

## PENDEKATAN *SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW* DALAM ANALISIS KETERSEDIAAN DAN KEBUTUHAN AIR IRIGASI

Putu Doddy Heka Ardana<sup>1</sup>, I Ketut Kembarejaya<sup>2</sup>, Tri Hayatining Pamungkas<sup>3</sup>, I Made Kariyana<sup>4</sup>, I Gede Oka Wiradnyana<sup>5</sup>, Ida Bagus Gede Indramanik<sup>6</sup>

E-mail : doddyhekaardana@unr.ac.id<sup>1</sup>, i.kt.kembarejaya7264@gmail.com<sup>2</sup>,  
tri.hayatining@unr.ac.id<sup>3</sup>, made.kariyana@unr.ac.id<sup>4</sup>, oka.wiradnyata@unr.ac.id<sup>5</sup>,  
Ibgindramanikstmt@gmail.com<sup>6</sup>

<sup>1,2,3,4,5,6</sup>Program Studi Teknik Sipil, Universitas Ngurah Rai, Jl. Kampus Ngurah Rai No.30, Denpasar,  
Indonesia

### ABSTRAK

Pengaturan air irigasi tidak dapat dilakukan sembarangan, air irigasi harus diberikan sesuai dengan kebutuhan serta mempertimbangkan potensi air yang ada. Perlu dilakukan analisa ketersediaan dan kebutuhan air irigasi untuk mengetahui apakah kebutuhan air irigasi mampu tercukupi berdasarkan potensi air yang tersedia. Penelitian ini bertujuan untuk menggali informasi secara komprehensif sebagai bentuk identifikasi dan interpretasi dari penelitian terkait analisis ketersediaan dan kebutuhan air irigasi. Penelitian ini menggunakan metode *Systematic Literature Review*, yaitu dengan mengumpulkan, mengidentifikasi, dan menilai penelitian-penelitian terkait untuk memberikan interpretasi lengkap dari hasil penelitian. Hasil dari studi literatur didapatkan kesimpulan bahwa pemenuhan dan pengaturan air irigasi mencakup aspek ketersediaan dan kebutuhan air irigasi, dimana aspek tersebut dipengaruhi oleh sejumlah faktor dan parameter, diantaranya adalah debit sungai, curah hujan, evapotranspirasi, perkolasi dan pola tata tanam. Analisis ketersediaan dan kebutuhan irigasi dapat dilakukan dengan beberapa metode, tergantung pada lokasi penelitian dan data yang tersedia. Perhitungan neraca air penting dilakukan untuk merencanakan irigasi yang baik, terutama dalam pemberian dan pembagian air serta pemilihan pola tata tanam.

Kata kunci: Kebutuhan air irigasi; ketersediaan air irigasi; neraca air; studi literatur

### ABSTRACT

*Irrigation water regulation cannot be done haphazardly, irrigation water must be provided according to needs and taking into account the existing water potential. It is necessary to analyze the availability and needs of irrigation water to find out whether irrigation water needs can be met based on the potential of available water. This research aims to explore information comprehensively as a form of identification and interpretation of research related to analysis of irrigation water availability and needs. This research uses the Systematic Literature Review method, namely by collecting, identifying and assessing related research to provide a complete interpretation of the research results. The results of the literature study concluded that the fulfillment and regulation of irrigation water includes aspects of the availability and demand for irrigation water, where these aspects are influenced by a number of factors and parameters, including river discharge, rainfall, evapotranspiration, percolation and planting patterns. Analysis of irrigation availability and needs can be carried out using several methods, depending on the research location and available data. Water balance calculations are important to plan good irrigation, especially in providing and distributing water and choosing planting patterns.*

Keywords: *Irrigation water needs; irrigation water availability; water balance; literature study*

## 1. PENDAHULUAN

Air adalah sumber daya krusial yang mendukung kehidupan di bumi (Sallata, 2015). Seiring dengan pertumbuhan dan perkembangan zaman, kebutuhan akan air kian mengalami peningkatan. Manusia menggunakan air untuk berbagai tujuan, seperti kebutuhan domestik, transportasi, industri, dan irigasi.

Irigasi merupakan upaya untuk menyediakan dan mengatur air di lahan pertanian untuk mendorong pertumbuhan tanaman serta meningkatkan hasil panen (Eryani & Jayantari, 2024). Pengaturan air irigasi tidak dapat dilakukan sembarangan, air irigasi harus diberikan sesuai dengan kebutuhan tanaman serta luas lahan yang diairi dengan mempertimbangkan potensi air yang ada. Maka dari itu, diperlukan analisis mengenai ketersediaan dan kebutuhan air irigasi untuk menentukan apakah pasokan air irigasi cukup memadai berdasarkan potensi air yang ada. Penelitian mengenai ketersediaan dan kebutuhan air irigasi ini telah dilakukan beberapa kali, antara lain di Bengkulu (Arbi & Rani, 2023), Garut (Permana & Ramadhan, 2022), Semarang (Azizi & Sutopo, 2022), Gianyar (Ardana et al., 2019) dan Kenya (Akoko et al., 2020). Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut didapatkan kesimpulan bahwa ketersediaan dan kebutuhan air irigasi sangat erat kaitannya dalam perencanaan sistem irigasi, mulai dari pemilihan pola tata tanam sampai dengan pengaturan pembagian air irigasi.

Berdasarkan latar belakang di atas, penelitian ini dilakukan guna menggali informasi secara komprehensif sebagai bentuk identifikasi dan interpretasi dari penelitian yang terkait analisis ketersediaan dan kebutuhan air irigasi. Nantinya hasil dari penelitian ini dapat digunakan sebagai masukan dan acuan, sekaligus penelitian lanjutan dalam pengaturan air di daerah irigasi sehingga tidak ada lagi masalah kekurangan maupun kelebihan air.

## 2. KAJIAN PUSTAKA

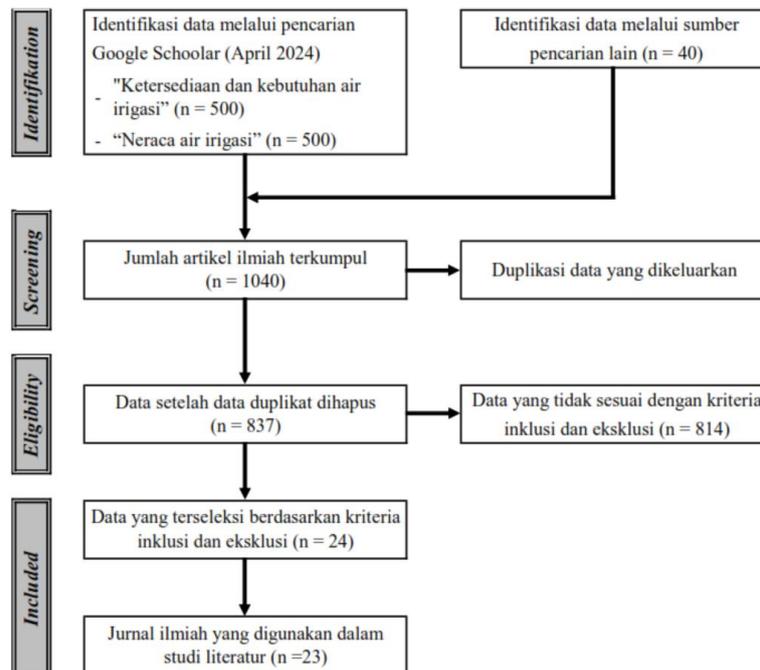
Data yang terkumpul diseleksi dengan menggunakan metode PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*). PRISMA adalah seperangkat item minimum berbasis bukti untuk pelaporan dalam tinjauan sistematis dan meta-analisis (Li et al., 2022). Data yang berupa duplikat akan dieliminasi, kemudian data yang tersisa *discreening* dan diuji *eligibility* berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditetapkan. Kriteria inklusi dalam studi literatur ini adalah:

- Literatur berbentuk artikel ilmiah dan/atau prosiding.
- Artikel ilmiah berupa penelitian primer.
- Artikel ilmiah dapat diakses secara terbuka dan full teks.
- Artikel ilmiah menggunakan bahasa Inggris atau bahasa Indonesia.
- Struktur artikel ilmiah harus lengkap, mulai dari abstrak, latar belakang, metodologi, hasil dan pembahasan serta kesimpulan.
- Pembahasan artikel ilmiah berfokus pada analisis ketersediaan dan kebutuhan air untuk keperluan irigasi pada sistem irigasi permukaan.
- Sedangkan kriteria eksklusi yang digunakan adalah bentuk denotasi dari kriteria inklusi.

## 3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode studi literatur sistematis (*Systematic Literature Review*), yang melibatkan pengumpulan, identifikasi, dan penilaian penelitian-penelitian terkait untuk memberikan interpretasi menyeluruh dari hasil-hasil penelitian (Peričić & Tanveer, 2019). Dalam penelitian ini, *Google Scholar* digunakan sebagai *database* utama dengan pencarian dari sumber lain sebagai *database* tambahan. Pencarian dilakukan pada bulan April 2024 dengan batasan pencarian antara tahun 2019 sampai dengan tahun 2024. Adapun kata kunci yang dimasukkan dalam sistem pencarian adalah “Ketersediaan dan kebutuhan air irigasi” dan “Neraca air irigasi”.

Pencarian di *database* dilakukan menggunakan kata kunci yang telah ditetapkan menghasilkan 1040 artikel terkait. Sebanyak 203 artikel dieliminasi karena berupa duplikat, sehingga menyisakan 837 artikel. Selanjutnya artikel tersebut *discreening*, dan didapatkan hanya tersisa 23 artikel ilmiah yang memenuhi syarat untuk kemudian dilakukan studi literatur. Diagram alur Prisma untuk penelitian ini disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alur PRISMA (Dokumentasi pribadi, 2024)

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam artikel yang ditinjau, hasil analisis ketersediaan dan kebutuhan air dibandingkan untuk mengetahui keadaan neraca air di wilayah irigasi, apakah terjadi kelebihan air (surplus) atau kekurangan air (defisit). Berdasarkan hasil studi literatur, didapatkan informasi lebih mendalam mengenai topik ketersediaan dan kebutuhan air irigasi. Informasi tersebut mulai dari definisi dan tujuan irigasi, faktor, parameter dan metode yang dipergunakan dalam perhitungan ketersediaan dan kebutuhan air irigasi, sampai dengan analisa neraca air (*water balance*).

##### Irigasi

Irigasi merupakan upaya untuk menyediakan dan mengatur air di lahan pertanian guna mendukung pertumbuhan tanaman dan meningkatkan produksi hasil panen (Eryani & Jayantari, 2024). Irigasi meliputi proses pengambilan air, penyaluran air ke areal persawahan serta pembuangan sisa air yang tidak digunakan. Irigasi bertujuan mengendalikan air pada lahan agar tanaman mendapatkan air secara tepat sesuai dengan kebutuhannya. Dalam pemenuhan dan pengaturan air irigasi, terdapat dua aspek yang menjadi pertimbangan yaitu ketersediaan air serta besarnya air yang dibutuhkan untuk irigasi.

##### Ketersediaan air irigasi

Ketersediaan air adalah potensi debit air yang dapat diakses disuatu wilayah untuk jangka waktu tertentu (Sudiarsa et al., 2015). Ketersediaan air dapat diketahui dengan mencari nilai debit andalan, yaitu nilai debit yang ada dengan memperhitungkan kemungkinan resiko debit minimum yang dibutuhkan tidak terpenuhi. Dalam memenuhi keperluan irigasi, nilai debit andalan ditetapkan sebesar 80%.

##### 1) Debit andalan

Analisis debit andalan dapat dilakukan melalui berbagai metode, tergantung pada jenis serta jumlah data yang tersedia. Jika data debit sungai tersedia dengan durasi minimal 10 tahun, perhitungan debit andalan dapat dilakukan menggunakan metode perankingan, statistik, atau probabilitas probabilitas *Weibull*. Jika tidak tersedia data debit sungai atau jika durasi data tidak mencukupi, maka estimasi nilai debit rerata setengah bulanan dapat dilakukan dengan menggunakan

simulasi hujan-aliran. Model simulasi hujan-aliran antara lain menggunakan metode *F.J. Mock*, *Rain-Run*, *WMS*, *NRECA* dan lain-lain. Berdasarkan 23 artikel yang dikaji, ketersediaan air dihitung menggunakan metode probabilitas *Weibull*, metode *F.J. Mock*, dan metode *NRECA*.

a.) Metode Probabilitas *Weibull*

Metode ini dapat digunakan jika data debit sungai yang tersedia mencakup periode minimal 10 tahun. Tahapan perhitungan menggunakan metode *Weibull* meliputi langkah sebagai berikut:

- Susun data debit sungai dari yang tertinggi ke terendah sesuai dengan periodenya.
- Hitung setiap probabilitas kejadian menggunakan rumus *Weibull* seperti yang tertera pada Persamaan 1.

$$P = \frac{m}{(n + 1)} \times 100\% \tag{1}$$

Dimana *P* adalah probabilitas, *m* sebagai urutan data dan *n* sebagai banyaknya data.

- Debit andalan 80% dapat ditentukan, yakni besaran debit yang memiliki probabilitas 80%. Jika tidak tercantum langsung, maka dapat dibantu dengan melakukan interpolasi pada dua data terdekat.
- Plot debit andalan ke dalam bentuk grafik.

b.) Metode *F.J. Mock*

Perhitungan debit andalan menggunakan metode ini dilakukan dengan menghitung debit bulanan berdasarkan data curah hujan, evapotranspirasi, dan karakteristik hidrologi. Metode ini memerlukan data berupa curah hujan minimal 10 tahun terakhir, data klimatologi, data luas dan karakteristik DAS. Langkah perhitungan debit andalan diawali dengan menghitung evapotranspirasi dan evapotranspirasi terbatas, setelah itu dilakukan analisis *water balance* dan perhitungan aliran dasar serta limpasan langsung (Sutapa, 2012). Keluaran dari perhitungan masih berupa debit andalan bulanan, sehingga perlu dilakukan perhitungan debit andalan 80% dengan metode *Weibull*.

c.) Metode *NRECA*

Model *NRECA* sangat cocok digunakan untuk daerah yang berbentuk cekungan seperti bendungan dan lembah karena sungai masih memiliki aliran selama beberapa hari setelah terjadi hujan (Subrata et al., 2020). Parameter dalam perhitungan metode *NRECA* ini meliputi hujan, evapotranspirasi, dan perubahan tampungan, dimana persamaan limpasan dengan metode ini dapat dilihat pada Persamaan 2.

$$RO = Rb - AE - \Delta S \tag{2}$$

Dengan *RO* adalah limpasan (mm), *Rb* adalah hujan (mm), *AE* adalah evapotranspirasi yang terjadi (mm), dan  $\Delta S$  adalah *delta storage*/perubahan tampungan (mm).

**Kebutuhan air irigasi**

Kebutuhan air irigasi mengacu pada banyaknya air yang harus terpenuhi dalam proses irigasi, yang meliputi kebutuhan air untuk tanaman, evapotranspirasi, serta kehilangan air (Sidharta, 1997). Analisis kebutuhan air irigasi dapat dilakukan secara manual menggunakan Kriteria Perencanaan (KP-01), dengan mempertimbangkan berbagai faktor seperti konsumsi air oleh tanaman, perkolasi dan rembesan, penyiapan lahan, pergantian air, curah hujan efektif, serta efisiensi saluran irigasi.

**1.) Evapotranspirasi (Eto)**

Evapotranspirasi merupakan perpindahan air dari muka tanah menuju atmosfer berupa uap, yang mencakup penguapan langsung dari tanah (evaporasi) serta penguapan yang terjadi melalui tanaman (transpirasi) (Defiana & Hartati, 2024). Nilai evapotranspirasi dapat dihitung menggunakan metode *Penman Modifikasi* dengan memanfaatkan beberapa seperti suhu, kelembapan udara, dan kecepatan angin. Rumus metode *Penman Modifikasi* disajikan dalam bentuk Persamaan 3.

$$ETo = c \times (W \times Rn + (1 - W) \times f(u) \times (ea - ed)) \tag{3}$$

Dengan  $ET_o$  adalah evapotranspirasi (mm/hari),  $c$  adalah variabel koreksi,  $W$  adalah variabel suhu dan elevasi,  $R_n$  adalah radiasi penyinaran matahari (mm/hari),  $f(u)$  adalah faktor kecepatan angin pada elevasi 2 meter,  $ea$  adalah perbedaan antara tekanan uap sebenarnya dengan tekanan uap jenuh (mbar), serta  $ed$  adalah tekanan uap nyata (mbar).

## 2.) Kebutuhan konsumtif tanaman (Etc)

Kebutuhan konsumtif tanaman merupakan jumlah air yang digunakan untuk mendukung pertumbuhan tanaman. Kebutuhan air berbeda-beda untuk setiap jenis tanaman, tergantung pada nilai koefisien tanaman ( $K_c$ ). Kebutuhan air tanaman dihitung menggunakan rumus pada Persamaan 4.

$$ET_c = ET_o \times K_c \quad (4)$$

Dengan  $ET_c$  adalah kebutuhan konsumtif tanaman (mm/hari),  $ET_o$  adalah evapotranspirasi (mm/hari), dan  $K_c$  adalah nilai koefisien tanaman.

## 3.) Perkolasi (P)

Perkolasi merupakan proses mengalirnya air dari permukaan tanah ke lapisan di bawahnya secara gravitasi. Kebutuhan air untuk perkolasi disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Nilai perkolasi berdasarkan tekstur tanah (Defiana & Hartati, 2024)

Tekstur Tanah	Nilai Perkolasi (mm/hari)	
	Padi	Palawija
Berat	1	2
Sedang	2	4
Ringan	5	10

## 4.) Pergantian air (WLR)

Selama masa tanam, pergantian lapisan air (*Water Layer Requirement*) perlu dilakukan sebulan setelah pemindahan bibit serta dalam jangka waktu dua bulan setelah transplantasi dengan masing-masing pergantian air sebesar 50 mm (Sidharta, 1997).

## 5.) Curah hujan efektif (Re)

Curah hujan efektif merupakan jumlah hujan yang dapat dimanfaatkan langsung untuk mencukupi keperluan air irigasi (Ardana et al., 2019). Curah hujan efektif untuk tanaman padi dihitung sebagai 70% dari curah hujan andalan yang memiliki peluang kejadian 80%, sementara untuk tanaman palawija, curah hujan efektifnya sebesar 50% dari curah hujan andalan tersebut. Rumus untuk menghitung curah hujan efektif pada tanaman padi dapat ditemukan pada Persamaan 5, sedangkan rumus untuk tanaman palawija tercantum dalam Persamaan 6.

$$Re_{padi} = 0,7 \times \frac{R_{80}}{15} \quad (5)$$

$$Re_{palawija} = 0,5 \times \frac{R_{80}}{15} \quad (6)$$

Dengan  $Re$  adalah curah hujan efektif (mm/hari), dan  $R_{80}$  adalah debit andalan 80% (mm/hari).

## 6.) Efisiensi saluran irigasi

Efisiensi irigasi merupakan perbandingan antara volume air yang diterima pada bangunan pengambilan dengan jumlah air yang mencapai petak sawah. Air tidak dapat disalurkan secara penuh 100% karena adanya kemungkinan air hilang selama penyaluran akibat eksploitasi, evaporasi dan perkolasi. Adapun besarnya nilai efisiensi tergantung pada jenis saluran yang dilalui selama penyaluran. Standar Tingkat efisiensi saluran irigasi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Standar tingkat efisiensi saluran irigasi (Defiana & Hartati, 2024)

Jenis Saluran	Efisiensi
Primer	90%
Sekunder	90%

### 7.) Kebutuhan air penyiapan lahan (IR)

Kebutuhan air tidak hanya diperlukan pada saat pertumbuhan tanaman, melainkan juga pada saat penyiapan lahan sebelum penanaman. Kebutuhan air penyiapan lahan dapat dianalisis menggunakan metode yang dikembangkan oleh *Van De Goor dan Zylstra* (1968) yang dipengaruhi oleh beberapa parameter seperti evaporasi dan perkolasi, durasi penyiapan lahan, serta kebutuhan air untuk penjemuran. Rumus dalam mencari kebutuhan air dalam penyiapan lahan dapat dilihat pada Persamaan 7, 8, dan 9.

$$IR = M (e^k / e^{k-1}) \quad (7)$$

$$M = E0 + P \quad (8)$$

$$k = (M \cdot T) / S \quad (9)$$

Dengan *IR* adalah kebutuhan air penyiapan lahan (mm/hari), *M* adalah kebutuhan air akibat kehilangan air (mm/hari), *e* merupakan bilangan *Euler* (2,7183), *E0* merupakan Evaporasi (diambil 1,1), *P* merupakan perkolasi (mm/hari), *k* merupakan konstanta, *T* merupakan periode penyiapan lahan (hari) dan *S* merupakan kebutuhan air penjemuran (mm)

### 8.) Kebutuhan air di sawah (NFR)

Kebutuhan air sawah mencakup air yang diperlukan selama masa tanam yang meliputi penyiapan lahan, konsumsi air tanaman, curah hujan, perkolasi, serta pergantian air dengan rumus yang diperoleh pada Persamaan 10, 11 dan 12.

$$NFR_{Penyiapan\ lahan} = IR \quad (10)$$

$$NFR_{Padi} = Re_{Padi} + ETc + P + WLR \quad (11)$$

$$NFR_{Palawija} = Re_{Palawija} + ETc + P \quad (12)$$

Dengan *NFR* adalah kebutuhan bersih air di petak sawah (mm/hari), *IR* merupakan kebutuhan air penyiapan lahan (mm/hari), *Re* merupakan curah hujan efektif (mm/hari), *ETc* merupakan kebutuhan konsumtif tanaman (mm/hari), *P* merupakan perkolasi (mm/hari), dan *WLR* merupakan pergantian air (mm/hari).

### 9.) Kebutuhan pengambilan air (DR)

Kebutuhan air pengambilan dapat didefinisikan sebagai jumlah air yang perlu diambil dari bangunan pengambilan, berdasarkan kebutuhan air sawah (*NFR*), dengan mempertimbangkan efisiensi saluran irigasi. Rumus kebutuhan air pengambilan dapat dilihat pada Persamaan 13.

$$DR = \frac{NFR}{8,64 \times eff} \quad (13)$$

Dengan *DR* adalah kebutuhan pengambilan air (mm/hari), *NFR* adalah kebutuhan bersih air di petak sawah (mm/hari), dan *eff* adalah nilai efisiensi saluran irigasi (%).

### 10.) Software Cropwat Version 8.0

*Software Cropwat* bertujuan untuk mengelola dan merencanakan irigasi berdasarkan metode *Penman Monteith* (Priyonugroho, 2014). Berbeda dengan perhitungan manual yang berpedoman pada Kriteria Perencanaan (KP-01), *Cropwat* berpedoman pada FAO (*Food and Agriculture Organization*) sebagai lembaga yang mengembangkannya. Data yang diperlukan dalam menggunakan metode ini adalah data klimatologi, data curah hujan, data tanaman, data tipe tanah dan ketinggian pemberian air. Keluaran dari *Software Cropwat Version 8.0* berupa grafik dan tabel berisikan nilai evapotranspirasi, curah hujan efektif, koefisien tanaman, kebutuhan air tanaman dan irigasi, total air tersedia serta jumlah air yang digunakan.

### Neraca air (*water balance*)

Neraca air adalah perbandingan antara ketersediaan air dari sumber dengan kebutuhan air, dalam konteks ini adalah kebutuhan air irigasi. Persamaan neraca air dapat dilihat pada Persamaan 14.

$$\text{Neraca Air} = \text{Ketersediaan Air} - \text{Kebutuhan Air} \quad (14)$$

Pada keadaan ketersediaan air sama dengan kebutuhan air, maka didapatkan nilai faktor  $K = 1$ . Nilai faktor  $K > 1$  menandakan adanya kelebihan air (surplus), pembagian dan pemberian air dapat dilakukan sama dengan perencanaan. Jika nilai faktor  $K < 1$ , maka saat itu terjadi kekurangan air (defisit), dimana pemberian dan pembagian air harus dilakukan secara bergilir agar kegiatan bertani dapat tetap berjalan.

### Rangkuman hasil studi literatur

Studi literatur difokuskan pada analisis ketersediaan dan kebutuhan irigasi dengan berorientasi pada metode perhitungan ketersediaan dan kebutuhan air irigasi serta hasil dari analisis neraca air dari masing-masing penelitian. Hasil studi literatur disajikan dalam bentuk tabel yang berisikan informasi nama penulis, tahun diterbitkannya artikel, lokasi penelitian, metode yang dipergunakan dalam perhitungan, data yang digunakan serta hasil yang didapatkan. Rangkuman hasil studi literatur disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3 Rangkuman hasil studi literatur (Hasil analisis, 2024)

(Penuli, Tahun)	Lokasi	Metode yang Digunakan	Data	Hasil Penelitian
(Aditama & Muhlis, 2018)	Kalimantan Selatan	Analisis kebutuhan air irigasi dilakukan dengan menggunakan Metode <i>FAO Penman-Monteith</i> sesuai dengan acuan KP-01, sementara ketersediaan air dianalisis menggunakan metode <i>Mock</i> .	- Data curah hujan - Data perencanaan irigasi - Data klimatologi - Data keadaan saluran irigasi	Hasil dari penelitian ini berupa neraca air yang menunjukkan terjadinya defisit air pada paruh pertama, sehingga awal masa tanam tidak dapat dilakukan pada bulan November.
(Agusri et al., 2022)	Sumatera Selatan	Kebutuhan air irigasi dihitung mengacu pada KP-01, sedangkan metode <i>F.J. Mock</i> dipakai untuk mengevaluasi ketersediaan air.	- Data curah hujan - Data dimensi saluran irigasi - Data klimatologi - Data skema daerah irigasi	Ketersediaan air irigasi selalu mengalami surplus meskipun beberapa saluran irigasi tidak memenuhi syarat efisiensi saluran.
(Apriyanto & Saves, 2019)	Jawa Timur	Kebutuhan air didapatkan dengan melakukan perhitungan berdasarkan KP-01 dimana evapotranspirasi dihitung menggunakan metode <i>Penman</i> . Sedangkan metode <i>F.J. Mock</i> dipakai untuk menentukan ketersediaan air.	- Data eksisting saluran - Data klimatologi - Data curah hujan - Peta daerah irigasi	Berdasarkan perhitungan, diketahui bahwa dari 36 periode tanam, 13 periode diantaranya mengalami defisit air. Ini artinya presentase neraca air adalah 64%.

Tabel 3 (lanjutan) Rangkuman hasil studi literatur (Hasil analisis, 2024)

(Penulis, Tahun)	Lokasi	Metode yang Digunakan	Data	Hasil Penelitian
(Arbi & Rani, 2023)	Bengkulu	Perhitungan kebutuhan air dilakukan berdasarkan KP-01 dengan evapotranspirasi menggunakan metode <i>Penman Modifikasi</i> . Ketersediaan air dihitung dengan menghitung debit andalan menggunakan probabilitas <i>Weibull</i> .	- Data curah hujan - Data debit - Data skema irigasi - Data klimatologi	Surplus terjadi pada setiap periode tanam yang mengartikan presentase neraca air adalah 100%.
(Ardana et al., 2019)	Bali	Kebutuhan air dihitung berdasarkan Kriteria Perencanaan (KP-01) dimana evapotranspirasi dicari menggunakan metode <i>Penman Modifikasi</i> , sementara metode <i>F.J. Mock</i> dipakai untuk menganalisa ketersediaan air.	- Data curah hujan - Data pola tata tanam eksisting	Defisit air terjadi pada beberapa bulan, dengan defisit paling besar terjadi pada bulan September II dan defisit paling kecil pada bulan April II.
(Defiana & Hartati, 2024)	Jawa Barat	Kebutuhan air dihitung berdasarkan Kriteria Perencanaan (KP-01) dimana evapotranspirasi dicari dengan memakai metode <i>Penman Modifikasi</i> , sementara ketersediaan air dianalisa dengan metode <i>F.J. Mock</i> .	- Data hujan - Data daerah irigasi - Data dimensi saluran irigasi - Data klimatologi	Neraca air mengalami surplus yang membuat pola tata tanam optimal berupapad-padi-palawija dapat digunakan dengan awal masa tanam pada Maret I.
(Dewi et al., 2021)	Bali	Kebutuhan air dihitung berdasarkan Kriteria Perencanaan (KP-01) dimana nilai evapotranspirasi dicari dengan memakai metode <i>Penman Modifikasi</i> dan ketersediaan air ditentukan dengan menghitung debit andalan melalui metode <i>Weibull</i> .	- Data klimatologi - Data daerah irigasi eksisting - Peta situasi - Data debit bendung - Data pola tata tanam	Defisit berpotensi terjadi jika pembagian air dilakukan serentak dan bersamaan. Jika dilakukan pembagian air secara bergilir, maka ketersediaan air menjadi surplus.
(Ayu et al., 2020)	Gorontalo	Kebutuhan air dihitung dengan KP-01 dengan	- Data hujan - Data klimatologi	Walaupun masa tanam telah diubah, debit sungai masih

(Doipuloh et al., 2019)	Jawa Barat	<p>evapotranspirasi menggunakan metode <i>Penman Monteith</i>. Ketersediaan air dihitung dengan melakukan analisis NRECA.</p> <p>Kebutuhan air dihitung dengan KP-01 dengan evapotranspirasi dicari menggunakan metode <i>Penman Modifikasi</i>. Metode <i>F.J. Mock</i> dipakai dalam menghitung ketersediaan air irigasi.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Data topografi</li> <li>- Data debit air</li> <li>- Data pengambilan air</li> <li>- Data klimatologi</li> <li>- Data curah hujan</li> <li>- Data debit air terukur</li> <li>- Data skema irigasi</li> </ul>	<p>belum mencukupi kebutuhan air lahan irigasi fungsional.</p> <p>Berdasarkan analisis, neraca air tetap mengalami surplus meskipun menggunakan pola tata tanam padi-padi-padi.</p>
-------------------------	------------	---	--	---

Tabel 3 (lanjutan) Rangkuman hasil studi literatur (Hasil analisis, 2024)

(Penulis, Tahun)	Lokasi	Metode yang Digunakan	Data	Hasil Penelitian
(Dwiwana et al., 2019)	Kalimantan Barat	Kebutuhan air dihitung dengan KP-01, evapotranspirasi dicari menggunakan metode <i>Penman Modifikasi</i> . Metode <i>F.J. Mock</i> dipakai dalam menghitung ketersediaan air irigasi.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Data curah hujan</li> <li>- Data saluran</li> <li>- Data kecepatan aliran</li> <li>- Data klimatologi</li> <li>- Peta topografi</li> <li>- Data skema irigasi</li> </ul>	Dengan menggunakan pola tata tanam padi-padi, terdapat beberapa periode yang mengalami defisit.
(Fatahillah et al., 2023)	Aceh	Analisis kebutuhan air irigasi dilakukan dengan bantuan <i>Software Cropwat Version 8.0</i> , sementara ketersediaan air dihitung dengan metode <i>F.J. Mock</i> .	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Data curah hujan</li> <li>- Peta daerah aliran sungai</li> <li>- Data klimatologi</li> <li>- Peta daerah irigasi</li> </ul>	Neraca air menunjukkan kondisi daerah irigasi selalu mengalami surplus dengan nilai tertinggi terjadi pada bulan Mei dan Oktober.
(Firdaus et al., 2023)	Sulawesi Selatan	Perhitungan kebutuhan air irigasi dilakukan dengan dua cara, yakni metode KP-01 serta bantuan <i>Software Cropwat Version 8.0</i> . Metode <i>F.J. Mock</i> dipakai dalam menghitung ketersediaan air irigasi.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Data hujan</li> <li>- Data klimatologi</li> <li>- Data debit pos duga air</li> </ul>	Terdapat perbedaan waktu terjadinya surplus maupun defisit antara penggunaan <i>Software Cropwat Version 8.0</i> dengan menggunakan metode KP-01.
(Haydir et al., 2021)	Sulawesi Tenggara	Kebutuhan air dihitung dengan KP-01, evapotranspirasi dicari	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Data klimatologi</li> </ul>	Ketersediaan air irigasi paling rendah terjadi pada bulan Desember,

		menggunakan metode <i>Penman Modifikasi</i> . Ketersediaan air dihitung dengan menggunakan metode <i>Weibull</i> .	- Data curah hujan - Peta topografi - Data skema irigasi - Data debit sungai	sementara yang tertinggi terjadi pada bulan Juni.
(Kawet et al., 2024)	Sulawesi Utara	Kebutuhan air dihitung dengan KP-01 dengan evapotranspirasi menggunakan metode <i>Penman Modifikasi</i> . Ketersediaan air dihitung dengan melakukan analisis NRECA.	- Data hujan - Observasi lapangan - Data klimatologi - Data luas daerah irigasi - Data debit - Data luas DAS	Ketersediaan air irigasi masih mampu terpenuhi kecuali pada beberapa bulan yang kebutuhan air irigasi belum dapat terpenuhi karena defisit.
(Nolan et al., 2022)	Sulawesi Selatan	Kebutuhan air irigasi dihitung berdasarkan KP-03 dengan pola tanam padi-padi-palawija. Ketersediaan air duhitung dengan metode <i>F.J. Mock</i> , sementara debit andalan dihitung dengan metode <i>Weibull</i> .	- Data klimatologi - Data curah hujan - Peta topografi	Terjadi defisit pada beberapa paruh bulan sehingga tidak dapat mengairi keseluruhan areal lahan. Sedangkan pada paruh selanjutnya terjadi nilai neraca air surplus.

Tabel 3 (lanjutan) Rangkuman hasil studi literatur (Hasil analisis, 2024)

(Penulis, Tahun)	Lokasi	Metode yang Digunakan	Data	Hasil Penelitian
(Pamungkas et al., 2022)	Bali	Kebutuhan air dihitung menggunakan KP-01 dengan evapotranspirasi yang diperoleh melalui metode <i>Penman Modifikasi</i> , sementara ketersediaan air dihitung dengan menganalisis debit andalan memakai metode <i>Weibull</i> .	- Data hujan - Data klimatologi - Data pola tanam Data luas DI - Data luas DAS	Neraca air di wilayah irigasi menunjukkan surplus sepanjang tahun, dimana pada Januari I, Februari I, Februari II, Juni II, dan Oktober II merupakan puncak surplus.
(Pangemanan et al., 2023)	Sulawesi Utara	Kebutuhan air dihitung dengan KP-01 dengan evapotranspirasi dicari menggunakan metode <i>Penman Modifikasi</i> . Ketersediaan air dihitung dengan melakukan analisis NRECA.	- Data hujan - Observasi lapangan - Data klimatologi - Data luas DAS - Data debit - Data luas DI -	Ketersediaan air irigasi di wilayah daerah irigasi masih mampu terpenuhi kecuali pada beberapa bulan yang kebutuhan air irigasi belum dapat terpenuhi karena defisit.

(Permana & Ramadhan, 2022)	Jawa Barat	Kebutuhan air irigasi didapatkan dengan memakai metode KP-01 serta <i>Software Cropwat Version 8.0</i> . Sementara itu, ketersediaan air ditentukan dengan menghitung debit andalan melalui metode <i>F.J. Mock</i> dan metode <i>Weibull</i> .	- Data klimatologi - Data pola tata tanam - Data luas DI - Data curah hujan - Data luas DAS -	Surplus terjadi dari bulan Januari I – Juni I, tetapi pada bulan berikutnya terjadi defisit air sehingga perlu dilakukan pembagian air secara bergilir.
(Rais et al., 2021)	Nusa Tenggara Barat	Kebutuhan air dihitung dengan KP-01. Ketersediaan air dicari dengan menganalisis data hujan dan luas DAS dengan metode <i>Mock</i> .	- Data curah hujan - Data luas DAS - Data klimatologi - Data pola tata tanam	Tingkat neraca air yang terjadi di daerah irigasi adalah defisit, sehingga perlu dilakukan sistem gilir air.
(Sari & Prima, 2023)	Jawa Barat	Perhitungan kebutuhan air irigasi dilakukan dengan dua cara, yakni metode KP-01 serta bantuan <i>Software Cropwat Version 8.0</i> . Sedangkan ketersediaan air dihitung dengan menghitung debit andalan 80% sungai .	- Data klimatologi - Data luas daerah irigasi - Data curah hujan - Data pola tata tanam - Data luas DAS - Data debit sungai terukur	Garis faktor k yang dihasilkan menggunakan <i>Software Cropwat Version 8.0</i> lebih stabil dibandingkan dengan metode KP-01, hal ini menunjukkan bahwa ketersediaan air mengalami tercukupi untuk irigasi.
(Susilowati et al., 2019)	Banten	Kebutuhan air dihitung dengan KP-01, dengan nilai evapotranspirasi yang diperoleh dari metode <i>Penman-Monteith</i> . Sementara itu, ketersediaan air dihitung dengan metode <i>Weibull</i> untuk menentukan debit andalan.	- Data klimatologi - Data curah hujan - Data debit terukur - Data skema irigasi - Data pola tata tanam	Berdasarkan perhitungan, ketersediaan air mengalami defisit pada bulan Mei II, Juni II, Juli sampai dengan November.

Tabel 3 (lanjutan) Rangkuman hasil studi literatur (Hasil analisis, 2024)

(Penulis, Tahun)	Lokasi	Metode yang Digunakan	Data	Hasil Penelitian
(Turangan et al., 2024)	Sulawesi Utara	Kebutuhan air dihitung menggunakan KP-01, dengan evapotranspirasi yang ditentukan melalui metode <i>Penman-Monteith</i> . Sedangkan metode NRECA	- Data curah hujan - Data klimatologi - Data debit air terukur	Ketersediaan air di bendungan belum memadai untuk memenuhi kebutuhan air, dengan 15 dari 24

		digunakan dalam analisis ketersediaan air irigasi.	- Data pengambilan air - Data topografi	periode mengalami defisit.
(Ayu Garindra Wulansari et al., 2023)	Jawa Tengah	Kebutuhan air dihitung dengan KP-01, sementara evapotranspirasi ditentukan menggunakan metode <i>Penman Modifikasi</i> . Ketersediaan air diperoleh melalui analisis probabilitas <i>Weibull</i> .	- Data pola tata tanam - Data klimatologi - Data curah hujan	Berdasarkan analisis diketahui ketersediaan air mengalami surplus sepanjang tahun dengan rata-rata surplus sebesar 1,99.

Berdasarkan studi literatur, didapati bahwa metode yang dipakai dalam menganalisis ketersediaan dan kebutuhan air irigasi berbeda-beda. Metode yang digunakan dalam menghitung ketersediaan air irigasi tergantung pada ketersediaan data dan karakteristik lokasi penelitian. Dari 23 artikel terpilih, perhitungan ketersediaan air irigasi menggunakan 3 jenis metode yaitu metode perangkaan probabilitas *Weibull* sebanyak 8 artikel, metode *F.J. Mock* sebanyak 11 artikel dan metode NRECA sebanyak 4 artikel. Metode probabilitas *Weibull* digunakan jika data yang tersedia berupa data debit sungai. Sedangkan metode *F.J. Mock* dan NRECA memiliki kebutuhan data yang sama, yaitu data curah hujan. Perbedaan antara kedua metode ini adalah lokasi dari penelitian, dimana metode NRECA lebih efektif digunakan pada daerah yang berbentuk cekungan seperti daerah bendungan. Pernyataan ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh (Apriyanto & Saves, 2019), (Pangemanan et al., 2023) dan (Turangan et al., 2024).

Perhitungan kebutuhan air irigasi memerlukan data yang sama, pemilihan metode hanya tergantung pada kemudahan serta kemampuan peneliti dalam mengolah data. Dalam artikel yang ditinjau, kebutuhan air irigasi dihitung hanya menggunakan 2 metode, yaitu *Penman Modifikasi* berdasarkan KP-01 sebanyak 18 artikel dan menggunakan bantuan *Software Cropwat* sebanyak 3 artikel. Selain itu, ada juga 2 artikel yang menggunakan kedua metode tersebut sehingga dapat dibandingkan. Berdasarkan hasil perbandingan diketahui bahwa penggunaan *Software Cropwat* menghasilkan nilai kebutuhan air irigasi yang lebih sedikit dibandingkan dengan metode KP-01. Perbedaan nilai kebutuhan air irigasi diindikasikan karena ada perbedaan rujukan antara *Software Cropwat* dengan KP-01.

## 5. KESIMPULAN

Hasil dari studi literatur didapatkan kesimpulan bahwa pemenuhan dan pengaturan air irigasi mencakup aspek ketersediaan dan kebutuhan air irigasi, dimana aspek tersebut dipengaruhi oleh sejumlah faktor dan parameter yang diantaranya adalah debit sungai, curah hujan, evapotranspirasi, perkolasi dan pola tata tanam. Analisis ketersediaan dan kebutuhan irigasi dapat dilakukan dengan beberapa metode, tergantung pada lokasi penelitian dan data yang tersedia. Perhitungan neraca air penting dilakukan untuk merencanakan irigasi yang baik, terutama dalam pemberian dan pembagian air serta pemilihan pola tata tanam yang dimungkinkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aditama, R. H., & Muhlis, A. (2018). Analisa Kebutuhan Dan Ketersediaan Air Untuk Daerah Irigasi Pitap. *Jurnal Gradasi Teknik Sipil*, 3(2), 12–26.
- Agusri, E., Martini, S., & Aprilyansah, A. (2022). Analisa Ketersediaan Air Irigasi Dalam Memenuhi Kebutuhan Air Persawahan Desa Sumberjo Kabupaten Pali. *Jurnal Deformasi*, 7(2), 161. <https://doi.org/10.31851/deformasi.v7i2.9385>
- Akoko, G., Kato, T., & Tu, L. H. (2020). Evaluation of irrigation water resources availability and climate change impacts-a case study of Mwea irrigation scheme, Kenya. *Water (Switzerland)*,

- 12(9). <https://doi.org/10.3390/W12092330>
- Apriyanto, F., & Saves, F. (2019). Analisis Kebutuhan Air Irigasi Dan Neraca Air pada Bendung Rejosari Kab. Jombang. *Jurnal Taguchi: Jurnal Ilmiah Teknik Dan Manajemen Industri*, 815–838.
- Arbi, Y., & Rani, T. M. (2023). Analisis Kebutuhan Air Irigasi pada Daerah Irigasi Ketahun Kabupaten Lebong Provinsi Bengkulu. 10(1), 746–752. <https://doi.org/https://doi.org/10.24036/cived.v10i2.121336>
- Ardana, P. D. H., Sudika, I., & Suardika, I. N. (2019). Analisis kebutuhan air irigasi di daerah irigasi (DI) Tengkulak Mawang pada daerah aliran sungai (DAS.) Petanu di Kabupaten Gianyar. *Jurnal Teknik Gradien*, 11(2), 65–79.
- Ayu Garindra Wulansari, S., Isnugroho, & Putra Jaya, R. (2023). Analisis Neraca Air Daerah Irigasi Kedung Putri. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil 2023*, 399–405.
- Ayu, S., Djokja, F., Sumarauw, J. S. F., & Hendratta, L. A. (2020). Analisis Neraca Air Sungai Biyongadi Titik Bendung Huludupitango Kabupaten Gorontalo. *Jurnal Sipil Statik*, 8(4), 555–564.
- Azizi, M. A., & Sutopo, Y. (2022). Water Needs Using Padi-Padi-Palawija Plants in Irrigation Area (DI) Sidopangus Regency, Semarang, Indonesia. *Proceedings of the 6th International Conference on Science, Education and Technology (ISET 2020)*, 574(Iset 2020), 721–725. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.211125.137>
- Defiana, Y., & Hartati, G. (2024). Neraca Ketersediaan dan Kebutuhan Air Dearah Irigasi Lakkok Utara untuk Mendukung Kedaulatan Pangan. 1(1), 59–73.
- Dewi, N. K. S., Suryatmaja, I. B., & Kurniari, K. (2021). Analisis Neraca Air Daerah Irigasi Tinjak Menjangan Pada Daerah Aliran Sungai (DAS)Tukad Sungai di Kabupaten Tabanan. *Jurnal Ilmiah Teknis UNMAS*, 1(2), 15–23.
- Doipuloh, I., Nurdianto, & Winasis, A. (2019). Analisis Ketersediaan Air Bendung Rengrang di Sungai Ciples untuk Kebutuhan Irigasi di Daerah Irigasi Rengrang Kabupaten Sumedang. *Jurnal Konstruksi*, 7(3), 674–685. <http://jurnal.ugj.ac.id/index.php/Konstruksi/article/view/3773>
- Dwiwana, Nurhayati, L., & Umar. (2019). Analisa Ketersediaan Dan Kebutuhan Air Irigasi Di Daerah Irigasi Terdu. *Jurnal Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Tanjungpura*, 6(1), 215–223.
- Eryani, I. G. A. P., & Jayantari, M. W. (2024). Water conflict analysis in the Balangan Irrigation Area : causes , impacts , and management strategies Water conflict analysis in the Balangan Irrigation Area : causes , impacts , and management strategies. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 1311*. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1311/1/012036>
- Fatahillah, A., Meliyana, Syahputra, I., Amin, A., & Rahmawati, C. (2023). Analisis Ketersediaan Air Irigasi dan Kebutuhan Air Irigasi Menggunakan Software Cropwat Version 8.0. *Jurnal Teknik Sipil Unaya*, 9(1), 30–37.
- Firdaus, Wahidah, M., Indriyanti, Yunus Ali, M., & Latif, F. (2023). Analysis of Irrigation Water Needs in Irrigation Area Bayang-Bayang of Bulukumba District (Cropwat 8.0). 09(02), 63–73. <http://doi.org/xxxWebsite:https://ejournal.um-sorong.ac.id/index.php/rancangbangun>
- Haydir, Ega, A. A., Saputra, I., Syarif, A., & Hasddin. (2021). Ketersediaan dan Kebutuhan Air Daerah Irigasi Ameroro Kabupaten Konawe. *SANG PENCERAH Jurnal Ilmiah Universitas Muhammadiyah Buton*, 2, 465–475. [https://id.wikipedia.org/wiki/Sang\\_Pencerah#/media/Berkas:Sang\\_Pencerah.jpg](https://id.wikipedia.org/wiki/Sang_Pencerah#/media/Berkas:Sang_Pencerah.jpg)
- Kawet, J. R., Sumarauw, J. S. F., & Mananoma, T. (2024). Analisis Neraca Air Sungai Moayat Ranowanko di Titik Bendung Ranowanko 2 Kelurahan Kayawu Kota Tomohon. *Tekno*, 22(87). <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/tekno/article/view/15751>
- Li, F., Yigitcanlar, T., Nepal, M., Thanh, K. N., & Dur, F. (2022). Understanding Urban Heat Vulnerability Assessment Methods: A PRISMA Review. *Energies*,.
- Nolan, D. I., Tanje, H. W., & Tanan, B. (2022). Analisis Kebutuhan Air Daerah Irigasi Malunda Kabupaten Majene. *Paulus Civil Engineering Journal*, 4(4), 679–686. <https://doi.org/10.52722/pcej.v4i4.556>
- Pamungkas, T. H., Ardana, P. D. H., Soriarta, K., & Suardika, I. W. (2022). Analisis Kebutuhan Air Irigasi Untuk Daerah Irigasi Auman Bodog Di Kecamatan Selat Dan Kecamatan Sidemen

- Kabupaten Karangasem. *JUTEKS: Jurnal Teknik Sipil*, 7(2), 94–101. <https://doi.org/10.32511/juteks.v7i2.858>
- Pangemanan, Z. I. G., Sumaraue, J. S. F., & Mananoma, T. (2023). Analisis Neraca Air Sungai Ranowanko di Titik Bendung Ranowanko 1 Kelurahan Woloan Satu Utara Kota Tomohon. *Tekno*, 22(87). <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/tekno/article/view/15751>
- Peričić, T. P., & Tanveer, S. (2019). *Why Systematic Reviews Matter*. <https://www.elsevier.com/connect/why-systematic-reviews-matter>
- Permana, S., & Ramadhan, D. P. (2022). Analisis Kebutuhan dan Ketersediaan Air Irigasi Daerah Irigasi Citameng II Kabupaten Garut. *Jurnal Konstruksi*, 20(1), 103–114. <https://doi.org/10.33364/konstruksi/v.20-1.1020>
- Priyonugroho, 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.
- Rais, F., Pratama, I. A., & Dewi, N. P. E. L. (2021). Analisis Kebutuhan Dan Keseimbangan Air Irigasi Daerah Irigasi Bisok Bokah Di Kabupaten Lombok Tengah. *Jurnal Ilmiah Sangkareang Mataram*, 8(2), 1–5.
- Sallata, M. (2015). Konservasi dan Pengelolaan Sumber Daya Air Berdasarkan Keberadaannya Sebagai Sumber Daya Alam. *Info Teknis E-BONI*, 12(1), 75–86.
- Sari, N. K., & Prima, G. R. (2023). Evaluasi Kebutuhan Dan Ketersediaan Air Irigasi Dalam Rangka Peningkatan Hasil Pertanian (Studi Kasus Daerah Irigasi Cikunten II). *Menara : Jurnal Teknik Sipil*, 18(1), 49–58.
- Sidharta, S. (1997). *Irigasi dan Bangunan Air* (Gunadharma (ed.)).
- Subrata, I. B., Hartana, & Setiawan, E. (2020). Analisis Ketersediaan Air Menggunakan Model Rain Run NRECA dan Tanki di DAS Babak. *Jurnal Teknik Pengairan*, 11(2), 73–82. <https://doi.org/10.21776/ub.pengairan.2020.011.02.01>
- Sudiarsa, Doddy Heka A., P., & Soriarta, K. (2015). Evaluasi Kinerja Jaringan Irigasi Di Gadungan Lambuk di Kabupaten Tabanan Untuk Meningkatkan Efektivitas dan Efisiensi Pengelolaan Air Irigasi. *AKSES: Jurnal Universitas Ngurah Rai*, 7(1), 20–33. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.15754.21443>
- Susilowati, S., Dwi, R. K., & Rizky, M. S. (2019). Analisis Neraca Air Irigasi Untuk Mendapatkan Pola Tanam Optimal di Daerah Irigasi Ciliman. *Prosiding Semnas Pertanian, Di*, 401–411.
- Sutapa, I. (2012). Studi Potensi Pengembangan Sumber Daya Air di Kota Ampana Sulawesi Tengah. *Jurnal Smartek*, 7(1), 13–23.
- Turangan, R. t, Mananoma, T., & Sumarauw, J. S. F. (2024). *Analisa Neraca Air di Titik Bendung Tempang Daerah Irigasi Panas Hulu Kabupaten Minahasa*. 11(3), 1113–1128.