

Analisis kebutuhan air irigasi lahan pertanian Desa Pajaran Kecamatan Poncokusumo menggunakan Cropwat 8.0

Oldheva Genisa Sabilau, Didik Taryana*, Ferryati Masitoh

Universitas Negeri Malang, Jl. Semarang No. 5 Malang, Jawa Timur, Indonesia

*Penulis korespondensi, Surel: didik.taryana.fis@um.ac.id

Paper received: 27-08-2021; revised: 02-09-2021; accepted: 09-09-2021

Abstract

The need for irrigation water is the amount of water needed in an area, so that these plants can grow well and provide satisfactory results. The need for irrigation water needs to be known because it is an important stage needed in planning and managing irrigation systems. The research location is in the Bendo Springs Pajaran Village, Poncokusumo District, Malang Regency. This study aims to determine the need for water for irrigation in Pajaran Village. The data collected in this study are primary and secondary data. Primary data includes spring discharge and spring water quality. Secondary data includes rainfall, climate data, and monographs. The methods used in this study include measuring the quantity of springs using the volumetric method, measuring water quality, and analyzing irrigation needs using cropwat 8.0 software. The quality of the springs, Sumber Bendo springs is good for agricultural use. The quality of the Sumber Bendo springs is good for agricultural use. The need for irrigation water in the first planting period is 4,416,925 liters/day, the second planting period is 4,590,816 liters/day and the third planting period is 4,460,458 liters/day.

Keywords: potential springs; water needs; irrigation needs

Abstrak

Kebutuhan air irigasi merupakan banyaknya kebutuhan air pada suatu daerah, agar tanaman tersebut dapat tumbuh dengan baik, dan memberikan hasil yang memuaskan. Kebutuhan air irigasi perlu diketahui karena merupakan tahapan penting yang diperlukan dalam perencanaan dan pengelolaan sistem irigasi. Lokasi penelitian berada di daerah aliran irigasi mataair Sumbe Bendo yang terletak di Desa Pajaran Kecamatan Poncokusumo, Kabupaten Malang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas air *Sodium Adsorption Ration*, dan kebutuhan air untuk irigasi di Desa Pajaran. Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini berupa data primer dan sekunder. Data primer meliputi data kualitas air mata air. Data sekunder meliputi curah hujan, data iklim, dan monografi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini meliputi pengukuran kualitas air, dan perhitungan kebutuhan irigasi di analisis menggunakan *software cropwat 8.0*. Kualitas mata air Sumber Bendo baik untuk pertanian. Kebutuhan air irigasi pada masa tanam i membutuhkan air sebesar 4.416.925 liter/hari, masa tanam ii 4.590.816 liter/hari dan masa tanam iii 4.460.458 liter/hari.

Kata kunci: potensi mata air; kebutuhan air; kebutuhan irigasi

1. Pendahuluan

Air irigasi di Indonesia umumnya bersumber dari sungai, waduk, air tanah dan sistem pasang surut. Salah satu usaha peningkatan produksi pangan khususnya padi adalah tersedianya air irigasi di sawah sesuai dengan kebutuhan pengairan pada masa tanam. Kebutuhan air yang diperlukan pada areal irigasi besarnya bervariasi sesuai keadaan areal persawahan (Priyo Nugroho, 2014).

Pertanian merupakan sektor yang sangat penting untuk menunjang ketersediaan pangan. Adanya persebaran potensi sumber daya air yang tidak merata, akan menyebabkan produktivitas pertanian yang tidak maksimal. Hasil pertanian yang baik didapatkan dengan

dibangunnya sistem irigasi yang baik. Kebutuhan air untuk pertanian atau kebutuhan irigasi adalah besarnya kebutuhan air pada suatu daerah agar tanaman tersebut dapat tumbuh dengan baik dan memberikan hasil yang memuaskan (Gandakoesoemah, 1969). Kebutuhan air pertanian adalah sejumlah air yang dibutuhkan selama proses pertumbuhan tanaman, termasuk didalamnya air presipitasi sebagai ketersediaan air petak sawah, dikurangi dengan air yang hilang akibat evaporasi maupun perkolasi. Irigasi merupakan suatu usaha untuk pemanfaatan air yang tersedia di sungai-sungai atau sumber air lainnya dengan jalan menggunakan jaringan irigasi sebagai prasarana pengairan dan pembagi air tersebut untuk pemenuhan kebutuhan air pertanian (Partowiyoto 1977 dalam Prihandono, 2005).

Sebagian besar wilayah Kabupaten Malang adalah lahan pertanian dengan luas sebesar 1.470 Ha atau seluas 14,63% dari total luas wilayah. Sistem irigasi Kabupaten Malang beririgasi sangat intensif dan ditandai dengan hasil tanaman yang tinggi. Wilayah ini memiliki banyak Daerah Irigasi dengan luas lahan pertanian yang berbeda-beda. Salah satunya Daerah Irigasi Desa Pajaran, Kecamatan Poncokusumo. Daerah Irigasi ini merupakan salah satu lahan pertanian yang berada di Kabupaten Malang dengan luas pertanian sebesar 261Ha. Sumber airnya berasal dari aliran mata air dan Sungai Amprong (Dinas Pertanian dan Perkebunan dalam RPIJM, 2015).

Sungai Amprong memiliki sifat air perennial atau air yang mengalir sepanjang tahun. Sungai Amprong sering kali mengalami penurunan debit air terutama pada musim kemarau. Hal tersebut akan mengakibatkan keterbatasan debit air sungai yang akan digunakan untuk irigasi. Selain itu, pengaliran air yang digunakan untuk irigasi Desa Pajaran umumnya harus stabil pada setiap bulannya terlepas dari kebutuhan air yang diperlukan. Kebutuhan air setiap bulannya disesuaikan dengan pola tanam (padi-palawija-palawija) dan jenis tanaman yang sudah ditetapkan oleh pemerintah Kabupaten Malang. Penjelasan tersebut menjelaskan mengenai dampak yang mungkin terjadi adalah kebutuhan air akan lebih besar dari pada ketersediaan airnya. Dampak dari kekurangan air ini dapat menyebabkan turunnya berkurangnya produksi pangan, dan kekurangan pangan akibat pertambahan jumlah penduduk besar (Mantra dalam Tampubolon, 2017).

Kecamatan Poncokusumo merupakan kawasan agropolitan, yakni kawasan yang dikembangkan dan terdiri atas satu atau beberapa pusat kegiatan yang memiliki sistem produksi pertanian dan pengelolaan sumber daya alam yang berkelanjutan. Sektor pertanian merupakan sektor andalan dalam perekonomian Kecamatan Poncokusumo. Berdasarkan data BPS tahun 2020, Luas lahan sawah Kecamatan Poncokusumo adalah 1.736 Ha, untuk lahan pertanian tanah kering, ladang, dan tegalan sebesar 6.803 Ha.

Lahan pertanian Kecamatan Poncokusumo sebagian besar merupakan bagian dari DAS Brantas Hulu tepatnya sub DAS Lesti dan Ambang dengan sumber air berasal dari Sungai Amprong dan Sungai Lesti. Hasil survei lapangan dan kajian sebelumnya mengenai daerah ini Kecamatan Poncokusumo, cenderung akan mengalami kekurangan air di musim kemarau (Perdinan, 2014).

Desa Pajaran memiliki luas wilayah sebesar 4,679 km² dan jumlah penduduk sebanyak 6,975 jiwa (BPS Kab.Malang, 2019). Sebagian besar penduduk Desa Pajaran adalah petani yang sangat mengandalkan sumber air untuk irigasi lahan pertaniannya. Salah satu mata air yang penggunaannya belum difungsikan secara optimal adalah mata air Sumber Bendo yang terletak pada koordinat 8°03'26" LS dan 112°70'79" BT. Masalah yang dihadapi Desa Pajaran

adalah ketersediaan air yang semakin kritis terutama dari sungai. Hal ini karena debit sungai terus mengalami penurunan akibat sedimentasi yang tinggi, ditambah musim kemarau panjang. Dampaknya yaitu suplesi air sungai, sehingga tidak dapat disalurkan ke daerah irigasi pada waktu yang tepat yaitu periode Masa Tanam 1, sehingga terjadi pergeseran jadwal tanam. Permasalahan lanjutan dari adanya pergeseran jadwal tanam adalah terjadi perubahan perhitungan potensi kebutuhan air pertanian, sehingga menyebabkan penyaluran air irigasi tidak efektif jika tidak sesuai dengan kebutuhan.

Pola tanam yang digunakan pada Sistem Irigasi Desa Pajaran mengacu pada Peraturan Bupati Malang Nomor 2 Tahun 2017 tentang irigasi padi-palawija-palawija (sebagian lahan ditanami oleh padi-palawija dan sebagian padi-palawija-palawija). Setiap daerah irigasi memiliki tata tanam yang berbeda-beda sesuai masa tanam. Terjadinya perubahan penggunaan lahan dan pergeseran masa tanam menyebabkan masa tanam kedua memiliki resiko gagal karena semakin mendekati musim kemarau. Harnanto & Hidayat (2014) menyebutkan bahwa sektor pertanian merupakan sektor dengan penggunaan air terbesar dari DAS Brantas dan di musim kering sebesar 70%-80% dari ketersediaan air DAS Brantas tersalur ke lahan-lahan sektor 5 pertanian yaitu sektor tanaman pangan, sektor perkebunan, sektor kehutanan, sektor perikanan dan sektor peternakan. Kebutuhan air di Kecamatan Poncokusumo berhasil dipenuhi namun di bulan kering (Bulan April-Oktober) terjadi defisit air. Jika besarnya kebutuhan air irigasi diketahui maka dapat diprediksi pada waktu tertentu, ketersediaan air dapat memenuhi dan tidak dapat memenuhi kebutuhan air irigasi sebesar yang dibutuhkan. Jika ketersediaan tidak dapat memenuhi kebutuhan maka dapat dicari solusinya dalam memenuhi kebutuhan tersebut. Kebutuhan air irigasi secara keseluruhan perlu diketahui karena merupakan salah satu tahap penting yang diperlukan dalam perencanaan dan pengelolaan sistem irigasi (Priyo Nugroho, 2014).

Berdasarkan kondisi daerah Desa Pajaran yang telah dijelaskan adapun tujuan penelitian ini untuk mengetahui kualitas air Sodium Adsorption Ratio, dan kebutuhan air untuk irigasi di Desa Pajaran. Manfaat yang ingin dicapai dalam penelitian ini yaitu untuk memberikan informasi mengenai sumberdaya mata air Sumber Bendo dan juga kebutuhan air irigasi Desa Pajaran.

2. Metode

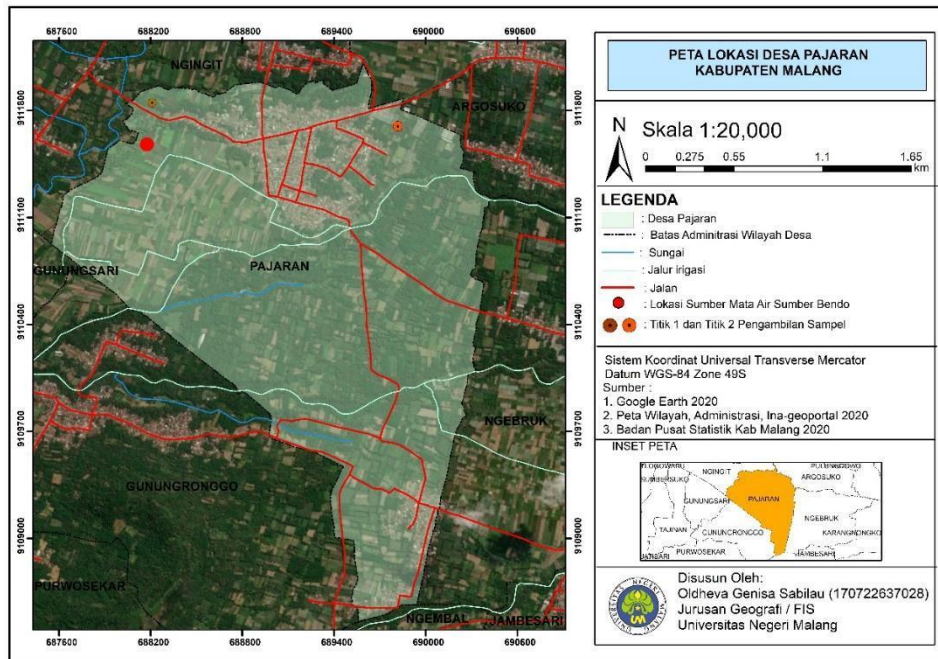
2.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di daerah Sumber mata air Bendo yang terletak di Desa Pajaran Kecamatan Poncokusumo Kabupaten Malang. Luas wilayah Desa Pajaran sebesar 4.679 km² dengan jumlah penduduk sebanyak 6957 jiwa. Peta lokasi penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.

2.2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah survei. Metode ini mengumpulkan beberapa data yang bertujuan untuk menganalisis potensi mata air Sumber Bendo di Desa Pajaran, Kecamatan Poncokusumo, berdasarkan segi kuantitas dan kualitasnya untuk memenuhi kebutuhan air irigasi di Desa Pajaran. Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini adalah data primer dan sekunder. Data primer meliputi debit aliran mata air dan kualitas air sumber mata air Sumber Bendo Desa Pajaran. Data sekunder yang digunakan meliputi curah

hujan, suhu udara rata-rata, kelembaban relatif rata-rata, kecepatan angin rata-rata, penyinaran matahari rata-rata, dan monografi Desa Pajaran.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Metode yang digunakan untuk menghitung debit mata air yakni Volumetrik. Pengukuran kualitas mata air menggunakan metode SAR, *water checker* dan organoleptik. Analisis jumlah kebutuhan air untuk irigasi menggunakan *software* cropwat 8.0. Analisis dalam penelitian ini deskriptif komparatif yakni membandingkan debit mata air Sumber Bendo dengan kebutuhan air irigasi di Desa Pajaran, Kecamatan Poncokusumo, Kabupaten Malang.

2.2.1. Kualitas Air

Sodium adsorption ratio (SAR) merupakan nilai yang nantinya akan menunjukkan hubungan langsung antara sodium adsorption oleh tanah. Nilai SAR dapat ditentukan dengan:

$$SAR = \frac{Na}{\sqrt{\frac{1}{2}(Ca+Mg)}} \quad (1)$$

Keterangan:

SAR : Sodium Adsorption Ratio

Na⁺ : Sodium/Natrium

Ca²⁺ : Kalsium

Mg²⁺ : Magnesium

*konsentrasi ion dalam milliequivalent per liter.

Kemudian dari nilai tersebut diklasifikasikan tingkat kesesuaian nilai SAR untuk kepentingan irigasi berdasarkan klasifikasi oleh Todd (1980).

2.2.2. Kebutuhan Air Irigasi

Kebutuhan air konsumtif menggunakan rumus sebagai berikut.

$$CWR = E_o \times K_c \quad (2)$$

Keterangan:

CWR : kebutuhan air konsumtif (mm/hari) K_c : faktor tanaman

E_o : Evaporasi (mm/hari)

Penentuan nilai FWR dihitung berdasarkan nilai CWR, tebal air yang hilang akibat perkolasi dan laju penambahan air untuk penggenangan.

$$FWR = (CWR + P_e) - R_e \quad (3)$$

Keterangan:

FWR : kebutuhan air petak sawah (mm/hr)

CWR : kebutuhan air konsumtif (mm/hr)

P_e : perkolasi (mm/hr)

R_e : hujan efektif (mm/hr)

Rumus yang digunakan untuk menghitung besarnya kebutuhan air untuk seluruh pertanian adalah sebagai berikut:

$$PWR = \frac{FWR}{E_f} \quad (4)$$

Keterangan:

PWR : kebutuhan air untuk seluruh pertanian (mm/hari)

FWR : kebutuhan air petak sawah (mm/hari)

E_f : efisiensi saluran irigasi (%)

Kebutuhan air pertanian/irigasi adalah jumlah volume air yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan evapotranspirasi, kehilangan air, kebutuhan air untuk tanaman dengan memperhatikan jumlah air yang diberikan oleh alam melalui hujan dan kontribusi air tanah (Hadihardjaja et al., 1997). Untuk mengetahui besarnya kebutuhan air pertanian di Daerah Irigasi Boro digunakan persamaan Abdurrachim (1974) yang dibagi dalam tiga tahap perhitungan, yaitu kebutuhan air konsumtif (Crop Water Requirement), kebutuhan air petak sawah (Farm water Requirement) dan kebutuhan air untuk seluruh pertanian (Project Water Requirement). Kebutuhan air pada lahan pertanian ditentukan oleh faktor penyiapan lahan, penggunaan konsumtif, perkolasi dan kehilangan air selama penyaluran. Kebutuhan air

konsumtif atau Crop Water Requirement (CWR) adalah jumlah air yang digunakan untuk penguapan dari permukaan air atau tanah dan yang digunakan tanaman untuk membangun jaringan tubuhnya (Blaney, 1962).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Kualitas Air

Analisis kualitas mata air pada Sumber Bendo dilakukan untuk melihat kesesuaian air untuk kebutuhan irigasi Desa Pajaran. Tabel 1 menjelaskan mengenai hasil pengukuran kualitas air Sumber Bendo secara sifat fisik dan untuk Tabel 2 menjelaskan mengenai *Sodium Adsorption Ratio*.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Kualitas Mata Air Sumber Bendo 2021

Parameter	Hasil Pengukuran			
	20 April	27 April	21 Mei	8 Juni
Temperatur (°C)	25.6	25.3	26.6	26.7
Kekeruhan (NTU)	1	0	0	0
Warna	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak
Bau	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak
Rasa	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak

Sumber: Pengolahan Data Primer (2021)

Tabel 2. Hasil Pengukuran Kualitas Air SAR (*Sodium Adsorption Ratio*)

No	Lokasi	Parameter			Kualitas
		Natrium (me/l)	Kalsium (me/l)	Magnesium (me/l)	
1	Mataair Sumber Bendo	0,406	1,233	0,2118	Baik

Sumber: Pengolahan Data Primer (2021)

Hasil pengukuran yang dilakukan setiap parameter seperti warna, bau, dan rasa. Selain itu parameter fisik lain seperti temperatur, dan nilai kekeruhan. Kualitas mata air diperoleh dari hasil uji pengukuran dan pengamatan secara langsung di lapangan. Dalam penelitian ini hasil uji kualitas air didasarkan pada standar air bersih yang ditentukan oleh Peraturan Pemerintah No 82 tahun 2001 dengan parameter fisik air. Hasil Pengukuran yang telah dilakukan dapat dilihat pada tabel 3. Hasil dari uji kualitas air SAR (*Sodium Adsorption Ratio*) uji ini digunakan untuk mengetahui kandungan Natrium, Kalsium dan Magnesium yang masuk ke tanah untuk lahan pertanian.

Tabel 2 mengenai kualitas air dengan parameter fisik air menunjukkan bahwa parameter fisik seperti bau, warna, dan rasa konstan yaitu tidak terdapat perubahan pada setiap musimnya, sementara untuk parameter temperatur mata air Sumber Bendo memiliki temperatur tertinggi pada tanggal 8 Juni 2021 yaitu 26.7 °C dan temperatur terendah 25.3°C pada 27 April 2021. Parameter kekeruhan pada Sumber Mata Air Sumber Bendo memiliki skala terendah 0 dan tertinggi 1, nilai skala 1 didapatkan pada tanggal 20 April 2021 terjadi pada musim penghujan. Sementara, untuk hasil analisis pada tabel 3 menunjukkan bahwa konsentrasi SAR (*Sodium Adsorption Ratio*) pada Sumber Mata Air Sumber Bendo adalah parameter Natrium 0,406 me/l, Kalsium 1,233 me/l dan Magnesium 0,2118 me/l, Nilai perhitungan SAR yang didapatkan sebesar 0,517 me/l. Hasil ini menunjukkan bahwa air pada

Sumber Bendo adalah sangat baik untuk digunakan pengairan irigasi sesuai dengan klasifikasi nilai SAR nilai < 10 *Excellent* atau Sangat Baik yaitu Air berkadar sodium rendah yang dapat digunakan untuk irigasi hampir pada semua jenis tanah dengan sedikit kemungkinan timbulnya bahaya yang dapat mengembangkan pertukaran sodium (Mahida, 1981). Analisis kualitas mata air Sumber Bendo dilakukan untuk mengetahui kesesuaian air untuk kebutuhan air irigasi Desa Pajaran. Hasil pengukuran yang dilakukan pada setiap parameter warna, bau dan rasa sama sekali tidak terindikasi pada mata air Sumber Bendo. Selain itu, mata parameter fisik lain seperti temperatur dan kekeruhan memiliki perbedaan. Perubahan kualitas air pada setiap parameter, disebabkan oleh adanya bahan organik dan anorganik yang tersuspensi dan terlarut. Tingkat kekeruhan mata air Sumber Bendo sangat rendah dan tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara musim penghujan dan kemarau.

3.2. Kebutuhan Air Irigasi

Kebutuhan air irigasi ditentukan oleh beberapa faktor antara lain: evapotranspirasi, curah hujan efektif, tanaman (tipe tanaman dan umur tanaman), tekstur tanah (Suyono & Darmakusuma, 1991). Hasil pengukuran dilakukan menggunakan *software cropwat 8.0* dijabarkan beberapa faktor, antara lain:

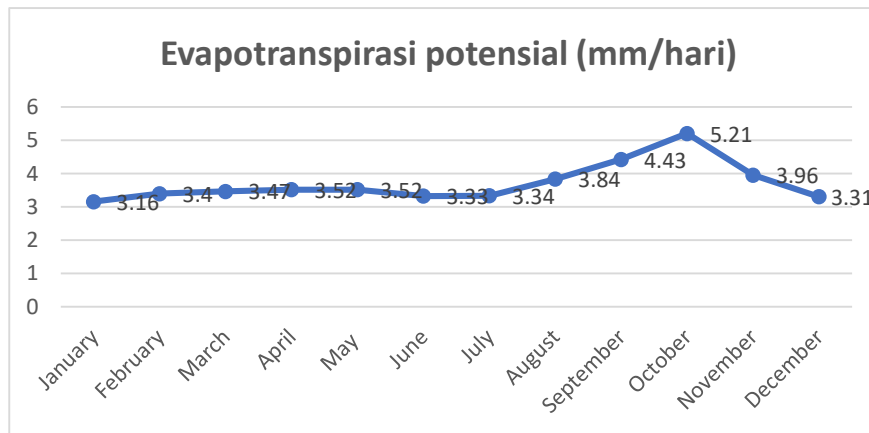
3.2.1. Evapotranspirasi potensial (ET_o)

Nilai evapotranspirasi potensial yang diperoleh setiap bulannya didapatkan nilai yang berbeda-beda karena dipengaruhi oleh faktor penyinaran matahari, suhu, kelembaban udara dan kecepatan angin. Secara umum besarnya ET_o akan meningkat ketika radiasi panas matahari, suhu, kelembaban, dan kecepatan angin bertambah besar (Rizqi, 2019). Evapotranspirasi potensial (ET_o) bulanan dihitung dalam 10 tahun terakhir (2011-2020) untuk mengetahui nilai kebutuhan air dari tahun 2011-2010. Pengukuran dilakukan di di Desa Pajaran, Kecamatan Poncokusumo, Kabupaten Malang dengan *altitude* yaitu 531 meter diatas permukaan laut, garis lintang (*Latitude*) 8°02 LS, dan garis bujur (*Longitude*) 112°43 BT. Hasil pengukuran evapotranspirasi potensial (ET_o) menggunakan *cropwat 8.0* dapat dilihat pada Gambar 2.

Hasil perhitungan ET_o di Desa Pajaran menggunakan *software CROPWAT 8.0* menunjukkan musim kemarau bulan April-November memiliki hasil nilai evapotranspirasi tinggi yaitu 3,53-5,20 mm/hari dengan nilai paling tinggi terdapat pada bulan Oktober yaitu sebesar 5,20 mm/hari. Nilai ET_o pada bulan hujan Desember-Maret rendah yaitu 3,15-3,46 mm/hari. Nilai ET_o paling rendah terdapat di bulan Januari dengan nilai 3,15 mm/hari. Jika suhu tinggi, kelembaban rendah, dan lama penyinaran matahari tinggi maka nilai ET_o tinggi, sedangkan jika suhu rendah, kelembaban tinggi, dan lama penyinaran matahari rendah maka nilai ET_o rendah (Priyonugroho, 2014).

Hasil perhitungan ET_o di Desa Pajaran menggunakan *software CROPWAT 8.0* menunjukkan musim kemarau bulan April-November memiliki hasil nilai evapotranspirasi tinggi yaitu 3,53-5,20 mm/hari dengan nilai paling tinggi terdapat pada bulan Oktober yaitu sebesar 5,20 mm/hari. Nilai ET_o pada bulan hujan Desember-Maret rendah yaitu 3,15-3,46 mm/hari. Nilai ET_o paling rendah terdapat di bulan Januari dengan nilai 3,15 mm/hari. Jika suhu tinggi, kelembaban rendah, dan lama penyinaran matahari tinggi maka nilai ET_o tinggi,

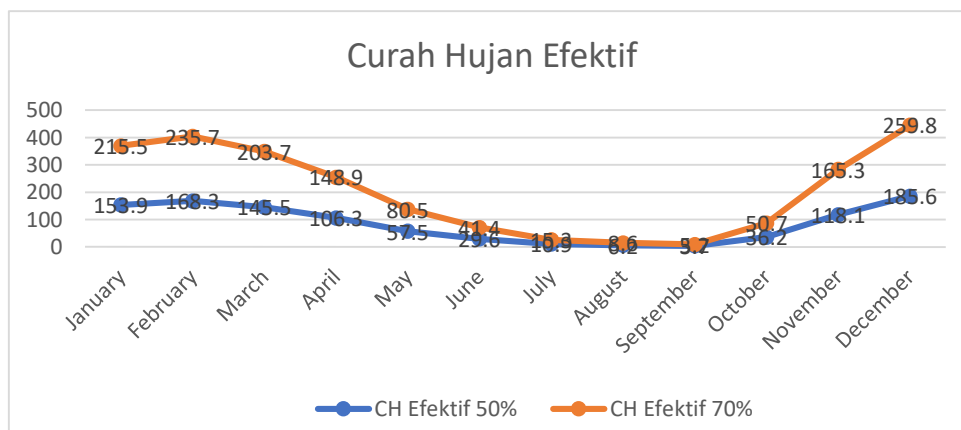
sedangkan jika suhu rendah, kelembaban tinggi, dan lama penyinaran matahari rendah maka nilai ETo rendah (Priyonugroho, 2014).



Gambar 2. Rata-rata Evapotranspirasi Potensial (ETo) Bulanan Desa Pajaran Tahun 2011-2020

3.2.2. Curah hujan efektif

Kondisi hidrologi suatu kawasan sangat dipengaruhi oleh kondisi beberapa faktor, yang salah satunya adalah curah hujan, sehingga data hujan yang telah dikumpulkan dapat digunakan untuk mengidentifikasi kondisi hidrologi yang meliputi air permukaan dan air tanah. Hujan efektif merupakan curah hujan yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman irigasi. Dalam perhitungan curah hujan efektif menggunakan *software cropwat 8.0* yang digunakan adalah rata-rata curah hujan sepuluh tahun dari 2011-2020. Berikut perhitungan curah hujan efektif 70% untuk tanaman padi dan curah hujan 50% untuk tanaman jagung hal ini dikaitkan dengan tabel ET tanaman rata-rata bulanan dan curah hujan bulanan yang terjadi di Desa Pajaran dapat dilihat pada Gambar 3 (Priyonugroho, 2014).



Gambar 3. Curah Hujan Efektif Tanaman Padi dan Tanaman Jagung Desa Pajaran Tahun 2011-2020

Curah hujan efektif tanaman padi dihitung dengan melakukan input data curah hujan bulanan pada Stasiun pemantau hujan Poncokusumo. Curah hujan efektif dihitung menggunakan *Software CROPWAT 8.0* dengan *fixed percentage 70%*. Hasil perhitungan

menunjukkan bahwa curah hujan efektif tanaman padi pada lahan sawah Desa Pajaran menunjukkan curah hujan efektif tertinggi terdapat pada bulan November–April dengan curah hujan efektif paling tinggi berada pada bulan Desember yaitu sebesar 259,8 mm/hari. Bulan Mei-Oktober memiliki curah hujan rendah, dan curah hujan efektif paling rendah berada pada bulan Oktober yaitu sebesar 5,2 mm/hari.

Hasil perhitungan curah hujan efektif 50% pada lahan sawah Desa Pajaran menunjukkan curah hujan efektif tertinggi terdapat pada bulan November – April dengan curah hujan efektif paling tinggi berada pada bulan Desember yaitu sebesar 185,6 mm/hari. Bulan Mei-Oktober memiliki curah hujan rendah, dan curah hujan efektif paling rendah berada pada bulan September yaitu sebesar 3,7 mm/hari. Pada gambar 3 pergeseran musim terjadi di Desa Pajaran terjadi pada bulan juni sampai oktober curah hujan efektif dibawah ± 30 mm/bulan dan untuk musim penghujan curah hujan efektif berada diatas rata-rata ± 100 mm/bulan.

Curah hujan efektif sangat diperlukan dalam perhitungan kebutuhan air irigasi. Tanaman padi membutuhkan curah hujan dalam proses pertumbuhannya. Fotosintesis menurun ketika kadar air dalam daun berkurang sekitar 30%, dan fotosintesis akan terhenti ketika daun kehilangan air mencapai 60%, dengan kata lain, air selalu dibutuhkan tanaman untuk bertahan hidup dan untuk hasil yang maksimal, maka kebutuhan harus selalu tercukupi (Handokoet al., 2020).

3.2.3. Tanah

Pembentukan tanah dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya: iklim, organisme, bahan induk, topografi (relief), dan waktu. Jenis tanah akan mempengaruhi tekstur tanah, struktur tanah dan konsistensinya. Berdasarkan hasil analisa sifat fisik tanah di laboratorium dan pengamatan di lapangan maka diperoleh data sifat fisik tanah Desa Pajaran sebagai berikut.

Tabel 3. Hasil Laju Infiltrasi dan Sifat Fisik Tanah Desa Pajaran Tahun 2021

Lokasi	Infiltrasi (mm/jam)	Pasir		Debu		Liat		Tekstur
		Berat (g)	Persen tase (%)	Berat (g)	Persen tase (%)	Berat (g)	Persen tase (%)	
Titik I	13	5,4	58	2,4	26	1,5	16	Lempung Berpasir
Titik II	3,9	5,6	63	2,0	23	1,2	14	Lempung Berpasir

Sumber: Pengolahan Data Primer (2021)

Hasil pengamatan dan pengambilan sampel di Desa Pajaran untuk titik I ($8^{\circ}04'54''$ LS dan $112^{\circ}02'5''1$ BT) titik II ($8^{\circ}03'75''$ LS dan $111^{\circ}06'21''$ BT) bertekstur lempung berpasir. Pada titik I komposisi fraksi pasir 58%, debu 26% dan liat 16%. Titik II memiliki komposisi fraksi pasir 63%, debu 23% dan liat 14%. Tekstur tanah sangat mempengaruhi tingkat resapan air kedalam tanah. Perbedaan tekstur tanah dapat menyebabkan tingkat peresapan air dan menyimpan air yang berbeda. Kebutuhan air irigasi pertanian ditentukan oleh jumlah air yang masuk ke dalam tanah. Perbedaan tekstur juga menjadi faktor yang mempengaruhi jumlah kebutuhan air irigasi. Banyaknya kebutuhan air yang digunakan untuk irigasi tidak semuanya digunakan oleh tanaman namun banyak yang diserap oleh tanah (Maulana, 2017).

Pengambilan nilai laju Infiltrasi dan Perkolasi sesuai dengan titik pengambilan sampel tanah. Titik I atau lokasi I mempunyai infiltrasi paling tinggi yaitu 13 mm/jam dan titik II atau lokasi II memiliki nilai infiltrasi paling kecil yaitu 3,9mm/jam. Perbedaan laju infiltrasi ini disebabkan dilakukan pada tanah pertanian dan tanah pertanian yang baru ditanami sehingga sudah jenuh terhadap air. Uhland and O'Neal, 1951 dalam Januardin, 2008 membagi klasifikasi laju infiltrasi, pada titik I dan titik II menunjukkan kriteria laju infiltrasi agak cepat. Cepatnya laju infiltrasi pada kondisi tekstur tanah berlempung di Desa Pajaran ini dapat ditentukan oleh komposisi fraksi tanah (Maulana, 2017).

3.2.4. Pola Tanam

Kebutuhan air untuk irigasi pertanian harus mempertimbangkan tipe tanaman dan umur tanaman (tingkat pertumbuhan) (Fatchan dkk, 1990). Umur tanaman merupakan faktor yang menentukan kebutuhan air untuk pertanian dikarenakan pada setiap tahap kebutuhan airnya berbeda-beda. Perbedaan ini disebabkan oleh kebutuhan air konsumtif (ETc) atau penguapan tanaman. Tingkat kebutuhan air konsumtif pada setiap umur yang berbeda-beda mempengaruhi total kebutuhan irigasi (Priyonugroho, 2014).

Data tanaman pada Desa Pajaran dapat dihitung untuk kebutuhan air irigasi, dengan menambahkan tanggal tanam, maka kebutuhan air irigasi tanaman dapat diketahui selama setahun. Perhitungan kebutuhan air untuk tanaman (*water requirement*) didasarkan pada suatu kriteria faktor-faktor iklim diperhitungkan dengan memakai rumus-rumus empiris yang telah digunakan (Dasril, 2021). Kebutuhan air selama penyiapan lahan memakan data yang dibutuhkan adalah infiltrasi pada penyiapan lahan sebesar 3,9 mm/jam dan evaporasi saat penyiapan lahan sebesar 4,43 mm/hari, jangka waktu penyiapan lahan adalah 30 hari dan kebutuhan air untuk penjumlahan 250mm. Dari hasil perhitungan untuk penyiapan lahan, satuan lahan dengan 1 ha membutuhkan 17,37 mm/hari/ha, jika dikonversi maka kebutuhan air saat penyiapan lahan sebesar 2,02 liter/detik/ha.

Perhitungan jumlah kebutuhan air untuk penyiapan lahan digunakan untuk perhitungan kebutuhan air tanaman. Padi biasanya tumbuh ± 120 hari tergantung pada jenis tanaman padi, permukaan tanah dan iklim yang terdapat di daerah tersebut. Pertumbuhan padi dapat dibedakan dalam tipe fase antara lain masa vegetatif dan masa generatif (Nugroho, 2017). Masa vegetatif dimulai sejak masa tanam sampai dengan masa anakan maksimum sedangkan masa generatif dimulai sejak masa anakan maksimum sampai putik padi matang dan siap panen. Tabel 4 menunjukkan masa tanam pertumbuhan padi.

Masa tanam I tanaman padi rata-rata kebutuhan air konsumtif (ETc) untuk transpirasi tertinggi pada tahap permulaan atau pada padi berumur 1-20 hari yakni sebesar 4,58 mm/hari. Setelah tahap permulaan padi memasuki tahap perkembangan, tahap pertengahan dan tahap akhir kebutuhan air konsumtif (ETc) pada setiap tahapan mengalami penurunan. Rata-rata kebutuhan air konsumtif (ETc) terendah terdapat pada tahap akhir padi berumur 90 hari setelah masa tanam sampai masa panen sebesar 3,24 mm/hari.

Tabel 4. Kebutuhan Air Tanaman pada Masa Tanam I Tanaman Padi Desa Pajaran Tahun 2021

Bulan	Dasarian	Stage	ETc mm/hari	Eff Rain mm/hari	FWR mm/hari/ha	PWR m ³ /hari/ha
Oct	2	<i>LandPrep</i>	5,68	1,81	97,47	18420,83
Oct	3	<i>LandPrep</i>	5,17	2,98	95,79	17872,02
Nov	1	<i>Init</i>	4,81	4,19	94,22	17336,69
Nov	2	<i>Init</i>	4,35	5,22	92,73	16851,42
Nov	3	<i>Deve</i>	4,07	5,28	92,39	16774,4
Dec	1	<i>Deve</i>	3,76	5,3	92,06	16707
Dec	2	<i>Deve</i>	3,46	5,5	91,56	16572,2
Dec	3	<i>Mid</i>	3,37	5,4	91,57	16593,39
Jan	1	<i>Mid</i>	3,32	5,24	91,68	16645,38
Jan	2	<i>Mid</i>	3,26	5,15	91,71	16668,49
Jan	3	<i>Late</i>	3,34	5,2	91,74	16664,63
Feb	1	<i>Late</i>	3,31	5,28	91,63	16628,05
Feb	2	<i>Late</i>	3,22	5,32	91,5	16595,31
Feb	3	<i>Late</i>	3,09	5,26	91,43	16593,39
Total			54,21	67,13	1297,48	236923,2
Rata-rata			3,872143	4,795	92,67714	16923,09

Sumber: Pengolahan Data Primer (2021)

Tabel 4 menunjukkan pada November dasarian 1 dimulai tahap permulaan dengan rata-rata kebutuhan air konsumtifnya sebesar 4,41 mm/hari, kebutuhan air petak sawah rata-rata 93,11 mm/hari/ha dan rata-rata kebutuhan air seluruh pertanian adalah 16987,5 m³/hari/ha. Setelah itu, tanaman padi masuk ke tahap perkembangan tanaman padi kebutuhan air konsumtif yang digunakan adalah 3,53 mm/hari, rata-rata kebutuhan air petak sawah 91,74 mm/hari/ha dan rata-rata kebutuhan air seluruh pertanian sebesar 16624,17 m³/hari/ha. Memasuki tahap pertengahan kebutuhan air konsumtif adalah 3,31 mm/hari, kebutuhan air petak sawah 91,71 mm/hari/ha dan kebutuhan air seluruh pertaniannya 16658,5 m³/hari/ha. Tahap akhir pada perhitungan kebutuhan air konsumtif tanaman padi rata-rata kebutuhannya adalah 3,21 mm/hari, kebutuhan air petak sawah sebesar 91,52 mm/hari/ha, dan kebutuhan air seluruh pertaniannya adalah 16605,58 m³/hari/ha.

Tabel 5. Kebutuhan Air Tanaman pada Masa Tanam II Tanaman Jagung Desa Pajaran Tahun 2021

Bulan	Dasarian	Stage	CWR (mm/hari)	Curah Hujan Efektif (mm/hari)	FWR (mm/hari/ha)	PWR (m ³ /hari/ha)
Mar	3	<i>Init</i>	1,74	1,57	93,77	17754,56
Apr	1	<i>Deve</i>	1,77	1,77	93,6	17683,31
Apr	2	<i>Deve</i>	2,11	2,11	93,6	17617,83
Apr	3	<i>Deve</i>	2,56	2,56	93,6	17531,18
May	1	<i>Mid</i>	3	3	93,6	17446,45
May	2	<i>Mid</i>	3,13	3,13	93,6	17421,42
May	3	<i>Mid</i>	3,07	3,38	93,29	17313,58
Jun	1	<i>Late</i>	2,95	2,95	93,6	17456,08
Jun	2	<i>Late</i>	2,34	2,34	93,6	17573,54
Jun	3	<i>Late</i>	1,89	0,76	94,73	18095,4
Total			24,56	23,57	936,99	175893,3
Rata-rata			2,456	2,357	93,699	17589,33

Sumber: Pengolahan Data Primer (2021)

Tabel 6. Kebutuhan Air Tanaman pada Masa Tanam III Tanaman Jagung Desa Pajaran Tahun 2021

Bulan	Dasarian	Stage	CWR (mm/hari)	Curah Hujan Efektif (mm/hari)	FWR (mm/hari/ha)	PWR (m ³ /hari/ha)
Jul	2	Init	1,67	1	94,27	17558,25
Jul	3	Init	1,76	1,93	93,43	17225,04
Aug	1	Deve	2,11	2,11	93,6	17223,16
Aug	2	Deve	2,73	2,73	93,6	17106,44
Aug	3	Mid	3,44	3,78	93,26	16844,77
Sep	1	Mid	3,84	3,84	93,6	16897,48
Sep	2	Mid	4,01	4,01	93,6	16865,48
Sep	3	Late	4,23	4,23	93,6	16824,06
Oct	1	Late	3,99	3,99	93,6	16869,24
Oct	2	Late	3,54	2,13	95,01	17484,83
Total			31,32	29,75	937,57	170898,8
Rata-rata			3,132	2,975	93,757	17089,88

Sumber: Pengolahan Data Primer (2021)

Masa tanam II kebutuhan air konsumtif (ETc) tanaman jagung tertinggi terjadi pada tahap pertengahan pada saat jagung berumur 38-76 hari yakni sebesar 3,07 mm/hari. Kebutuhan air konsumtif (ETc) terendah di tahap permulaan pada saat jagung berumur 1-17 hari yakni sebesar 2,15 mm/hari. Kebutuhan air konsumtif (ETc) tanaman jagung dimulai tahap permulaan sampai tahap pertengahan selalu mengalami peningkatan dan mencapai puncaknya pada tahap pertengahan. Setelah itu, tahap akhir kebutuhan air konsumtif (ETc) mengalami penurunan.

Tahap permulaan tanaman jagung rata-rata kebutuhan air konsumtif sebesar 1,74 mm/hari, kebutuhan air petak sawah 93,77 mm/hari/ha dan kebutuhan seluruh air pertaniannya adalah 17754,56 m³/hari/ha. Tahap perkembangan membutuhkan rata-rata air konsumtif sebesar 2,15 mm/hari, kebutuhan air petak sawah 93,6 mm/hari/ha dan kebutuhan air seluruh pertanian 17610,77 m³/hari/ha. Tahap pertengahan tanaman jagung membutuhkan rata-rata kebutuhan air konsumtif sebesar 3,07 mm/hari, kebutuhan air petak sawah 93,50 mm/hari/ha, kebutuhan air seluruh pertanian 17393,82 m³/hari/ha. dan untuk tahap akhir membutuhkan air konsumtif sebesar 2,40 mm/hari, kebutuhan air petak sawah sebesar 93,98 mm/hari/ha dan kebutuhan air seluruh pertaniannya sebesar 17708,34 m³/hari/ha.

Masa tanam III kebutuhan air konsumtif (ETc) tanaman jagung berbeda dengan MT II, hal ini dikarenakan oleh tingkat penguapan yang berbeda antara bulan maret sampai juni dan juli sampai oktober. Akhir-akhir bulan merupakan masa kemarau dengan suhu tinggi dan lama penyinaran dalam sehari lebih banyak dibandingkan pada bulan-bulan lainnya. Kebutuhan air konsumtif (ETc) masa tanam III tertinggi terjadi pada saat jagung memasuki tahap pertengahan dengan umur 38-76 hari yakni sebesar 3,76 mm/hari. Kebutuhan air konsumtif terendah saat jagung berumur 1-17 hari yakni 2,42 mm/hari.

Tabel 6 menunjukkan tahap permulaan rata-rata kebutuhan air konsumtif untuk tanaman jagung sebesar 1,72 mm/hari, kebutuhan air petak sawah 93,85 mm/hari/ha dan kebutuhan air seluruh pertanian 17391,65 m³/hari/ha. Pada tahap perkembangan tanaman

jagung membutuhkan rata-rata kebutuhan air konsumtif sebesar 2,42 mm/hari, kebutuhan air petak sawah 93,6 mm/hari/ha dan kebutuhan air seluruh pertaniannya adalah 17164,8 m³/hari/ha. Tahap pertengahan tanaman jagung membutuhkan rata-rata kebutuhan air konsumtif untuk perkembangannya adalah 3,76 mm/hari, kebutuhan air petak sawah 93,49 mm/hari/ha dan kebutuhan air seluruh pertanian sebesar 16869,24 m³/hari/ha. Memasuki tahap akhir untuk kebutuhan konsumtif tanaman jagung membutuhkan air konsumtif sebesar 3,92 mm/hari, kebutuhan air petak sawah 94,07 mm/hari/ha dan kebutuhan air seluruh pertaniannya adalah sebesar 17059,38 m³/hari/ha.

Kebutuhan air konsumtif (ETc) padi lebih besar dari pada jagung, karena padi sangat peka terhadap ketersediaan air dibandingkan tanaman jagung. Sehingga, umur tanaman dan tipe tanaman juga mempengaruhi jumlah kebutuhan air konsumtif (ETc) yang dibutuhkan untuk transpirasi tanaman (Maulana, 2017). Kebutuhan air untuk persawahan memerlukan air yang cukup banyak, untuk pengolahan lahan, kebutuhan air irigasi adalah jumlah volume air yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan evapotranspirasi, kehilangan air, kebutuhan air untuk tanaman selama proses pertumbuhannya. Kebutuhan air dibedakan menjadi dua bagian yaitu kebutuhan air pada rencana tanam dan kebutuhan air pada realisasi tanam. Kebutuhan air rencana tanam dihitung berdasarkan rencana tanam yang dibuat oleh pemerintah setempat sedangkan untuk realisasi tanam dihitung berdasarkan yang terjadi di lapangan (Juhana, 2015). Hasil perhitungan total kebutuhan air dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Total Kebutuhan Air Irigasi Sumber Mata air Sumber Bendo

No	Pola Tanam	Kebutuhan lahan (mm/hari/ha)	Total Kebutuhan irigasi (mm/hari/ha)	Total Kebutuhan irigasi (m ³ /hari/ha)	Luas (Ha)	Total (liter/hari)
1	Padi	92,68	1,692	16923,09	261	4.416.925
2	Jagung	93,7	1,759	17589,33	261	4.590.816
3	Jagung	93,76	1,709	17089,88	261	4.460.458

Sumber: Pengolahan Data Primer (2021)

Tabel di atas dapat dijelaskan bahwa dengan luas wilayah 261 Ha dengan kebutuhan air irigasi pola tanam padi Masa Tanam I membutuhkan air irigasi maksimal sebesar 4.416.925 liter/hari untuk Masa Tanam II yaitu jagung sebesar 4.459.816 liter/hari dan Masa Tanam III jagung sebesar 4.460.458 liter/hari. Setelah dianalisis maka kebutuhan air untuk daerah irigasi Desa Pajaran untuk Masa Tanam I hingga Masa Tanam III cukup tinggi dikarenakan dengan luasan daerah irigasi Desa Pajaran sebesar 261 Hektar. Salah satu sumber mata air yang digunakan untuk irigasi pertanian di Desa Pajaran adalah Sumber Bendo, nilai rata-rata debit harian Sumber Bendo adalah 83.073,6 liter/hari. Sesuai Q banding PWR perhitungan debit Sumber Bendo tidak dapat mencukupi kebutuhan total irigasi pertanian Desa Pajaran, maka dari itu diperlukan adanya tambahan suplai dari sumber lainnya yaitu mata air lainnya, sungai maupun air tanah agar kebutuhan air irigasi dapat tercukupi.

4. Simpulan

Perhitungan kebutuhan air dihitung menggunakan aplikasi Software CROPWAT 8.0 yaitu untuk menghitung evapotranspirasi potensial, curah hujan efektif, kebutuhan air konsumtif, dan jadwal tanam. Curah hujan efektif yang digunakan untuk padi yaitu 70% dan untuk jagung 50%. Kondisi kualitas mata air Sumber Bendo yang diteliti tidak memiliki perubahan pada setiap musimnya, sehingga sangat baik digunakan untuk irigasi. Kebutuhan

air selama penyiapan lahan memakan data yang dibutuhkan adalah infiltrasi pada penyiapan lahan sebesar 3,9 mm/jam dan evaporasi saat penyiapan lahan sebesar 4,43 mm/hari, jangka waktu penyiapan lahan adalah 30 hari dan kebutuhan air untuk penjenuhan 250mm. Dari hasil perhitungan untuk penyiapan lahan, satuan lahan dengan 1 ha membutuhkan 17,37 mm/hari/ha, jika dikonversi maka kebutuhan air saat penyiapan lahan sebesar 2,02 liter/detik/ha. Kebutuhan Air Irigasi pada Masa Tanam I membutuhkan air sebesar 4.416.925 liter/hari, Masa Tanam II 4.590.816 liter/hari dan Masa Tanam III 4.460.458 liter/hari. Pemenuhan ketersediaan air untuk kebutuhan air irigasi Desa Pajaran diantaranya sumber mata air, air tanah dan sungai.

Ucapan Terima Kasih (Opsional)

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Kepala Desa Pajaran, Kepala Desa Ngigit, Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Karangploso, Dinas Pekerja Umum Sumber Daya Air Kab. Malang, Dinas Pertanian Kab. Malang, UPTD Sumber Daya Air Tumpang, dan Teman-teman yang sudah membantu serta kerjasama yang baik dalam penyediaan data.

Daftar Rujukan

- Badan Pusat Statistik. (2020). *Kabupaten Malang Dalam Angka*. Malang.
- Badan Pusat Statistik. (2019). *Kecamatan Poncokusumo Dalam Angka*. Malang.
- Badan Pusat Statistik. (2018). *Kecamatan Poncokusumo Dalam Angka*. Malang.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur. (2016). *Jumlah Penduduk dan Laju Pertumbuhan Penduduk Menurut Kabupaten/Kota, 2010, 2014, dan 2015*.
- Blaney, H. F., & Criddle, W. D. (1962). *Determining consumptive use and irrigation water requirements* (No. 1275). US Department of Agriculture.
- 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.
- De Silva, R. P., Dayawansa, N. D. K., & Ratnasiri, M. D. (2007). *A comparison of methods used in estimating missing rainfall data*.
- Dinas Pekerja Umum Kabupaten Malang. (2015). *Rencana Program Investasi Jangka Menengah (RPIJM)*. Malang.
- Faishal, A., & Suyono, S. (2013). Evaluasi Ketersediaan Dan Kebutuhan Air Untuk Pertanian Daerah Irigasi Boro Kabupaten Purworejo Provinsi Jawa Tengah. *Jurnal Bumi Indonesia*, 2(4).
- Fatchan, A., & Purwanto, P. (1990). *Geografi Pertanian*. Malang.
- Gandakoesoemah, R. (1969). *Irigasi I*. Bandung.
- Hakim, N., Nyakpa, M. Y., Lubis, A. M., Nugroho, S. G., Saul, M. R., Diha, M. A., ... & Bailey, H. H. (1986). *Dasar-dasar ilmu tanah*. Universitas Lampung. Lampung, 488.
- Handoko, A., & Rizki, A. M. (2020). *Buku Ajar Biologi Tumbuhan*. Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, UIN Raden Intan Lampung.
- Hansen, V. E. (2018). *Dasar-dasar dan praktek irigasi*.
- Hariz, A., Sadi, R. D., & Sari, F. A. (2020). Analisis Kebutuhan Air Irigasi Sawah Padi Pada Daerah Irigasi Ciujung Kecamatan Ciruas. *Journal of Sustainable Civil Engineering (JOSCE)*, 2(02), 138-146.
- Harnanto, A., & Hidayat, F. (2014). Water Allocation in the Brantas River Basin, Conflicts and Its Resolutions. *Proceeding APHW. Kyoto. Paper ID 56-FWRA403*.
- Hasibuan, S. H. (2011). Analisa kebutuhan air irigasi daerah irigasi sawah Kabupaten Kampar. *Jurnal Aptek*, 3(1), 97-102.
- Hendrayana, H. (2013). *Hidrogeologi Mata Air*. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.

- Iman, M. I., Riawan, E., Setiawan, B., & Abdurahman, O. (2017). Air tanah untuk adaptasi perubahan iklim di Malang, Jawa Timur: Penilaian risiko penurunan ketersediaan air. *RISSET Geologi dan Pertambangan*, 27(1), 47-64.
- Juhana, E. A., Permana, S., & Farida, I. (2015). Analisis Kebutuhan Air Irigasi Pada Daerah Irigasi Bangbayang Uptd Sdap Leles Dinas Sumber Daya Air Dan Pertambangan Kabupaten Garut. *Jurnal Konstruksi*, 13(1).
- Klute, A., & Dirksen, C. (1986). Hydraulic conductivity and diffusivity: Laboratory methods. *Methods of Soil Analysis: Part 1 Physical and Mineralogical Methods*, 5, 687-734.
- Kodoatie, R. (2012). *Tata Ruang Air Tanah*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Linsley, L. (1995). *Teknik Sumberdaya Air Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.
- Manik, T. K., Rosadi, R. B., & Karyanto, A. (2012). Evaluasi metode Penman-Monteith dalam menduga laju evapotranspirasi standar (ET₀) di dataran rendah Propinsi Lampung, Indonesia. *Jurnal Keteknik Pertanian*, 26(2).
- Maulana, I. F. (2017). Analisis potensi mata air Semeru untuk kebutuhan air bersih penduduk dan irigasi pertanian Desa Nguter, Kecamatan Pasirian, Kabupaten Lumajang. *Media Komunikasi Geografi*, 18(1).
- Muliranti, S., & Hadi, M. P. (2013). Kajian ketersediaan air meteorologis untuk pemenuhan kebutuhan air domestik di Provinsi Jawa Tengah dan DIY. *Jurnal Bumi Indonesia*, 2(2).
- Perdinan, P., Wibowo, A., Andria, V., & Rakhman, A. (2014). *Survei pertanian untuk menganalisa keekonomian kegiatan adaptasi perubahan iklim*. Jakarta (ID): UNDP.
- Prastowo, D. R. (2016). Penggunaan Model Cropwat untuk Menduga Evapotranspirasi Standar dan Penyusunan Neraca Air Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L) Merrill) di Dua Lokasi Berbeda. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung (Journal of Agricultural Engineering)*, 5(1).
- Prihandono, D. (2005). *Evaluasi Ketersediaan Air Permukaan Untuk Irigasi Pertanian Kecamatan Prambanan Kabupaten Sleman Daerah Istimewa Yogyakarta*.
- Prijono, S. (2009). Aplikasi Cropwat for Windows untuk dasar manajemen sumber daya air di petak tersier. *Jurnal Teknik Waktu*, 7(1), 88-92.
- PU Brantas. (2011). *BBWS Brantas*. BBWS Brantas, PU.
- Purnama, S. (2010). *Hidrologi Air Tanah*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Rizqi, M., Yasar, M. Y., & Jayanti, D. S. (2019). Analisis Kebutuhan Air Irigasi Menggunakan CROPWAT 8.0 pada Daerah Irigasi Krueng Jreu Kabupaten Aceh Besar. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 4(4), 412-421.
- Sahabuddin, H., Harisuseno, D., & Yuliani, E. (2014). Analisa status mutu air dan daya tampung beban pencemaran Sungai Wanggu Kota Kendari. *Jurnal Teknik Pengairan: Journal of Water Resources Engineering*, 5(1), 19-28.
- Sallata, M. K. (2015). Konservasi dan pengelolaan sumber daya air berdasarkan keberadaannya sebagai sumber daya alam. *Buletin Eboni*, 12(1), pp.75-86.
- Smith, M., Allen, R. G., Monteith, J. L., Perrier, A., Pereira, L., & Segeren, A. (1991). *Report on The Expert Consultation on Procedures for Revision of FAO Guidelines for Prediction of Crop Water Requirements*. Rome. Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Sudarmadji, S., Darmanto, D., Widyastuti, M., & Lestari, S. (2016). Pengelolaan mata air untuk penyediaan air rumah tangga berkelanjutan di lereng Selatan Gunungapi Merapi (Springs Management for Sustainability Domestic Water Supply in the South West of Merapi Volcano Slope). *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 23(1), 102-110.
- Suyono, S., & Darmakusuma, D. (1991). *Evaluasi Sumberdaya Lahan (Hidrologi)*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Tampubolon, S. B., & Suprayogi, S. (2017). Analisis Kebutuhan Air Untuk Pertanian di Daerah Irigasi Karangploso Kabupaten Bantul. *Jurnal Bumi Indonesia*, 6(4).
- Todd, D. K., & Mays, L. W. (2004). *Groundwater hydrology*. John Wiley & Sons.
- Trivedi, A., Pyasi, S. K., & Galkate, R. V. (2018). Estimation of Evapotranspiration using CROPWAT 8.0 Model for Shipra River Basin in Madhya Pradesh, India. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7(5), 1248-1259.
- Utaya, S. (2013). *Pengantar Hidrologi*. Malang: Aditya Media Publishing.

- Vozhehova, R. A., Lavrynenko, Y. O., Kokovikhin, S. V., Lykhovyd, P. V., Biliaieva, I. M., Drobitko, A. V., & Nesterchuk, V. V. (2018). Assessment of the CROPWAT 8.0 software reliability for evapotranspiration and crop water requirements calculations. *Journal of Water and Land Development*.
- Wardani, A. E. P., & Purnama, I. L. S. (2013). Evaluasi Potensi Mataair untuk Kebutuhan Air Domestik di Kecamatan Cangkringan Kabupaten Sleman Pasca Erupsi Merapi 2010. *Jurnal Bumi Indonesia, 1(3)*.