karena itu penelitian ini dilakukan sebagai bentuk pengoptimalan fungsi kinerja jaringan irigasi pada Daerah Irigasi Progo Manggis Kalibening akibat kerusakan dan hambatan baik pada saluran, bangunan, atau bagian lain dari jaringan irigasi. Melalui eksploitasi jaringan irigasi, pengoptimalan tersebut diharapkan membantu kinerja jaringan irigasi secara keseluruhan untuk mencegah permasalahan yang sama terjadi lagi. Penelitian ini memberikan hipotesa bahwasanya keefisienan irigasi bergantung pada kondisi hidrologi dan klimatologi

pada daerah irigasi. Begitu juga dengan nilai kebutuhan air pada irigasi yang tidak tepat dengan ketersediaan air diakibatkan adanya kerusakan pada kondisi eksisting di daerah irigasi.

2. METODE

2.1. Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan salah satu jenis penelitian yaitu pengembangan (research development) yaitu suatu penelitian yang bermaksud untuk mengembangkan jaringan irigasi (Ellivia Agustin Mahardika, 2018). Jenis penelitian tersebut dimaksudkan dapat mengoptimalkan jaringan irigasi Daerah Irigasi Progo Manggis Kalibening dengan melakukan eksploitasi jaringan secara langsung. Penelitian ini juga didasarkan pada perhitungan data kuantitatif yang telah dikumpulkan kemudian juga dianalisis untuk mendapatkan nilai akurat sebagai acuan dalam pengembangan serta optimalisasi jaringan irigasi.

2.2. Sumber Data

Dalam penelitian data yang digunakan berupa data secara primer yang didapatkan dengan survei lapangan pada jaringan irigasi serta data secara sekunder yang didapatkan dengan pengkajian literatur (pustaka), wawancara secara langsung petani, dan data dari pihak kedinasan terkait yaitu Dinas Pekerjaan Umum Sumber Daya Air dan Penataan Ruang (Dinas Pusdataru) Provinsi Jawa Tengah, Stasiun Klimatologi Kelas I Jawa tengah, stasiun curah hujan dan dinas lain yang berkaitan. Data-data yang digunakan dalam penelitian ini berupa :

1. Skema jaringan irigasi eksisting
2. Curah hujan harian dan perhitungan curah hujan efektif
3. Stasiun Klimatologi (Temperatur udara, lama penyinaran matahari, kelembapan udara, dan kecepatan angin)
4. Perhitungan nilai evapotranspirasi potensial
5. Perhitungan optimalisasi kebutuhan air dengan menggunakan konsep dasar pada Standar Perencanaan Irigasi (KP-01) dan dari penggunaan *software* Cropwat versi 8.0.

2.3. Teknik Analisis Data

Analisis data secara kualitatif dimulai ketika peneliti sudah dalam proses pengumpulan data, data yang didapatkan yaitu perhitungan efisiensi ketersediaan air irigasi dan kebutuhan air irigasi yang kemudian dipertimbangkan untuk dianalisis melalui perhitungan:

1. Perhitungan efisiensi ketersediaan air irigasi
2. Perhitungan kebutuhan air irigasi

3. Analisis data melalui *software* Cropwat versi 8.0

Metode analisis dengan Cropwat lebih mudah untuk digunakan jika dibandingkan dengan metode lainnya. Dengan *software* ini perhitungan kebutuhan air tanaman akan lebih praktis dan akurat karena memiliki *human error* yang terkecil (Shalsabillah et al., 2018). Fungsi utama penggunaan *software* Cropwat (Dasril et al., 2021) adalah sebagai berikut :

1. Sebagai alat menghitung referensi evapotranspirasi.
2. Sebagai alat menghitung kebutuhan air tanaman.
3. Sebagai alat menghitung kebutuhan air irigasi.
4. Sebagai alat menyusun jadwal irigasi.
5. Sebagai alat membuat pola ketersediaan air.
6. Sebagai alat mengevaluasi curah hujan.
7. Sebagai alat mengevaluasi efisiensi praktek irigasi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisis Ketersediaan Air

Ketersediaan air pada Daerah Irigasi Progo Manggis Kalibening bergantung dengan debit yang mengalir bersumber dari Sungai Progo, Sungai Elo, dan Sumber Air Kalibening yang melalui intake pada Bendung Badran dan Bendung Pleret. Debit andalan yang digunakan sebagai perhitungan keseimbangan air pada Daerah Irigasi Progo Manggis Kalibening didapatkan dengan mencatat debit pengambilan pada Bendung selama periode harian dalam pencatatan 10 tahun yaitu dari 2012 – 2022.

Untuk analisis curah hujan efektif, curah hujan di musim kemarau dan penghujan akan sangat penting artinya. Untuk curah hujan lebih, curah hujan di musim penghujan (bulan-bulan turun hujan) harus mendapat perhatian tersendiri. Untuk kedua tujuan tersebut data curah hujan harian akan dianalisis untuk mendapatkan Data, Pengukuran dan Penyelidikan untuk Perencanaan Irigasi 75 tingkat ketelitian yang dapat diterima. Data curah hujan harian yang meliputi periode sedikitnya 10 tahun akan diperlukan (KP-09, 2013).

3.1.1 Curah Hujan Rata-Rata

Dalam menghitung curah hujan rata-rata, digunakan data pada stasiun hujan di Daerah Irigasi terkait yaitu Stasiun Hujan Plered di Kecamatan Secang. Data curah hujan ditunjukkan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1 Data Rata-Rata Curah Hujan 15 Harian Stasiun Poncol Kecamatan Secang

Tahun	Januari		Februari		Maret		April		Mei		Juni		Juli		Agustus		September		Oktober		November		Desember	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
2012	25.5	12.3	8.13	10.6	5.13	2.31	9.67	3.27	9.1	2.13	7.13	0	0	0	0	0	0	0	0.93	10.3	4.27	9.8	10.3	12
2013	17.7	14.4	8.47	14.5	14.6	7.06	15.6	4.13	9.3	5.63	6.93	6.2	9.7	3.4	0	0	0	0	11.5	6.67	5.13	5.93	10.8	
2014	12.7	5.38	5.4	17	15.9	4.94	10.2	5.47	6.1	1.81	0	3.07	7.4	1.8	0.5	0	0	0	1.56	7.4	11.8	11.1	18.1	
2015	7.53	21.8	17.2	6.23	17.9	13.9	12.5	11.3	4.7	0.56	0.67	0	0	0	0	0	0	0	0	4.4	7.07	17.8	18.1	
2016	5.6	8.75	11.1	9.79	12.3	15.1	7.47	11.7	4	4.81	13	16.1	2.3	2.7	4.9	5.9	12.6	20.1	9.33	4.88	7	15.9	5.07	16.7
2017	14.4	17.2	14.6	12.7	10.5	6.81	14.7	11.8	5	5.56	2	1.33	0	2.1	0	0	0	6	5.73	6.88	5.6	9.33	8.4	17.1
2018	6.8	13.2	15.4	20.2	13.1	10.2	2.47	3.93	0	5.06	0	2.73	0	0	0	0	2	0	0.38	15.1	4.73	5.27	9.38	
2019	17.1	16.1	11	18.8	5	14.3	5	14.3	2.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.8	2.27	9.67	10.8	
2020	23.1	4.31	7.8	13.4	12.9	11.9	9.47	10.1	6.1	6.88	4.4	2.13	0.7	0	4.4	0	3.4	1.73	4.53	18	2.13	8.33	24.5	7.5
2021	19.3	14.3	23.8	14.8	20.5	11.8	14.9	0.2	1.5	5	5.4	6.73	5.3	0.3	0.7	0	3.07	6.67	0	10.6	22.4	10.3	8.2	13.6
2022	10	27.5	9.13	6	21.7	18.9	9.73	4.93	8.1	15.2	9	3.8	3.5	0	1.4	0	9.8	0.53	13.3	9	14	12.9	13.1	7.69
Maximum	25.5	27.5	23.8	20.2	21.7	18.9	15.6	14.3	9.3	15.2	13	16.1	9.7	3.4	4.9	5.9	12.6	20.1	13.3	18	22.4	15.9	24.5	18.1
Rata-Rata	14.5	14.1	12	13.1	13.6	10.7	10.1	7.37	5.1	4.78	4.41	3.83	2.6	0.9	1.1	0.5	2.62	3.36	3.07	6.64	8.34	8.87	10.9	12.9
Minimum	5.6	4.31	5.4	6	5	2.31	2.47	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.13	2.27	5.07	7.5

3.1.2 Curah Hujan Efektif

Curah hujan efektif merupakan jumlah air hujan yang jatuh pada wilayah tertentu dan digunakan dalam pengairan tanaman. Dalam merumuskannya menggunakan metode *Basic Year* untuk menentukan perangkungan dan urutan nilai data yang ada dari yang kecil hingga paling besar. Kemudian menentukan nilai R80 curah hujan dengan menggunakan perumusan 1 berikut:

$$R80=11/5+1=\text{Nilai ke } 3 \quad (1)$$

Tabel 2 Data Curah Hujan R80

No	Januari		Februari		Maret		April		Mei		Juni		Juli		Agustus		September		Oktober		November		Desember	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	5.6	4.3	5.4	6	5	2.3	2.5	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.1	2.3	5.1	7.5
2	6.8	5.4	7.8	6.2	5.1	4.9	5	3.3	1	0.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.8	4.7	5.3	7.7
3	7.5	8.8	8.1	9.8	10	6.8	7.5	3.9	3	1.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.4	4.3	5.1	5.9	9.4
4	10	12	8.5	11	12	7.1	9.5	4.1	4	2.1	0.7	1.3	0	0	0	0	0	0	0	1.6	4.4	7.1	8.2	11
5	13	13	9.1	13	13	10	9.7	4.9	5	4.8	2	2.1	0	0	0	0	0	0	0	4.9	5.6	8.3	8.4	11
6	14	14	11	13	13	12	9.7	5.5	5	5	4.4	2.7	1	0	0	0	0.5	0	6.9	6.7	9.3	9.7	12	
7	17	14	11	14	15	12	10	10	6	5.1	5.4	3.1	2	0	0	0	1.7	0.9	9	7	9.8	10	14	
8	18	16	15	15	16	14	12	11	6	5.6	6.9	3.8	3	2	1	0	3.1	2	4.5	10	7.4	10	11	17
9	19	17	15	17	18	14	15	12	8	5.6	7.1	6.2	5	2	1	0	3.4	6	5.7	11	14	12	13	17
10	23	22	17	19	21	15	15	12	9	6.9	9	6.7	7	3	4	0	9.8	6.7	9.3	12	15	13	18	18
11	26	28	24	20	22	19	16	14	9	15	13	16	10	3	5	6	13	20	13	18	22	16	25	18
R80	7.5	8.8	8.1	9.8	10	6.8	7.5	3.9	3	1.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.4	4.3	5.1	5.9	9.4

3.1.3 Curah Hujan Efektif Tanaman Padi, Tebu, dan Palawija

Dalam menganalisis curah hujan efektif pada tanaman dengan menggunakan perhitungan 70% untuk padi, 50% untuk tebu, dan 60% untuk palawija terhadap nilai curah hujan andalan 80%. Berikut yaitu persamaan 2 :

$$Re = Eff \times \frac{1}{15} R80 \quad (2)$$

Keterangan:

Re = Curah hujan efektif

R80 = Curah hujan 15 harian dengan probabilitas 80%

Eff = Efektivitas fraction dengan nilai 70% untuk padi, 50% untuk tebu dan 60% untuk palawija

Berikut merupakan perhitungan curah hujan efektif yang disajikan melalui Tabel 3.

Tabel 3 Hasil Perhitungan Re (Padi, Tebu, dan Palawija)

Bulan	15 Harian	R80 mm	Re Padi (mm/hari)	Re Tebu (mm/hari)	Re Palawija (mm/hari)
Januari	1	7.5	0.351556	0.251111	0.30133333
	2	8.8	0.408333	0.291667	0.35
Februari	1	8.1	0.379556	0.271111	0.32533333
	2	9.8	0.456667	0.32619	0.39142857
Maret	1	10	0.488444	0.348889	0.41866667
	2	6.8	0.317917	0.227083	0.2725
April	1	7.5	0.348444	0.248889	0.29866667
	2	3.9	0.183556	0.131111	0.15733333
Mei	1	2.7	0.127556	0.091111	0.10933333
	2	1.8	0.084583	0.060417	0.0725
Juni	1	0	0	0	0
	2	0	0	0	0
Juli	1	0	0	0	0
	2	0	0	0	0
Agustus	1	0	0	0	0
	2	0	0	0	0
September	1	0	0	0	0
	2	0	0	0	0
Oktober	1	0	0	0	0
	2	0.4	0.0175	0.0125	0.015
November	1	4.3	0.199111	0.142222	0.17066667
	2	5.1	0.239556	0.171111	0.20533333
Desember	1	5.9	0.276889	0.197778	0.23733333
	2	9.4	0.4375	0.3125	0.375

3.1.4 Debit Andalan

Dalam penelitian ini dalam menganalisis debit dengan tingkat keandalan disetiap musim sebagai keperluan perhitungan sistemasi jaringan irigasi. Penentuan nilai debit andalan harus mempertimbangkan berbagai poin terminologi mengenai debit sungai seperti berikut :

- Debit yang tersedia 80%, maka dalam proses pembagian air dilakukan dengan kontinyu.
- Debit yang tersedia 75%, maka dalam proses pembagian air dilakukan dengan bergilir didalam petak-petak tersier.
- Debit yang tersedia 50%, maka dalam proses pembagian air dilakukan dengan bergilir diantara petak-petak tersier.

Persamaan 3 merupakan perumusan dalam perhitungan debit andalan :

$$m = i\% n \tag{3}$$

Keterangan :

m = tingkatan tak terpenuhi

i% = debit terkecil dari keandalan dalam persen

n = jumlah tahun pengamatan

Tabel 4 Hasil Perhitungan Debit Andalan

Tahun	Debit Tahunan	No Urut	Probabilitas	Urutan Terbesar
2012	16.89083	1	0.09090909	25.4017
2013	13.35125	2	0.18181818	25.1746
2014	11.55417	3	0.27272727	21.9838
2015	16.31833	4	0.36363636	19.6413
2016	16.25917	5	0.45454545	16.8908
2017	21.98375	6	0.54545455	16.3183
2018	15.27917	7	0.63636364	16.2592
2019	14.46625	8	0.72727273	15.2792
2020	19.64125	9	0.81818182	14.4663
2021	25.17458	10	0.90909091	13.3513
2022	25.40167	11	1	11.5542

3.2 Analisis Nilai Evapotranspirasi

Analisis perhitungan klimatologi dilakukan dengan menghitung nilai Evapotranspirasi dengan menggunakan metode Penman pada bulan Januari dengan data yang sudah didapatkan sebagai berikut :

$$T = 28 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$RH = 95 \%$$

$$(n/N) = 46 \%$$

$$U = 56 \text{ km/jam}$$

$$= 15,5 \text{ m/detik}$$

$$NH = 2 \text{ m}$$

$$T = \text{Temperatur}$$

$$RH = \text{Kelembapan udara relatif}$$

$$(n/N) = \text{Lama penyinaran}$$

$$U = \text{Kecepatan Angin}$$

$$NH = \text{Tinggi Pengukuran}$$

Sebelum mengetahui nilai evapotranspirasi terlebih dahulu ditentukan nilai-nilai berikut :

1. Tekanan Uap Jenuh (e_a)

Dengan menggunakan tabel evapotranspirasi penman *saturation vapour pressure* (e_a) and *pressure of mean air temperature* (T) in $^{\circ}\text{C}$. Nilai (e_a) didapatkan dari interpolasi nilai temperatur $26 \text{ }^{\circ}\text{C} = 33,6 \text{ mbar}$ dan $27 \text{ }^{\circ}\text{C} = 35,7 \text{ mbar}$, dengan nilai T didapatkan sebesar $26,34 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

$$e_a = ((26,34 - 26)/(27-26)) \times (35,7 - 33,6) + 33,6$$

$$e_a = 34,32 \text{ mbar}$$

2. Tekanan Uap Nyata (e_d)

$$e_d = e_a \times R_h$$

$$e_d = 34,53 \times 83,39\%$$

$$e_d = 28,62 \text{ mbar}$$

3. Perbedaan Tekanan Uap

$$(e_a - e_d) = (34,32 - 28,62) \text{ mbar}$$

$$(e_a - e_d) = 5,7 \text{ mbar}$$

4. Fungsi Kecepatan Angin

$$F(u) = 0,27 \times (1 + (u/100))$$

$$F(u) = 0,27 \times (1 + (2,42/100))$$

$$F(u) = 0,28 \text{ km/hari}$$

5. Faktor Pembobot (W)

Dengan menggunakan tabel faktor pembobot Penman didapatkan :

$$T = 26,34 \text{ oC}$$

dan menggunakan interpolasi didapatkan :

$$26 \text{ oC} = 0,7536 \text{ dan } 28 \text{ oC} = 0,7736$$

Maka

$$W = ((26,34-26) / (28-26)) \times (0,7736-0,7536) + 0,7536$$

$$W = 0,757 \text{ mm/hari}$$

6. Radiasi Ekstra Terensial (R_a)

Dengan menggunakan tabel Southern Hemisphere didapatkan :

$$R_a = 16,06$$

7. Radiasi Gelombang Pendek (R_s)

$$R_s = (0,25 + (0,5 \times n/N)) \times R_a$$

$$R_s = (0,25 + (0,5 \times 0,52)) \times 16,06$$

$$R_s = 8,15 \text{ mm/hari}$$

8. Radiasi Netto Gelombang Pendek (R_{ns}), dengan $\alpha = 0,25$

$$R_{ns} = R_s \times (1 - \alpha)$$

$$R_{ns} = 8,15 (1 - 0,25)$$

$$R_{ns} = 6,12 \text{ mm/hari}$$

9. Radiasi Netto Gelombang Panjang (Rn1)

$$Rn1 = f(T) \times f(ed) \times f(n/N)$$

$$Rn1 = 15,97 \times 0,1 \times 0,56$$

$$Rn1 = 0,94 \text{ mm/hari}$$

10. Radiasi Netto (Rn)

$$Rn = Rns - Rn1$$

$$Rn = 6,12 - 0,94$$

$$Rn = 5,17 \text{ mm/hari}$$

11. Radiasi Term

$$(W \times Rn) = 0,757 \times 5,17$$

$$(W \times Rn) = 3,92 \text{ mm/hari}$$

12. Faktor Koreksi

Didapatkan dari tabel Adjustment Factor (c) in Presented Penman Equation

Nilai C dari interpolasi $R_s = 6 = 1,06$ dan $R_s = 9 = 1,1$, sedangkan $R_s = 8,15$

$$C = ((8,15-6)/(9-6)) \times (1,1-1,06) + 1,06$$

$$C = 1,09$$

13. Evapotranspirasi (Eto)

$$Eto = c \times [W \times Rn + (1 - W) \times f(u) \times (ea-ed)]$$

$$Eto = 1,09 \times [0,757 \times 5,17 + (1 - 0,757) \times 0,28 \times 5,7]$$

$$Eto = 4,68 \text{ mm/hari}$$

Tabel 5. Hasil Perhitungan Evapotranspirasi Metode FAO

Data	Sat	Ket	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Dec
Temperatur Rata-rata (t)	°C	Data	26.34	25.87	26.34193548	26.59	27	26.74	24.99	24.79	25.42	27.32	29.08	28.61
Kelembaban udara (Rh) Rata-rata	%	Data	83.39	85.54	83.58064516	83.9	77.94	78.7	80.29	78.58	76.17	76.35	73.2	73.58
Kecepatan angin (u) Rata-rata	Km/jam	Data	8.71	7.843	6.735483871	6.84	6.155	6.36	6.852	8.129	8.64	9.058	8.16	7.781
Kecepatan angin (u) Rata-rata	m/dt	Data	2.419	2.179	1.870967742	1.9	1.71	1.767	1.903	2.258	2.4	2.516	2.267	2.161
Penyinaran matahari (u/N) Rata-rata	%	Data	51.58	36.96	57.4516129	57.33	73.87	51.37	60.19	70.61	64.8	85.32	56.97	70.26
Analisis Data														
Tekanan uap Jenuh (ea)	mbar	Tabel	34.32	33.35	34.31806452	34.84	35.69	35.15	31.68	31.3	32.49	36.37	40.28	39.19
Rh mean/100	Data		0.834	0.855	0.835806452	0.839	0.779	0.787	0.803	0.786	0.762	0.764	0.732	0.736
Tekanan Uap Nyata (ed = ea × Rh/100)	mbar	Perhit	28.62	28.53	28.68325973	29.23	27.82	27.67	25.44	24.6	24.75	27.77	29.48	28.84
Perbedaan Tekanan Uap (ea-ed)	mbar	Perhit	5.701	4.824	5.634804787	5.609	7.876	7.488	6.244	6.705	7.744	8.6	10.79	10.36
Fungsi Kecepatan Angin (f(u) = 0,27 (1+ u/100))	km/hr	Perhit	0.277	0.276	0.275051613	0.275	0.275	0.275	0.275	0.276	0.276	0.277	0.276	0.276
Faktor Pembobot (W)	mm/hr	Tabel	0.757	0.752	0.757059355	0.76	0.764	0.761	0.744	0.742	0.748	0.767	0.779	0.777
(1-W)	Perhit		0.243	0.248	0.242940645	0.24	0.236	0.239	0.256	0.258	0.252	0.233	0.221	0.223
Radiasi Ekstra Terensial (Ra)	mm/hr	Tabel	16.06	16.09	15.515	14.45	13.15	12.46	12.76	13.75	14.92	15.79	15.97	15.96
n/N/100	Data		0.516	0.37	0.574516129	0.573	0.739	0.514	0.602	0.706	0.648	0.853	0.57	0.703
Radiasi Gelombang Pendek (Rs = (0.25 + 0.5 x n/N) x Ra)	mm/hr	Perhit	8.154	6.994	8.335558871	7.752	8.141	6.315	7.03	8.289	8.561	10.68	8.541	9.594
Radiasi Netto Gelombang Pendek (Rns = (1-a) × Rs (a= 0, mm/hr	Perhit		6.116	5.246	6.251669153	5.814	6.106	4.736	5.273	6.217	6.421	8.01	6.406	7.195
f(ed) = 0,34 - 0,044 Oed	Perhit		0.105	0.105	0.104350279	0.102	0.108	0.109	0.118	0.122	0.121	0.108	0.101	0.104
f (n/N) = 0,1+0,9 × n/N	Perhit		0.564	0.433	0.617064516	0.616	0.765	0.562	0.642	0.736	0.683	0.868	0.613	0.732
f(t)	Tabel		15.97	15.87	15.9683871	16.02	16.1	16.05	15.7	15.64	15.78	16.16	16.52	16.42
Radiasi Netto Gelombang Panjang (Rn1 = f(t) × f(ed) × f(u) × f(n/N) × Ra)	mm/hr	Perhit	0.943	0.721	1.028218092	1.008	1.329	0.98	1.19	1.401	1.306	1.517	1.023	1.247
Radiasi Netto (Rn = Rns - Rn1)	mm/hr	Perhit	5.173	4.524	5.223451061	4.807	4.777	3.757	4.083	4.816	5.115	6.493	5.383	5.948
Radiasi term (W x Rn)	mm/hr	Perhit	3.916	3.404	3.95446249	3.651	3.648	2.859	3.036	3.571	3.825	4.979	4.193	4.62
c	Tabel		1.089	1.073	1.091140785	1.083	1.089	1.064	1.074	1.091	1.094	1.122	1.094	1.108
Eto = c × [W × Rn + (1 - W) × f(u) × (ea - ed)]	mm/hr	Perhit	4.681	4.007	4.725716554	4.357	4.527	3.566	3.733	4.416	4.776	6.212	5.307	5.825

Analisis perhitungan terus diulang dengan menyesuaikan terhadap data yang sudah ada dalam periode bulanan yang kemudian dikoreksi terhadap tabel evapotranspirasi dengan menyesuaikan pada hasil yang sudah didapatkan. Hasil yang sudah didapatkan dimasukkan

kedalam tabel hasil perhitungan evapotranspirasi dengan menggunakan metode FAO seperti pada Tabel 5.

3.3 Analisis Kebutuhan Air

Analisis perhitungan kebutuhan air untuk tanaman dilakukan dengan mempertimbangkan 3 faktor.

3.3.1 Kebutuhan Air untuk Penyiapan Lahan (LP)

Nilai kebutuhan air dalam menyiapkan lahan dapat diperoleh dengan metode dari Van de Goor dan Zijlstra (1980) yang didasarkan terhadap laju air konstan dalam l/dt menggunakan nilai evapotranspirasi potensial (E_t0) yang selanjutnya dapat ditentukan nilai $E_0 + P$. Dari hasil tersebut dapat diketahui nilai tinggi air yang dibutuhkan.

$$IR = (M \times ek)/(ek-1) \tag{4}$$

Analisis perhitungan terus diulang dengan menyesuaikan terhadap data yang sudah ada dalam periode bulanan. Hasil yang sudah didapatkan dimasukan kedalam tabel hasil perhitungan kebutuhan air dalam penyiapan lahan seperti pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Perhitungan Kebutuhan Air untuk Penyiapan Lahan

No	Parameter	Satuan	Bulan											
			Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Dec
1	E_t0	mm/hr	4.68	4.01	4.73	4.36	4.53	3.57	3.73	4.42	4.78	6.21	5.31	5.82
2	$E_0 = (E_t0 \times 1.1)$	mm/hr	5.15	4.41	5.2	4.79	4.98	3.92	4.11	4.86	5.25	6.83	5.84	6.41
3	Perkolasi (P)	mm/hr	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
4	$M = (E_0 + P)$	mm/hr	7.65	6.91	7.7	7.29	7.48	6.42	6.61	7.36	7.75	9.33	8.34	8.91
5	Waktu Penyiapan (T)	hr	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
6	Kebutuhan Air Jenuh + Lapisan (S)	mm	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
7	$K = (M \times T) / S$		0.92	0.83	0.92	0.88	0.9	0.77	0.79	0.88	0.93	1.12	1	1.07
8	Ekspensial (ek)		2.5	2.29	2.52	2.4	2.45	2.16	2.21	2.42	2.54	3.06	2.72	2.91
9	Kebutuhan Air Irigasi (IR) = $(M \times ek)/(ek-1)$	mm/hr	12.7	12.3	12.8	12.5	12.6	12	12.1	12.5	12.8	13.9	13.2	13.6
		l/dt/ha	1.48	1.42	1.48	1.45	1.46	1.39	1.4	1.46	1.49	1.61	1.53	1.57

3.3.2 Pergantian Lapisan Air

Dalam prosesnya pergantian lapisan air dapat dilakukan sejumlah dua kali sebanyak 50 mm dengan periode waktu selama sebulan dan dua bulan (Purnama et al., 2018). Perhitungan WLR kemudian dapat ditentukan dengan mengambil asumsi lama pengolahan lahan yaitu 30 hari melalui perumusan persamaan 5 berikut :

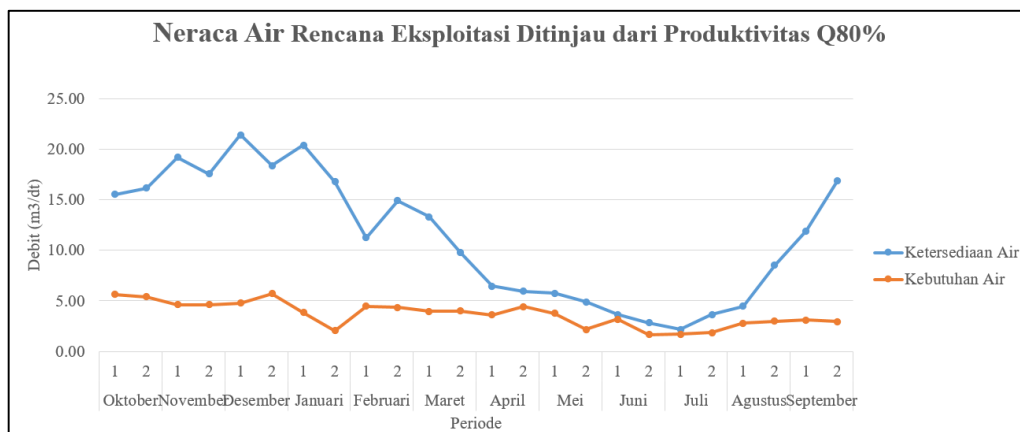
$$WLR=50 \text{ mm}/30 \text{ hari} \tag{5}$$

$$WLR=1,7 \text{ mm}/\text{hari}$$

3.3.3 Kebutuhan Air Irigasi

Besarnya kebutuhan air dalam irigasi, perlu dilakukan analisis kebutuhan air yang mempertimbangkan beberapa faktor yaitu : curah hujan efektif, pengolahan tanah, evapotranspirasi, perkolasi, efisiensi irigasi, koefisien tanaman dan beberapa faktor lain yang

dibutuhkan (Sari & Sulaeman, 2020). Pada Gambar 1 disajikan grafik neraca air yaitu perbandingan Ketersediaan Air dengan Kebutuhan air pada Jaringan Irigasi Progo Manggis Kalibening berdasarkan sistem pola tanam eksploitasi.



Gambar 1. Neraca Air Rencana Eksploitasi Ditinjau dari Produktivitas Q80%

Dalam grafik dapat disimpulkan bahwasanya nilai kebutuhan air < ketersediaan air. Sehingga dengan analisis tersebut dikatakan Jaringan Irigasi Progo Manggis Kalibening sudah optimal. Dimana nilai debit minimum terletak pada bulan Juni. Dihasilkan keseimbangan antara ketersediaan air dan kebutuhan air dengan pemanfaatan air optimal. Periode masa tanam rencana dilakukan pada awal tanam Oktober-Januari, Februari-Mei, dan Juni-September. Melalui *software* Cropwat 8.0 dihasilkan jadwal pola tanam optimal dengan *efficiency irrigation schedule* 100% dan *yield reduction* 0%.

Berdasarkan grafik *water balance* ketersediaan air yang ada dari Sungai Progo, Sungai Elo, dan Sumber Air Kalibening sudah cukup untuk digunakan dalam kebutuhan pengoperasian jaringan irigasi. Ketersediaan air tiap bulan sudah optimal berdasarkan pola tanam eksisting dan rencana dengan debit air terkecil pada bulan Juni-Juli. Yaitu ketersediaan air minimum dibulan Juli senilai 2,15 m³/dt dengan nilai kebutuhan air 1.71 m³/dt.

4. PENUTUP

Simpulan dan Saran

Dihasilkan keseimbangan antara ketersediaan air dan kebutuhan air dengan pemanfaatan air optimal. Berdasarkan grafik *water balance* ketersediaan air yang ada dari Sungai Progo, Sungai Elo, dan Sumber Air Kalibening sudah cukup untuk digunakan dalam kebutuhan pengoperasian jaringan irigasi. Ketersediaan air tiap bulan sudah optimal berdasarkan pola tanam eksisting dan rencana dengan debit air terkecil pada bulan Juni-Juli. Berdasarkan gambar grafik dapat dilihat bahwa pada musim penghujan (Oktober – Maret), nilai

kebutuhan air cenderung meningkat. Sementara itu, pada musim kemarau (April – September), kebutuhan air tanaman cenderung menurun. Hal tersebut menandakan bahwa kebutuhan air tanaman bergantung pada kondisi iklim pada wilayah tersebut, selain dari faktor-faktor lainnya seperti faktor karakteristik tanaman, kondisi lahan, dan faktor budidaya. Metode pengembangan jaringan irigasi tepat digunakan dalam pengoptimalan jaringan irigasi. Akan tetapi Penggunaan *software* Cropwat 8.0 terdapat kendala karena nilai ketelitian yang kecil. Untuk itu disarankan perhitungan menggunakan aplikasi yang lebih mumpuni.

DAFTAR PUSTAKA

- Dasril, D., Istijono, B., & Nurhamidah, N. (2021). Evaluasi Kebutuhan Air Irigasi Dengan Aplikasi Cropwat 8.0 Daerah Irigasi Amping Parak. *Rang Teknik Journal*, 4(2), 374–382. <https://doi.org/10.31869/rtj.v4i2.2656>
- Ellivia agustin mahardika. (2018). Rencana Eksploitasi Jaringan Irigasi di Pondok Waluh Kabupaten Jember dengan Pertimbangan Intensitas Tanam Optimum. *1*, 1–142.
- KP-09. (2013). Standar Perencanaan Irigasi. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
- Purnama, I. M. B., Norken, I. N., & Yekti, M. I. (2018). Perencanaan Jaringan Irigasi Air Tanah Desa Penyaringan Kecamatan Mendoyo Kabupaten Jembrana. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil -a Scientific Journal of Civil Engineering*, 22(1), 43–52.
- Sari, K., & Sulaeman, B. (2020). Analisis Kebutuhan Air Irigasi Pada Jaringan Sekunder Di Kota Palopo. *PENA TEKNIK: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Teknik*, 5(2), 82. https://doi.org/10.51557/pt_jiit.v5i2.606
- Shalsabillah, H., Amri, K., & Gunawan, G. (2018). Analisis Kebutuhan Air Irigasi Menggunakan Metode Cropwat Version 8.0 (Studi Kasus Pada Daerah Irigasi Air Nipis Kabupaten Bengkulu Selatan). *Jurnal Inersia Oktober*, 10(2), 61–68.
- Wakirin, A. A. B., Noerhayati, E., & ... (2022). Studi Perencanaan Jaringan Irigasi Daerah Irigasi Posangke Kabupaten Morowali Utara Sulawesi Tengah. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 12(3), 87-97. <http://riset.unisma.ac.id/index.php/ft/article/view/17476%0Ahttp://riset.unisma.ac.id/index.php/ft/article/download/17476/13446>