

**EVALUASI SKEMATIK ALOKASI AIR
PADA DAERAH ALIRAN SUNGAI WAY SEKAMPUNG
STUDI KASUS : BENDUNGAN BATUTEGI KABUPATEN TANGGAMUS**

Tesis

Oleh

**PHOHAN
NPM 2425011006**



**MAGISTER TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2026**

**EVALUASI SKEMATIK ALOKASI AIR
PADA DAERAH ALIRAN SUNGAI WAY SEKAMPUNG
STUDI KASUS : BENDUNGAN BATUTEGI KABUPATEN TANGGAMUS**

Oleh

PHOHAN

TESIS

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
MAGISTER TEKNIK SIPIL**

Pada

**Program Studi Teknik Sipil
Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2026**

ABSTRAK

EVALUASI SKEMATIK ALOKASI AIR PADA DAERAH ALIRAN SUNGAI WAY SEKAMPUNG STUDI KASUS : BENDUNGAN BATUTEGI KABUPATEN TANGGAMUS

Oleh

Phohan

Bendungan Batutege merupakan infrastruktur strategis di Provinsi Lampung yang berperan dalam penyediaan air irigasi, air baku, dan pemeliharaan aliran sungai. Penelitian ini menganalisis ketersediaan air (debit andalan), kebutuhan air, serta neraca air dan Rencana Alokasi Air Tahunan (RAAT) pada sistem Bendungan Batutege–Bendung Argoguruh.

Metode penelitian menggunakan analisis kuantitatif deskriptif dengan menggunakan data debit tercatat periode 2014–2023, analisis kebutuhan air irigasi DI Sekampung seluas ±55.373 ha, kebutuhan air baku PERUMDAM, serta aliran pemeliharaan bendungan. Neraca air dan RAAT disusun berdasarkan prioritas penggunaan air pada tiga skenario kondisi hidrologi, yaitu tahun kering (keandalan 66,67%), tahun normal (50%), dan tahun basah (33,33%).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketersediaan air maksimum mencapai 81,31 m³/s pada kondisi basah, sedangkan pada kondisi kering ketersediaan air menurun hingga di bawah 10 m³/s pada puncak musim kemarau. Kebutuhan air didominasi oleh irigasi dengan kebutuhan maksimum sebesar ±76,35 m³/s pada periode Februari–Maret dan minimum 0,00 m³/s pada September, sementara kebutuhan air baku relatif konstan, yaitu PERUMDAM Pringsewu 0,10 m³/s, UPT PAM Metro 0,05 m³/s, PERUMDAM Kota Bandar Lampung 0,72–0,75 m³/s, dan Perumda Air Minum Pesawaran 0,03 m³/s. Analisis neraca air menunjukkan surplus maksimum sebesar +3,94 m³/s pada kondisi basah dan defisit maksimum sebesar –2,91 m³/s pada kondisi kering. RAAT yang disusun dengan pendekatan prioritas berjenjang dinilai mampu mendukung pengelolaan air yang adaptif dan berkelanjutan.

Kata kunci: Bendungan Batutege; Debit Andalan; Neraca Air; Rencana Alokasi Air Tahunan; Daerah Irigasi

ABSTRACT

SCHEMATIC EVALUATION OF WATER ALLOCATION IN THE WAYSEKAMPUNG RIVER BASIN CASE STUDY: BATUTEGI DAM, TANGGAMUS REGENCY

By

Phohan

Batutege Dam is a key water infrastructure in Lampung Province that supports irrigation supply, raw water provision, and the maintenance of river flows. This study examines water availability (dependable flow), water demand, and the resulting water balance, as well as the Annual Water Allocation Plan (RAAT) for the Batutege Dam–Argoguruh Weir system.

The study applies a quantitative descriptive approach using observed discharge records from 2014 to 2023, irrigation water demand for the Sekampung Irrigation Scheme covering approximately 55,373 ha, raw water demand from regional water supply companies (PERUMDAM), and environmental flow requirements. The water balance and RAAT are developed according to sectoral water use priorities under three hydrological scenarios: dry year conditions (66.67% reliability), normal year conditions (50%), and wet year conditions (33.33%).

The findings show that water availability reaches a maximum of 81.31 m³/s during wet conditions, while during dry conditions it declines to less than 10 m³/s at the peak of the dry season. Irrigation constitutes the largest share of water demand, with a maximum requirement of approximately 76.35 m³/s in February–March and no irrigation demand in September. In contrast, raw water demand remains relatively stable, amounting to 0.10 m³/s for PERUMDAM Pringsewu, 0.05 m³/s for UPT PAM Metro, 0.72–0.75 m³/s for PERUMDAM Bandar Lampung City, and 0.03 m³/s for Perumda Air Minum Pesawaran. Water balance analysis indicates a maximum surplus of +3.94 m³/s under wet conditions and a maximum deficit of –2.91 m³/s under dry conditions. The RAAT developed using a tiered priority framework is considered effective in supporting adaptive and sustainable water resources management

Keywords: *Batutege Dam; Dependable Discharge; Water Balance; Annual Water Allocation Plan; Irrigation Area*

Judul Tesis

: EVALUASI SKEMATIK ALOKASI AIR PADA
DAERAH ALIRAN SUNGAI WAY SEKAMPUNG
STUDI KASUS : BENDUNGAN BATUTEGI
KABUPATEN TANGGAMUS

Nama Mahasiswa

: Phohan

Nomor Pokok Mahasiswa

: 2425011006

Program Studi

: Magister Teknik Sipil

Fakultas

: Teknik



I. Komisi Pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II

Ahmad Zakaria

Yuda Romdania

Ir. Ahmad Zakaria, M.T., Ph.D.
NIP. 196705141993031002

Dr. Yuda Romdania, S.T., M.T.
NIP. 197011072000032001

2. Ketua Program Studi Teknik Sipil

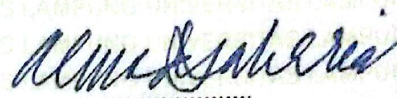
Rahayu Sulistiyorini

Dr. Rahayu Sulistiyorini, S.T., M.T.
NIP. 197410042000032002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **Ir. Ahmad Zakaria, M.T., Ph.D.**



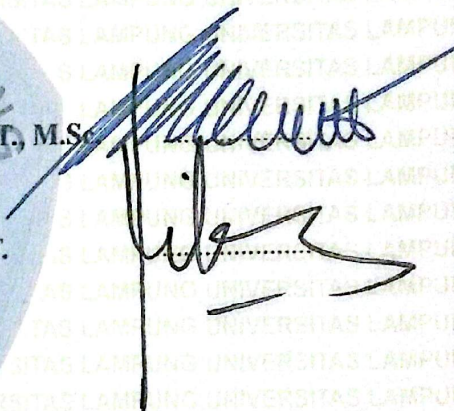
Sekretaris : **Dr. Yuda Romdania, S.T., M.T.**



Penguji

Bukan Pembimbing : **Dr. Ir. Endro Prasetyo Wahono, S.T., M.Sc**

Dr. Ofik Taufik Purwadi, S.T., M.T.



2. Dekan Fakultas Teknik

Prof. Dr. Ahmad Herison, S.T., M.T.

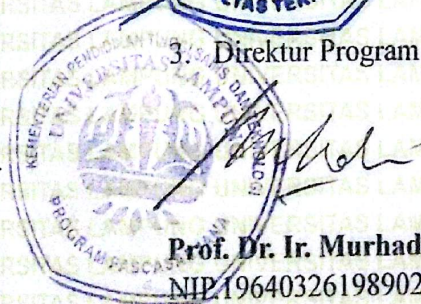
NIP.1969103020000031001



3. Direktur Program Pasca Sarjana

Prof. Dr. Ir. Murhadi, M.Si.

NIP.196403261989021001



Tanggal Lulus Ujian Tesis : **05 Mei 2026**

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Phohan
NPM : 2425011006
Program Studi : Magister Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
Judul Penelitian : Evaluasi Skematik Alokasi Air pada Daerah Aliran Sungai Way Sekampung
Studi Kasus : Bendungan Batutegi Kabupaten Tanggamus

Dengan ini menyatakan bahwa penelitian yang saya lakukan dan laporan yang saya tulis adalah murni hasil karya saya sendiri, bukan hasil penjiplakan atau karya pihak lain, baik sebagian maupun seluruhnya. Segala sumber data, informasi, dan kutipan yang digunakan dalam penelitian ini telah dicantumkan secara jelas sesuai dengan kaidah penulisan ilmiah yang berlaku.

Apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap pernyataan ini, baik sebagian maupun seluruhnya, saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Universitas Lampung.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan penuh tanggung jawab untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Bandar Lampung, 11 Mei 2026

Yang membuat pernyataan



Phohan

RIWAYAT HIDUP



Penulis lahir di Kota Palembang, Provinsi Sumatera Selatan, pada tanggal 19 Agustus 1989 sebagai anak pertama dari empat bersaudara, putra dari Bapak Sughandi dan Ibu Popong Sadiyah. Pendidikan dasar ditempuh di SDN 1 Penengahan Bandar Lampung dan lulus pada tahun 2001, kemudian melanjutkan ke SMPN 5 Bandar Lampung dan lulus pada tahun 2004. Pendidikan menengah atas ditempuh di SMAN 12 Bandar Lampung dan lulus pada tahun 2007. Kemudian melanjutkan pendidikan jenjang sarjana pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung Tahun 2007 dan lulus pada bulan Agustus tahun 2012.

Pada tahun 2024, penulis melanjutkan pendidikan dan diterima sebagai mahasiswa Program Studi Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Lampung. Selama masa perkuliahan, penulis aktif dalam berbagai kegiatan publikasi karya ilmiah salah satunya adalah publikasi karya ilmiah terindeks SINTA 5, SINTA 3, dan buku berjudul “Manajemen Terpadu Mangrove Dan Rekayasa Pesisir”. Penulis menyelesaikan pendidikan Program Studi Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Lampung Pada Tahun 2026.

PERSEMBAHAN

Dengan tulus dari hati yang paling dalam, karya ini penulis persembahkan kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, Bapak Sughandi dan Ibu Popong Sadiyah, sosok luar biasa yang dengan penuh kasih telah membesarkan dan mendidik penulis hingga menjadi pribadi yang tegar dan berpendirian. Doa dan pengorbanan kalian adalah fondasi terkuat dalam setiap keberhasilan yang penulis raih. Walau Mama dan Papa hanya menempuh pendidikan hingga Diploma 3 dan sekolah dasar serta berasal dari keluarga sederhana, berkat doa dan kerja keras kalian, penulis kini dapat membuktikan diri sebagai Magister Teknik dalam keluarga kita.
2. Saudara-saudaraku tercinta, terima kasih atas doa, semangat, dan nasihat yang tiada henti menguatkan langkah ini. Kemudian teman-teman seperjuangan, terima kasih telah menjadi bagian dari perjalanan luar biasa ini. Setiap canda, lelah, dan perjuangan bersama akan selalu menjadi kenangan yang tak tergantikan.
3. Dengan penuh cinta dan rasa syukur, penulis mempersembahkan karya ini kepada istri tercinta Dian Pratiwi dan anak-anakku, yang telah menjadi sumber semangat, inspirasi, serta ketenangan hati di setiap langkah perjuangan. Terima kasih atas doa, dukungan, dan kesabaran yang tak ternilai. Semoga Allah meridhai perjalanan cinta dan kehidupan kita ke depan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas limpahan rahmat, taufik, serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis berjudul “Evaluasi Skematik Alokasi Air pada Daerah Aliran Sungai Way Sekampung Studi Kasus: Bendungan Batutegi Kabupaten Tanggamus.”

Tesis ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Teknik pada Program Studi Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung. Dalam proses penyusunan dan penulisan, penulis memperoleh dukungan, bimbingan, serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan penuh rasa hormat dan tulus, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ahmad Herison, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Lampung, yang selalu memberikan dukungan dan semangat mengejar cita-cita.
2. Ibu Dr. Rahayu Sulistiyorini, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung, yang selalu memberikan dukungan dan semangat mengejar cita-cita.
3. Bapak Ir. Ahmad Zakaria, M.T., Ph.D. selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi dalam penyusunan penelitian ini.
4. Ibu Dr. Yuda Romdania, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing II yang dengan sabar memberikan masukan, koreksi, dan bantuan hingga terselesaikannya tesis ini.
5. Bapak Dr. Ir. Endro Prasetyo Wahono, S.T., M.Sc. selaku dosen penguji I yang telah memberikan masukan, kritik dan saran yang membangun dalam penelitian ini.

6. Bapak Dr. Ir. Ofik Taufik Purwadi, S.T., M.T. selaku dosen penguji II yang tak henti-hentinya mengingatkan, memberi saran, dan koreksi dalam penulisan penelitian ini.

Penulis juga menyampaikan rasa terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu, baik secara langsung maupun tidak langsung, dalam penyusunan tesis ini. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa karya ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi penyempurnaan karya di masa mendatang. Semoga tesis ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca, khususnya bagi masyarakat, mahasiswa, dan pihak akademisi Universitas Lampung.

Bandar Lampung, 11 Mei 2026.



Phohan

DAFTAR ISI

	Halaman
JUDUL	i
ABSTRAK	iii
HALAMAN PERSETUJUAN TESIS	v
HALAMAN PENGESAHAN TESIS	vii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN	viii
RIWAYAT HIDUP	viii
PERSEMBAHAN	ix
UCAPAN TERIMAKASIH	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Batasan Masalah	5
1.5 Manfaat Penelitian	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 <i>State of The Art</i>	7
2.2 Pengelolaan Sumber Daya Air Bendungan	10
2.3 Analisa Curah Hujan	12
2.4 Alih Ragam Debt Andalan	15
2.5 Pengelolaan dan Alokasi Air untuk Irigasi	17
2.6 Pengelolaan Air untuk Air Baku dan PERUMDAM (Perusahaan Daerah Air Minum)	19
2.7 Evaluasi Skematik Rencana Alokasi Air Tahunan (RAAT) Bendungan	22
III. METODE PENELITIAN	23
3.1 Lokasi Penelitian	23
3.2 Waktu Penelitian	25
3.3 Pengumpulan Data	25

3.4	Metode Pengumpulan Data dan Analisis Data	26
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1.	Debit Ketersediaan Air	30
4.2.	Debit Kebutuhan Air (Bendungan Batuteги-Bendung Argoguruh)	32
4.3.	Rencana Alokasi Air Tahunan DI Way Sekampung Bendungan Batuteги-Bendung Argoguruh	42
4.4.	Skema Alokasi Air Tahunan DI Sekampung (Bendungan Batuteги -Bendung Argoguruh)	52
4.5.	Luasan Irigasi Optimal dan Pola Tanam Optimal pada DI Sekampung (Bendungan Batuteги -Bendung Argoguruh)	71
V.	KESIMPULAN DAN SARAN	84
5.1	Kesimpulan	84
5.2	Saran	85
	DAFTAR PUSTAKA	87

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Data Masukan Penelitian	26
2. Outflow rencana untuk 3 skenario (skenario basah, skenario normal dan skenario kering)	31
3. Kebutuhan air irigasi wilayah layan Bendungan Batutegi–Bendung Argoguruh	33
4. Kebutuhan air non konsumtif wilayah layan Bendungan Batutegi–Bendung Argoguruh	40
5. Neraca air pada kondisi kering	43
6. Neraca air pada kondisi normal	46
7. Neraca air pada kondisi basah	59
8. Luasan irigasi eksisting dan optimal DI Sekampung	72
9. Neraca air optimal pada kondisi kering	74
10. Neraca air optimal pada kondisi normal	77
11. Neraca air optimal pada kondisi basah	80

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Peta genangan Waduk Batutegi	2
2. Lokasi penelitian RAAT Bendungan Batutegi	24
3. Bagan alir penelitian.	29
4. Grafik outflow rencana pada skenario basah, skenario normal dan skenario kering pada Bendungan Batutegi	34
5. Luasan untuk pola tanam pada DI Bendungan Batutegi–Bendung Argoguruh	33
6. Kebutuhan air irigasi wilayah layan Bendungan Batutegi–Bendung Argoguruh	36
7. Kebutuhan air non konsumtif wilayah layan Bendungan Batutegi - Bendung Argoguruh	40
8. Neraca air skenario kering	43
9. Neraca air skenario normal	47
10. Neraca air pada kondisi basah	50
11. Alokasi air DI Sekampung untuk kebutuhan irigasi skenario kering	53
12. Alokasi air PERUMDAM Pringsewu untuk skenario kering	54
13. Alokasi air UPT PERUMDAM Metro untuk skenario kering	54
14. Alokasi air PERUMDAM Bandar Lampung untuk skenario kering	55
15. Alokasi air Perumda Pesawaran untuk skenario kering	56
16. Skema alokasi air DI Way Sekampung skenario kering	57
17. Alokasi air DI Way Sekampung untuk kebutuhan irigasi skenario normal	58
18. Alokasi air PERUMDAM Pringsewu untuk skenario normal	59
19. Alokasi air UPT PERUMDAM Metro untuk skenario normal	60
20. Alokasi air UPT PERUMDAM Kota Bandar Lampung skenario normal	61
21. Alokasi air Perumda Pesawaran untuk skenario normal	61
22. Skema alokasi air DI Way Sekampung skenario normal	63

23. Alokasi air DI Way Sekampung untuk kebutuhan Irigasi skenario basah	64
24. Alokasi air PERUMDAM Pringsewu untuk skenario basah	65
25. Alokasi air UPT PERUMDAM Metro untuk skenario basah	66
26. Alokasi air UPT PERUMDAM Kota Bandar Lampung skenario basah ..	67
27. Alokasi air Perumda Pesawaran untuk skenario basah	68
28. Skema alokasi air DI Way Sekampung optimal kondisi basah	70
29. Skema alokasi air DI Way Sekampung optimal kondisi kering	75
30. Skema alokasi air DI Way Sekampung optimal kondisi normal	78
31. Skema alokasi air DI Way Sekampung kondisi basah.	81

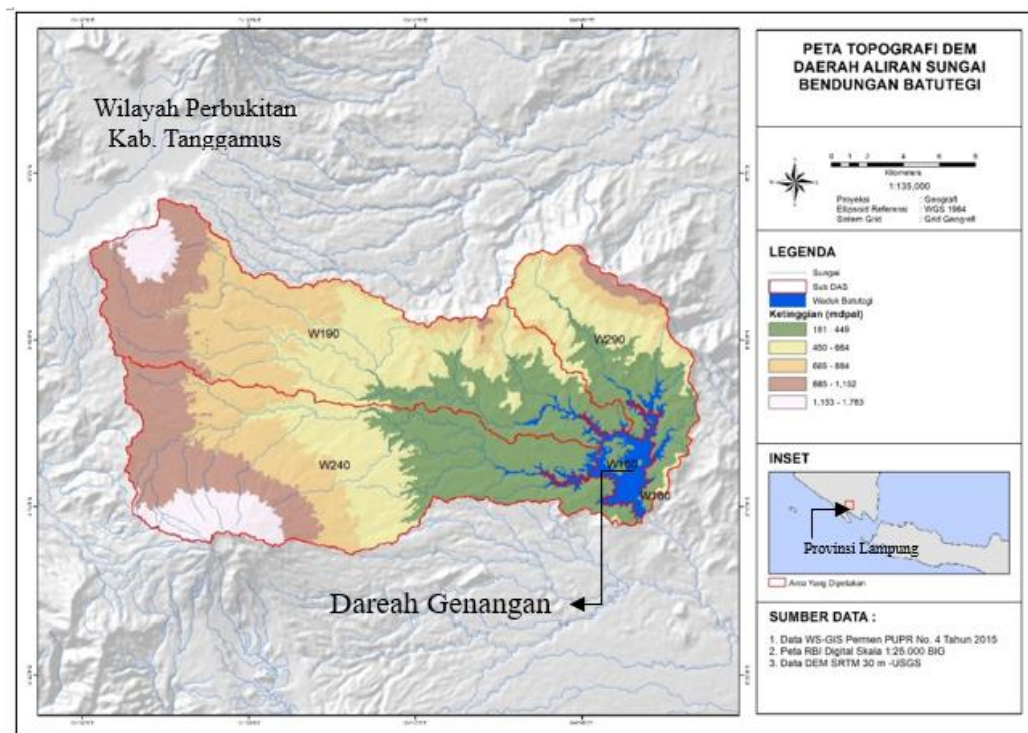
I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bendungan (beserta waduknya) mempunyai fungsi dan manfaat untuk memenuhi berbagai kebutuhan bagi kehidupan dan penghidupan manusia. Menurut Peraturan Menteri No. 6 Tahun 2020, bendungan adalah bangunan yang berupa urukan tanah, urukan batu, dan beton, yang dibangun selain untuk menahan dan menampung air, dapat pula dibangun untuk menahan dan menampung limbah tambang, atau menampung lumpur sehingga terbentuk waduk (Kementerian PUPR, 2020). Bendungan sebagai infrastruktur energi potensial tinggi harus dirancang, dibangun, dioperasikan dan dipelihara dengan baik agar tidak terjadi kegagalan baik yang disebabkan oleh peristiwa alam dan non alam (Hadimuljono & Kurniawan, 2022).

Daerah Irigasi (DI) Sekampung merupakan salah satu daerah irigasi terbesar dan paling strategis di Provinsi Lampung yang memegang peranan penting dalam mendukung ketahanan pangan regional. Wilayah layanan irigasinya pada DI Sekampung mencakup area pertanian yang luas, produktif, dan menjadi sentra tanaman pangan di Lampung (Ariyanto, 2022; Hasan et al., 2024). DI Sekampung Sistem dengan luas daerah layan mencakup 66.573 Ha memiliki potensi air yang memadai untuk para Petani pengguna air irigasi (Aprizal & Nur Yuniar, 2017; Prawati & Saputra, 2020). Pada DI Sekampung terdapat Bendungan Batutegi yang merupakan salah satu bendungan penting di Provinsi Lampung, Indonesia. Bendungan ini dibangun dengan tujuan utama untuk menyediakan sumber air yang andal bagi berbagai keperluan, seperti irigasi, pasokan air minum, pembangkit listrik tenaga air (PLTA), dan pengendalian banjir (Aji et al., 2016). Bendungan Batutegi dibangun di sungai Way Sekampung, tepatnya di Pekon Batutegi,

Kecamatan Air Naningan, Kabupaten Tanggamus, Provinsi Lampung pada tahun 1995 hingga 2004. Bendungan Batutegi berada di bagian hulu dengan daerah tangkapan hujan 424 km² dan Bendung Argoguruh berada sekitar 79,6 km di bawah Bendungan Batutegi dengan daerah tangkapan hujan sebesar 2.155 km² (Andito Nurdaviq Lazuardi et al., 2023; Sudira et al., 2013). Luas genangan ini dimanfaatkan untuk keperluan irigasi, pembangkit tenaga listrik dan air baku. Adapun peta genangan Waduk batutegi terdapat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta genangan Waduk Batutegi.

Secara umum morfologi sekitar Bendungan Batutegi didominasi oleh daerah perbukitan yang memisahkan dataran tinggi dengan puncak gunung. Pada bendungan ini terdapat bagian berupa tubuh bendung, fasilitas PLTA, dermaga dan jetty menuju arah waduk. Pada tebing dan tumpuan bagian kanan dan kiri terdapat perkuatan yang diberikan. Terkait dengan ketersediaan air, pada bendungan ini terdapat suatu masalah yang erat kaitannya dengan efektifitas alokasi air baik untuk irigasi, air baku maupun pembangkit tenaga listrik pada saat tahun kering, tahun normal dan tahun basah. Pengalokasian air yang tidak optimal bisa berdampak

langsung terhadap kesejahteraan masyarakat yang bergantung pada air dari bendungan, terutama petani pengguna air (Juhana et al., 2016). Kekurangan air untuk irigasi, misalnya, bisa menurunkan hasil panen dan merugikan perekonomian lokal. Di sisi lain, distribusi air yang tidak adil bisa menyebabkan konflik antara berbagai kelompok pengguna, termasuk pemerintah, industri, dan masyarakat lokal. Ketidakmerataan ini disebabkan oleh kesenjangan antara kelebihan air di musim hujan dan kekurangan air di musim kemarau. Sehingga, perlu dilakukan pembagian air secara tepat.

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh peran strategis sistem pengelolaan sumber daya air di Sungai Way Sekampung dalam menjamin pemenuhan kebutuhan air irigasi, air baku, dan pemeliharaan aliran sungai, khususnya pada daerah layanan utama Bendungan Batuteги hingga Bendung Argoguruh. Keberadaan bendungan sebagai pengendali aliran sungai menuntut pengelolaan alokasi air yang terencana dan terukur, mengingat variabilitas kondisi hidrologi tahunan yang berpotensi memengaruhi ketersediaan air bagi berbagai sektor pengguna. Oleh karena itu, perencanaan alokasi air yang didasarkan pada analisis ilmiah menjadi aspek penting dalam mendukung keberlanjutan pemanfaatan sumber daya air di wilayah tersebut.

Sejumlah penelitian terkini menunjukkan bahwa perencanaan alokasi air yang efektif harus didasarkan pada keterpaduan antara ketersediaan air, kebutuhan air, dan analisis neraca air sebagai dasar pengambilan keputusan yang rasional. Penelitian Jie et al. (2025) menegaskan bahwa alokasi air yang optimal pada areal irigasi mensyaratkan integrasi antara suplai air dan kebutuhan irigasi dengan mempertimbangkan ketidakpastian hidrologi agar distribusi air dapat berlangsung secara efisien dan berkelanjutan (Jie et al., 2025). Selanjutnya, Wardana et al. (2025) menunjukkan bahwa pengelolaan alokasi air berbasis daerah aliran sungai perlu didukung oleh analisis keseimbangan ketersediaan dan kebutuhan air serta penetapan prioritas penggunaan air guna menjamin keberlanjutan lintas sektor (Wardana et al., 2025). FAO (2018) juga menekankan pentingnya analisis neraca air sebagai instrumen utama dalam mengidentifikasi kondisi surplus dan defisit air secara temporal (FAO, 2018). Namun, sebagian besar kajian tersebut belum secara spesifik mengevaluasi kecukupan alokasi air melalui pendekatan skematik yang

terintegrasi hingga sistem layanan bendungan. Keterbatasan ini juga ditemukan pada kajian di DAS Way Sekampung, khususnya pada sistem Bendungan Batutegi–Bendung Argoguruh yang berperan strategis dalam pengendalian aliran dan penyediaan air irigasi, yang memerlukan kajian yang lebih komprehensif pada tingkat operasional tahunan. Sehingga, dilakukan penelitian berjudul “Evaluasi Skematik Alokasi Air pada Daerah Aliran Sungai Way Sekampung (Studi Kasus: Bendungan Batutegi Kabupaten Tanggamus)” dengan tujuan mengevaluasi kecukupan alokasi air melalui analisis keterpaduan antara ketersediaan air, kebutuhan air, dan neraca air pada berbagai skenario hidrologi sebagai dasar penyusunan Rencana Alokasi Air Tahunan (RAAT) yang adaptif dan berkelanjutan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini diilustrasikan sebagai berikut :

1. Bagaimana ketersediaan air yang ada pada Bendungan Batutegi pada tahun kering, normal dan basah?
2. Bagaimana pola kebutuhan air pada Bendungan Batutegi yang diperuntukkan untuk kebutuhan air baku, irigasi dan pemeliharaan bendungan (bendungan batutegi-Bendung Argoguruh)?
3. Bagaimana neraca air dan rencana alokasi air tahunan (RAAT) Bendungan Batutegi (Bendungan Batutegi-Bendung Argoguruh)?
4. Berapa luasan irigasi dan pola tanam optimal yang dapat diterapkan agar tidak terjadi defisit air pada DI Bendungan Batutegi (Bendungan Batutegi-Bendung Argoguruh)?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis ketersediaan air yang ada pada Bendungan Batutegi pada tahun kering, normal dan basah.

2. Menganalisis pola kebutuhan air pada Bendungan Batutegi yang diperuntukkan untuk kebutuhan air baku, irigasi dan pemeliharaan bendungan (bendungan batutegi-Bendung Argoguruh).
3. Menganalisis neraca air dan rencana alokasi air tahunan (RAAT) Bendungan Batutegi (Bendungan Batutegi-Bendung Argoguruh).
4. Menganalisis luasan irigasi dan pola tanam optimal yang dapat diterapkan agar tidak terjadi defisit air pada DI Bendungan Batutegi (Bendungan Batutegi-Bendung Argoguruh).

1.4 Batasan Masalah

Dengan mempertimbangkan luasnya permasalahan yang timbul dalam penelitian, serta keterbatasan waktu, tenaga dan biaya, maka perlu adanya batasan masalah dalam penelitian untuk memperjelas dalam menganalisa permasalahan. Untuk itu diberikan batasan-batasan masalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini hanya fokus pada area Bendungan Batutegi dan daerah hilir yang langsung menerima pasokan air dari bendungan tersebut (Bendungan Batutegi-Bendung Argoguruh). Dampak lebih luas di luar wilayah ini tidak akan dibahas secara mendalam.
2. Penelitian hanya menggunakan data curah hujan, debit air, dan data hidrologi yang tersedia dalam jangka waktu selama 10 tahun (2014 sampai dengan 2023).
3. Penelitian ini akan memprioritaskan tiga tujuan utama alokasi air, yaitu irigasi, air minum dan pemeliharaan bendungan. Kebutuhan air baku akan dibahas secara terbatas sesuai dengan pengaruhnya terhadap tiga tujuan utama tersebut.
4. Penelitian akan membatasi metode pemodelan alokasi air pada model simulasi telah umum digunakan dan dapat diadaptasi untuk situasi lokal. Model yang sangat kompleks atau eksperimental tidak akan dibahas secara detail.

1.5 Manfaat Penelitian

Berikut adalah manfaat yang diharapkan dari penelitian alokasi air tahunan Bendungan Batutegei:

1. Penelitian ini dapat dijadikan sebagai informasi dalam mengalokasikan air secara lebih efisien antara berbagai sektor, seperti irigasi, air minum, dan pemeliharaan bendungan. Dengan pendekatan ini, bendungan dapat memenuhi kebutuhan semua pengguna tanpa mengorbankan satu sektor.
2. Hasil penelitian dapat digunakan untuk merancang strategi pengelolaan air yang lebih tanggap terhadap fluktuasi musim, seperti kemarau panjang dan musim hujan yang ekstrim, sehingga dapat mengurangi risiko kekeringan dan banjir di wilayah hilir bendungan.
3. Dengan alokasi air yang lebih adil dan terukur, penelitian ini akan berdampak positif pada kualitas hidup masyarakat sekitar, baik dalam hal pasokan air bersih maupun dalam mendukung ekonomi lokal melalui sektor pertanian dan energi.
4. Hasil penelitian ini dapat menjadi acuan bagi pemerintah dan pengelola bendungan dalam menyusun kebijakan pengelolaan air yang lebih ilmiah dan berkelanjutan. Hal ini juga bisa menjadi dasar pengembangan sistem alokasi air yang dapat diterapkan di bendungan lain.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *State of The Art*

- a. I Gusti Ngurah Kade Mahesa Adi Wardana, I Gusti Lanang Made Parwita, Ketut Wiwin Andayani dan Yuliana Sukarmawati (2025).

Studi mengenai *Water Allocation Management Strategies for the Sustainability of the Tukad Oos Watershed in Gianyar Regency* bertujuan untuk merumuskan strategi pengelolaan alokasi air yang berkelanjutan pada Daerah Aliran Sungai Tukad Oos melalui keterpaduan antara analisis ketersediaan air, kebutuhan air, dan penetapan prioritas penggunaan air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan strategi alokasi air berbasis neraca air dan skenario hidrologi mampu meningkatkan efisiensi distribusi air serta meminimalkan potensi konflik antar pengguna air, terutama pada kondisi ketersediaan air terbatas. Temuan ini menegaskan bahwa pengelolaan alokasi air yang adaptif dan terintegrasi pada skala DAS merupakan pendekatan mutakhir dalam mendukung keberlanjutan sumber daya air, serta memberikan dasar konseptual bagi pengembangan kajian evaluasi dan penyusunan Rencana Alokasi Air Tahunan (RAAT) pada sistem sungai dan bendungan (Wardana et al., 2025).

- b. Feilong Jie, Liangjun Fei, Youliang Peng, Sheng Li dan Yanyan Ge (2025).

Studi mengenai *Optimal Allocation of Water Resources in Irrigation Areas Considering Irrigation Return Flow and Uncertainty* bertujuan untuk mengembangkan model alokasi sumber daya air yang optimal pada daerah irigasi dengan memasukkan pengaruh aliran balik irigasi (*irrigation return flow*) serta ketidakpastian hidrologi ke dalam analisis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi aliran balik irigasi dan ketidakpastian hidrologi dalam model alokasi air mampu meningkatkan efisiensi distribusi air irigasi, mengurangi potensi defisit air

pada kondisi kering, serta memaksimalkan pemanfaatan ketersediaan air pada kondisi basah, sehingga pendekatan ini dinilai lebih adaptif dan berkelanjutan dibandingkan metode alokasi air konvensional (Jie et al., 2025).

- c. Singadji A, James Betaubun R, Chrissunday Jakob J dan Negeri Ambon P (2025).

Studi mengenai Analisis Rencana Alokasi Air Tahunan (RAAT) Daerah Irigasi Samal Kabupaten Maluku Tengah bertujuan untuk menganalisis ketersediaan dan kebutuhan air sebagai dasar penyusunan Rencana Alokasi Air Tahunan (RAAT) melalui perhitungan debit andalan menggunakan model NRECA pada skenario basah (Q25), normal (Q50), dan kering (Q80), serta penentuan kebutuhan air irigasi dan aliran pemeliharaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada skenario normal dan kering terjadi kondisi defisit air pada beberapa periode mingguan dalam neraca air tahunan, sehingga ketersediaan air belum sepenuhnya mampu memenuhi kebutuhan air irigasi. Untuk mengatasi kondisi tersebut, disusun skema alokasi air berbasis prioritas dengan mengutamakan kebutuhan irigasi dan aliran pemeliharaan, serta menerapkan faktor-K sebagai pengendali distribusi air pada setiap petak sawah di Daerah Irigasi Samal Kanan yang masih berfungsi seluas 2.648,80 ha. Penerapan faktor-K memungkinkan pembagian air secara proporsional sesuai tingkat ketersediaan, sehingga distribusi air dapat dikendalikan secara adil dan efisien guna meminimalkan dampak defisit air sepanjang tahun (Singadji et al., 2025).

- d. I Wayan Sutapa, Takdir Said, dan Astrid Dwijayanti (2025).

Studi mengenai Rencana Alokasi Air Tahunan Sungai Kabua Bua untuk Mendukung Ketahanan Pangan di Kabupaten Banggai bertujuan untuk menyusun Rencana Alokasi Air Tahunan (RAAT) sebagai dasar pengelolaan dan pemanfaatan sumber daya air Sungai Kabua Bua secara optimal, adil, dan berkelanjutan guna mendukung ketahanan pangan di Kabupaten Banggai. Penelitian ini difokuskan pada analisis ketersediaan air sungai berdasarkan debit andalan serta perhitungan kebutuhan air, khususnya untuk sektor irigasi pertanian yang menjadi penopang utama produksi pangan daerah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketersediaan air Sungai Kabua Bua secara umum mampu memenuhi kebutuhan air irigasi pada

kondisi hidrologi normal, namun pada periode tertentu dengan kondisi kering berpotensi terjadi defisit air. Oleh karena itu, diperlukan pengaturan alokasi air yang terencana dengan mempertimbangkan prioritas penggunaan, efisiensi distribusi, dan pengendalian pemanfaatan air antar wilayah layanan. Penyusunan RAAT dalam penelitian ini memberikan arahan teknis dalam pembagian air berdasarkan waktu dan kebutuhan, sehingga diharapkan dapat meningkatkan keandalan suplai air irigasi, menjaga stabilitas produksi pertanian, serta mendukung ketahanan pangan secara berkelanjutan di Kabupaten Banggai (Sutapa et al., 2025).

e. Sugiharta, Juanita, dan Muhammad Endi Alfian (2025).

Studi mengenai Harmonisasi Sistem Gilir Air Irigasi Berbasis Wilayah Sungai untuk Daerah Irigasi Rawan Konflik yang dilakukan oleh Sugiharta, Juanita, dan Muhammad Endi Alfian bertujuan untuk merumuskan dan mengkaji model harmonisasi sistem gilir air irigasi yang berbasis wilayah sungai sebagai upaya mengurangi potensi konflik antar pengguna air di daerah irigasi yang memiliki keterbatasan pasokan air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan sistem gilir air yang terintegrasi pada skala wilayah sungai mampu meningkatkan keteraturan distribusi air, mengurangi ketimpangan pemanfaatan air antara hulu dan hilir, serta menekan intensitas konflik antar petani dan kelompok pengguna air. Harmonisasi pengaturan giliran air yang didukung oleh kesepakatan antar pemangku kepentingan dan pengelolaan berbasis data ketersediaan air terbukti lebih adaptif terhadap kondisi defisit air, sehingga dapat meningkatkan keandalan layanan irigasi dan mendukung stabilitas produksi pertanian di daerah irigasi rawan konflik (Sugiharta et al., 2025).

f. Humairo Saidah, M. Bagus Budianto, Lilik Hanifah, Heri Sulistyono dan Agustono Setiawan (2018)

Penelitian berjudul “Penentuan Koefisien Resesi untuk Peramalan Debit Setengah Bulanan Sungai Jangkok” yang dilakukan oleh Humairo Saidah, M. Bagus Budianto, Lilik Hanifah, Heri Sulistyono, dan Agustono Setiawan bertujuan untuk menentukan nilai koefisien resesi aliran sungai sebagai dasar dalam melakukan peramalan debit setengah bulanan Sungai Jangkok. Penelitian ini difokuskan pada analisis karakteristik aliran resesi menggunakan data debit historis untuk

mengidentifikasi pola penurunan aliran dasar sungai setelah kejadian hujan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa koefisien resesi yang diperoleh mampu merepresentasikan perilaku aliran sungai secara konsisten dan dapat digunakan secara efektif dalam memprediksi debit setengah bulanan. Model peramalan yang dikembangkan menghasilkan tingkat akurasi yang memadai dan mampu menggambarkan variasi debit sungai pada periode aliran rendah, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai dasar perencanaan pengelolaan sumber daya air, khususnya dalam mendukung penyusunan rencana alokasi air dan mitigasi risiko kekeringan di wilayah Sungai Jangkok (Saidah et al., 2018).

Penelitian – penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penyusunan Rencana Alokasi Air Tahunan (RAAT) berbasis Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan pendekatan efektif dalam mengelola ketersediaan air dan memenuhi kebutuhan irigasi secara berkelanjutan. Berbagai studi menegaskan pentingnya analisis debit andalan, neraca air, dan penetapan prioritas penggunaan air untuk mengantisipasi kondisi surplus dan defisit musiman. Penelitian Singadji et al. dan Sutapa et al. membuktikan bahwa penerapan RAAT mampu meningkatkan keadilan distribusi air irigasi, khususnya pada periode kering, melalui pengaturan faktor alokasi dan pembagian air berbasis waktu. Sementara itu, Sugiharta et al. menekankan perlunya harmonisasi sistem gilir air berbasis wilayah sungai guna mengurangi potensi konflik antar pengguna. Temuan-temuan tersebut relevan dengan sistem Bendungan Batutegi–Bendung Argoguruh yang mengendalikan aliran Sungai Sekampung, sehingga menjadi dasar pengembangan RAAT yang lebih adaptif untuk mendukung ketahanan pangan dan pengelolaan sumber daya air berkelanjutan.

2.2 Pengelolaan Sumber Daya Air Bendungan

Pengelolaan sumber daya air merupakan suatu proses terpadu yang mencakup perencanaan, pemanfaatan, dan pengendalian sumber daya air guna menjamin pemenuhan kebutuhan manusia serta keberlanjutan fungsi lingkungan. Pendekatan ini menempatkan air sebagai sumber daya yang harus dikelola secara sistematis dan

berkelanjutan dengan mempertimbangkan keterbatasan (Kodoatie & Sjarief, 2012; Loucks & Van Beek, 2017) ketersediaan air serta meningkatnya kebutuhan lintas sektor. Pengelolaan yang efektif bergantung pada faktor-faktor seperti data hidrologi, kondisi iklim, serta kebutuhan pengguna air. Penggunaan model simulasi hidrologi dapat meningkatkan efisiensi alokasi air, terutama pada bendungan yang melayani banyak sektor. Model tersebut membantu dalam mengatasi variabilitas musiman dan perubahan pola curah hujan, yang relevan dengan pengelolaan bendungan (Harsoyo, 2010; Setiadi et al., 2022).

Perubahan iklim global telah memengaruhi pola curah hujan di berbagai wilayah, termasuk di Indonesia. Variabilitas curah hujan menjadi lebih tidak menentu akibat perubahan iklim, yang pada akhirnya berdampak pada ketersediaan air di bendungan. Perubahan iklim meningkatkan risiko kekeringan dan banjir, yang mengharuskan perencanaan alokasi air yang lebih fleksibel dan adaptif (Kristofery et al., 2019). Dampak perubahan iklim pada curah hujan dapat memengaruhi pengelolaan air di bendungan-bendungan besar seperti Bendungan Batuteji. Oleh karena itu, penelitian tentang alokasi air harus mempertimbangkan skenario perubahan iklim dalam perencanaannya. Dalam praktiknya, pengelolaan sumber daya air dilakukan pada satuan wilayah daerah aliran sungai (DAS) karena DAS merupakan satu kesatuan hidrologis yang menghubungkan wilayah hulu, tengah, dan hilir. Pengelolaan berbasis DAS menuntut keterpaduan antara aspek ketersediaan air, pola aliran, dan pemanfaatan air agar tidak terjadi ketidakseimbangan yang dapat memicu konflik penggunaan air, terutama pada periode kering (Asdak, 2023; Wardana et al., 2025).

Bendungan memiliki peran strategis dalam sistem pengelolaan sumber daya air sebagai pengendali aliran sungai dan penyedia air bagi berbagai kebutuhan. Keberadaan bendungan memungkinkan penyimpanan air pada periode basah dan pendistribusian air pada periode kering, sehingga kontinuitas pasokan air dapat terjaga sepanjang tahun. Oleh karena itu, pengelolaan sumber daya air berbasis bendungan memerlukan perencanaan operasional yang mempertimbangkan variasi kondisi hidrologi serta prioritas penggunaan air (Kodoatie & Sjarief, 2012) Alokasi air merupakan instrumen utama dalam pengelolaan sumber daya air yang berfungsi

mengatur pembagian air yang tersedia kepada berbagai sektor pengguna berdasarkan ketersediaan air, kebutuhan air, dan prioritas pemanfaatan. Alokasi air yang efektif harus didasarkan pada analisis ketersediaan air yang andal serta kebutuhan air yang terukur agar distribusi air dapat dilakukan secara adil dan proporsional terutama pada Bendungan. Salah satu pendekatan penting dalam perencanaan alokasi air adalah analisis neraca air, yang digunakan untuk mengevaluasi keseimbangan antara suplai dan kebutuhan air dalam suatu sistem. Analisis neraca air memungkinkan identifikasi kondisi surplus dan defisit air secara temporal, sehingga menjadi dasar dalam pengambilan keputusan pengelolaan alokasi air yang lebih terencana dan adaptif (Singadji et al., 2025; Sutapa et al., 2025).

Dalam konteks operasional tahunan, Rencana Alokasi Air Tahunan (RAAT) disusun sebagai pedoman pembagian air dalam satu tahun berdasarkan hasil analisis ketersediaan air, kebutuhan air, dan neraca air. RAAT berperan penting dalam mendukung keberlanjutan sistem irigasi, pemenuhan air baku, serta pemeliharaan aliran sungai, khususnya pada sistem sungai yang dikendalikan oleh bendungan (Sutapa et al., 2025). Selain aspek teknis, pengelolaan alokasi air juga perlu memperhatikan aspek sosial dan kelembagaan. Pada daerah irigasi rawan konflik, pengaturan distribusi air yang adil dan transparan melalui sistem gilir air berbasis wilayah sungai dapat membantu mengurangi potensi konflik antar pengguna air dan meningkatkan efektivitas pengelolaan sumber daya air (Sugiharta et al., 2025).

Sebagai dasar analisis ketersediaan air, pemahaman terhadap karakteristik aliran sungai menjadi sangat penting. Kajian hidrologi, seperti analisis koefisien resesi aliran sungai, memberikan kontribusi dalam peramalan debit dan mendukung analisis ketersediaan air sebagai input utama dalam perencanaan alokasi air dan penyusunan RAAT.

2.3 Analisa Curah Hujan

Hujan adalah fenomena meteorologi yang terjadi ketika uap air di atmosfer mendingin dan mengembun menjadi tetesan kecil yang cukup besar untuk jatuh ke

permukaan bumi akibat gravitasi. Proses ini biasanya dimulai dengan pemanasan air di permukaan bumi yang menguap, membentuk awan, dan akhirnya menghasilkan presipitasi berupa hujan, salju, atau bentuk lain tergantung pada suhu atmosfer. Hujan juga diartikan sebagai salah satu bentuk presipitasi yang terjadi ketika uap air di atmosfer terkondensasi menjadi tetesan air yang cukup besar untuk jatuh ke permukaan bumi akibat pengaruh gravitasi. Proses ini umumnya dimulai dengan pembentukan awan melalui siklus hidrologi, yang melibatkan penguapan air dari permukaan bumi, pembentukan awan, dan akhirnya presipitasi, dengan diameter hujan bervariasi antara 0,5 mm sampai dengan 5 mm (Andsager et al., 1999; Upomo & Kusumawardani, 2016).

Curah hujan efektif adalah curah hujan yang diduga efektif digunakan oleh tanaman. Besarnya curah hujan efektif dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya curah hujan, iklim, topografi, sifat fisik tanah, kemampuan menahan air dan sistem pertanian. Menurut FAO, curah hujan efektif adalah jumlah curah hujan yang berkontribusi terhadap kebutuhan air tanaman di suatu area, yang dihitung setelah memperhitungkan penguapan dan limpasan permukaan (Allen et al., 2006; Doorenbos & Pruitt, 1977). Curah hujan efektif adalah bagian dari curah hujan total yang benar-benar memberikan kontribusi langsung pada proses hidrologis atau kebutuhan air tertentu, seperti infiltrasi ke dalam tanah, pengisian cadangan air tanah, dan aliran permukaan yang dapat dimanfaatkan. Dalam praktiknya, curah hujan efektif menjadi acuan penting dalam berbagai bidang, termasuk pertanian, pengelolaan sumber daya air, dan perencanaan bendungan. Tidak semua curah hujan yang jatuh di atas tanah dapat dimanfaatkan tanaman untuk pertumbuhannya. Sebagian dari curah hujan itu akan menguap dan mengalir sebagai limpasan permukaan (run off). Air hujan yang jatuh di atas permukaan dapat dibedakan menjadi dua, yaitu (Doorenbos & Pruitt, 1977):

1. Curah Hujan Efektif untuk Tanaman (Pertanian dan Irigasi) merupakan bagian dari curah hujan total yang dapat digunakan secara langsung oleh tanaman untuk pertumbuhan, setelah dikurangi dengan kehilangan air akibat limpasan, penguapan, dan perkolasi.

2. Curah Hujan Efektif untuk Hidrologi atau Manajemen Sumber Daya Air merupakan bagian dari curah hujan total yang berkontribusi pada aliran permukaan atau penyimpanan air di tanah dan waduk, setelah mempertimbangkan kehilangan akibat penguapan, infiltrasi, dan intersepsi oleh vegetasi.

Adapun rumus yang digunakan dalam perhitungan curah hujan efektif adalah sebagai berikut:

1. Metode Empirik (Metode FAO)

FAO menggunakan pendekatan berbasis rumus untuk menghitung curah hujan efektif berdasarkan total curah hujan dan karakteristik tanah. Salah satu rumus yang sering digunakan adalah (Allen et al., 2006):

$$P_e = \frac{(P_{tot} - 0,2 \times S)^2}{(P_{tot} + 0,8 \times S)} \dots\dots\dots (1)$$

dengan :

- P_e = Curah hujan efektif (mm).
- P_{tot} = Curah hujan total (mm).
- S = Potensi penyimpanan air maksimum di tanah (mm).

Rumus ini digunakan dalam perhitungan curah hujan efektif yang dapat menyumbang pada aliran air atau infiltrasi tanah setelah mempertimbangkan kapasitas penyimpanan tanah.

2. Koefisien Efektivitas Curah Hujan

Dalam beberapa metode, curah hujan efektif dihitung dengan menggunakan koefisien efektivitas (k), yang mengalikan total curah hujan dengan koefisien tertentu yang menggambarkan kondisi tanah dan vegetasi:

$$P_e = k \times P_{tot} \dots\dots\dots (2)$$

dengan :

- k = koefisien efektifitas (bernilai antara 0 dan 1, tergantung pada faktor-faktor seperti jenis tanah, vegetasi, dan kondisi cuaca.
- P_{tot} = Curah hujan total (mm).

2.4 Alih Ragam Debt Andalan

Debit andalan merupakan besaran debit sungai yang memiliki peluang keterjadian tertentu dalam suatu periode waktu dan digunakan sebagai indikator keandalan ketersediaan air. Penetapan tingkat keandalan debit andalan bertujuan untuk merepresentasikan variasi kondisi hidrologi tahunan, yang umumnya diklasifikasikan menjadi tahun basah, tahun normal, dan tahun kering (Destiany et al., 2019). Perbedaan tingkat keandalan ini mencerminkan peluang terpenuhinya debit tersebut dalam satuan waktu tertentu, sehingga semakin besar persentase keandalan, semakin konservatif nilai debit yang digunakan dalam perencanaan. Dalam praktik pengelolaan sumber daya air, salah satu skema yang banyak digunakan adalah debit andalan 20% untuk tahun basah, 50% untuk tahun normal, dan 80% untuk tahun kering. Debit andalan 20% (Q20) merepresentasikan kondisi tahun basah, yaitu debit yang dapat terlampaui sekitar 20% dari waktu pengamatan, sehingga mencerminkan kondisi ketersediaan air relatif tinggi. Debit andalan 50% (Q50) menggambarkan kondisi tahun normal atau median, yang sering digunakan sebagai acuan perencanaan operasional karena merepresentasikan kondisi rata-rata. Sementara itu, debit andalan 80% (Q80) digunakan untuk mewakili kondisi tahun kering, yaitu debit yang dapat terlampaui sekitar 80% dari waktu pengamatan, sehingga mencerminkan kondisi ketersediaan air minimum yang relatif lebih andal untuk perencanaan konservatif, khususnya dalam menjamin kontinuitas pasokan air (Destiany et al., 2019; Fachrunnisa & Fauzi, 2019). Selain skema tersebut, beberapa penelitian juga menggunakan variasi tingkat keandalan yang berbeda dengan prinsip yang sama. Dalam sejumlah kajian pengelolaan alokasi air dan perencanaan irigasi, debit andalan 35% digunakan untuk merepresentasikan tahun basah, 50% untuk tahun normal, dan 65% untuk tahun kering. Penggunaan debit

andalan 35% pada tahun basah dimaksudkan untuk menghindari estimasi debit yang terlalu ekstrem, sedangkan debit andalan 65% pada tahun kering dianggap cukup representatif untuk menggambarkan kondisi ketersediaan air rendah namun masih realistis bagi kebutuhan perencanaan operasional tahunan. Skema ini umumnya diterapkan dalam studi-studi alokasi air yang berorientasi pada pengelolaan adaptif, di mana keseimbangan antara keandalan pasokan dan pemanfaatan air menjadi pertimbangan utama (Maini & Yusuf, 2024). Selain itu, Dalam sejumlah kajian alokasi air dan pengelolaan sumber daya air, digunakan skema debit andalan 33,33% untuk tahun basah, 50% untuk tahun normal, dan 66,67% untuk tahun kering. Debit andalan 33,33% (Q33,33) merepresentasikan kondisi tahun basah dengan peluang keterjadian relatif tinggi, sedangkan debit andalan 66,67% (Q66,67) digunakan untuk menggambarkan kondisi tahun kering yang masih realistis untuk perencanaan operasional tahunan. Skema ini banyak diterapkan dalam studi perencanaan alokasi air tahunan karena memberikan keseimbangan antara kehati-hatian dalam perencanaan dan pemanfaatan sumber daya air yang tersedia secara optimal (Nani et al., 2024).

Pemilihan tingkat keandalan debit andalan pada berbagai skema tersebut pada dasarnya disesuaikan dengan tujuan analisis dan karakteristik sistem sumber daya air yang dikaji. Untuk perencanaan yang menekankan aspek kehati-hatian, seperti pemenuhan kebutuhan air baku dan irigasi pada kondisi kritis, debit andalan dengan tingkat keandalan tinggi lebih sering digunakan. Sebaliknya, untuk evaluasi potensi ketersediaan air dan pemanfaatan surplus air, debit andalan dengan tingkat keandalan lebih rendah lebih relevan. Dengan demikian, analisis debit andalan pada berbagai tingkat keandalan memberikan gambaran komprehensif mengenai kemampuan sistem sungai atau bendungan dalam memenuhi kebutuhan air pada kondisi hidrologi yang beragam.

Analisis debit andalan dapat dilakukan berdasarkan data debit terukur maupun melalui pendekatan pemodelan hidrologi, khususnya pada wilayah yang memiliki keterbatasan data debit jangka panjang. Salah satu metode yang banyak digunakan dalam analisis ketersediaan air di Indonesia adalah metode FJ Mock (Waasiu Widyaningsih et al., 2021). Metode ini merupakan model neraca air sederhana yang

mensimulasikan aliran sungai berdasarkan data curah hujan, evapotranspirasi, dan karakteristik daerah aliran sungai, sehingga memungkinkan estimasi debit pada wilayah dengan keterbatasan data pengamatan langsung.

Metode FJ Mock bekerja dengan menghitung keseimbangan antara input air berupa curah hujan dan kehilangan air akibat evapotranspirasi serta penyimpanan air tanah. Keunggulan metode ini terletak pada kesederhanaannya dan kebutuhan data yang relatif minimal, sehingga sesuai digunakan pada daerah aliran sungai dengan keterbatasan data hidrologi jangka panjang (Amalia & Dewi, 2025; Waasiu Widyaningsih et al., 2021). Metode ini dikembangkan untuk menghitung debit bulanan rata-rata. Pada dasarnya metode ini adalah hujan yang jatuh pada catchment area sebagian akan hilang sebagai evapotranspirasi, sebagian akan langsung menjadi aliran permukaan (direct run off) dan sebagian lagi akan masuk ke dalam tanah (infiltrasi). Debit andalan merupakan debit yang memiliki probabilitas 80%. Debit dengan probabilitas 80% adalah debit yang memiliki kemungkinan terlampaui sebesar 80% dari 100% kejadian. Jumlah data minimum yang diperlukan untuk analisis adalah 12 bulan data curah hujan dalam 10 tahun terakhir, evapotranspirasi potensial, dan karakteristik hidrologi DAS untuk memprediksi besar debit sungai dengan interval waktu bulanan. Cara ini dikenal dengan nama model Dr. Mock. Ketentuan perhitungan yang diperlukan dalam metode Mock adalah sebagai berikut (Fitri Soerya et al., 2023; Setiadi et al., 2022):

1. Data meteorologi, yaitu (data curah hujan bulanan, dan data hari hujan)
2. Data klimatologi/iklim, yaitu (data suhu udara, kelembaban udara, kecepatan angin, dan penyinaran matahari)
3. Evapotranspirasi Aktual ($E_a = E_t \times C$)
4. Keseimbangan air di permukaan tanah (ΔS).
5. Debit andalan.

2.5 Pengelolaan dan Alokasi Air untuk Irigasi

Irigasi merupakan salah satu kebutuhan air terbesar di daerah-daerah agraris seperti sekitar Bendungan Batutegi. Penelitian oleh FAO (2007) menyebutkan bahwa penggunaan air untuk irigasi memerlukan perencanaan yang matang agar distribusi

air dapat merata sepanjang musim tanam. Dalam sistem irigasi yang tergantung pada bendungan, penentuan volume air yang dilepaskan harus disesuaikan dengan kebutuhan tanaman pada waktu-waktu kritis seperti masa pertumbuhan dan pengisian buah (Juhana et al., 2016; Santoso et al., 2020).

Alokasi air untuk irigasi merupakan komponen utama dalam pengelolaan sumber daya air, terutama pada daerah aliran sungai dengan pemanfaatan air yang bersifat multipurpose. Menurut Food and Agriculture Organization (FAO, 2017), alokasi air irigasi harus mempertimbangkan ketersediaan air, kebutuhan tanaman, efisiensi jaringan irigasi, serta prioritas penggunaan air antar sektor. Pendekatan ini diperlukan untuk menjamin keberlanjutan sistem irigasi, khususnya pada wilayah yang mengalami variabilitas hidrologi yang tinggi. Kodoatie dan Sjarief (2012) menegaskan bahwa alokasi air irigasi yang efektif harus didasarkan pada analisis neraca air, yang mengintegrasikan ketersediaan air dengan kebutuhan air pertanian berdasarkan luas areal dan pola tanam. Selanjutnya, Triatmodjo (2008) menyatakan bahwa ketidaktepatan dalam perencanaan alokasi air irigasi dapat menyebabkan defisit air pada musim kering dan pemborosan air pada musim hujan, sehingga diperlukan perencanaan alokasi air yang adaptif dan terukur. Studi oleh Molden et al. (2010) juga menunjukkan bahwa peningkatan efisiensi penggunaan air irigasi melalui pengelolaan alokasi air yang baik berperan penting dalam mengurangi tekanan terhadap sumber daya air dan meningkatkan produktivitas pertanian. Adapun komponen proses alokasi air untuk irigasi adalah sebagai berikut :

1. Ketersediaan Air (Water Availability)

Ketersediaan air merupakan komponen awal dalam proses alokasi air irigasi, yang ditentukan berdasarkan analisis debit sungai atau debit andalan waduk. Analisis ini mempertimbangkan variasi hidrologi musiman dan tahunan guna memastikan keandalan pasokan air bagi sistem irigasi.

2. Kebutuhan Air Irigasi (Irrigation Water Requirement)

Kebutuhan air irigasi ditentukan berdasarkan jenis tanaman, luas areal irigasi, pola tanam, serta kebutuhan air tanaman (crop water requirement). Komponen ini mencerminkan besarnya volume air yang dibutuhkan untuk mendukung pertumbuhan tanaman secara optimal.

3. Efisiensi Sistem Irigasi

Efisiensi jaringan irigasi mencakup kehilangan air akibat peresapan, kebocoran, dan evaporasi pada saluran primer, sekunder, dan tersier. Tingkat efisiensi sangat mempengaruhi besarnya air yang harus dialokasikan dari sumber untuk memenuhi kebutuhan di lahan.

4. Prioritas Penggunaan Air

Dalam sistem sumber daya air terpadu, irigasi sering bersaing dengan sektor lain seperti air baku dan kebutuhan lingkungan. Oleh karena itu, penetapan prioritas penggunaan air menjadi komponen penting dalam alokasi air, terutama pada kondisi keterbatasan air.

5. Neraca Air (Water Balance)

Neraca air digunakan untuk mengevaluasi keseimbangan antara ketersediaan air dan kebutuhan air irigasi dalam suatu periode tertentu. Hasil neraca air menjadi dasar penentuan apakah terjadi surplus atau defisit air.

6. Rencana Alokasi Air

Rencana alokasi air disusun berdasarkan hasil analisis ketersediaan, kebutuhan, efisiensi, dan prioritas penggunaan air. Rencana ini menjadi pedoman distribusi air irigasi secara temporal dan spasial agar pemanfaatan air berlangsung efektif dan berkelanjutan.

2.6 Pengelolaan Air untuk Air Baku dan PERUMDAM (Perusahaan Daerah Air Minum)

Penyediaan air baku dan air minum merupakan salah satu fungsi prioritas dalam pengelolaan sumber daya air, khususnya pada sistem bendungan multipurpose. Bendungan berperan sebagai sumber air baku yang relatif andal karena mampu menyimpan air pada periode basah dan menyediakannya kembali pada periode kering, sehingga kontinuitas pasokan air minum dapat terjaga. Dalam konteks pelayanan oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PERUMDAM), pengelolaan air bendungan diarahkan untuk menjamin ketersediaan air baku yang memenuhi aspek kuantitas, kontinuitas, dan keandalan sepanjang tahun (Ari Swenda et al., 2019; Nani et al., 2024). Pengelolaan air bendungan untuk PERUMDAM umumnya

dilakukan dengan pendekatan konservatif, mengingat air minum merupakan kebutuhan dasar masyarakat yang harus dipenuhi meskipun pada kondisi hidrologi kering. Oleh karena itu, perencanaan air baku PERUMDAM lazim didasarkan pada debit andalan dengan tingkat keandalan tinggi yang merepresentasikan kondisi ketersediaan air minimum. Pendekatan ini bertujuan untuk menjamin bahwa kebutuhan air minum tetap terpenuhi pada saat terjadi penurunan debit sungai akibat variabilitas iklim dan hidrologi (Kodoatie & Sjarief, 2012).

Dalam sistem bendungan multipurpose, pemanfaatan air untuk PERUMDAM harus diselaraskan dengan kebutuhan sektor lain, seperti irigasi dan aliran pemeliharaan. Meskipun penggunaan air untuk PERUMDAM bersifat konsumtif, volumenya relatif lebih kecil dibandingkan kebutuhan irigasi, sehingga dalam banyak kebijakan pengelolaan sumber daya air, air baku PERUMDAM ditempatkan sebagai prioritas utama dalam skema alokasi air. Penetapan prioritas ini bertujuan untuk menjamin pemenuhan hak dasar masyarakat terhadap air minum yang layak, sekaligus menjaga keberlanjutan pemanfaatan sumber daya air secara keseluruhan (Loucks & Van Beek, 2017). Perencanaan pengelolaan air baku PERUMDAM juga memerlukan analisis kebutuhan air yang cermat, yang didasarkan pada jumlah penduduk yang dilayani, tingkat konsumsi air per kapita, serta proyeksi pertumbuhan penduduk. Selain itu, faktor kehilangan air dalam sistem distribusi (non-revenue water) perlu diperhitungkan agar kapasitas pengambilan air baku dari bendungan mencukupi kebutuhan riil pelayanan air minum (Asdak, 2023).

Dalam kajian pengelolaan air bendungan untuk PERUMDAM, terdapat rumus dasar yang umum digunakan sebagai acuan adalah sebagai berikut (Asdak, 2023; Kodoatie & Sjarief, 2012):

$$Q_{PDAM} = \frac{Q_d + Q_{nd}}{1-f} \dots\dots\dots (3)$$

dengan :

- k = kebutuhan air baku PERUMDAM (L/hari)
- Q_d = kebutuhan air domestik (L/hari)

$$\begin{aligned} Q_{nd} &= \text{kebutuhan air non domestik (L/hari)} \\ f &= \text{Faktor kehilangan air} \end{aligned}$$

Dalam pengelolaan sumber daya air berbasis bendungan, faktor K merupakan koefisien kecukupan atau keandalan ketersediaan air, yang digunakan untuk mengevaluasi apakah ketersediaan air (debit andalan) mampu memenuhi kebutuhan air yang direncanakan. Faktor K banyak digunakan dalam kajian air baku PERUMDAM, irigasi, serta neraca air bendungan, terutama pada tahap evaluasi kecukupan alokasi air. Secara konseptual, faktor K menggambarkan rasio antara suplai dan demand air. Nilai faktor K menjadi indikator sederhana namun penting dalam menentukan apakah suatu sistem bendungan berada pada kondisi surplus, seimbang, atau defisit air. Adapun formula yang digunakan dalam menganalisis faktor k , sebagai berikut (Asdak, 2023):

$$k = \frac{Q_{dandalan}}{Q_{kebutuhan}} \dots\dots\dots (4)$$

dengan :

$$\begin{aligned} k &= \text{faktor kecukupan air bendungan.} \\ Q_{dandalan} &= \text{debit andalan bendungan (m}^3\text{/s).} \\ Q_{kebutuhan} &= \text{debit kebutuhan air (m}^3\text{/s).} \end{aligned}$$

Nilai faktor K digunakan sebagai indikator kecukupan ketersediaan air terhadap kebutuhan air dalam suatu sistem pengelolaan sumber daya air. Apabila nilai faktor K lebih besar dari satu ($K > 1$), kondisi ini menunjukkan bahwa ketersediaan air melebihi kebutuhan air. Nilai faktor K sama dengan satu ($K = 1$) menggambarkan kondisi keseimbangan antara ketersediaan dan kebutuhan air, yang menunjukkan bahwa sistem berada pada kondisi optimum dan memerlukan pengelolaan alokasi air yang cermat agar keseimbangan tersebut dapat dipertahankan. Sebaliknya, apabila nilai faktor K lebih kecil dari satu ($K < 1$), kondisi ini mengindikasikan bahwa ketersediaan air tidak mampu memenuhi kebutuhan air sehingga terjadi kondisi defisit.

2.7 Evaluasi Skematik Rencana Alokasi Air Tahunan (RAAT) Bendungan

Rencana Alokasi Air Tahunan (RAAT) merupakan instrumen perencanaan operasional dalam pengelolaan sumber daya air yang digunakan untuk mengatur pembagian air antar sektor pengguna dalam satu periode tahunan berdasarkan keterkaitan antara ketersediaan air, kebutuhan air, dan prioritas pemanfaatan. Pada sistem bendungan multipurpose, RAAT berperan penting dalam menjamin pemanfaatan air yang adil, efisien, dan berkelanjutan, serta menjadi pedoman pengoperasian bendungan dalam menghadapi variasi kondisi hidrologi tahunan. Evaluasi RAAT umumnya dilakukan melalui analisis neraca air dengan membandingkan antara ketersediaan air yang direpresentasikan oleh debit andalan dan total kebutuhan air, sehingga dapat diidentifikasi kondisi surplus, seimbang, maupun defisit air pada berbagai periode waktu (Alaniri & Suryadi, 2023; Hatmoko et al., 2012)

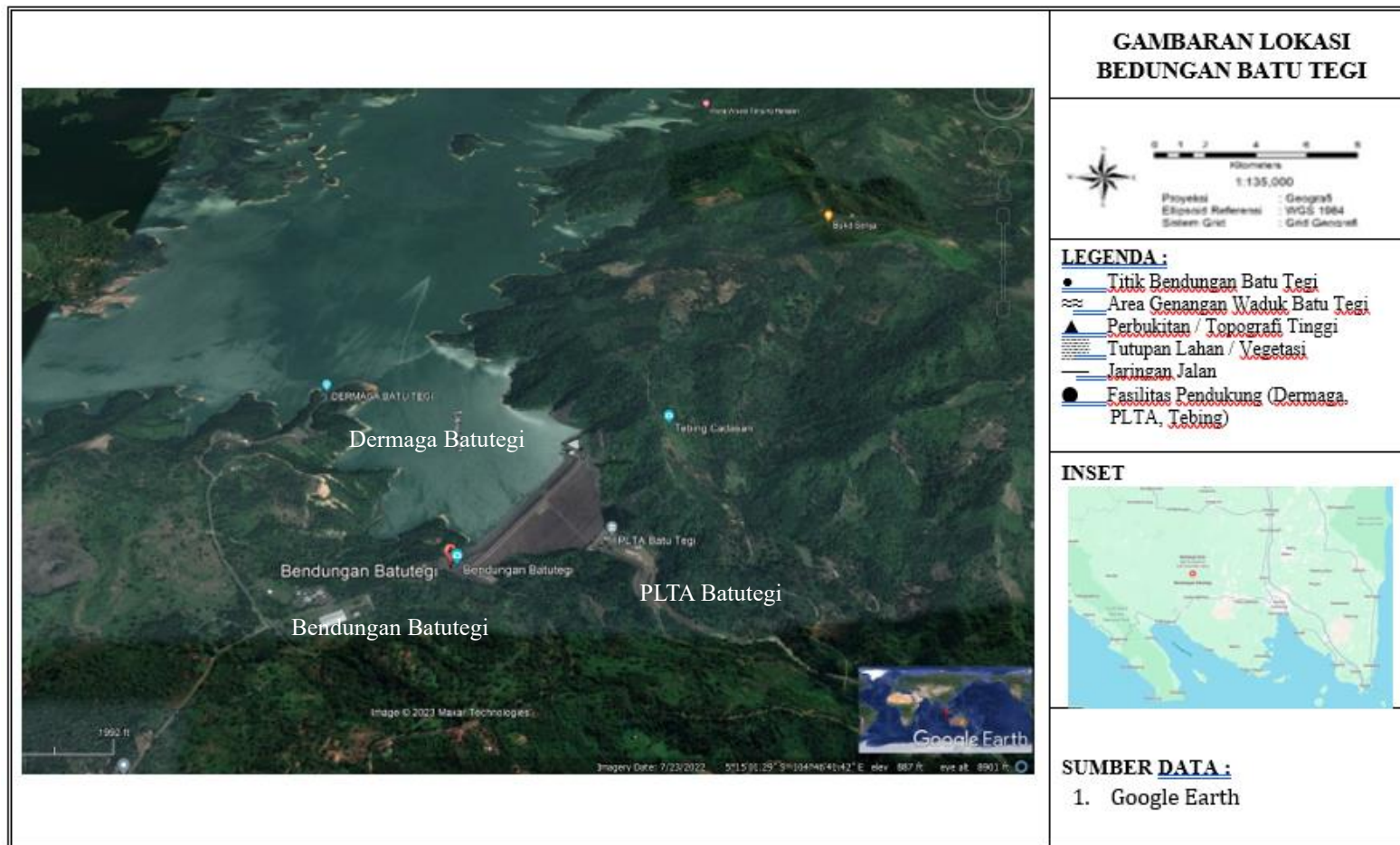
Pendekatan skematik dalam evaluasi RAAT digunakan untuk menggambarkan hubungan antara sumber air, jalur distribusi, dan sektor pengguna air secara sistematis dari hulu hingga hilir. Hasil evaluasi skematik RAAT selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam penyesuaian strategi alokasi air dan pengoperasian bendungan, baik melalui pengaturan prioritas penggunaan air maupun optimalisasi pelepasan air (Jie et al., 2025; Sutapa et al., 2025).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di Pekon Batuteги, Kecamatan Air Naningan, Kabupaten Tanggamus, Provinsi Lampung. Secara geografis, Bendungan Batuteги terletak pada koordinat $05^{\circ}15'19''$ – $05^{\circ}15'81''$ Lintang Selatan dan $104^{\circ}46'50''$ – $104^{\circ}46'78''$ Bujur Timur, dengan elevasi wilayah sekitar ± 1.500 m di atas permukaan laut. Bendungan ini berada pada bagian hulu Daerah Aliran Sungai (DAS) Way Sekampung dan berfungsi sebagai pengendali utama aliran sungai serta penyedia air bagi wilayah hilir. Suplai aliran air Bendungan Batuteги berasal dari curah hujan pada wilayah hulu DAS Way Sekampung yang dialirkan melalui Sungai Way Sekampung beserta anak-anak sungainya. Secara hidrologis, wilayah tangkapan air bendungan dibatasi oleh punggung bukit sebagai pemisah aliran, dengan batas DAS Way Semangka di bagian barat dan utara, DAS Way Seputih di bagian timur, serta wilayah hilir DAS Way Sekampung yang mengalir menuju Bendung Argoguruh di bagian selatan. Adapun batas – batas wilayah bendungan dan waduk Batuteги dijelaskan sebagai berikut:

- Batas Utara : Daerah Aliran Sungai (DAS) Way Semangka dan wilayah perbukitan Kabupaten Tanggamus.
- Batas Selatan : Wilayah hilir DAS Way Sekampung yang mengalir menuju Bendung Argoguruh dan daerah irigasi Way Sekampung.
- Batas Barat : DAS Way Semangka serta kawasan perbukitan hulu Kabupaten Tanggamus.
- Batas Timur : DAS Way Seputih dan wilayah peralihan menuju Kabupaten Lampung Tengah.



Gambar 2. Lokasi penelitian RAAT Bendungan Batutegi.

3.2 Waktu Penelitian

Penelitian ini menggunakan data sekunder yang terdiri atas data debit andalan sepuluh tahunan periode 2014–2023 sebagai dasar analisis ketersediaan air Sungai Way Sekampung. Data debit andalan tersebut diperoleh dari Balai Besar Wilayah Sungai Mesuji Sekampung dan digunakan untuk merepresentasikan kondisi hidrologi pada tahun kering, normal, dan basah. Selain itu, digunakan data penggunaan air baku dari PERUMDAM terkait yang menggambarkan besaran dan pola pemanfaatan air untuk kebutuhan domestik dan non-domestik, serta data kebutuhan air irigasi untuk persawahan yang mencakup luas areal dan pola tanam pada daerah layanan Bendungan Batutegei hingga Bendung Argoguruh.

Pelaksanaan penelitian dilakukan pada tahun 2025, diawali dengan survei pendahuluan pada bulan Januari hingga Februari 2025 untuk memperoleh gambaran awal kondisi lapangan dan ketersediaan data. Pengambilan data sekunder dilaksanakan pada bulan April 2025, sedangkan tahapan analisis data dilakukan setelah seluruh data terkumpul guna mendukung evaluasi kecukupan alokasi air secara komprehensif dan sistematis.

3.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui pemanfaatan data sekunder yang diperoleh dari berbagai instansi terkait guna mendukung analisis ketersediaan dan kebutuhan air. Data hidrologi berupa data debit sungai diperoleh dari BPSDA Provinsi Lampung dengan rentang waktu tahun 2013–2023 selama sepuluh tahun, yang digunakan untuk menggambarkan karakteristik aliran sungai serta menghitung debit andalan sebagai dasar analisis ketersediaan air. Selain itu, data kebutuhan air diperoleh dari beberapa sumber, meliputi data kebutuhan air irigasi yang bersumber dari Dinas Pertanian Provinsi Lampung untuk tahun 2023 sebagai representasi kondisi terkini kebutuhan irigasi, serta data kebutuhan air domestik yang diperoleh dari PERUMDAM dengan rentang waktu 2019–2023 selama lima tahun. Seluruh data sekunder tersebut digunakan secara terintegrasi

untuk menyusun neraca air dan mengevaluasi kecukupan alokasi air dalam perencanaan Rencana Alokasi Air Tahunan (RAAT).

3.4 Metode Pengumpulan Data dan Analisis Data

Dalam penelitian ini dibutuhkan data sekunder berupa data debit air andalan dari masing-masing inflow yang mengalir ke waduk dari sungai sekitar. Selain itu digunakan pula data suply dari PERUMDAM dan data kebutuhan RKI.

Tabel 1. Data Masukan Penelitian

Jenis Data	Sumber Data	Rentan Data
1. Hidrologi		
a. Data debit sungai	BPSDA (Badan Pusat Statistik daerah) Provinsi Lampung	2014-2023 (10 Tahun)
2. Kebutuhan Air		
a. Irigasi	Dinas Pertanian Provinsi Lampung	2023 (1 tahun terakhir)
b. Domestik	PERUMDAM	2019-2023 (5 tahun)

Secara garis besar, metode analisis mengacu pada KP 01 sampai dengan KP 07 mengenai pedoman perencanaan irigasi dan pembagian air irigasi. Adapun tahapan analisis data dilakukan sebagai berikut :

1. Validasi data dengan melakukan pengecekan kembali akurasi, legalitas dan kelengkapan data.
2. Pemilahan jenis, waktu dan jumlah pemakaian air serta mengelompokkannya kedalam setiap daerah layanan.
3. Perhitungan kebutuhan air pada setiap tempat pengambilan dalam daerah layanan pada kurun waktu tertentu. Dengan kebutuhan air mencakup kebutuhan air baku dihitung berdasarkan data pelayanan PERUMDAM

dengan mempertimbangkan kebutuhan domestik, non-domestik, dan faktor kehilangan air, dan kebutuhan air irigasi yang bersumber dari daerah layan DI Sekampung (Bendungan Batutegei – Bendung Argoguruh).

4. Perhitungan kemampuan ketersediaan air pada tempat-tempat pengambilan dalam daerah layanan pada kurun waktu tertentu.
5. Perhitungan keseimbangan air di setiap titik pengambilan dengan mempertimbangkan urutan prioritas penggunaan air yang didasarkan atas alternatif ramalan cuaca dan derajat pemenuhan kebutuhan.
6. Neraca air disusun dengan membandingkan antara ketersediaan air (debit andalan) dan total kebutuhan air, yang meliputi kebutuhan air baku, irigasi, dan aliran pemeliharaan. Tahap ini digunakan untuk mengidentifikasi kondisi surplus dan defisit air pada berbagai periode waktu sebagai . :
 - a. Penghitungan neraca air dapat dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak (software) termasuk spreadsheet.
 - b. Penghitungan neraca air di setiap daerah layanan dilakukan dengan mempertimbangkan urutan prioritas penggunaan air yang didasarkan atas alternatif prakiraan cuaca dan derajat/tingkat pemenuhan kebutuhan.
7. Rencana Alokasi Air berdasarkan hasil perhitungan neraca air. Perhitungan ini dijadikan dasar untuk menghasilkan konsep rencana alokasi air dalam bentuk rencana penyediaan air tahunan dan rencana penyediaan air rinci dengan berbagai macam skenario yang memuat informasi alokasi debit pada setiap titik pengambilan dan status pemenuhannya pada setiap periode waktu tertentu sebagai berikut:
 - a. Keseimbangan air skenario tahun basah.

Pada skenario tahun basah, ketersediaan air berada pada kondisi relatif tinggi sebagai akibat dari meningkatnya curah hujan dan debit aliran. Secara probabilistik, kondisi ini diasumsikan memiliki peluang kejadian sebesar 33,33%, yang diperoleh dari perhitungan $100\% \times (1/3)$. Penentuan nilai ini didasarkan pada pendekatan pembagian distribusi kondisi hidrologi tahunan menjadi tiga kategori utama, yaitu basah, normal, dan kering, dengan asumsi peluang kejadian yang proporsional. Kondisi basah umumnya merepresentasikan debit dengan peluang

terlampau rendah (high flow), sehingga digunakan untuk mengidentifikasi potensi kelebihan air. Rencana alokasi air pada kondisi ini difokuskan pada pemanfaatan ketersediaan air secara optimal untuk memenuhi seluruh kebutuhan air, sekaligus menjaga pengendalian aliran agar tidak menimbulkan kelebihan pelepasan air. Evaluasi keseimbangan air pada tahun basah bertujuan untuk mengidentifikasi potensi surplus air serta peluang pemanfaatannya tanpa mengabaikan fungsi pengendalian banjir dan pemeliharaan aliran sungai.

b. Keseimbangan air skenario tahun normal.

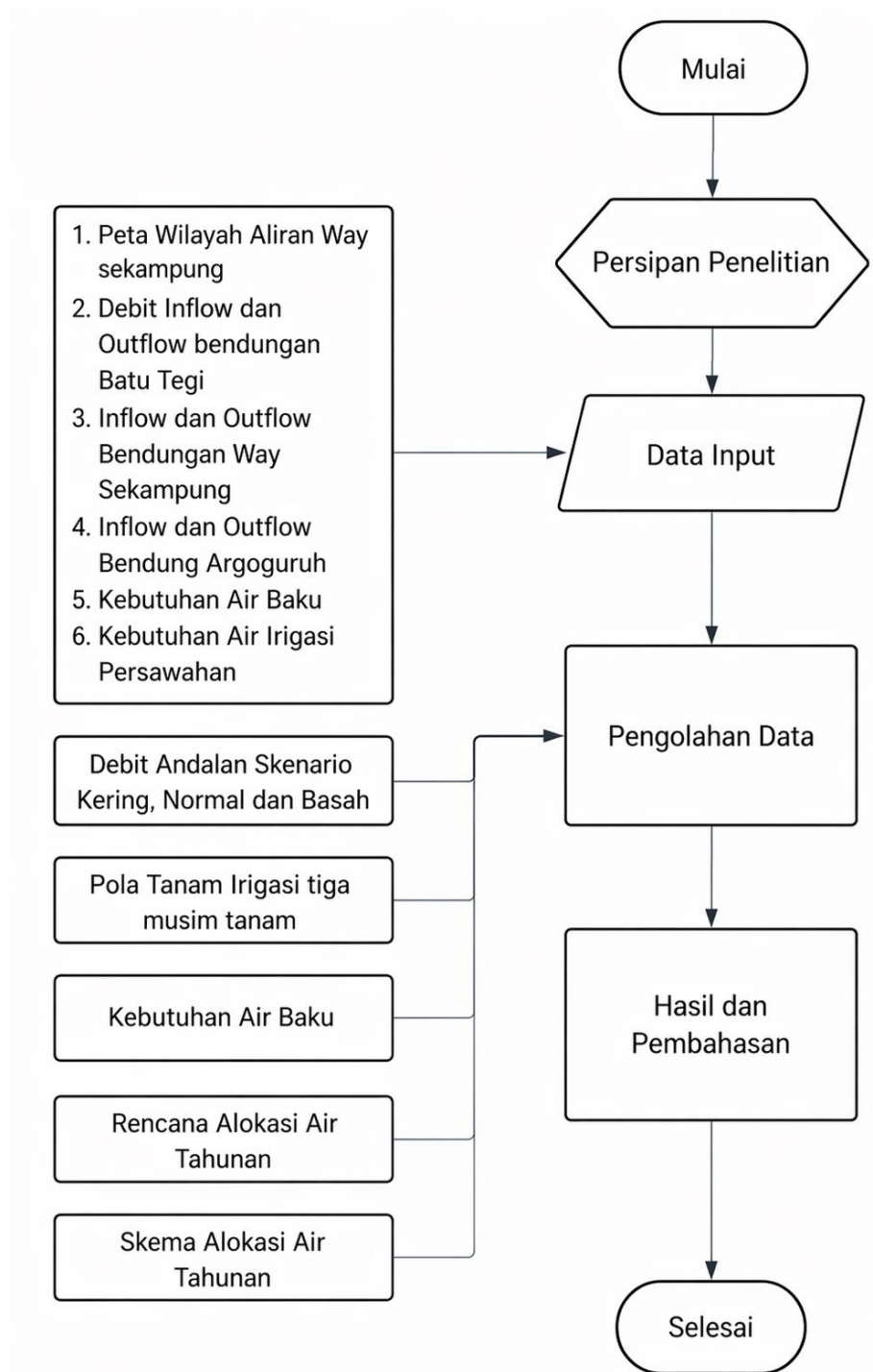
Skenario tahun normal merepresentasikan kondisi ketersediaan air rata-rata yang paling sering terjadi, dengan peluang kejadian sebesar 50% yang dihitung dari $100\% \times (1/2)$. Keseimbangan air pada tahun normal digunakan sebagai dasar dalam penyusunan Rencana Alokasi Air Tahunan (RAAT), karena mencerminkan kondisi operasional yang stabil dan berkelanjutan.

c. Keseimbangan air skenario tahun kering (pada kondisi defisit air).

Pada skenario tahun kering, ketersediaan air berada pada kondisi minimum sehingga berpotensi menimbulkan defisit air. Kondisi ini diasumsikan memiliki tingkat keandalan sebesar 66,67%, yang diperoleh dari perhitungan $100\% \times (2/3)$. Penentuan nilai ini mempertimbangkan pendekatan debit andalan dengan peluang terlampau tinggi (low flow), yang umum digunakan dalam perencanaan irigasi untuk menjamin keandalan suplai air. Rencana alokasi air pada kondisi ini disusun secara konservatif dengan menekankan pemenuhan kebutuhan air prioritas serta pengaturan distribusi air yang lebih ketat. Evaluasi keseimbangan air pada tahun kering bertujuan untuk mengidentifikasi tingkat kekurangan air serta merumuskan strategi pengelolaan alokasi air yang adaptif guna meminimalkan dampak defisit air terhadap sektor-sektor pengguna.

8. Skema alokasi air tahunan disusun dalam bentuk diagram atau bagan yang menggambarkan aliran dan pembagian air secara sistematis dari hulu hingga hilir pada sistem Bendungan Batuteji–Bendung Argoguruh.

Langkah pengerjaan penelitian ini dapat diilustrasikan pada Gambar 3.



Gambar 3 Bagan alir penelitian.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Ketersediaan air dan debit andalan Bendungan Batuteги pada sistem Bendungan Batuteги–Bendung Argoguruh menunjukkan variasi yang signifikan pada skenario tahun kering, normal, dan basah. Pada kondisi basah, total ketersediaan air mencapai nilai maksimum hingga sekitar 81,31 m³/s, sehingga mampu memenuhi seluruh kebutuhan air sepanjang tahun. Pada kondisi normal, ketersediaan air berada pada kisaran 40–77 m³/s dan secara umum masih mencukupi, meskipun terjadi defisit sedikit pada periode puncak kebutuhan. Sementara itu, pada kondisi kering, ketersediaan air menurun hingga di bawah 10 m³/s pada puncak musim kemarau, yang menyebabkan terjadinya defisit air pada beberapa periode seperti yang terlihat pada Gambar 8.
2. Pola kebutuhan air pada sistem Bendungan Batuteги–Bendung Argoguruh didominasi oleh kebutuhan air irigasi DI Sekampung seluas ±55.373 ha, dengan kebutuhan maksimum mencapai sekitar 84,22 m³/s pada periode puncak musim tanam (Februari–Maret) dan menurun hingga angka minimum pada akhir musim kemarau (September). Kebutuhan air baku bersifat relatif konstan sepanjang tahun, yaitu PERUMDAM Pringsewu sebesar 0,10 m³/s, UPT PAM Metro sebesar 0,05 m³/s, PERUMDAM Kota Bandar Lampung sebesar 0,72–0,75 m³/s, dan Perumda Air Minum Pesawaran sebesar 0,03 m³/s. Selain itu, dialokasikan debit pemeliharaan sungai sebesar 5% dari total ketersediaan air untuk menjaga keberlanjutan fungsi hidrologi dan lingkungan sungai.

3. Hasil analisis neraca air dan Rencana Alokasi Air Tahunan (RAAT) menunjukkan bahwa pada kondisi basah sistem didominasi oleh kondisi surplus dengan nilai surplus maksimum mencapai sekitar $+3,94 \text{ m}^3/\text{s}$, sedangkan pada kondisi normal neraca air relatif seimbang dengan surplus dan defisit yang terbatas. Pada kondisi kering, terjadi defisit air dengan nilai defisit maksimum mencapai sekitar $-2,91 \text{ m}^3/\text{s}$, terutama pada periode Januari hingga Maret. Oleh karena itu, RAAT Bendungan Batutegei–Bendung Argoguruh perlu disusun dengan pendekatan prioritas berjenjang, yaitu pemenuhan kebutuhan air baku dan debit pemeliharaan sungai terlebih dahulu, kemudian diikuti oleh pengaturan alokasi air irigasi secara adaptif sesuai kondisi hidrologi tahunan.
4. Berdasarkan hasil analisis, pada kondisi eksisting sistem masih mengalami defisit air sebesar 37,5% pada kondisi normal dan kering, serta 33,33% pada kondisi basah. Setelah dilakukan optimasi luasan irigasi menjadi 53.709 ha (MT1) dan 33.190 ha (MT2) disertai penyesuaian pola tanam, kondisi defisit tidak lagi terjadi sehingga seluruh periode berada dalam kondisi surplus. Penyesuaian luasan dilakukan secara selektif, di mana pengurangan luasan terjadi pada wilayah dengan keterbatasan ketersediaan air, terutama di Korwil Rantau Fajar (meliputi BPU 17, KA 2, BH-2–BH-11, BJ, BK, serta BM.6–BM.13), sedangkan peningkatan maupun pemertahanan luasan dilakukan pada wilayah yang masih memiliki potensi ketersediaan air, seperti KORWIL Purbolinggo serta wilayah lain yang relatif stabil. Dengan demikian, penerapan luasan irigasi optimal dan pola tanam yang adaptif terbukti efektif dalam menghilangkan defisit air, meningkatkan efisiensi pemanfaatan sumber daya air, serta memperkuat keandalan sistem irigasi dalam menghadapi variabilitas kondisi hidrologi.

5.2 Saran

1. Pengembangan analisis ketersediaan dan alokasi air dengan mempertimbangkan proyeksi perubahan iklim dan variabilitas hidrologi jangka panjang belum dibahas dalam penelitian ini karena kajian difokuskan

pada penyusunan dan evaluasi Rencana Alokasi Air Tahunan (RAAT) berbasis data historis pada daerah layanan Bendungan Batutegei hingga Bendung Argoguruh. Oleh sebab itu, kajian lanjutan perlu mengintegrasikan proyeksi iklim dan pemodelan hidrologi jangka panjang untuk menghasilkan debit proyeksi, yang selanjutnya digunakan dalam evaluasi keandalan debit andalan serta ketahanan RAAT terhadap kondisi hidrologi ekstrem di masa mendatang, sehingga perencanaan alokasi air dapat bersifat lebih adaptif dan berkelanjutan.

2. Aspek optimalisasi operasi bendungan dan efisiensi penggunaan air irigasi, termasuk simulasi operasi bendungan, evaluasi kehilangan air pada jaringan irigasi, serta penyesuaian pola tanam, tidak dikaji secara mendalam dalam penelitian ini. Hal tersebut disebabkan penelitian ini difokuskan pada perencanaan alokasi air tahunan tanpa melakukan analisis teknis operasional bendungan dan jaringan irigasi secara rinci.
3. Kebutuhan air baku pada perusahaan swasta belum dianalisis dalam penelitian ini, sehingga direkomendasikan untuk memasukkan komponen tersebut agar perencanaan alokasi air tahunan menjadi lebih komprehensif dan akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Aji, S., Arya, P., & Iryanti, M. (2016). Aplikasi Metode Ground Penetrating Radar terhadap Pola Retakan di Bendungan Batu Tegi Lampung. *Wahana Fisika*, 1(1), 32. <https://doi.org/10.17509/wafi.v1i1.4529>.
- Alaniri, Y., & Suryadi, Y. (2023). Pengaruh Keberadaan Bendungan Leuwikeris dan Bendungan Matenggeng Terhadap Alokasi Air Daerah Aliran Sungai (DAS) Citanduy. *Jurnal Sumber Daya Air*, 19(2), 68–83. <https://doi.org/10.32679/jsda.v19i2.857>.
- Allen, R. G., Pereira, L. S., Rae S, D., & Smith, M. (2006). *Crop Evapotranspiration (guidelines for computing crop water requirements)*.
- Amalia, W. P. A., & Dewi, V. A. K. (2025). Analysis of Clean Water Demand and Availability in Prambon Village using F.J Mock Method and Direct Testing in Tugu District, Trenggalek Regency. *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, 9(4), 1752–1761. <https://doi.org/10.70609/g-tech.v9i4.6206>.
- Andito Nurdaviq Lazuardi, Lily Montarcih Limantara, & Tri Budi Prayogo. (2023). Studi Optimasi Pemanfaatan Air Irigasi Bendungan Batu Tegi Menggunakan Program Linier. *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sumber Daya Air*, 4(1), 343–356. <https://doi.org/10.21776/ub.jtresda.2024.004.01.029>.
- Andsager, K., Beard, K. V, & Laird, N. F. (1999). *Laboratory Measurements of Axis Ratios for Large Raindrops*.
- Aprizal, & Nur Yuniar, M. (2017). Kajian Pola Tanam Daerah Irigasi Sekampung Sistem Provinsi Lampung. *Jurnal Teknik Sipil UBL* (Vol. 8, Number 1).
- Ari Swenda, O., Ridwan, A., Winarto, S., Teknik, F., & Kadiri, U. (2019). Analisa Kebutuhan Air Baku Berdasarkan Mata Air Sungai Bayong (Study Kasus di Kec. Bendungan Kab. Trenggalek). *JURMATEKS* (Vol. 2, Number 1).
- Ariyanto, L. (2022). Alokasi Air Das Sekampung sebagai Upaya Pengelolaan Sumber Daya Air Berkelanjutan. *Journal of Infrastructural in Civil Engineering (JICE)* (Vol. 03, Number 01). <https://ejurnal.teknokrat.ac.id/index.php/jice>.
- Asdak, C. (2023). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gajah Mada University Press.

- Destiany, A., Fauzi, M., & Handayani, Y. L. (2019). Analisis Debit Andalan Sungai Batang Lubuh Pos Duga Air Pasir Pengaraian. *Jurnal Teknik* (Vol. 13).
- Doorenbos, J., & Pruitt, W. O. (1977). *Guidelines for Predicting Crop Water Requirements*.
- Fachrunnisa, P., & Fauzi, M. (2019). Perbandingan Debit Andalan Hasil Tank Model terhadap Debit Sungai Tapung Kiri Stasiun Tandun. *Jurnal Teknik* (Vol. 13).
- FAO. (2018). *Water Accounting For Water Governance and Sustainable Development Food and Agriculture Organization of The United Nations*. www.fao.org/publications.
- Fitri Soerya, S., Asdak, C., Rustam Kendarto, D., Yan, T., & Riyadi, A. (2023). F.J Mock Method for Hydrological Moel in Water Reliability Study in Leuwi Padjadjaran II Reservoir. *Journal of Advanced Zoology*, 44(5), 884–893.
- Hadimuljono, M. B., & Kurniawan, P. (2022). *Mode Kegagalan Bendungan dan Teknik Pemantauan*. Penerbit: Andi.
- Harsoyo, B. (2010). Review modeling hidrologi DAS di Indonesia. *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca*, 11, 41–47.
- Hasan, N. M., Kustiani, I., Purba, A., & Wardono, H. (2024). Analisis Prioritas Implementasi Modernisasi Irigasi pada Daerah Irigasi Way Sekampung. *Jurnal Rekayasa Lampung (JRL)* (Vol. 3, Number 2).
- Hatmoko, W., Wahyudi Triweko, R., Yudianto, D., Puslitbang, P. Di, & Daya Air, S. (2012). Sistem Pendukung Keputusan untuk Perencanaan Alokasi Air secara Partisipatoris pada Suatu Wilayah Sungai. *Jurnal Teknik Hidraulik*, 3(1), 71–86.
- Jie, F., Fei, L., Peng, Y., Li, S., & Ge, Y. (2025). Optimal Allocation of Water Resources in Irrigation Areas Considering Irrigation Return Flow and Uncertainty. *Applied Sciences (Switzerland)*, 15(5). <https://doi.org/10.3390/app15052380>.
- Juhana, E. A., Permana, S., & Farida, I. (2016). Analisis Kebutuhan Air Irigasi pada Daerah Irigasi Bangbayang UPTD SDAP Leles Dinas Sumber Daya Air dan Pertambangan Kabupaten Garut. *Jurnal Konstruksi*, 13(1), 1–28. <https://doi.org/10.33364/konstruksi/v.13-1.285>.
- Kementerian PUPR. (2020). Peraturan Menteri PUPR No. 6 Tahun 2020 tentang Perubahan atas Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 27/prt/m/2015 tentang Bendungan.

- Kodoatie, R. J., & Sjarief, R. (2012). *Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu*. Penerbit: Andi.
- Kristofery, L., Murtalaksono, K., & Baskoro, D. P. T. (2019). Simulasi Perubahan Penggunaan Lahan terhadap Karakteristik Hidrologi Daerah Aliran Sungai Ciliman. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*, 21(2), 66–71. <https://doi.org/10.29244/jitl.21.2.66-71>.
- Loucks, D. P., & Van Beek, E. (2017). *Water Resource Systems Planning and Management An Introduction to Methods, Models, and Applications*. Springer joint with Deltares and UNESCO-IHE.
- Maini, M., & Yusuf, F. A. (2024). Analisis Debit Andalan Inflow Waduk Bulango Ulu di Provinsi Gorontalo. *Jurnal Teknologi dan Sains Modern*, 1(3), 101–109. <https://doi.org/10.69930/jtism.v1i3.201>.
- Mori, K., Ishii, H., Somantani, A., & Hatakeyama, A. (2003). *Hidrologi untuk Pengairan* (S. Sosrodarsono & K. Takeda, Eds.; 9th ed.). PT Pradnya Paramita.
- Nani, E. T., Labdul, B. Y., & Husnan, R. (2024). Model Pola Operasi Waduk Bulango Ulu. *Composite Journal*, 4(2), 43–47. <https://doi.org/10.37905/cj.v4i2.131>.
- Prawati, E., & Saputra, B. (2020). Analisis Kebutuhan Air Daerah Irigasi Desa Sumbergede Kecamatan Sekampung Kabupaten Lampung Timur. *TAPAK (Teknologi Aplikasi Konstruksi): Jurnal Program Studi Teknik Sipil*, 10(1), 105–116. <http://u.lipi.go.id/1320332466>.
- Saidah, H., Bagus Budianto, M., Hanifah, L., Sulistyono, H., & Setiawan, A. (2018). Penentuan Koefisien Resesi untuk Peramalan Debit Setengah Bulanan Sungai Jangkok. *Spektrum Sipil*, 5(1), 37–44.
- Santoso, G., Hani, S., & Prasetyo, R. (2020). Sistem Monitoring Kualitas Tanah Tanaman Padi dengan Parameter Suhu dan Kelembaban Tanah Berbasis Internet of Things (IoT). *Prosiding Seminar Nasional Teknoka*, 5(2502), 146–155. <https://doi.org/10.22236/teknoka.v5i.297>.
- Setiadi, P. A., Wijayanti, Y., Cahyono, C., & Juliastuti. (2022a). FJ.Mock Method for Hydrological model in Water Reliability Study at Jatiluhur Estate, Purwakarta. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 998(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/998/1/012003>.
- Setiadi, P. A., Wijayanti, Y., Cahyono, C., & Juliastuti. (2022b). FJ.Mock Method for Hydrological model in Water Reliability Study at Jatiluhur Estate, Purwakarta. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 998(1), 0–6. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/998/1/012003>.

- Singadji, A., James Betaubun, R., Chrissunday Jakob, J., & Negeri Ambon, P. (2025). Analisis Rencana Alokasi Air Tahunan (RAAT) Daerah Irigasi Samal Kabupaten Maluku Tengah. *Jurnal Penelitian Multidisiplin Bangsa*, 1(8), 1039–1045.
- Sudira, P., Susanto, S., & Sutiarmo, L. (2013). Manajemen Sumberdaya Air Daerah Aliran Sungai Sekampung di Antara Bendungan Batutegei dan Bendung Argoguruh, Propinsi Lampung: Kerangka Analitis Penyusunan Pola Operasional Waduk Harian. *AGRITECH*, 33(2), 226–233.
- Sugiharta, Juanita, & Endi Alfian, M. (2025). Harmonization of River Based Irrigation Water Rotation Systems for Conflict-Prone Irrigation Areas. *Nusantara Hasana Journal*, 4(10), Page.
- Sutapa, W., Said, T., & Dwijayanti, A. (2025). Rencana Alokasi Air Tahunan Sungai Kabua Bua untuk Mendukung Ketahanan Pangan di Kabupaten Banggai. *KoNTekS Ke*, 3(2).
- Upomo, T. C., & Kusumawardani, R. (2016). Pemilihan Distribusi Probabilitas pada Analisa Hujan dengan Metode Goodness of Fit Test. *Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan*, 18(2), 139–148. <https://doi.org/10.15294/jtsp.v18i2.7480>.
- Waasiu Widyaningsih, K., Harisuseno, D., Soetopo, W., & Mayjen Haryono, J. (2021). Perbandingan Metode FJ. Mock dan NRECA untuk Transformasi Hujan Menjadi Debit pada DAS Metro Kabupaten Malang, Jawa Timur. *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sumber Daya Air* (Vol. 1, Number 1). <https://jtresda.ub.ac.id/>.
- Wardana, I. G. N. K. M. A., Parwita, I. G. L. M., Andayani, K. W., Sukarmawati, Y., & Winaya, I. N. A. P. (2025). *Water Allocation Management Strategies for the Sustainability of the Tukad Oos Watershed in Gianyar Regency* (pp. 363–372). https://doi.org/10.2991/978-94-6463-878-3_41.