

ANALISIS KETERSEDIAAN AIR UNTUK MEMENUHI KEBUTUHAN AIR DI DAERAH IRIGASI MANGGE KABUPATEN PONOROGO

Tegar Aryanto Panyongang^{*1}, Eko Noerhayati², Anita Rahmawati³

¹ Mahasiswa ,Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Malang

^{*)}tegararyantopanyongang@gmail.com

² Dosen ,Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Malang

^{*)}eko.noerhayati@gmail.com

³ Dosen ,Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Malang

^{*)}anita.rahmawati@unisma.ac.id

ABSTRACT

The Mangge Irrigation Area, covering 419 ha, is vital for rice farming. With growing population and agricultural expansion, water demand is increasing, requiring careful evaluation and planning to ensure sustainable water supply. This study aims to analyze water availability, water demand, and the future water balance in the Mangge watershed. The irrigation source is the Mangge Dam. Rainfall data from two stations (Pohijo and Sumoroto) covering a 20-year period (2003–2022) were analyzed to determine monthly, dependable, and effective rainfall. The F.J. Mock method was applied to estimate river discharge based on rainfall, evapotranspiration, infiltration, and runoff characteristics. The KP-01 method was then used to calculate irrigation water requirements considering crop water needs, effective rainfall, and irrigation efficiency. A monthly water balance analysis was carried out by comparing calculated water availability and irrigation demand. The analysis shows water availability at 1.49 m³/s and water demand at 1.24 m³/s. While most months indicate a water surplus, some, like January (demand: 3.28 m³/s; supply: 0.58 m³/s), show a deficit, requiring supplementary sources such as pump wells. Overall, the positive monthly water balance for most of the year suggests the potential for sustainable water management with proper planning.

Keywords: *Water availability, Dependable discharge, Irrigation water needs.*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Daerah Irigasi Mangge Memiliki Luas Lahan irigasi sebesar 419 Ha Data hujan yang digunakan untuk analisis hidrologi pada Di Mangge dihimpun dari dua stasiun irigasi yaitu stasiun hujan Pohijo dan stasiun hujan sumoroto selama 20 tahun (Tahun 2003-2022) Data curah hujan ini dipergunakan untuk menghitung Curah Hujan Bulanan, Curah Hujan Andalan, curah hujan efektif, analisa kebutuhan air. [1]

Daerah Irigasi Mangge merupakan wilayah yang penting dalam sektor pertanian, khususnya untuk tanaman Padi yang merupakan komoditas utama. Namun, dengan pertumbuhan populasi dan perkembangan sektor pertanian, kebutuhan air di daerah ini terus meningkat. [2]

Oleh karena itu, perlu dilakukan evaluasi dan perencanaan untuk memastikan pasokan air yang memadai agar pertanian di Daerah Irigasi Mangge tetap produktif dan berkelanjutan.[3]

1.2 Identifikasi Masalah

1. Ketersediaan air irigasi belum mencukupi kebutuhan pada musim tanam tertentu, khususnya di bulan-bulan puncak seperti Januari.
2. Distribusi air tidak merata, terutama di wilayah hilir Daerah Irigasi Mangge.
3. Kurangnya pemanfaatan data hidrologi jangka panjang dalam perencanaan pola tanam.
4. Belum diterapkannya perencanaan tata tanam berbasis keseimbangan air secara optimal.

5. Kekurangan sumber air alternatif seperti sumur pompa saat terjadi defisit air.

1.3 Rumusan Masalah

1. Berapa ketersediaan air di Bendung Pada Daerah Irigasi Mangge?
2. Berapakah kebutuhan air pada Daerah Irigasi Mangge?
3. Bagaimana neraca air pada Daerah Irigasi Mangge?

1.4 Batasan Masalah

1. Data yang digunakan adalah data hidrologi yang diperoleh dari instansi terkait.
2. Lokasi di Stasiun Hujan STA Sumoroto.
3. Pada penelitian ini tidak menghitung Debit Pemeliharaan.
4. Perhitungan debit andalan Untuk Kebutuhan Air Irigasi Mangge 419 Ha.
5. Pengolahan Data hujan untuk mengetahui debit kebutuhan air Irigasi Mangge.

2. TINJAUAN PUSTAKA

- a) Metode F.J. Mock merupakan salah satu metode simulasi hidrologi sederhana yang banyak digunakan dalam analisis ketersediaan air, khususnya di wilayah dengan keterbatasan data. Metode ini dikembangkan oleh F.J. Mock pada tahun 1973 dan bekerja dengan menggunakan data curah hujan bulanan, evapotranspirasi, dan karakteristik daerah tangkapan untuk menghitung estimasi debit sungai. Keunggulan metode ini terletak pada kemudahannya dalam penerapan serta efisiensinya dalam menghasilkan proyeksi debit yang cukup akurat untuk perencanaan irigasi (Pramono, 2009).[5]
- b) Sementara itu, perhitungan kebutuhan air irigasi dalam penelitian ini menggunakan metode KP-01, yaitu pedoman teknis yang dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Pengairan (Kementerian PUPR, 1986). Metode ini digunakan untuk menghitung kebutuhan air berdasarkan jenis tanaman, fase pertumbuhan, curah hujan efektif, efisiensi sistem irigasi, serta jadwal tanam. KP-01 menjadi acuan utama dalam perencanaan irigasi di Indonesia karena

sudah terstandarisasi dan mempertimbangkan berbagai variabel penting yang memengaruhi kebutuhan air tanaman.[6]

- c) Analisis curah hujan juga memegang peran penting, khususnya dalam menghitung curah hujan efektif dan curah hujan andalan. Curah hujan efektif adalah bagian dari total curah hujan yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman, sedangkan curah hujan andalan (misalnya Q80 atau Q90) adalah curah hujan minimum yang masih dapat diandalkan dalam periode tertentu untuk perencanaan sumber daya air. Analisis ini penting untuk memperkirakan seberapa besar kontribusi hujan terhadap pengurangan kebutuhan air irigasi (Asdak, 2007).[7]
- d) Untuk mengetahui keseimbangan antara ketersediaan air dan kebutuhan air irigasi, dilakukan analisis neraca air bulanan. Neraca air ini menghitung selisih antara debit yang tersedia dan kebutuhan irigasi setiap bulan. Hasil dari analisis ini digunakan untuk mengidentifikasi bulan-bulan surplus dan defisit air, serta menjadi dasar perencanaan pengelolaan air dan penyusunan pola tanam yang lebih adaptif terhadap kondisi ketersediaan air (Priyono, 2014).[8]

3. METODE PENELITIAN

3.1 Debit Andalan

Digunakan untuk memenuhi kebutuhan air manusia, pertanian, atau industri dari suatu sumber air dengan resiko yang telah diperhitungkan. Adapun metode yang digunakan (Limantara, 2018):

1. Metode Debit Rata-Rata Minimum dengan probabilitas keandalan 20%, 50% dan 80%.
2. Metode *Flow Characteristic* dengan probabilitas keandalan 26%, 50,7%, 75,3% dan 97,3%.
3. Metode Tahun Dasar Perencanaan dengan probabilitas 20%, 50% dan 80%.
4. Metode Bulan Dasar Perencanaan dengan probabilitas keandalan 20%, 50% dan 80%.

Metode pada analisis ini Log Pearson *Type III* untuk menganalisis frekuensi atas data hidrologi dengan parameter *mean*,

standart deviation dan *skewness* Prosedur perhitungannya adalah:

1. Mengubah data debit/hujan sebanyak (n) buah.
2. Menghitung harga rata-rata.
3. Menghitung harga simpangan baku (dalam log).
4. Menghitung koefisien kepengcengan (dalam log).
5. Menghitung nilai ekstrem
6. Mencari antilog dari LogX untuk mendapatkan hujan (debit banjir) rancangan yang dikehendaki.

3.2 Metode Bulan Dasar Perencanaan

Metode Perencanaan Bulan Dasar sangat mirip dengan Metode Karakteristik Aliran saat mengevaluasi debit primer untuk bulan-bulan tertentu. Kami terutama menggunakan ini untuk menilai keandalan debit dari Januari hingga Desember. Temuan disajikan sebagai keandalan debit bulanan dari Januari hingga Desember, sehingga memberikan gambaran keandalan yang lebih akurat selama musim kemarau dan hujan (Limantara, 2018).[9]

3.3 Kebutuhan Air

Air sangat penting untuk fotosintesis, perkembangan, dan nutrisi seluler pada tanaman. Faktor-faktor yang memengaruhi permintaan air meliputi evapotranspirasi, curah hujan efektif, penggunaan konsumtif, perkolasi, dan pengisian kembali lapisan air (Rahman, 2021).[10]

3.4 Pola Tata Tanam

Tujuan dari pola tanam adalah untuk mengendalikan waktu, lokasi, spesies, dan luas vegetasi dalam zona irigasi, yang bertujuan untuk mengoptimalkan penggunaan pasokan air irigasi untuk pertumbuhan tanaman yang optimal (Nadjamuddin, Soetopo, & Sholichin, 2014).[11]

a) Kebutuhan Air Untuk Penyiapan Lahan

Padaprojek irigasi, permintaan air menjadi penentu utamanya berdasarkan durasi persiapan lahan dan permintaan air selama proses ini.

b) Kebutuhan Air Tanaman

Sistem irigasi memasok volume agregat air ke sawah, yang menentukan kebutuhan air irigasi untuk tanaman.

a. Kebutuhan air bersih di sawah untuk adalah:

$$NFR = ET_c + P + WLR - RE \quad (2)$$

b. Kebutuhan pengambilan air pada sumbernya:

$$DR = \frac{IR}{8,64} \quad (3)$$

c) Kebutuhan Air Irigasi

Berguna untuk memenuhi evapotranspirasi, kehilangan air, dan kebutuhan tanaman; kebutuhan ini memperhitungkan sumber air alami seperti curah hujan dan kontribusi air tanah.

$$IR = \frac{NFR}{e} \quad (4)$$

Dimana :

IR = Kebutuhan air irigasi (mm/hr)

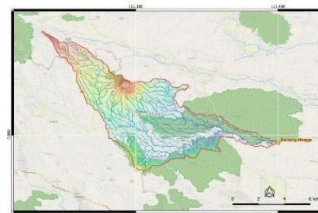
e = Efisiensi irigasi secara keseluruhan

3.5 Neraca Air

Kesinambungan antara *inflow* dan *outflow* dalam suatu daerah disebut neraca air. Surplus dapat terjadi ketika pemasukan air melebihi pengeluaran dan sebaliknya terjadi deficit ketika pengeluaran air melebihi pemasukan. [12]

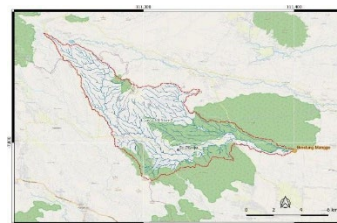
3.6 Lokasi Penelitian

Daerah Irigasi Mangge berada pada wilayah kerja UPTD Sumoroto, Kabupaten Ponorogo. Kecamatan yang masuk kedalam wilayah kerja UPTD Sumoroto adalah Desa Gegeran, Desa Prajegan, Desa Serangan Daerah Irigasi Mangge. DAS yang mengairi Daerah Irigasi Mangge adalah DAS Mangge.



Gambar 1. Daerah Irigasi Mangge

Sumber : Arcgis



Gambar 2. Peta DAS Mangge

Sumber: Arcgis

Curah hujan andalan adalah besarnya curah hujan yang dapat diandalkan atau diperkirakan akan terjadi pada periode tertentu dengan tingkat kepercayaan (probabilitas) tertentu berdasarkan analisis data curah hujan historis. Nilai ini diperoleh melalui analisis frekuensi untuk mengetahui curah hujan minimum yang masih dapat dipastikan terjadi pada suatu tingkat keandalan tertentu. Data hujan diurutkan dari terbesar ke terkecil setiap bulannya untuk kemudian akan dicari hujan andalan 80% dan 90%.

c) Curah Efektif

Curah hujan efektif adalah bagian dari curah hujan total yang dapat dimanfaatkan secara langsung oleh tanaman untuk pertumbuhan, setelah dikurangi kehilangan air akibat evaporasi, limpasan permukaan (runoff), dan perkolasi ke lapisan tanah yang lebih dalam. Dengan kata lain, curah hujan efektif merupakan jumlah air hujan yang benar-benar tersedia di zona perakaran tanaman. Curah hujan efektif didapat dari curah hujan andalan yang kemudian dikalikan dengan efisiensi yang ditentukan untuk tanaman padi dan tanaman jagung. Curah hujan efektif yang dipakai untuk kebutuhan air adalah curah hujan efektif 80% dan 95%.

Nilai R efektif diperoleh dari $R_e \times PU$, dengan asumsi $PU = 80\%$.

R efektif Januari $= 267.6 \times 80\% = 214.1 \text{ mm}$
Curah hujan andalan tertinggi (R80%): Januari (267.6 mm)

Curah hujan efektif tertinggi: Januari (214.1 mm)

Curah hujan efektif terendah: Agustus (12.5 mm)

Mulai bulan Juni hingga Desember, $R_e = 0 \text{ mm}$, yang berarti pada 95% kejadian, curah hujan sangat kecil atau bahkan tidak ada.

Hal ini menunjukkan bahwa dalam kondisi ekstrem (skenario kering), hanya bulan Januari hingga Mei yang memiliki kemungkinan curah hujan yang dapat diandalkan untuk menunjang pertanian.

Nilai R efektif metode PU sangat kecil karena:

- Curah hujan pada tingkat keandalan

95% sangat rendah.

- PU pada R95%, hujan yang terjadi sangat jarang dimanfaatkan.

Tabel 3 Curah Hujan Efektif 80%

CH Efektif R80%				
No	Tahun	Bulan	R andalan (Re)	R efektif metode PU
1	2020	Januari	131	3.057
2	2014	Februari	83	1.937
3	2011	Maret	176.5	4.118
4	2008	April	47.5	1.108
5	2005	Mei	17	0.397
6	2009	Juni	0	0.000
7	2006	Juli	0	0.000
8	2006	Agustus	0	0.000
9	2003	September	0	0.000
10	2006	Oktober	0	0.000
11	2019	November	47.5	1.108
12	2008	Desember	86	2.007

Sumber: Olahan Data 2025

Tabel 4 Curah Hujan Efektif 95%

CH Efektif R95%				
No	Tahun	Bulan	R andalan (Re)	R efektif metode PU
1	2007	Januari	137	3.197
2	2005	Februari	128	2.987
3	2013	Maret	173	4.037
4	2012	April	11.5	0.268
5	2019	Mei	5.5	0.128
6	2008	Juni	0	0.000
7	2003	Juli	0	0.000
8	2003	Agustus	0	0.000
9	2005	September	0	0.000
10	2005	Oktober	0	0.000
11	2012	November	0	0.000
12	2013	Desember	0	0.000

Sumber: Olahan Data 2025

d) Simulasi Debit Metode FJ.Mock

Metode F.J. Mock adalah metode hidrologi empiris yang digunakan untuk mensimulasikan debit sungai berdasarkan data curah hujan bulanan dengan mempertimbangkan komponen neraca air di daerah aliran sungai (DAS). Metode ini dikembangkan oleh F.J. Mock pada tahun 1973 di Indonesia sebagai cara sederhana namun cukup akurat untuk mengestimasi ketersediaan air sungai dari data hujan. Pengalihan hujan menjadi debit menggunakan metode FJ.Mock merupakan hasil dari Ground Water Flow ditambah dengan Direct Flow

[illegible]

Curah hujan andalan 95% tertinggi terjadi pada bulan Maret (173 mm), dengan nilai curah hujan efektif 4.037 mm.

- Tabel mencakup 12 bulan (Januari–Desember).
- Masing-masing baris menampilkan komponen hidrologi seperti:
 - CH (Curah Hujan),
 - ETO (Evapotranspirasi Potensial),
 - KL (Koefisien),
 - I (Infiltrasi),
 - Ro (Runoff),
 - dan Q (Debit).
- Kolom Q (m^3/det) menunjukkan debit yang dihasilkan tiap bulan.
- Baris paling bawah menunjukkan jumlah debit tahunan (HAJMLH) dan rata-rata debit (ATAR) selama setahun.

Potensi debit bendung adalah kemampuan suatu bendung untuk menyediakan aliran air (debit) secara kontinu atau periodik sesuai kapasitasnya, berdasarkan ketersediaan air dari sumber utama seperti sungai, saluran irigasi, atau waduk. Potensi debit ini dinyatakan dalam satuan volume per satuan waktu (m^3/det)

TAHUN	REKAPAN DATA DEB					
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN
2011	93.67	86.67	82.67	81.00	65.00	52.00
2012	88.00	85.33	89.67	81.00	75.33	60.00
2013	81.67	81.00	75.00	83.33	74.33	86.67
2014	88.00	71.67	78.33	78.33	69.00	63.67
2017	204.33	102.67	102.33	95.33	88.67	78.00
2018	159.00	154.33	162.33	113.67	63.00	41.33
2019	140.00	150.33	165.00	125.33	67.00	48.67
2020	115.33	152.67	158.00	136.00	150.00	101.00
2021	227.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2022	166.33	213.00	213.00	213.00	187.33	196.00
Jumlah	1364.00	1097.67	1126.33	1007.00	839.67	727.33
Rata-Rata	136.40	109.77	112.63	100.70	83.97	72.73

IT Bendung It/Detik					
JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
32.33	27.67	24.33	21.33	82.33	85.33
48.67	39.00	30.00	23.00	49.33	86.00
69.00	57.67	51.33	38.00	55.33	86.00
58.67	53.00	44.00	38.33	36.67	248.33
68.00	56.67	40.33	98.33	62.00	163.33
33.00	30.00	30.33	25.00	61.00	79.00
38.67	37.00	24.33	20.00	26.67	120.67
71.00	48.00	51.67	61.00	77.33	179.00
0.00	0.00	0.00	0.00	166.00	166.33
183.33	174.67	158.00	231.67	222.00	214.67
602.67	523.67	454.33	556.67	838.67	1428.67
60.27	52.37	45.43	55.67	83.87	142.87

Tahun 2022 mencatat debit tertinggi secara keseluruhan dengan debit sangat tinggi di semua bulan, mengindikasikan tahun dengan curah hujan tinggi atau pengaruh lain seperti perubahan pola iklim. Tahun 2021

menunjukkan debit sangat tinggi di Januari dan akhir tahun, namun nol debit dari Februari–Oktober, kemungkinan karena data tidak terekam atau saluran tidak berfungsi saat itu.

4.2 Potensi Sumur Pompa

Potensi sumur pompa adalah kemampuan suatu sumur yang dilengkapi pompa untuk menyediakan debit air tanah secara berkelanjutan sesuai kapasitas akuifer dan kemampuan pompa. Potensi ini biasanya dinyatakan dalam satuan debit (m^3/det atau liter/detik) yang menunjukkan jumlah air yang dapat dipompa dalam satuan waktu tertentu tanpa menyebabkan penurunan muka air tanah secara berlebihan.

Tabel 7 Rekapitulasi Debit Pompa

Bulan		Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun
m ³ /dt	Debit Pompa	1.809	1.809	1.809	1.809	1.809	1.809
		Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
		1.809	1.809	1.809	1.809	1.809	1.809

Sumber :Olahan Data 2025

Untuk Mendapatkan debit m^3/detik =Jumlah debit/Jumlah Pompa Terdapat 437 sumur pompa (swadaya) dan 2 sumur pompa dari dinas pertanian yang ada di kawasan D.I Mangge, ada 2 tipe diameter pipa nya, yaitu 2 inchi dan $\frac{3}{4}$ inchi. Pengukuran debit air dilakukan dengan cara menggunakan bak air lalu di tampung selama 3 detik, setelah itu dihitung debit air yang tertampung di bak air tersebut.

4.3 Debit Andalan

Kami menggunakan debit primer untuk mengevaluasi ketersediaan air. Debit utama ditemukan dengan mengubah curah hujan menjadi nilai debit menggunakan metode simulasi NRECA. Ini kemudian diproses menurut metodologi debit utama, yang mencakup metode Debit Rata-rata Minimum, Karakteristik Aliran, dan Bulan Perencanaan Dasar yang dihitung menggunakan distribusi Log Pearson Tipe III. Untuk perhitungan Tahun

Perencanaan Dasar, metode Tahun Perencanaan Dasar digunakan. Kami menganalisis peringkat debit dan probabilitasnya menggunakan pendekatan Karakteristik Aliran dan metode Bulan Perencanaan Dasar dari Januari hingga Desember.

Debit andalan adalah debit minimum yang masih dapat diandalkan atau tersedia pada tingkat kepercayaan tertentu berdasarkan analisis data debit historis sungai atau sumber air lainnya. Nilai ini diperoleh melalui analisis frekuensi untuk menentukan besarnya debit yang dapat dipastikan tersedia dalam persentase waktu tertentu, misalnya 80% atau 95% dari periode pengamatan.

Tabel 8. Debit Andalan Bulan Dasar Perencanaan

Bulan Dasar Perencanaan			
No	keandalan	80%	95%
	Bulan	Q (m^3/dt)	
1	JAN	1,49	0,88
2	FEB	1,47	0,52
3	MAR	1,26	0,40
4	APR	0,75	0,34
5	MEI	0,49	0,24
6	JUN	0,29	0,13
7	JUL	0,18	0,08
8	AGST	0,11	0,04
9	SEP	0,06	0,03
10	OKT	0,06	0,03
11	NOV	0,21	0,06
12	DES	0,81	0,27

Sumber:Olahan Data 2025

Tabel ini menunjukkan debit andalan bulanan dengan dua tingkat keandalan (probabilitas), yaitu 80% dan 95%, yang digunakan sebagai dasar dalam perencanaan kebutuhan air irigasi, bendung, atau bangunan air lainnya.

Debit keandalan 80%: Debit yang masih tersedia dalam 80% waktu (lebih optimis), cocok untuk perencanaan normal.

Debit keandalan 95%: Debit yang tersedia dalam 95% waktu (lebih konservatif), digunakan untukantisipasi musim kering atau kekurangan air.

Debit tertinggi terjadi pada bulan Januari ($1,49 \text{ m}^3/\text{dt}$) untuk Q80%, dan masih tertinggi juga untuk Q95% ($0,88 \text{ m}^3/\text{dt}$).

Debit terendah terjadi pada bulan September dan Oktober, yaitu hanya 0,06 m³/dt (Q80%) dan 0,03 m³/dt (Q95%).

Pola menunjukkan bahwa bulan Januari hingga Maret adalah musim basah, sementara Juni hingga Oktober adalah musim kering.

5. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

1. Potensi Debit Simulasi FJ.Mock Ketersediaan air pada bendung daerah Irigasi Mangge dengan metode FJ. Mock 1,4922 m³/detik
2. Potensi Debit Bendung Ketersediaan air pada bendung daerah Irigasi Mangge 2,3167 m³/detik
3. Potensi Sumur Pompa Ketersediaan air pada daerah Irigasi Mangge 1,809 m³/detik.

5.2. Saran

1. Optimalisasi Pemanfaatan Air Irigasi: Dengan ketersediaan air yang cukup berlimpah, khususnya pada musim hujan,
2. Diversifikasi Pola Tanam: Dengan kondisi surplus air yang terjadi sepanjang tahun, disarankan untuk mempertimbangkan diversifikasi pola tanam yang lebih beragam. Hal ini dapat mencakup penanaman komoditas alternatif selain padi, seperti palawija, hortikultura, atau bahkan pengembangan budidaya ikan di areal persawahan.
3. Pengembangan Sistem Penyimpanan Air: Mengingat adanya surplus air yang signifikan pada musim hujan, disarankan untuk mempertimbangkan pengembangan sistem penyimpanan air, seperti pembangunan bendungan atau waduk kecil.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arzita, T. D., & Gunarto, D. (2020). Analisis Curah Hujan Efektif Di Daerah Tangkapan Air. 2–6.
- [2] Evapotranspirasi, E., Labedzki, M., Allen, M., & Terdapat, M. E. (2011). Metode penman monteith. ITB. (2007). Siklus Hidrologi. Artikel, 5–6. <http://www.lablink.or.id/>

- [3] Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Sumber Daya Air. (2013). Laporan Akhir Standar Perencanaan Irigasi. Kementerian Pekerjaan Umum, 1–253. <https://simantu.pu.go.id/content/?id=83>
- [4] Prihadi, L. R., Yulistyorini, A., & Yono, M. (2019). Desain Sistem Pemanenan Air Hujan Pada Rumah Hunian di Daerah Karst Kabupaten Malang. *Jurnal Manajemen Aset Infrastruktur & Fasilitas*, 3(1), 59–74. <https://doi.org/10.12962/j26151847.v3i1.516>
- [5] Priyionugroho, A. (2014). Analisis kebutuhan air irigasi (studi kasus pada daerah irigasi Sungai Air Keban Daerah Kabupaten Empat Lawang). *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 1(1), 457–470.
- [6] Setiyawan, Andiese, V. W., & Anzar, L. A. (2017). Analisis Ketersediaan Air Dengan Metode F.J Mock Pada Daerah Persawahan Desa Poboya Palu Sulawesi Tengah. *Infrastruktur*, 7(1), 18–26.
- [7] Standar Perencanaan Irigasi KP 04. (2013). Kriteria Perencanaan Bagian Bangunan. Kementerian PU, Jakarta, 1–391.
- [8] Supit, C. J., & Mamoto, J. D. (2016). Prediksi Perubahan untuk mengoptimalkan pemanfaatan air irigasi. *Karakteristik Hidrologi Akibat Perubahan Penggunaan Lahan Sebagai Usaha Mitigasi Banjir Di Manado. Tekno*, 14(66), 67–72.
- [9] Susilowati, & Sadad, I. (2019). Analisa Karakteristik Curah Hujan di Kota Bandar Lampung. *Jurnal Geodesi Undip*, 7(1), 13–26.
- [10] Tria, L., Siswanto, & Fauzi, M. (2014). Optimasi pola tanam Daerah Irigasi Uwai Pangoan Kabupaten Kampar. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Teknik*, 1(2), 1–13.
- [11] Trimaijon. (2010). Kandalan Analisa Metode Mock (Studi Kasus: Waduk PLTA Koto Panjang). Seminar Nasional Fakultas Teknik-UR.
- [12] Pramono, R. (2009). Analisis ketersediaan air menggunakan metode F.J. Mock. *Jurnal Teknik Pengairan*, 5(2), 45–53.
- [13] Noerhayati, E., Suprpto, B., Wirateruna, E. S., & Mardiyani, S. A. (2023). Penerapan pintu air otomatis pada bangunan bagi saluran irigasi guna meningkatkan hasil panen petani berbasis IoT. *Jurnal Pembelajaran Pemberdayaan Masyarakat (JP2M)*, 3(3), 178–184. <https://doi.org/10.33474/jp2m.v3i3.19122>