

PEMANFAATAN MATA AIR DUKUH BLAHKIUH UNTUK SISTEM PELAYANAN AIR TERINTEGRASI

UTILISATION OF DUKUH BLAHKIUH SPRING FOR INTEGRATED WATER SERVICE SYSTEM

I Gusti Ngurah Kade Mahesa Adi Wardana^{1)*} Ketut Wiwin Andayani¹⁾ I Nyoman Anom
Purwa Winaya¹⁾

¹⁾ Program Studi Teknologi Rekayasa Konstruksi Bangunan Air, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri
Bali

Jl. Kampus Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Kabupaten Badung, Bali, Indonesia

*Corresponding email: adiwardana@pnb.ac.id

Diterima: 15 Juli 2023; Direvisi: 20 Februari 2024; Disetujui: 13 Mei 2024

ABSTRACT

Spring water is one of the natural resources that are beneficial to human life such as fulfilling the needs of clean water, irrigation, and others. Non-integrated spring management has the potential to create conflicts among water users, as is the case at Dukuh Blahkiuh Spring. The unbalanced fulfilment of water needs is felt by Subak Uma Poh farmers and other water users. Related to this, it is necessary to analyse the current availability of water and compare it with the needs and potential that can be developed. The utilisation of springs can be properly integrated if the water balance conditions are known in order to achieve fairness and appropriate proportions and avoid conflicts. The method in this research is quantitative analysis with variables of spring discharge, clean water needs, irrigation, and integrated water utilisation systems. This research shows that the potential water availability at Dukuh Blahkiuh Spring currently has an average discharge of 54.53 litres/second with a reliability level of 80%. The water balance condition that occurs is at the water surplus level with a percentage of 38.81%, which means that spring utilisation still has the potential to be developed. The integrated water service system is designed by prioritising the proportion of water use at 47.93% for clean water, 13.26% for irrigation and followed by other uses at 38.81%. Water balance analysis can illustrate the availability, demand and development potential of Dukuh Blahkiuh Spring, so that the integration of management systems can be done to increase its utilisation.

Keywords: springs, water balance, water allocation

ABSTRAK

Mata air merupakan salah satu sumber daya alam yang bermanfaat bagi kehidupan manusia seperti pemenuhan untuk kebutuhan air bersih, irigasi, dan lain-lain. Pemanfaatan dan pengelolaan mata air yang tidak terintegrasi berpotensi menjadi konflik diantara para pengguna air seperti yang terjadi di Mata Air Dukuh Blahkiuh. Pemenuhan kebutuhan air yang tidak berimbang dirasakan oleh petani Subak Uma Poh dengan pengguna air lainnya. Terkait dengan hal tersebut perlu dilakukan analisis mengenai jumlah air yang dihasilkan saat ini dan dibandingkan dengan kebutuhan air bersih, irigasi serta potensi yang dapat dikembangkan. Pemanfaatan mata air dapat diintegrasikan dengan baik apabila diketahui kondisi neraca air yang terjadi dengan tujuan untuk mendapatkan keadilan dan proporsi yang tepat dalam pemanfaatan air guna menghindari konflik yang terjadi. Metode dalam penelitian ini berupa analisis kuantitatif dengan variabel debit mata air, kebutuhan air bersih, irigasi, serta sistem pemanfaatan air terintegrasi. Penelitian ini memberikan hasil bahwa potensi ketersediaan air di Mata Air Dukuh Blahkiuh saat ini memiliki debit rata-rata sebesar 54,53 liter/detik dengan tingkat keandalan sebesar 80%. Kondisi neraca air yang terjadi berada pada level surplus air dengan persentase sebesar 38,81% yang berarti mata air masih memiliki potensi pemanfaatan untuk dapat dikembangkan. Sistem pelayanan air yang terintegrasi dirancang dengan mengutamakan proporsi penggunaan air masing-masing sebesar 47,93% untuk air bersih, 13,26% untuk irigasi dan diikuti penggunaan lainnya sebesar 38,81%. Penggunaan analisis neraca air sangat membantu dalam menggambarkan kondisi ketersediaan, kebutuhan serta pengembangan potensi Mata Air Dukuh Blahkiuh, sehingga dapat dilakukan pengintegrasian sistem pengelolaan untuk peningkatan pemanfaatannya.

Kata Kunci: mata air, neraca air, alokasi air

PENDAHULUAN

Air adalah salah satu sumberdaya yang diperlukan untuk memenuhi hajat hidup orang banyak dan merupakan suatu elemen penting dalam kehidupan yang perlu untuk dilindungi agar memiliki manfaat bagi hidup dan kehidupan yang berkelanjutan. Air merupakan kebutuhan yang mutlak diperlukan oleh manusia, dimana untuk memenuhi kebutuhan tersebut dapat diperoleh dari berbagai macam sumber, seperti air permukaan, air hujan ataupun air tanah. Dilihat dari segi sumber kemunculannya, mata air merupakan air tanah yang keluar dengan sendirinya ke permukaan tanah dengan kuantitas keluaran yang hampir tidak dipengaruhi oleh musim, sedangkan kualitasnya sama dengan air dalam (Lestari & Suprpto, 2017).

Mata air dengan sifatnya yang memiliki kuantitas keluaran yang hampir tidak dipengaruhi oleh musim serta kualitas yang relatif sama dengan air dalam menjadikannya sebagai sumber air yang sangat dibutuhkan oleh masyarakat. Manfaat mata air akan sangat dirasakan ketika terjadi musim kemarau yang berkepanjangan. Banyak sumber-sumber air di suatu daerah yang pada musim kemarau kehabisan cadangan atau sumber airnya, hal ini sering terjadi di daerah-daerah yang mengandalkan air permukaan untuk memenuhi kebutuhannya. Sementara disisi lain sumber air yang berasal dari mata air masih menyediakan sumber air bagi kepentingan sehari-hari, meskipun masyarakat seringkali harus menempuh jarak yang jauh untuk mendapatkannya (Sudarmadji et al., 2016).

Mata air memiliki manfaat yang sangat penting bagi kehidupan sehari-hari karena selain berguna untuk memenuhi kebutuhan dasar manusia mata air juga berguna untuk pembangunan (Maulana, 2017). Untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari masyarakat menggunakan air dari mata air untuk keperluan sumber air minum, mandi, mencuci dan keperluan rumah tangga lainnya (*domestic use*). Air dari mata air juga sering dimanfaatkan sebagai sumber air irigasi atau perikanan, dimana jika dilihat dari karakteristiknya yang terus mengalir tanpa terpengaruh oleh musim maka disaat penggunaan air masih terbatas, air dari mata air akan dialirkan ke daerah irigasi atau lahan perikanan yang berada di bagian hilirnya. Oleh karena adanya kelebihan air yang tidak termanfaatkan pada kondisi tertentu, maka tidak jarang banyak air dari mata air yang dikomersilkan untuk memperoleh nilai tambah seperti industri air minum dalam kemasan. Berbagai pemanfaatan ini sangat sering menimbulkan konflik karena air dari mata air digunakan untuk berbagai keperluan sehingga dalam pengelolaan mata air harus

berdasarkan prioritas penggunaannya yaitu: keperluan rumah tangga/domestik, pertanian/irigasi, perikanan, bahkan hingga keperluan komersial.

Perkembangan penduduk mengakibatkan adanya peningkatan kebutuhan air, sehingga perlu adanya sumber-sumber air alternatif untuk memenuhi kebutuhan air baik untuk kebutuhan domestik, pertanian maupun komersil (Sulistiyani & Irianto, 2018). Permasalahan utama yang dihadapi oleh sumber air adalah ketidakmampuan dalam memenuhi kebutuhan air yang terus mengalami peningkatan dari segi kuantitas dan terjadinya penurunan kualitas air khususnya untuk keperluan domestik. Kebutuhan domestik, pertanian, industri, dan kegiatan lainnya dapat memberikan dampak negatif terhadap sumberdaya air yang ada (Setianto et al., 2016). Hal ini terjadi pada Mata Air Dukuh Blahkiuh di Kecamatan Abiansemal Kabupaten Badung, dimana pemenuhan kebutuhan air yang tidak berimbang dirasakan oleh masyarakat petani *Subak Uma Poh* dengan pengguna air lainnya. Permasalahan muncul ketika dimulainya kegiatan industri perusahaan air dalam kemasan yang juga memanfaatkan air tersebut. Masyarakat *subak* beranggapan bahwa perusahaan air minum dalam kemasan melakukan kegiatan eksploitasi yang berlebihan sehingga air yang awalnya diperuntukkan untuk irigasi *Subak Uma Poh* menjadi berkurang. Berdasarkan permasalahan tersebut, pihak BUMDES Blahkiuh menghentikan perpanjangan kontrak terhadap pemanfaatan Mata Air Dukuh Blahkiuh untuk kegiatan perusahaan air dalam kemasan. Sampai saat ini penilaian terhadap kegiatan eksploitasi yang dianggap berlebihan tersebut hanya mengandalkan observasi sendiri. Seharusnya selain dari kegiatan observasi sendiri, masih banyak aspek dan ilmu pengetahuan yang harus dikedepankan dalam mengetahui besarnya penggunaan air terkait dengan batasan eksploitasi yang diijinkan dan menilai kualitas air yang ada (Marvinayasari et al., 2012).

Saat ini Mata Air Dukuh Blahkiuh sudah dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan air irigasi *Subak Uma Poh* pada Daerah Irigasi Uma Poh dan kebutuhan air domestik sehari-hari warga sekitar seperti air minum, mandi, mencuci dan perikanan. Berdasarkan Permen PUPR No 14/PRT/M/2015, Daerah Irigasi Uma Poh merupakan salah satu dari 30 daerah irigasi yang menjadi kewenangan Pemerintah Daerah Kabupaten Badung yang memiliki luas baku sebesar 36 hektar dan luas fungsional sebesar 18,86 hektar. Belum diketahui secara pasti potensi dan kemampuan Mata Air Dukuh Blahkiuh dalam memenuhi kebutuhan air pada Daerah Irigasi Uma Poh, kebutuhan domestik masyarakat sekitar,

keperluan komersialisasi untuk saat ini dan kedepannya. Untuk dapat menghasilkan pengelolaan sumberdaya air yang optimal, maka sangat diperlukan informasi mengenai besarnya potensi ketersediaan dan kebutuhan yang ada pada sistem tersebut. Ketidakseimbangan antara ketersediaan air dengan kebutuhan harus diketahui terlebih dahulu seperti kusunnya bagi petani yang sering mengalami kelebihan air di musim penghujan, namun mengalami kekurangan air di waktu musim kemarau (Kustana & Setiawan, 2020).

Dari penjelasan diatas, dapat diketahui bahwa diperlukan sistem pelayanan air yang terintegrasi dilihat dari potensi dan pemanfaatannya. Integrasi pemanfaatan mata air memadukan antara karakteristik mata air, karakteristik masyarakat, penerapan teknologi dan budaya masyarakat setempat (Sudarmadji et al., 2016). Oleh karena itu maka sangat penting untuk dilakukan suatu penelitian secara ilmiah dengan mempertimbangkan analisis-analisis yang diperlukan yang bertujuan untuk menganalisis dan mengevaluasi neraca air yang terjadi pada Mata Air Dukuh Blahkiuh. Dengan diketahuinya neraca air yang terjadi akan mempermudah dalam melakukan pengelolaan air secara adil dan melakukan pengintegrasian pemanfaatan pelayanan air. Kondisi neraca air yang menunjukkan nilai surplus harus dioptimalkan dengan baik agar dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan air lainnya, sedangkan kondisi neraca air yang

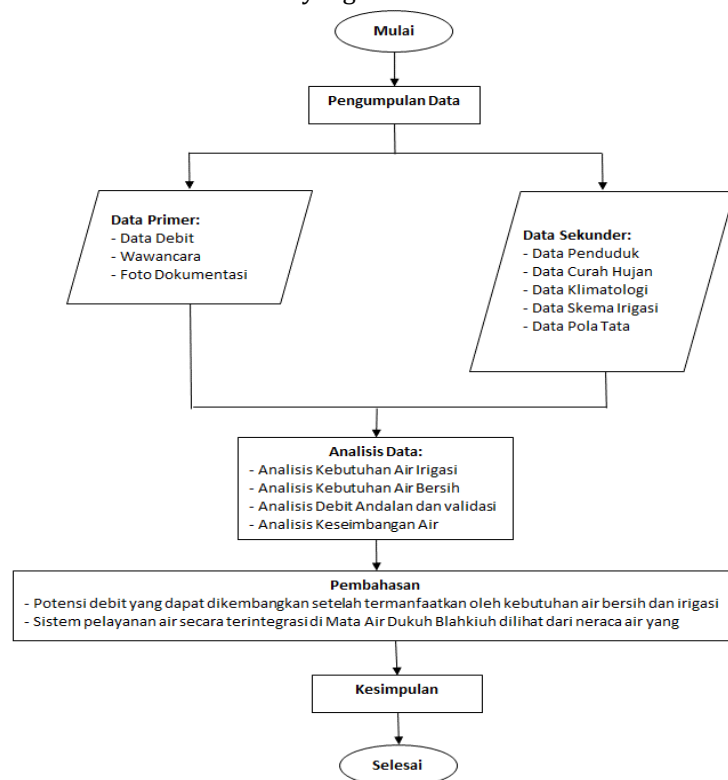
menunjukkan nilai defisit harus diatur penggunaannya agar pengelolaan air bisa terintegrasi dengan baik. Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis dan mengetahui potensi ketersediaan air di Mata Air Dukuh Blahkiuh untuk kondisi saat ini.
2. Menganalisis dan mengevaluasi neraca air yang terjadi di Mata Air Dukuh Blahkiuh.
3. Menentukan sistem pelayanan air secara terintegrasi di Mata Air Dukuh Blahkiuh dilihat dari neraca air yang diperoleh.

Melalui penelitian ini diharapkan akan diperoleh temuan/inovasi bahwa sistem pengelolaan air yang terintegrasi dapat meningkatkan pelayanan pemanfaatan air.

METODOLOGI

Penelitian ini dirancang selama 6 bulan dengan diawali melakukan studi lapangan terkait lokasi daerah studi serta kondisi yang ada saat ini. Metode dalam penelitian ini adalah kuantitatif dengan menggunakan metode analisis data primer dan data sekunder untuk menyelesaikan permasalahan. Untuk mencapai tujuan penelitian ini dimulai dari pengumpulan data primer berdasarkan survei lapangan dan pengumpulan data sekunder yang diperoleh dari instansi terkait.



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian (*Flow Chart*)

Data primer diperoleh dengan cara melakukan survei lapangan berupa penentuan lokasi pengukuran debit mata air, pengidentifikasian kondisi eksisting Mata Air Dukuh Blahkiuh yang merupakan sumber air untuk pemenuhan Daerah Irigasi Uma Poh serta melakukan pengukuran debit sesaat pada mata air tersebut. Kegiatan wawancara juga dilakukan terhadap masyarakat pengguna air sekitar untuk mengetahui karakteristik penggunaan air yang selama ini diterapkan.

Data sekunder diperoleh dari instansi terkait berupa data curah hujan, data klimatologi, skema irigasi, dan pola tanam eksisting yang diterapkan saat penelitian berlangsung. Jenis tanaman yang digunakan dalam analisis mengacu pada jenis padi yang ditanam di lahan sawah selama penelitian berlangsung sesuai dengan kondisi sebenarnya. Data-data tersebut digunakan untuk menganalisis kebutuhan air irigasi secara empiris yang dihitung dengan menggunakan metode *Netto Field Water Requirement (NFR)* KP-01. Data sekunder yang lain adalah data jumlah penduduk Desa Blahkiuh yang akan digunakan sebagai data dasar dalam melakukan proyeksi pertumbuhan penduduk dalam waktu 15 tahun mendatang.

Selanjutnya dilakukan analisis ketersediaan air Mata Air Dukuh Blahkiuh dengan melakukan perhitungan debit andalan mata air menggunakan metode F.J. Mock. Metode ini digunakan karena keterbatasan data catatan debit historis pada Mata Air Dukuh Blahkiuh, sehingga dalam melakukan analisis debit andalan mata air dilakukan dengan cara menghitung probabilitas debit andalan yang terjadi dengan tingkat keandalan sebesar 80% menggunakan metode F.J. Mock. Apabila data historis debit mata air termasuk hasil pengukuran debit sesaat secara berkala tidak tersedia, maka simulasi aliran debit mata air dapat dilakukan dengan menerapkan metode F.J. Mock (Seizarwati et al., 2021). Hasil analisis debit andalan mata air selanjutnya akan divalidasi dengan menggunakan hasil pengukuran debit aliran sesaat, dan setelahnya dilakukan analisis dan evaluasi terhadap neraca air yang terjadi. Hasil tersebut digunakan untuk menentukan sistem pelayanan air secara terintegrasi pada pemanfaatan Mata Air Dukuh Blahkiuh dilihat dari neraca air yang diperoleh.

Secara singkat, tahapan-tahapan dalam melaksanakan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- 1) Survei lapangan untuk mengetahui kondisi eksisting objek dan lokasi penelitian.
- 2) Pengukuran debit aliran sesaat dilakukan pada Mata Air Dukuh Blahkiuh. Sebelum dilakukan pencatatan atau pengukuran debit mata air, terlebih dahulu dilakukan penentuan titik

pengukuran untuk melakukan observasi tersebut. Pengukuran dilakukan dalam rentang waktu penelitian berlangsung yaitu dari Bulan Mei sampai dengan Bulan Juni Tahun 2023. Debit aliran dicirikan sebagai banyaknya air yang mengalir per satuan waktu melintasi segmen-segmen wadah atau badan aliran yang dilalui seperti dasar sungai, saluran, tumpahan, dan mata air (Pamungkas et al., 2022). Debit aliran adalah laju aliran suatu air (berbentuk volume air) melalui penampang melintang suatu sungai per satuan waktu (Saves et al., 2021). Debit aliran tampang saluran/sungai dapat dihitung dengan rumus:

$$Q = v \times A \dots \dots \dots (1)$$

Dimana:

Q : debit suatu aliran (m^3/dt)

v : kecepatan suatu aliran (m/dt)

A : luas suatu penampang yang dilalui (m^2)

- 3) Pengumpulan data sekunder dari beberapa instansi terkait seperti data curah hujan, data klimatologi, pola tanam, data jumlah penduduk, jenis pemanfaatan mata air dan lain-lain. Data curah hujan merupakan data harian dari stasiun hujan terdekat dengan lokasi penelitian yaitu Stasiun Mambal, Stasiun Sading dan Stasiun Tampaksiring yang dianalisis menjadi data setengah bulanan dengan panjang data terkumpul dari tahun 2000 sampai dengan 2015. Data ini bersumber dari Unit Hidrologi Balai Wilayah Sungai Bali-Penida. Data tersebut diperlukan untuk dapat melakukan analisis hujan daerah menggunakan metode Polygon Thiessen. Data klimatologi digunakan dalam menghitung nilai Evapotranspirasi Potensial (ET_0) dengan menggunakan metode Penman Modifikasi, berupa data iklim harian yang dianalisis menjadi data iklim setengah bulanan dengan panjang data terkumpul dari tahun 2000 sampai dengan 2015. Data klimatologi diperoleh dari Stasiun Tampaksiring yang dikelola oleh Unit Hidrologi Balai Wilayah Sungai Bali-Penida. Pola tanam diperoleh dengan mengacu pada pola tanam yang diterapkan di lokasi penelitian. Data jumlah penduduk diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Badung dengan panjang data terhimpun dari tahun 2013 sampai dengan tahun 2021. Data ini diperlukan untuk melakukan proyeksi pertumbuhan penduduk dalam kurun waktu 15 tahun. Proyeksi penduduk dihitung dengan menganalisis laju pertumbuhan penduduk per tahun dengan jangka waktu yang dihitung ke depannya (Zevri, 2021), dimana persamaan yang diberikan adalah sebagai berikut:

$$P_n = P_0 (1 + i)^n \dots\dots\dots(2)$$

$$i = \left(\frac{P_n}{P_0} \right)^{(1/t)} - 1 \dots\dots\dots(3)$$

Dimana:

P_n : Jumlah penduduk pada tahun ke-n;
 P_0 : Jumlah penduduk pada tahun awal data;
 n : Jumlah tahun proyeksi;
 i : Tingkat pertumbuhan penduduk;
 t : Interval waktu tahun data (n-1)

- 4) Melakukan analisis terhadap kebutuhan air bersih dan irigasi. Debit kebutuhan air bersih dianalisis sesuai dengan debit kebutuhan penduduk setelah diproyeksikan. Kebutuhan air penduduk akan dihitung berdasarkan beberapa jenis kebutuhan, antara lain:
 - Kebutuhan air bersih domestik
 - Kebutuhan air non-domestik misalnya untuk fasilitas peribadatan dan kran umum, diperhitungkan sebesar 20 % dari kebutuhan domestik.
 - Kehilangan air 30% dari kebutuhan domestik ditambah dengan kebutuhan non-domestik.
 - Kebutuhan hari maksimum, diperhitungkan sebesar $1,15 \times$ kebutuhan air rata-rata
 - Kebutuhan jam puncak, diperhitungkan sebesar $2 \times$ kebutuhan air rata-rata.

Selanjutnya perhitungan total kebutuhan air didasarkan pada kebutuhan air domestik, kebutuhan air non domestik dan kehilangan air. Kebutuhan air irigasi adalah jumlah volume air yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan evaporasi, kehilangan air, kebutuhan air untuk tanaman dengan memperhatikan jumlah air yang diberikan oleh alam melalui hujan dan kontribusi air tanah (Sosrodarsono & Takeda, 2003). Dalam teknik irigasi nilai evaporasi dianggap sebagai kebutuhan air konsumtif tanaman (*consumtif use*) yang nilainya setara dengan evapotranspirasi potensial. Untuk menghitung besarnya evapotranspirasi tanaman tertentu, dibutuhkan suatu koefisien tanaman yang sangat bergantung pada jenis dan periode pertumbuhan tanaman (Doorenbos, 1981). Evaporasi tanaman dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$Etc = Kc \times ET_0 \dots\dots\dots(4)$$

Dimana:

Etc : evapotranspirasi tanaman tertentu (mm/hari),
 Kc : koefisien tanaman yang tergantung pada jenis dan periode pertumbuhan tanaman,
 ET_0 : evapotranspirasi potensial atau tanaman acuan (mm/hari).

Kebutuhan bersih air di sawah atau *Netto Field Water Requirement (NFR)* adalah perkiraan banyaknya air untuk irigasi didasarkan pada faktor-faktor jenis tanaman, jenis tanah, cara pemberian airnya, cara pengolahan tanah, banyak turun curah hujan, waktu penanaman, iklim, pemeliharaan saluran dan bangunan bendung dan sebagainya. Banyaknya air untuk irigasi pada petak sawah dapat dirumuskan sebagai berikut (Dirjen Sumber Daya Air, 2013):

$$NFR = ETc + P + WLR - Re \dots\dots\dots(5)$$

Dimana:

NFR : *Netto Field Water Requirement*, kebutuhan bersih air di sawah (mm/hari)
 ETc : Evaporasi tanaman (mm/hari)
 P : Perkolasi (mm/hari)
 WLR : Penggantian lapisan air (mm/hari)
 Re : Curah hujan efektif (mm/hari)

- 5) Melakukan analisis terhadap potensi ketersediaan air dilihat dari debit andalan Mata Air Dukuh Blahkiuh dengan menggunakan metode F.J. Mock. Debit andalan merupakan besarnya debit tertentu yang terjadinya dihubungkan dengan probabilitas atau periode ulang tertentu. Kriteria data debit untuk perhitungan debit andalan adalah memiliki panjang data minimal 10 tahun untuk memperoleh debit andalan dengan probabilitas keberhasilan $\leq 0,9$, sedangkan untuk mendapatkan debit andalan $> 0,9$ membutuhkan panjang data 20 tahun (Badan Standardisasi Nasional (BSN), 2015). Setelah diperoleh debit andalan mata air selanjutnya dilakukan validasi hasil perhitungan dengan data hasil pengukuran debit sesaat pada periode kejadian yang sama.

- 6) Melakukan analisis dan evaluasi terhadap neraca air yang terjadi. Analisis ini dilakukan untuk melihat keseimbangan antara jumlah air yang tersedia dengan jumlah air yang dimanfaatkan atau air yang masuk dan air yang keluar dari sistem atau sub sistem tertentu. Neraca air menggambarkan bahwa masukan air total sama dengan keluaran air total ditambah dengan perubahan air cadangan selama periode waktu tertentu. Nilai perubahan air cadangan bisa bertanda positif atau negatif (Suhartanto et al., 2019). Secara umum persamaan neraca air dirumuskan sebagai berikut (Harto Br., 1993):

$$I = O \pm \Delta S \dots\dots\dots(6)$$

Dimana:

I : masukan

O : keluaran

ΔS : perubahan cadangan air

- 7) Melakukan analisis terhadap besarnya potensi debit yang dapat dikembangkan dari Mata Air Dukuh Blahkiuh setelah termanfaatkan oleh air bersih dan irigasi. Analisis ini dilakukan setelah diperoleh neraca air yang terjadi untuk melihat besarnya debit air yang masih dapat dikembangkan jika terjadi surplus air setelah dimanfaatkan untuk pemenuhan kebutuhan air bersih dan irigasi.
- 8) Menentukan sistem pelayanan air secara terintegrasi di Mata Air Dukuh Blahkiuh dilihat dari neraca air yang diperoleh. Jika neraca air menunjukkan nilai surplus maka penggunaan air dapat dimanfaatkan untuk diteruskan ke daerah yang mengalami kekurangan air. Neraca air yang menunjukkan nilai defisit harus diatur penggunaannya agar pengelolaan air bisa terintegrasi dengan baik. Oleh sebab itu penyediaan air bersih merupakan salah satu bagian dari infrastruktur daerah yang harus terus dilakukan pengembangan untuk mendukung pembangunan daerah (Arsana et al., 2022).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Kebutuhan Air Irigasi

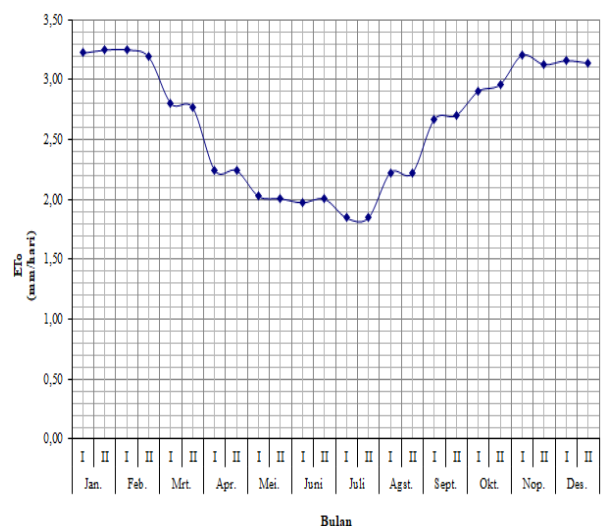
Kebutuhan air bersih di sawah dihitung dengan menggunakan metode *Netto Field Water Requirement (NFR)* sesuai dengan yang disyaratkan pada Buku Kriteria Perencanaan Irigasi (KP-01). Dengan memperhitungkan optimalisasi pola tanam rencana, dan luas tanam yang dapat dikembangkan pada lokasi penelitian, perhitungan kebutuhan air netto (*NFR*) dianalisis untuk kebutuhan seluruh daerah irigasi secara utuh, karena *NFR* merupakan suatu perhitungan standar irigasi yang bermaksud untuk mengetahui besarnya debit air irigasi yang harus tersedia untuk memenuhi kebutuhan irigasi sampai di petak tersier. Kebutuhan air irigasi netto (*NFR*) dipengaruhi oleh besarnya evapotranspirasi potensial (ET_0) dan perkolasi (P) pada suatu lahan pertanian, semakin besar nilai ET_0 dan P maka kebutuhan air menjadi tinggi. Nilai evapotranspirasi potensial (ET_0) dihitung dengan menggunakan metode Penman Modifikasi yang memanfaatkan data klimatologi setengah bulanan dari Stasiun Tampaksiring dari tahun 2000 sampai dengan 2015, dimana data ini diperoleh dari Unit Hidrologi Balai Wilayah Sungai Bali-Penida. Adapun data iklim yang digunakan terdiri dari: kelembapan relatif, suhu, kecepatan angin, dan penyinaran matahari. Untuk lebih jelasnya data klimatologi

rata-rata setengah bulanan Stasiun Tampaksiring disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Data Klimatologi Rata-rata Setengah Bulanan Stasiun Tampaksiring (Tahun 2000 s/d 2015)

No	Periode Bulan	Kelembapan Relatif (%)	Suhu (°C)	Kecepatan Angin (m/dt)	Matahari (%)
1	Jan-I	94,67	25,60	0,00046	17,40
2	Jan-II	94,75	25,91	0,00032	17,60
3	Peb-I	93,50	26,30	0,00092	16,65
4	Peb-II	94,43	25,56	0,00063	16,74
5	Mar-I	94,14	26,29	0,00019	16,20
6	Mar-II	95,00	25,89	0,00088	16,20
7	Apr-I	95,00	25,34	0,00006	15,53
8	Apr-II	94,67	25,21	0,00065	15,47
9	Mei-I	95,00	25,49	0,00085	15,56
10	Mei-II	95,00	25,18	0,00005	15,32
11	Jun-I	95,00	25,66	0,00003	16,11
12	Jun-II	93,20	26,16	0,00004	15,30
13	Jul-I	95,00	24,48	0,00032	13,60
14	Jul-II	95,00	24,45	0,00035	13,68
15	Ags-I	92,87	24,33	0,00068	13,71
16	Ags-II	95,00	24,42	0,00195	14,77
17	Sep-I	95,00	24,30	0,00201	14,79
18	Sep-II	95,00	24,72	0,00138	15,12
19	Okt-I	95,00	24,52	0,00182	15,10
20	Okt-II	95,00	25,51	0,00230	15,10
21	Nov-I	94,40	25,96	0,00158	17,62
22	Nov-II	95,00	24,90	0,00028	17,59
23	Des-I	95,00	24,91	0,00042	17,61
24	Des-II	94,38	24,47	0,00105	17,46

Berdasarkan data seperti diatas, selanjutnya dilakukan perhitungan nilai evapotranspirasi potensial (ET_0) dengan metode Penman Modifikasi dimana hasil yang diperoleh dapat dilihat seperti pada Gambar 2.



Gambar 2 Grafik Evapotranspirasi Potensial (ET_0) Stasiun Klimatologi Tampaksiring

Hasil dari perhitungan ET_0 tersebut digunakan untuk menghitung kebutuhan air irigasi netto (NFR) dimana nilai NFR adalah jumlah total evapotranspirasi dan perkolasi dikurangi dengan jumlah total curah hujan efektif (Re) dan *Water Level Requirements (WLR)*/penggantian lapisan air. Apabila NFR bernilai negatif (-) menunjukkan bahwa curah hujan efektif dapat memenuhi kebutuhan air tanaman, namun apabila NFR bernilai positif (+) berarti curah hujan efektif tidak dapat memenuhi kebutuhan air tanaman sehingga diperlukan jumlah air tambahan yang berasal dari saluran irigasi. Untuk lebih jelasnya perhitungan kebutuhan air irigasi di lokasi penelitian dapat dijelaskan seperti pada Tabel 2.

Berdasarkan hasil perhitungan kebutuhan air irigasi netto (NFR), diperoleh besarnya debit

Tabel 2 Perhitungan Kebutuhan Air Irigasi Metode NFR pada D.I. Uma Poh

No	Keterangan	Satuan	Jan		Feb		Mar		Apr		Mei		Jun	
			I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
1	Pola Tata Tanam		PADI I				BERA		LP		PADI II			
2	Jumlah Hari	hari	15	16	14	14	15	16	15	15	15	16	15	15
3	Evapotranspirasi (ET_0)	mm/hr	3,22	3,25	3,25	3,19	2,80	2,77	2,24	2,24	2,03	2,01	1,97	2,00
4	Evaporasi selama LP ($E_o, 1,1 \times ET_0$)	mm/hr							2,47	2,47	2,23	2,21		
5	Perkolasi (P)	mm/hr	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
6	Kebutuhan Air Tambahan (M, $E_o + P$)	mm/hr							3,97	3,97	3,73	3,71		
7	$k = M \cdot T / S$								0,48	0,48	0,45	0,44		
8	Pengolahan Lahan (LP)	mm/hr							10,47	10,47	10,34	10,32		
9	Faktor Luas untuk LP								0,13	0,38	0,38	0,13		
10	CH Efektif Padi	mm/hr	5,41	5,20	4,58	4,18	4,03	1,67	2,33	1,94	1,20	0,37	0,33	0,08
11	CH Efektif Palawija	mm/hr	8,73	7,16	6,56	5,22	5,48	3,98	4,31	4,32	3,36	1,83	0,69	0,93
12	WLR:	mm/hr	2,20	2,20	1,10	1,10							2,20	2,20
13	Koefisien Tanaman:													
	C1		1,05	1,05	0,95	0,00					1,10	1,10	1,05	1,05
	C2		1,10	1,05	1,05	0,95	0,00					1,10	1,10	1,05
	C3		1,10	1,10	1,05	1,05	0,95	0,00					1,10	1,10
	C1													
	C2													
	C3													
	Rerata Koefisien Padi	Padi	1,08	1,07	1,02	0,67	0,48	0,00			1,10	1,10	1,08	1,07
	Rerata Koefisien Plwj	Plwj												
14	$ET_{crop} = k_c \times E_{to}$	mm/hr	3,49	3,47	3,31	2,13	1,33	0,00			2,23	2,21	2,14	2,14
15	Penggunaan Komsumsi Padi	mm/hr	3,49	3,47	3,31	2,13	1,33	0,00	0,00	0,00	2,23	2,21	2,14	2,14
16	Penggunaan Komsumsi Palawija	mm/hr												
17	NFR 1	mm/hr	1,79	1,96	1,32	0,54	0,00	0,00						
18	NFR 2	mm/hr							1,02	3,20	3,43	1,29	5,51	5,76
19	NFR 3	mm/hr												
20	NFR 1	Lt/dt/ha	0,21	0,23	0,15	0,06	0,00	0,00						
21	NFR 2	Lt/dt/ha							0,12	0,37	0,40	0,15	0,64	0,67

22	NFR 3	Lt/dt/ha												
	Total NFR	Lt/dt/ha	0,21	0,23	0,15	0,06	0,00	0,00	0,12	0,37	0,40	0,15	0,64	0,67
23	Keb. di Intake DR 1	Lt/dt/ha	0,32	0,35	0,24	0,10	0,00	0,00						
24	Keb. di Intake DR 2	Lt/dt/ha							0,18	0,57	0,61	0,23	0,98	1,03
25	Keb. di Intake DR 3	Lt/dt/ha												
	Total DR	Lt/dt/ha	0,32	0,35	0,24	0,10	0,00	0,00	0,18	0,57	0,61	0,23	0,98	1,03

Tabel Lanjutan

No	Keterangan	Satuan	Jul		Ags		Sep		Okt		Nov		Des	
			I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
1	Pola Tata Tanam		PADI II		PALAWIJA						BERA			
2	Jumlah Hari	hari	15	16	15	16	15	15	15	16	15	15	15	16
3	Evapotranspirasi (ET _o)	mm/hr	1,85	1,85	2,23	2,22	2,67	2,70	2,91	2,96	3,21	3,13	3,16	3,14
4	Evaporasi selama LP (E _o , 1,1xET _o)	mm/hr									3,53	3,44	3,48	3,46
5	Perkolasi (P)	mm/hr	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
6	Kebutuhan Air Tambahan (M, E _o +P)	mm/hr									5,03	4,94	4,98	4,96
7	$k = M \cdot T / S$										0,60	0,59	0,60	0,59
8	Pengolahan Lahan (LP)	mm/hr									11,10	11,05	11,07	11,06
9	Faktor Luas untuk LP										0,13	0,38	0,38	0,13
10	CH Efektif Padi	mm/hr	0,17	0,44	0,12	0,07	0,09	0,16	0,72	0,76	1,22	1,08	2,15	5,62
11	CH Efektif Palawija	mm/hr	1,03	1,44	0,51	0,36	0,95	0,65	1,80	2,29	3,22	4,79	7,00	7,31
12	WLR:	mm/hr	1,10	1,10										
13	Koefisien Tanaman:													
	C1		0,95	0,00									1,10	1,10
	C2		1,05	0,95	0,00									1,10
	C3		1,05	1,05	0,95	0,00								
	C1				0,50	0,59	0,96	1,05	1,02	0,95				
	C2					0,50	0,59	0,96	1,05	1,02	0,95			
	C3						0,50	0,59	0,96	1,05	1,02	0,95		
	Rerata Koefisien	Padi	1,02	0,67	0,48	0,00							1,10	1,10
	Rerata Koefisien	Plwj			0,50	0,55	0,68	0,87	1,01	1,01	0,99	0,95		
14	ET crop = kc x E _{to}	mm/hr	1,88	1,23	1,11	1,21	1,82	2,34	2,93	2,98	3,16	2,97	3,48	3,46
15	Penggunaan Komsumsi Padi	mm/hr	1,88	1,23	1,08	0,00					0,00	0,00	3,48	3,46
16	Penggunaan Komsumsi Palawija	mm/hr			1,11	1,21	1,82	2,34	2,93	2,98	3,16	2,97		
17	NFR 1	mm/hr									1,23	3,74	3,35	0,68
18	NFR 2	mm/hr	4,31	3,39	2,49	2,65								
19	NFR 3	mm/hr			0,60	0,85	0,88	1,69	1,13	0,69	0,00	0,00		
20	NFR 1	Lt/dt/ha									0,14	0,43	0,39	0,08
21	NFR 2	Lt/dt/ha	0,50	0,39	0,29	0,31								
22	NFR 3	Lt/dt/ha			0,07	0,10	0,10	0,20	0,13	0,08	0,00	0,00		
	Total NFR	Lt/dt/ha	0,50	0,39	0,36	0,40	0,10	0,20	0,13	0,08	0,14	0,43	0,39	0,08
23	Keb. di Intake DR 1	Lt/dt/ha									0,22	0,67	0,60	0,12
24	Keb. di Intake DR 2	Lt/dt/ha	0,77	0,61	0,45	0,47								
25	Keb. di Intake DR 3	Lt/dt/ha			0,11	0,15	0,16	0,30	0,20	0,12	0,00	0,00		
	Total DR	Lt/dt/ha	0,77	0,61	0,55	0,62	0,16	0,30	0,20	0,12	0,22	0,67	0,60	0,12

Analisis Kebutuhan Air Bersih

Jumlah penduduk hasil proyeksi dapat digunakan sebagai acuan dalam perhitungan kebutuhan air bersih. Proyeksi penduduk di lokasi

penelitian dilakukan untuk mengetahui pertumbuhan penduduk untuk masa 15 tahun mendatang. Mengacu pada data jumlah penduduk di Desa Blahkiuh, maka hasil analisis tingkat

pertumbuhan penduduk (i) Desa Blahkiuh diperoleh sebesar 0,96%. Dengan menggunakan besarnya tingkat pertumbuhan penduduk tersebut maka dapat dilakukan proyeksi jumlah penduduk sampai dengan Tahun 2036 adalah sebanyak 7.224 jiwa.

Jumlah penduduk hasil proyeksi selanjutnya digunakan sebagai dasar untuk menghitung proyeksi kebutuhan air bersih dengan berbagai kriteria perhitungan yang sudah ditentukan. Berikut disajikan hasil analisis proyeksi kebutuhan air bersih yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Perhitungan Kebutuhan Air Bersih di Desa Blahkiuh (Proyeksi 15 Tahun)

No.	Uraian Kebutuhan	Satuan	Jumlah Penduduk di Tahun	
			2022	2036
A	Kebutuhan Domestik			
1.	Pelayanan Rumah Tangga	Jiwa	6.231	7.224
2.	Kebutuhan Air	lt/org/hr	100	100
3.	Jumlah Kebutuhan Air Domestik	lt/dt	7,32	8,36
B	Kebutuhan Non-Domestik			
1.	Konsumsi Unit Non-Domestik (20%)	lt/dt	1,46	1,67
C	Total Kebutuhan Air			
1.	Kebutuhan Domestik dan Non-Domestik	lt/dt	8,78	10,03
2.	Kehilangan Air (30%)	lt/dt	2,63	3,01
3.	Kebutuhan Hari Rata-rata	lt/dt	11,41	13,04
4.	Faktor Kebutuhan Hari Maksimum		1,15	1,15
5.	Faktor Kebutuhan Jam Puncak		2,00	2,00
6.	Kebutuhan Air Bersih	lt/dt	22,83	26,09
		m ³ /jam	82,17	93,92

Dari hasil analisis dapat diketahui bahwa kebutuhan air bersih di Desa Blahkiuh untuk kondisi saat ini adalah sebesar 22,83 liter/detik dan kebutuhan di Tahun 2036 sebagai proyeksi terhadap perkembangan penduduk untuk 15 tahun mendatang adalah sebesar 26,09 liter/detik. Dengan tingkat pertumbuhan penduduk sebesar 0,96% mengakibatkan terjadinya peningkatan kebutuhan air bersih dalam kurun waktu 15 tahun sebesar 14,28%.

Analisis Debit Andalan

Apabila data historis debit mata air termasuk hasil pengukuran debit sesaat secara berkala tidak tersedia, maka simulasi aliran debit mata air dapat

dilakukan dengan menerapkan metode F.J. Mock (Seizarwati et al., 2021). Pada umumnya sumber-sumber air seperti mata air di Kabupaten Badung tidak memiliki catatan debit yang cukup panjang untuk digunakan dalam analisis debit andalan mata air seperti yang terjadi pada Mata Air Dukuh Blahkiuh, sehingga dalam melakukan analisis debit andalan mata air dilakukan dengan cara menghitung probabilitas debit andalan yang terjadi dengan tingkat keandalan sebesar 80% menggunakan metode F.J. Mock. Metode ini dipilih dengan dikarenakan jenis Mata Air Dukuh Blahkiuh dapat dikategorikan sebagai mata air jenis depresi atau *depression spring*. Hal ini didasarkan atas tidak adanya perubahan litologi dan struktur serta kondisi morfologi lereng yang agak curam pada daerah studi. Daerah tangkapan mata air diperoleh dengan mengidentifikasi melalui Peta Rupa Bumi Indonesia dan diperoleh luas daerah tangkapannya adalah sebesar 0,85 km².

1) Analisis Data Hujan

Sesuai dengan penjelasan diatas bahwa dengan keterbatasan data catatan historis debit mata air di suatu lokasi, maka simulasi aliran debit mata air dapat dilakukan dengan menerapkan metode F.J. Mock (Seizarwati et al., 2021). Dalam melakukan analisis ini diperlukan data hujan dengan panjang data minimal 10 tahun untuk memperoleh debit andalan dengan probabilitas keberhasilan $\leq 0,9$ (Badan Standardisasi Nasional (BSN), 2015). Data hujan yang digunakan dalam analisis ini adalah data hujan harian yang tercatat di stasiun penakar hujan terdekat yaitu Stasiun Mambal, Stasiun Sading dan Stasiun Tampaksiring. Selanjutnya data tersebut dianalisis menjadi data setengah bulanan dengan panjang data terkumpul dari tahun 2000 sampai dengan 2015.

Sebelum data curah hujan digunakan untuk proses analisis maka terlebih dahulu harus dilakukan proses validasi secara statistik sehingga data yang telah tervalidasi dapat dianggap sesuai dengan kondisi sebenarnya. Validasi data ini adalah langkah pemeriksaan untuk memastikan bahwa data telah sesuai dengan kriteria yang ditetapkan, dengan tujuan bahwa data-data yang dimasukkan dalam perhitungan dianggap data yang akurat. Adapun uji kualitas data hujan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah berupa uji konsistensi (*consistency test*), uji homogenitas (*uji ketiadaan trend*), dan ambang batas (*outliers*). Dari keseluruhan pengujian data yang dilakukan, menunjukkan hasil bahwa:

1. Uji konsistensi dengan metode kurva massa ganda diperoleh hasil bahwa data hujan dari

seluruh stasiun yang digunakan adalah konsisten dengan nilai $R^2 \sim 1$.

2. Uji homogenitas dengan metode *Spearman* diperoleh hasil bahwa data hujan dari seluruh stasiun yang digunakan adalah *independent* atau tidak memiliki *trend*.
3. Uji ambang batas (*outliers*) menunjukkan hasil bahwa data hujan dari seluruh stasiun yang digunakan berada di dalam interval batas *outliers* atau seluruh data masuk di dalam *range abnormalitas*.

Dari hasil uji data tersebut menunjukkan bahwa seluruh data dapat digunakan untuk analisis selanjutnya yaitu analisis hujan daerah dengan

menggunakan metode Polygon Thiessen. Berdasarkan hasil dari analisis hujan daerah ini selanjutnya dilakukan simulasi aliran debit untuk periode setengah bulanan di setiap tahunnya dengan menggunakan metode F.J. Mock.

2) Hasil Perhitungan F.J. Mock

Dengan menggunakan data hasil analisis hujan daerah rata-rata yang terjadi di lokasi penelitian, maka selanjutnya dilakukan simulasi aliran debit untuk periode setengah bulanan di setiap tahunnya. Rekapitulasi debit hasil simulasi ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4 Rekapitulasi Debit Hasil Simulasi Aliran dengan Metode F.J. Mock dari Tahun 2000 s/d 2015 (m^3/detik)

No	Tahun	Jan		Feb		Mar		Apr		Mei		Jun	
		I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
1	2000	0,23	0,18	0,21	0,16	0,22	0,16	0,15	0,16	0,12	0,13	0,08	0,12
2	2001	0,12	0,14	0,16	0,11	0,13	0,16	0,18	0,13	0,06	0,05	0,06	0,05
3	2003	0,31	0,16	0,20	0,09	0,17	0,05	0,10	0,14	0,15	0,07	0,05	0,05
4	2004	0,21	0,16	0,19	0,21	0,19	0,18	0,10	0,11	0,15	0,14	0,06	0,05
5	2005	0,07	0,14	0,12	0,07	0,11	0,07	0,11	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
6	2006	0,08	0,10	0,06	0,10	0,11	0,09	0,15	0,09	0,07	0,06	0,05	0,10
7	2007	0,10	0,09	0,15	0,11	0,12	0,10	0,08	0,09	0,07	0,06	0,05	0,09
8	2008	0,22	0,20	0,19	0,16	0,13	0,16	0,11	0,14	0,10	0,09	0,07	0,06
9	2009	0,16	0,13	0,13	0,12	0,08	0,07	0,07	0,07	0,10	0,07	0,05	0,05
10	2010	0,11	0,09	0,14	0,08	0,07	0,08	0,11	0,12	0,09	0,08	0,06	0,07
11	2011	0,12	0,13	0,10	0,10	0,10	0,08	0,12	0,07	0,07	0,07	0,05	0,07
12	2012	0,27	0,19	0,11	0,16	0,15	0,15	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
13	2013	0,21	0,18	0,07	0,12	0,11	0,09	0,08	0,06	0,09	0,12	0,09	0,13
14	2014	0,20	0,12	0,11	0,10	0,06	0,06	0,10	0,09	0,06	0,05	0,05	0,05
15	2015	0,17	0,12	0,11	0,13	0,12	0,12	0,07	0,11	0,10	0,08	0,09	0,05
Rerata		0,173	0,142	0,137	0,122	0,124	0,109	0,106	0,098	0,089	0,078	0,060	0,068

Tabel Lanjutan

No	Tahun	Jul		Ags		Sep		Okt		Nov		Des	
		I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
1	2000	0,05	0,09	0,06	0,05	0,06	0,05	0,10	0,08	0,19	0,35	0,09	0,07
2	2001	0,05	0,08	0,05	0,05	0,06	0,07	0,06	0,18	0,13	0,14	0,16	0,13
3	2003	0,05	0,05	0,05	0,11	0,11	0,06	0,13	0,10	0,07	0,16	0,19	0,49
4	2004	0,07	0,06	0,10	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,07	0,10	0,07	0,14
5	2005	0,07	0,05	0,05	0,07	0,05	0,07	0,07	0,09	0,05	0,14	0,16	0,13
6	2006	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,05	0,06	0,06	0,07	0,09
7	2007	0,06	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,10	0,06	0,15	0,15
8	2008	0,05	0,05	0,05	0,05	0,07	0,07	0,10	0,10	0,11	0,12	0,17	0,21
9	2009	0,05	0,09	0,05	0,05	0,08	0,08	0,10	0,10	0,05	0,05	0,06	0,05
10	2010	0,07	0,08	0,07	0,06	0,08	0,15	0,11	0,11	0,09	0,10	0,09	0,12
11	2011	0,05	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,07	0,07	0,09	0,10	0,11	0,15
12	2012	0,07	0,09	0,05	0,05	0,05	0,05	0,14	0,06	0,09	0,07	0,13	0,13
13	2013	0,14	0,07	0,06	0,05	0,07	0,05	0,05	0,06	0,09	0,14	0,14	0,19
14	2014	0,11	0,07	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,16	0,16	0,19
15	2015	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,07	0,05	0,14	0,15
Rerata		0,066	0,066	0,055	0,055	0,061	0,062	0,079	0,079	0,087	0,118	0,125	0,158

- 3) Hasil Perhitungan Debit Andalan
Sesuai dengan tata cara perhitungan debit andalan yang ditetapkan pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 6738:2015, maka perhitungan

debit andalan dapat dilakukan dengan menggunakan rumus perhitungan probabilitas *Weibull* (Badan Standardisasi Nasional (BSN), 2015):

$$P(X \geq x) = \frac{m}{n+1} 100\% \dots \dots \dots (7)$$

Dimana:

$P(X \geq x)$: probabilitas terjadinya variabel X (debit) yang sama dengan atau lebih besar x (m^3/s)

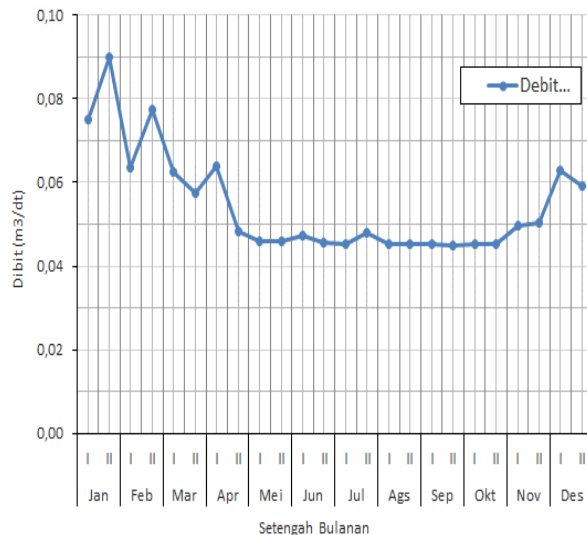
m : peringkat data

n : jumlah data

X : seri data debit

x : debit andalan jika probabilitas sesuai dengan peruntukannya, misalnya $P(X \geq Q80\%) = 0,8$.

Hasil perhitungan debit andalan dengan Metode F.J. Mock dapat dilihat pada Gambar 3. Berdasarkan data dan hasil analisis yang dilakukan dapat diketahui bahwa debit andalan ($Q80\%$) Mata Air Dukuh Blahkiuh memiliki nilai yang berfluktuasi. Nilai debit andalan tertinggi terjadi di periode Bulan Januari II sebesar $0,090 m^3/detik$ dan debit terkecil terjadi di periode Bulan September II sebesar $0,045 m^3/detik$. Debit andalan mata air terlihat lebih konstan pada periode Bulan April II sampai dengan Bulan Oktober II.



Gambar 3 Grafik Debit Andalan Mata Air Dukuh Blahkiuh

Validasi Hasil Analisis Debit Andalan dengan Hasil Pengukuran Debit Sesaat

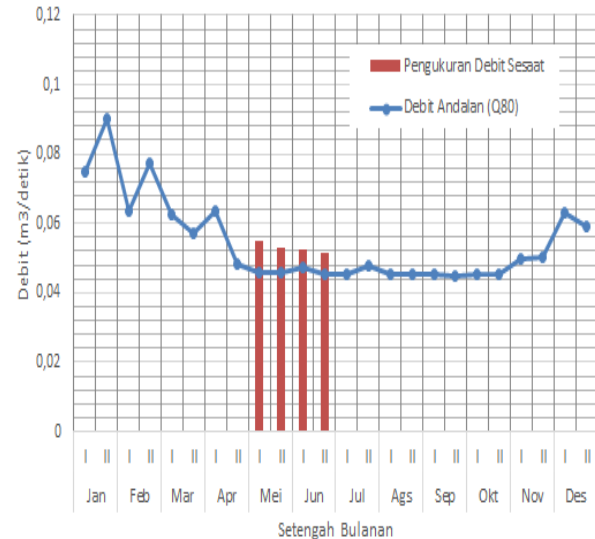
Validasi hasil analisis debit andalan dilakukan dengan menggunakan data hasil pengukuran debit sesaat yang sudah dilakukan, selanjutnya kedua data tersebut akan dibandingkan untuk melihat kesesuaian hasil perhitungan dengan hasil pengukuran yang dilakukan. Untuk dapat membandingkan hasil pengukuran terhadap hasil analisis debit andalan dengan periode setengah bulanan, maka data hasil pengukuran debit sesaat yang dilakukan di setiap minggunya harus dirubah kedalam bentuk data setengah bulanan pada periode tersebut seperti yang terlihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Hasil Pengukuran Debit Sesaat Mata Air Dukuh Blahkiuh Periode Mei I s/d Juni II

No.	Periode	Tanggal Pengukuran	Jam	Debit ($m^3/detik$)	
1	Mei I	13/5/2023	10.00	0,054	0,0550
2		14/5/2023	09.00	0,056	
3	Mei II	20/5/2023	09.00	0,055	0,0528
4		21/5/2023	10.00	0,054	
5		27/5/2023	11.00	0,051	
6		28/5/2023	09.00	0,051	
7	Juni I	3/6/2023	09.00	0,053	0,0525
8		4/6/2023	10.00	0,054	
9		10/6/2023	11.00	0,054	
10		11/6/2023	11.00	0,053	
11	Juni II	17/6/2023	09.00	0,051	0,0515
12		18/6/2023	10.00	0,052	

Sumber: Hasil Survey dan Perhitungan

Dari data yang diperoleh, dapat diketahui bahwa debit yang dihasilkan oleh Mata Air Dukuh Blahkiuh relatif konstan dengan kisaran debit antara $0,051 m^3/detik$ sampai dengan $0,056 m^3/detik$. Debit rata-rata dari Mata Air Dukuh Blahkiuh diperoleh sebesar $0,053 m^3/detik$. Selanjutnya dengan membandingkan data debit di periode yang sama dapat dilihat hasil validasi dari perhitungan debit andalan Mata Air Dukuh Blahkiuh seperti pada Gambar 4.



Gambar 4 Perbandingan Hasil Analisis Debit Andalan Mata Air Dukuh Blahkiuh dengan Pengukuran Debit Sesaat

Berdasarkan data dan hasil analisis yang dilakukan sesuai dengan grafik diatas, maka dapat diketahui bahwa hasil simulasi debit aliran mata air dengan metode F.J. Mock ini cukup representatif untuk menggambarkan aliran Mata Air Dukuh Blahkiuh.

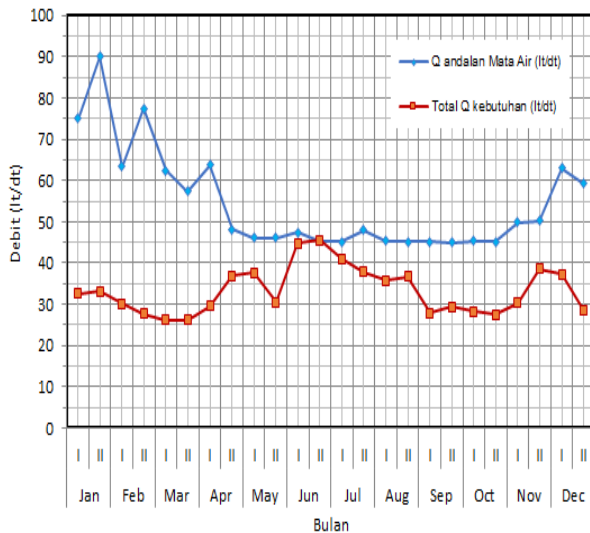
Analisis Kesetimbangan Air (Neraca Air)

Berdasarkan dari hasil analisis debit andalan (Q_{80}) yang menjadi sumber ketersediaan (*inflow*) dan debit kebutuhan air irigasi sesuai dengan pola tanam yang direncanakan serta kebutuhan air bersih yang menjadi (*out flow*), maka dihasilkan suatu grafik hubungan antara debit andalan dan debit kebutuhan yang disebut dengan neraca air. Debit ketersediaan didasarkan pada debit andalan

mata air, sedangkan debit kebutuhan merupakan hasil penjumlahan dari debit kebutuhan air bersih terhadap debit kebutuhan air irigasi di setiap periode setengah bulanan. Sehingga kondisi surplus atau defisit dapat dilihat dari selisih antara debit ketersediaan dan kebutuhan sesuai dengan alokasi penggunaannya. Analisis neraca air di Mata Air Dukuh Blahkiuh disajikan dalam bentuk tabel dan grafik seperti yang terlihat pada Tabel 6 dan Gambar 5.

Tabel 6 Perhitungan Neraca Air Pada Mata Air Dukuh Blahkiuh

Bulan		Q andalan Mata Air (lt/dt)	Q kebutuhan air irigasi (lt/dt/ha)			Kebutuhan air irigasi dalam 1 tahun musim tanam (lt/dt)	Q kebutuhan air bersih (lt/dt)	Total Q kebutuhan (lt/dt)	Sisa Air (lt/dt)
			MT-I (Padi 100%)	MT-II (Padi 100%)	MT-III (Palawija 50%)				
Luas Fungsional (ha)			18,86	18,86	9,43				
JAN	I	74,98	0,34			6,50	26,09	32,59	42,39
	II	90,05	0,37			6,99	26,09	33,08	56,97
FEB	I	63,45	0,21			3,97	26,09	30,06	33,39
	II	77,42	0,09			1,65	26,09	27,74	49,68
MAR	I	62,51	0,00	0,00		0,00	26,09	26,09	36,42
	II	57,29	0,00	0,00		0,00	26,09	26,09	31,20
APR	I	63,70		0,18		3,46	26,09	29,55	34,15
	II	48,12		0,58		10,86	26,09	36,95	11,17
MEI	I	46,01		0,62		11,62	26,09	37,71	8,30
	II	46,05		0,23		4,39	26,09	30,48	15,57
JUN	I	47,43		0,99		18,68	26,09	44,77	2,66
	II	45,43		1,03		19,40	26,09	45,49	0,06
JUL	I	45,11		0,79		14,92	26,09	41,01	4,10
	II	47,94		0,62		11,69	26,09	37,78	10,16
AGS	I	45,31		0,46	0,12	9,71	26,09	35,80	9,50
	II	45,11		0,48	0,16	10,68	26,09	36,77	8,34
SEP	I	45,22			0,19	1,82	26,09	27,91	17,30
	II	45,03			0,34	3,23	26,09	29,32	15,71
OKT	I	45,33			0,23	2,18	26,09	28,27	17,07
	II	45,13			0,14	1,34	26,09	27,43	17,70
NOV	I	49,77	0,22		0,00	4,14	26,09	30,23	19,54
	II	50,31	0,67			12,58	26,09	38,67	11,64
DES	I	62,93	0,60			11,23	26,09	37,32	25,60
	II	59,17	0,12			2,28	26,09	28,37	30,79
Vol. Total (m³/tahun)		1.716.565,61				227.556,95	822.774,24	1.050.331,19	666.234,43



Gambar 5 Grafik Neraca Air Pada Mata Air Dukuh Blahkiuh

Debit ketersediaan mata air besarnya berfluktuasi dimana memiliki debit tertinggi sebesar 90,00 liter/detik pada periode Bulan Januari II dan debit terendah sebesar 45,03 liter/detik pada periode Bulan September II. Debit kebutuhan juga bersifat fluktuatif tergantung dari besarnya debit kebutuhan air bersih dan irigasi di setiap periode setengah bulannya. Penggunaan air tertinggi terjadi pada Bulan Juni II sebesar 45,49 liter/detik, sedangkan nilai penggunaan terendah terjadi di Bulan Maret sebesar 26,09 liter/detik, dan rata-rata kebutuhan air total dalam satu tahun adalah sebesar 33,31 liter/detik. Dari hasil perhitungan dengan mensimulasikan antara total debit andalan dari Mata Air Dukuh Blahkiuh dengan total kebutuhan air (irigasi dan air bersih) diperoleh hasil bahwa seluruh debit kebutuhan air memiliki nilai yang lebih kecil dari ketersediaannya. Hal ini menunjukkan neraca air yang terjadi di Mata Air Dukuh Blahkiuh berada pada level surplus dengan diperkuat oleh nilai sisa air yang bernilai positif. Persentase total surplus air diperoleh dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Total surplus} = \frac{(\text{vol. tersedia} - \text{vol. keb.})}{\text{vol. tersedia}} \times 100\%$$

$$\text{Total surplus} = \frac{(1.716.565,61 - 1.050.331,19)}{1.716.565,61} \times 100\%$$

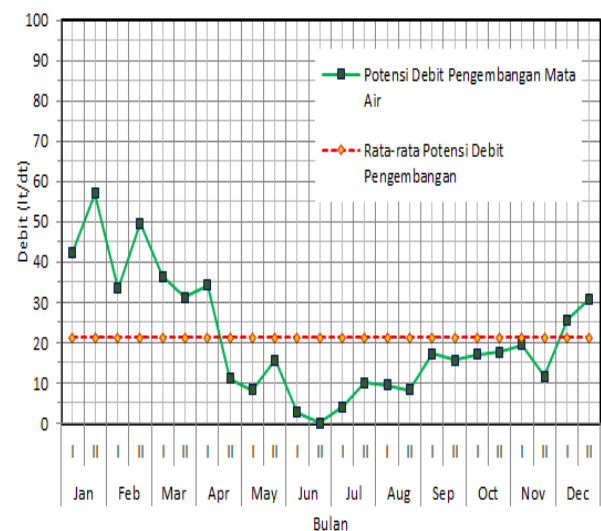
$$\text{Total surplus} = 38,81\%$$

Sehingga dari perhitungan diatas diperoleh hasil bahwa neraca air yang terjadi di Mata Air Dukuh Blahkiuh berada pada level surplus air dengan persentase total surplus sebesar 38,81%.

Analisis Potensi Debit Pengembangan Mata Air Dukuh Blahkiuh

Kondisi neraca air di Mata Air Dukuh Blahkiuh menunjukkan nilai surplus air dengan persentase total surplus sebesar 38,81%. Hal ini berarti mata air tersebut masih memiliki potensi pemanfaatan untuk dapat dikembangkan. Berdasarkan perhitungan neraca air dapat diketahui besarnya potensi pengembangan mata air dengan membuat suatu grafik berdasarkan nilai sisa air dari pemanfaatan yang sudah dipenuhi (irigasi dan air bersih). Potensi debit pengembangan Mata Air Dukuh Blahkiuh dapat dijabarkan dalam bentuk grafik seperti terlihat pada Gambar 6.

Dari grafik diatas dapat dijelaskan bahwa, potensi debit pengembangan mata air memiliki nilai yang berfluktuasi tergantung dari besarnya debit kebutuhan yang harus dipenuhi terlebih dahulu. Potensi debit pengembangan tertinggi terjadi di Bulan Maret sebesar 56,97 liter/detik yang dikarenakan pada bulan tersebut penggunaan air relatif kecil, dimana air hanya diperlukan untuk memenuhi kebutuhan air bersih sementara irigasi tidak memerlukan air karena kondisi penanaman memasuki masa bera. Potensi debit pengembangan terendah terjadi di Bulan Juni sebesar 0,06 liter/detik yang dikarenakan pada bulan tersebut selain penggunaan air bersih juga terdapat penggunaan air irigasi yang harus dipenuhi, dimana kondisi penanaman masih berada di masa tanam Padi-II dan memasuki masa tanam Palawija. Hal tersebut memberikan nilai penggunaan air yang lebih besar. Rata-rata debit potensi pengembangan mata air total dalam satu tahun adalah sebesar 21,22 liter/detik.



Gambar 6 Grafik Potensi Debit Pengembangan Mata Air Dukuh Blahkiuh

Analisis Sistem Pelayanan Air Terintegrasi di Mata Air Dukuh Blahkiuh

Dengan diketahuinya neraca air di Mata Air Dukuh Blahkiuh beserta potensi pengembangannya, maka mata air tersebut dapat dikembangkan untuk kepentingan lain mengingat masih adanya potensi debit yang bisa dimanfaatkan. Pengembangan mata air harus dilakukan secara terintegrasi dengan memprioritaskan pemenuhan kebutuhan air bersih dan irigasi terlebih dahulu. Adapun proporsi pemanfaatan air di Mata Air Dukuh Blahkiuh dapat disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut:

Tabel 7 Proporsi Pemanfaatan Air di Mata Air Dukuh Blahkiuh

No.	Jenis Pemanfaatan	Vol. Total (m ³ /tahun)	Persentase Pemanfaatan (%)
1	Air Bersih	822.774,24	47,93
2	Irigasi	227.556,95	13,26
3	Pengembangan Potensi	666.234,43	38,81
Jumlah Total		1.716.565,61	100,00

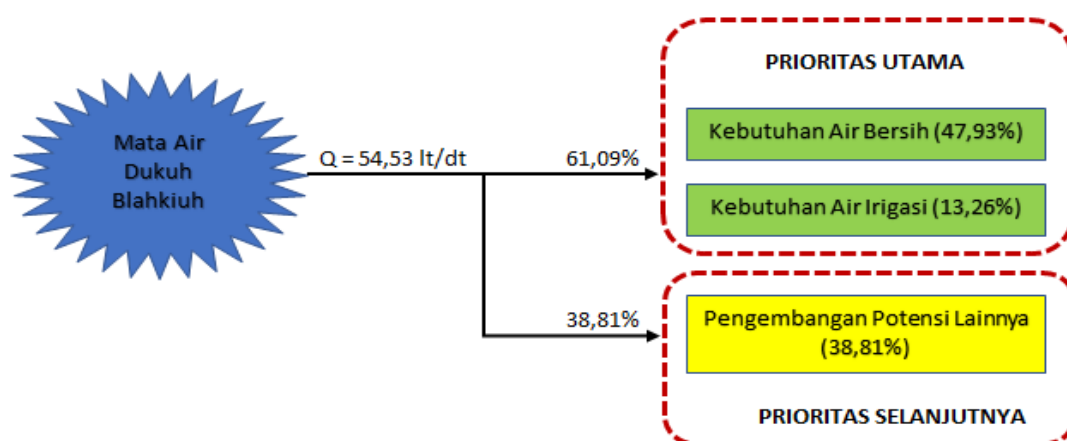
Berdasarkan tabel proporsi pemanfaatan air seperti diatas dapat dilihat bahwa kebutuhan air bersih memiliki proporsi terbesar dari seluruh rencana pemanfaatan yang wajib dipenuhi yaitu 47,93% dan kebutuhan air irigasi memiliki proporsi sebesar 13,26%, sedangkan untuk pengembangan potensi mata air diberikan proporsi sebesar 38,81%.

Pengintegrasian pemanfaatan air perlu untuk dilakukan agar pelayanan pemenuhan kebutuhan dapat dilakukan secara adil dan berjalan dengan optimal. Sistem pelayanan air yang terintegrasi dapat dirancang dengan mengutamakan jenis penggunaan air yang paling penting dan diikuti penggunaan lainnya. Mengacu pada hasil proporsi dan prioritas penggunaan air, maka yang menjadi

prioritas utama adalah kebutuhan air bersih dan irigasi dengan total pemanfaatan mata air sebesar 61,09%. Pengembangan potensi mata air menjadi prioritas berikutnya dengan pemanfaatan sebesar 38,81%. Besarnya debit yang diberikan sangat tergantung dari fluktuasi debit kebutuhan terutama irigasi karena dipengaruhi oleh masa tanam dan curah hujan yang ada sesuai dengan grafik pada Gambar 6. Untuk lebih jelasnya skema sistem pelayanan air yang terintegrasi di Mata Air Dukuh Blahkiuh dapat digambarkan seperti pada Gambar 7.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil tinjauan lapangan dan analisis data yang telah dilakukan pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa potensi ketersediaan air di Mata Air Dukuh Blahkiuh untuk kondisi saat ini memiliki debit yang sifatnya fluktuatif, dimana 90,00 liter/detik pada periode Bulan Januari II dan terendah sebesar 45,03 liter/detik pada periode Bulan September II dengan tingkat keandalan sebesar 80%. Rata-rata potensi ketersediaan air sebesar 54,53 liter/detik. Kondisi kesetimbangan atau neraca air yang terjadi di Mata Air Dukuh Blahkiuh berada pada level surplus air dengan persentase total surplus sebesar 38,81%, dimana total volume ketersediaan air yang dihasilkan mencapai 1.716.565,61 m³/tahun dan total volume kebutuhan air mencapai 1.050.331,19 m³/tahun yang terdiri dari kebutuhan air bersih dan irigasi. Hal ini berarti Mata Air Dukuh Blahkiuh masih memiliki potensi pemanfaatan untuk dapat dikembangkan. Sistem pelayanan air yang terintegrasi di Mata Air Dukuh Blahkiuh dirancang dengan mengutamakan jenis penggunaan air yang paling penting yaitu air bersih dengan proporsi sebesar 47,93%, kebutuhan irigasi dengan proporsi sebesar 13,26% serta diikuti penggunaan lainnya berupa pengembangan potensi mata air dengan proporsi pemanfaatan sebesar 38,81%.



Gambar 7 Skema Sistem Pelayanan Air Terintegrasi di Mata Air Dukuh Blahkiuh

Penggunaan analisis neraca air sangat membantu dalam menggambarkan kondisi ketersediaan, kebutuhan serta pengembangan potensi Mata Air Dukuh Blahkiuh, sehingga dapat dilakukan pengintegrasian sistem pengelolaan untuk peningkatan pemanfaatannya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada Pusat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Politeknik Negeri Bali serta semua pihak yang turut terlibat dan mendukung dalam pelaksanaan penelitian sehingga artikel ini dapat terselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsana, I. G. N. K., Dharma, I. G. B. S., Yekti, M. I., & I Putu Gustave Suryantara, P. (2022). Status of Raw Water Management Sustainability Based on Local Wisdom on Rural Water Supply in Bali, Indonesia. *Civil Engineering and Architecture*, 10(7), 3118–3134. <https://doi.org/10.13189/cea.2022.100725>
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). (2015). SNI 6738:2015 Perhitungan Debit Andalan Sungai Dengan Kurva Durasi Debit. *Standar Nasional Indonesia (SNI)*, 23. http://nspkjembatan.pu.go.id/public/uploads/TahapPerancangan/SNI/1511106352sni_6738-2015.pdf
- Dirjen Sumber Daya Air, K. (2013). Standar Perencanaan Irigasi KP-01. In *Bandung: CV Galang Persada*. https://scholar.google.co.id/scholar?q=irigasi&btnG=&hl=id&as_sdt=0%2C5#0
- Doorenbos, J. (1981). *Guidelines for Predicting Crop Water Requirements*. FAO of United Nations.
- Harto Br., S. (1993). *Analisis Hidrologi*. Gramedia Pustaka Utama.
- Kustana, K., & Setiawan, C. (2020). Resolusi Konflik Sistem Pengelolaan Irigasi Pertanian di Pedesaan. *TEMALI : Jurnal Pembangunan Sosial*, 3(1), 149–187. <https://doi.org/10.15575/jt.v3i1.7496>
- Lestari, D. T. B., & Suprpto, H. (2017). Analisis Pemanfaatan Mata Air Sebagai Sumber Air Baku di Kecamatan Cisarua, Kabupaten Bogor. *Jurnal Desain Kontruksi*, 16(2), 151–164.
- Marvinayasari, S., Sugiyanta, I. G., & Nugraheni, I. L. (2012). Pemanfaatan Sumber Mata Air Sebagai Kebutuhan Penduduk di Desa Wonoharjo Kecamatan Sumberejo Kabupaten Tanggamus Provinsi Lampung Tahun 2012. *Fkip.Unila.Ac.Id*.
- 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), 24–39. <https://doi.org/10.23887/mkg.v18i1.10554>
- Pamungkas, T. H., Kariyana, I. M., Pratama, I. G. R., & Widiani, I. M. (2022). Analisis Potensi Mata Air Untuk Kebutuhan Penduduk di Desa Galungan. *Jurnal Ilmiah Vastuwidya*, 5(2), 57–64. <https://doi.org/10.47532/jiv.v5i2.670>
- Saves, F., Rochmah, N., & Putra, R. F. A. (2021). Analisis Debit Air Andalan PDAM di Daerah Zona 5 Wilayah Surabaya Barat Pertumbuhan Penduduk Tahun 2028. *Extrapolasi*, 17(1), 11–19. <https://doi.org/10.30996/exp.v17i1.3614>
- Seizarwati, W., Fikri, N. A., Syahidah, M., Husna, A., Ahmad, R. D., & Kusumastuti, S. W. (2021). Kajian Potensi Debit Mata Air Dalam Rangka Penerbitan Izin Pemanfaatan Air Baku di Hulu Sungai Bengawan Solo. *Jurnal Ilmiah Desain & Konstruksi*, 20(2), 98–107. <https://doi.org/10.35760/dk.2021.v20i2.5064>
- Setianto, H., Adji, T. N., & Kurniawan, A. (2016). Analisis Kualitas dan Pengelolaan Mata Air di Sekitar Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) Desa Sikunang Kecamatan Kejajar kabupaten Wonosobo. *Revista CENIC. Ciencias Biológicas*, 152(3), 28. file:///Users/andreaataquez/Downloads/guia-plan-de-mejora-institucional.pdf%0Ahttp://salud.tabasco.gob.mx/content/revista%0Ahttp://www.revistaalad.com/pdfs/Guias_ALAD_11_Nov_2013.pdf%0Ahttp://dx.doi.org/10.15446/revfacmed.v66n3.60060.%0Ahttp://www.cenetec
- Sosrodarsono, S., & Takeda, K. (2003). *Hidrologi Untuk Pengairan* (S. Sosrodarsono & K. Takeda (eds.); IX). PT. Pradnya Paramita.
- Sudarmadji, S., Darmanto, D., Widyastuti, M., & Lestari, S. (2016). Pengelolaan Mata Air untuk Penyediaan Rumah Tangga Berkelanjutan di Lereng Selatan Gunungapi Merapi. *Jurnal Manusia Dan Lingkungan*, 23(1), 102.
- Suhartanto, E., Limantara, L. M., & Samosir, A. (2019). Analisis Neraca Air Sub DAS Irigasi Wirway Kabupaten Sarmi Provinsi Papua. *Jurnal Irigasi*, 7(2), 74–86. <https://doi.org/10.31028/ji.v7.i2.74-86>
- Sulistiyani, K. F., & Irianto, D. B. (2018). Studi Pemanfaatan Air Sumber Jenon untuk Pemenuhan Kebutuhan Air Irigasi dan Domestik di Kecamatan Tajinan Kabupaten Malang. *Reka Buana: Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Dan Teknik*

Kimia, 3(2), 137–142.
[https://jurnal.unitri.ac.id/index.php/rekabuana/
article/view/1020%0Ahttps://jurnal.unitri.ac.id/i
ndex.php/rekabuana/article/download/1020/98
2](https://jurnal.unitri.ac.id/index.php/rekabuana/article/view/1020%0Ahttps://jurnal.unitri.ac.id/index.php/rekabuana/article/download/1020/982)

Zevri, A. (2021). Analisis Kebutuhan Kapasitas Tampungan Embung Danau Asam Kabupaten Di Kotawaringin Barat. *Jurnal Sumber Daya Air*, 17(2), 83–94.
<https://doi.org/10.32679/jsda.v17i2.719>