

# ANALISIS KEBUTUHAN INFRASTRUKTUR SISTEM PEMANENAN AIR DI SUBAK BALANGAN DESA KUWUM KABUPATEN BADUNG

I Gusti Agung Putu Eryani<sup>1\*</sup>, Made Widya Jayantari<sup>2</sup>, dan I Gusti Ngurah Hesa Respati Haditama<sup>3</sup>

<sup>1\*</sup> Program Studi Teknik Sipil, Universitas Warmadewa, Jl. Terompong No. 24, Tanjung Bungkak Denpasar Bali  
e-mail: [eryaniagung@gmail.com](mailto:eryaniagung@gmail.com)

<sup>2</sup> Program Studi Teknik Sipil, Universitas Udayana, Jl. Terompong No. 24, Tanjung Bungkak Denpasar Bali  
e-mail: [penulis@ymail.co.id](mailto:penulis@ymail.co.id)

<sup>3</sup> Program Studi Teknik Sipil, Universitas Warmadewa, Jl. Terompong No. 24, Tanjung Bungkak Denpasar Bali  
e-mail: [hesa.ngurah@gmail.com](mailto:hesa.ngurah@gmail.com)

## ABSTRAK

Desa Kuwum di Kabupaten Badung, Bali, mempertahankan sistem irigasi tradisional subak, yang memainkan peran penting dalam mendistribusikan air secara adil kepada petani. Namun, tantangan serius seperti perubahan iklim dan konflik penggunaan air mengakibatkan kekurangan pasokan air. Untuk mengatasi masalah ini, pembangunan embung geotekstil sebagai infrastruktur pemanenan air menjadi solusi inovatif. Embung geotekstil, menggunakan material geotekstil, memiliki keunggulan dalam daya tahan, fleksibilitas, dan biaya perawatan yang rendah. Sistem ini mampu menampung air hujan yang melimpah pada musim hujan untuk digunakan saat musim kemarau, serta mengurangi risiko banjir dengan mengalirkan air secara bertahap ke saluran irigasi. Dalam implementasinya, analisis lokasi strategis dan desain yang sesuai dengan kebutuhan lokal sangat penting, melibatkan partisipasi aktif dari komunitas subak. Pembangunan embung ini diharapkan dapat meningkatkan produktivitas pertanian, mengurangi risiko gagal panen, dan mendukung kesejahteraan ekonomi masyarakat Desa Kuwum. Selain manfaat teknis, embung geotekstil juga berkontribusi pada keberlanjutan sistem subak, menjaga keseimbangan ekosistem, dan melestarikan warisan budaya. Dengan demikian, pembangunan embung geotekstil di Subak Balangan merupakan langkah strategis untuk memastikan ketersediaan air yang cukup sepanjang tahun dan meningkatkan kualitas hidup masyarakat, serta menghadapi tantangan perubahan iklim yang semakin mendesak.

**Kata kunci:** Subak, Infrastruktur, Pemanenan Air, Embung, Geotextile.

## 1. PENDAHULUAN

Desa Kuwum di Kabupaten Badung, Bali, merupakan salah satu wilayah yang masih mempertahankan sistem irigasi tradisional subak (Eryani et al., 2023). Subak adalah sistem pengelolaan air yang tidak hanya mendistribusikan air secara adil kepada para petani, tetapi juga mencerminkan nilai sosial dan spiritual yang mendalam (Norken, 2015). Subak Balangan sebagai bagian dari sistem ini memiliki peran penting dalam mengelola pasokan air untuk lahan pertanian, khususnya sawah yang menjadi sumber utama penghidupan masyarakat setempat. Namun, Subak Balangan kini menghadapi sejumlah tantangan serius, seperti perubahan iklim yang mengakibatkan ketidakpastian curah hujan, diperparah dengan konflik air yang terjadi akibat adanya bangunan tambahan di hulu bangunan distribusi yang menyebabkan Subak Balangan mengalami kekurangan air (Eryani & Jayantari, 2024).

Untuk menghadapi tantangan-tantangan tersebut, diperlukan infrastruktur pemanenan air yang lebih efisien dan berkelanjutan. Pembangunan infrastruktur panen air (embung dan bangunan air lainnya) merupakan upaya mengatasi permasalahan penyediaan air irigasi di lahan pertanian di Indonesia (Rejekiningrum & Kartiwa, 2022; Sulaiman et al., 2017). Sesuai Direktif Presiden RI pada acara Rakernas Pembangunan Pertanian di Hotel Bidakara, Jakarta tanggal 5 Januari 2017 dan Pekan Nasional Petani Nelayan ke-15, di Aceh tanggal 6 Mei 2017, Presiden mengamanatkan untuk membangun embung dan penampung air lainnya sebanyak 30.000 unit (Rejekiningrum & Kartiwa, 2022; Sulaiman et al., 2017).. Direktif tersebut ditindaklanjuti dengan rencana diterbitkannya Inpres tentang percepatan pembangunan embung kecil dan bangunan penampung air lainnya tahun 2017. Embung atau tandon air merupakan waduk berukuran mikro di lahan pertanian yang dibangun untuk menampung kelebihan air hujan di musim hujan (Wiradnyana, 2018). Air yang ditampung tersebut selanjutnya digunakan sebagai sumber irigasi suplementer untuk budidaya komoditas pertanian bernilai ekonomi tinggi di musim kemarau atau di saat curah hujan makin jarang.

Salah satu solusi yang dapat diimplementasikan adalah pembangunan embung geotekstil. Embung geotekstil adalah struktur penampungan air yang menggunakan material geotekstil sebagai lapisan penahan air. Material ini memiliki keunggulan dalam hal daya tahan, fleksibilitas, dan kemampuan untuk menahan air dengan baik, sehingga sangat cocok untuk digunakan dalam kondisi geografis dan iklim yang bervariasi (PT Barca Karya Utama, 2024). Embung geotekstil dapat menjadi solusi inovatif untuk mengatasi masalah kekurangan air di Subak Balangan.

Dengan adanya embung ini, air hujan yang melimpah saat musim hujan dapat dikumpulkan dan disimpan untuk digunakan pada musim kemarau. Embung ini juga dapat membantu mengurangi risiko banjir dengan menampung air

hujan yang berlebihan dan mengalirkannya secara bertahap ke saluran irigasi (Kedaton et al., 2024). Selain itu, penggunaan material geotekstil membuat embung ini lebih mudah dan cepat dibangun dibandingkan dengan embung konvensional, serta memerlukan biaya perawatan yang lebih rendah.

Implementasi embung geotekstil di Subak Balangan akan melibatkan beberapa langkah penting. Pertama, perlu dilakukan analisis mendalam mengenai lokasi-lokasi yang strategis untuk pembangunan embung. Faktor-faktor seperti topografi, curah hujan, dan kebutuhan air di berbagai bagian subak harus dipertimbangkan. Kedua, desain embung harus disesuaikan dengan kondisi setempat dan kapasitas penyimpanan air yang dibutuhkan. Ketiga, proses pembangunan harus melibatkan partisipasi aktif dari komunitas subak untuk memastikan bahwa solusi yang diusulkan sesuai dengan nilai-nilai dan tradisi yang ada.

Selain manfaat teknis, embung geotekstil juga dapat memberikan manfaat sosial dan ekonomi (Asri & Falihin, 2022). Dengan adanya embung ini, petani dapat mengandalkan pasokan air yang lebih stabil sepanjang tahun, sehingga dapat meningkatkan produktivitas pertanian dan mengurangi risiko gagal panen. Hal ini akan berdampak positif terhadap kesejahteraan ekonomi masyarakat Desa Kuwum.

Dalam jangka panjang, embung geotekstil dapat berkontribusi pada keberlanjutan sistem subak di Desa Kuwum. Dengan memastikan pasokan air yang cukup dan stabil, embung ini akan membantu mempertahankan produktivitas pertanian, menjaga kesejahteraan masyarakat, dan melestarikan lingkungan serta warisan budaya yang ada. Oleh karena itu, pembangunan embung geotekstil sebagai bagian dari infrastruktur pemanenan air merupakan langkah strategis dan berkelanjutan untuk mengatasi tantangan yang dihadapi oleh Subak Balangan di Kabupaten Badung.

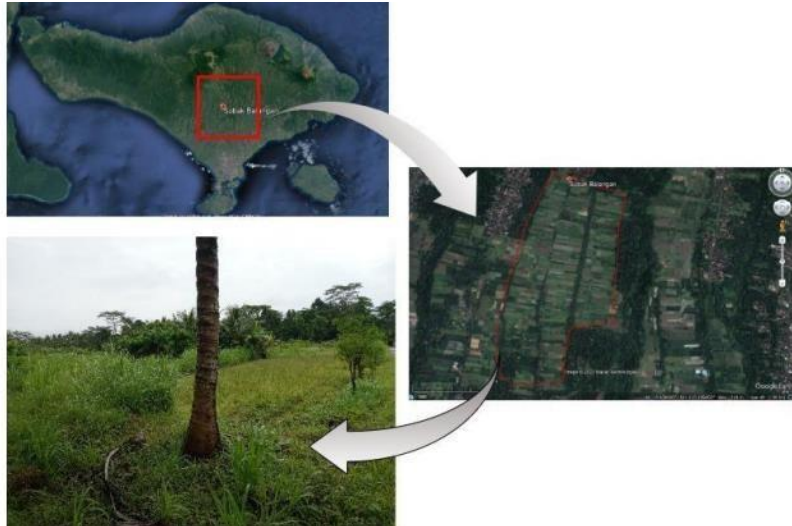
Dengan melakukan analisis kebutuhan infrastruktur pemanenan air, komunitas dapat merencanakan dan mengimplementasikan sistem yang efisien untuk mengumpulkan dan menyimpan air selama musim hujan. Ini akan memastikan ketersediaan air yang cukup selama musim kemarau. Analisis kebutuhan memungkinkan identifikasi sumber daya air yang tersedia dan bagaimana sumber tersebut dapat dikelola secara efektif. Ini termasuk menentukan lokasi optimal untuk infrastruktur pemanenan air seperti waduk, bendungan kecil, dan tangki penyimpanan. Dengan memahami kebutuhan infrastruktur, sistem irigasi dapat dirancang untuk memaksimalkan penggunaan air yang tersedia. Ini termasuk teknologi irigasi hemat air yang dapat mengurangi pemborosan dan memastikan air digunakan dengan bijaksana. Analisis kebutuhan infrastruktur membantu dalam merancang sistem yang adaptif terhadap perubahan iklim. Dengan adanya sistem pemanenan air yang baik, komunitas Subak dapat lebih tahan terhadap fluktuasi cuaca ekstrem seperti kekeringan berkepanjangan.

Kajian pemanenan air hujan untuk sistem irigasi dan kendali iklim mikro di Subak Balangan, terdapat beberapa rumusan masalah yang perlu untuk dikembangkan. Pertama, mengkaji bagaimana potensi pemanenan air hujan dapat diterapkan pada kawasan subak untuk memenuhi kebutuhan tanaman pertanian. Hal ini meliputi metode yang digunakan untuk mengumpulkan dan menyimpan air hujan yang dipanen serta efisiensinya untuk menyediakan kebutuhan air di dalam jaringan irigasi. Hal ini mencakup desain dan infrastruktur sistem pemanenan air hujan, seperti embung kecil/cubang penampungan dan penyimpanan, penyaringan dan pemanfaatan air. Mengidentifikasi manfaat penggunaan air hujan dalam mengurangi penggunaan sumber air lain dapat membantu dalam mengelola sumber daya air secara berkelanjutan.

## **2. METODE PENELITIAN**

### **Lokasi Penelitian**

Subak Balangan dan Subak Uma tegal adalah subak yang terletak di Desa Kuwum, Kabupaten Badung Provinsi Bali. Sumber air dari kedua subak ini adalah Sungai Yeh Penet. Saat ini kondisi kedua subak ini masih mengalami beberapa kendala seperti kekurangan air dan terjadi konflik penggunaan air antara subak pada Hulu Sungai dengan bagian hilirnya. Lokasi Subak Balangan dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Lokasi Penelitian

### Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data primer dan sekunder. Data primer yang digunakan berupa data ukuran embung yang akan dibuat sebagai sistem pemanenan air di Subak balangan yang didapat dari hasil observasi dilapangan. Sedangkan data sekunder yang digunakan berupa data suhu dan curah hujan tahunan yang didapat dari data satelit NASA POWER (<https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>) dari tahun 1990 hingga 2022. Kemudian data lain yang digunakan adalah data detail luas dan kebutuhan air Subak Balangan yang didapat dari Balai Wilayah Sungai Bali Penida

### Metode Analisis Data

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif deskriptif dimana diawali dengan pengolahan data hujan dan suhu untuk melihat kondisi eksisting supply air kemudian dilanjutkan dengan perhitungan volume embung untuk melihat berapa persen embung dapat mencukupi kebutuhan air irigasi di Subak Balangan. Bagan alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.



**Gambar 2.** Alur Pikir Penelitian

Perhitungan debit air hujan didapatkan dari curah hujan harian pada stasiun hujan Rumus yang digunakan untuk menghitung debit air hujan yang dapat ditampung dapat dilihat pada Persamaan (1).

$$S = A \cdot M \cdot F \quad (1)$$

Dimana:

- S = supply air hujan (m<sup>3</sup>)
- A = luas area penangkapan air hujan (m<sup>2</sup>)
- M = curah hujan rata-rata tahunan (mm/tahun)
- F = koefisien pengaliran

Perhitungan Kapasitas hujan pada embung untuk penampungan air hujan dapat dihitung dengan Persamaan (2).

$$V = S - B \quad (1)$$

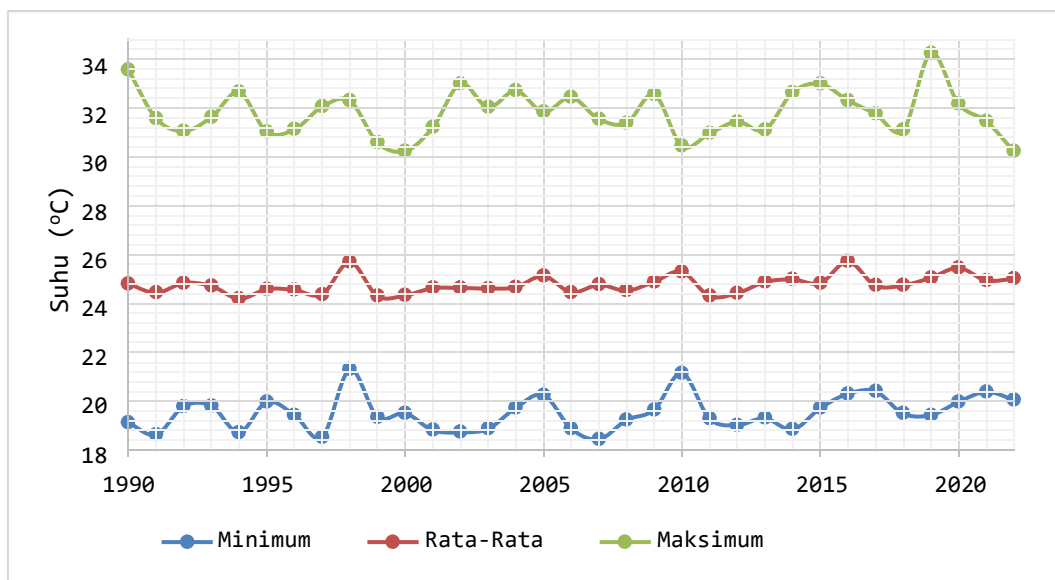
Dimana:

- V = volume embung (m<sup>3</sup>)
- S = supply air hujan yang dapat diterima (m<sup>3</sup>)
- B = total kebutuhan air sebulan (m<sup>3</sup>)

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Suhu

Fluktuasi data suhu rata-rata tahunan (Gambar 3) berkisar antara 18°C hingga 34°C menunjukkan variasi suhu yang signifikan sepanjang tahun dari tahun 1990 hingga 2022, dengan suhu minimum mencapai 18.89°C dan maksimum mencapai 34.48°C. Perubahan suhu ini dapat berdampak besar pada ketersediaan air irigasi. Suhu yang lebih tinggi meningkatkan tingkat penguapan air dari permukaan tanah dan badan air (Sari et al., 2021), sehingga mengurangi jumlah air yang tersedia untuk irigasi. Hal ini dapat memperparah kekeringan terutama di musim panas dan mempengaruhi hasil pertanian. Di sisi lain, suhu yang lebih rendah dapat mengurangi laju penguapan, tetapi jika suhu turun terlalu drastis, hal ini dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman yang membutuhkan suhu hangat.

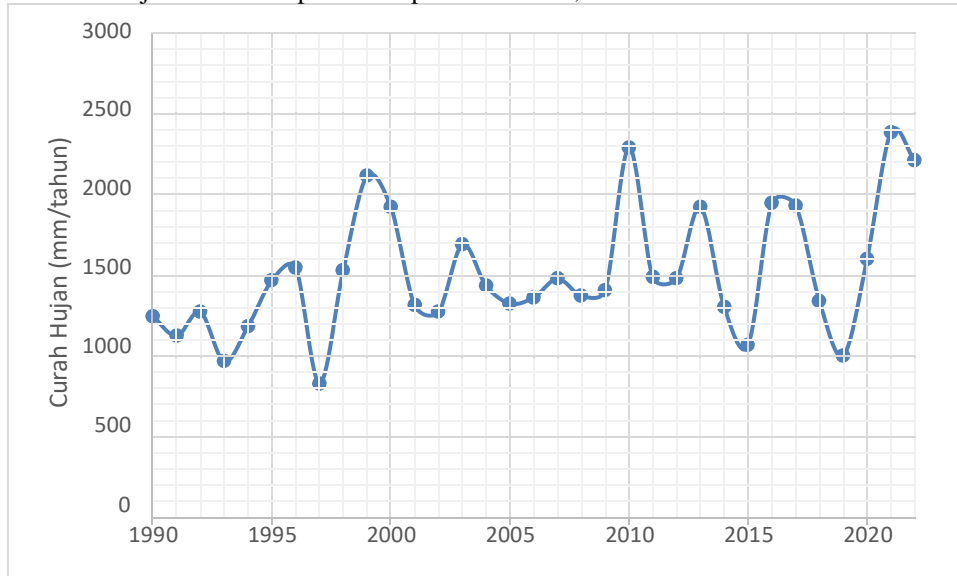


Gambar 3. Fluktuasi Suhu Rata-Rata Tahunan

#### Curah Hujan Tahunan

Curah hujan tahunan maksimal yang tercatat dari tahun 1990 hingga 2022 dengan nilai tertinggi sebesar 2385,73 mm/tahun, nilai terendah sebesar 833,2 mm/tahun, dan rata-rata sebesar 1513,52 mm/tahun menunjukkan variasi yang besar dalam distribusi hujan sepanjang tahun. Perbedaan ini memberikan gambaran penting tentang ketersediaan air di suatu wilayah, yang sangat berpengaruh terhadap sektor pertanian, khususnya irigasi. Ketika curah hujan mencapai nilai maksimal, sekitar 2385,73 mm/tahun, air yang tersedia untuk irigasi berlimpah. Kondisi ini mengurangi tekanan

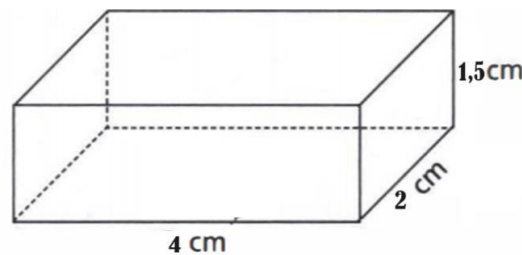
pada sumber air tambahan seperti sungai, waduk, atau air tanah. Pasokan air yang cukup memastikan bahwa tanaman dapat tumbuh optimal, mengurangi risiko gagal panen akibat kekurangan air. Selain itu, tanah yang terhidrasi dengan baik membantu menjaga kelembapan tanah, mendukung kesehatan tanaman, dan meningkatkan hasil panen. Sebaliknya, pada tahun-tahun ketika curah hujan minimal sekitar 833,2 mm/tahun, ketersediaan air untuk irigasi bisa menjadi tantangan. Kekurangan curah hujan dapat menyebabkan penurunan debit air di sungai dan waduk (Budianto et al., 2020; Muchtar & Abdullah, 2017), meningkatkan kebutuhan untuk manajemen air yang lebih ketat dan efisien. Kekurangan air bisa menyebabkan stres air pada tanaman, mengurangi produktivitas, dan bahkan menyebabkan kegagalan panen jika tidak diatasi dengan tepat. Dalam kondisi seperti ini, penting untuk memiliki sistem irigasi yang efisien, teknik pengelolaan air yang baik, dan mungkin sumber air alternatif untuk memastikan pasokan air yang cukup. Fluktuasi curah hujan tahunan dapat dilihat pada Gambar 4,



**Gambar 4.** Fluktuasi Suhu Rata-Rata Tahunan

### Ketersediaan Air dengan Embung

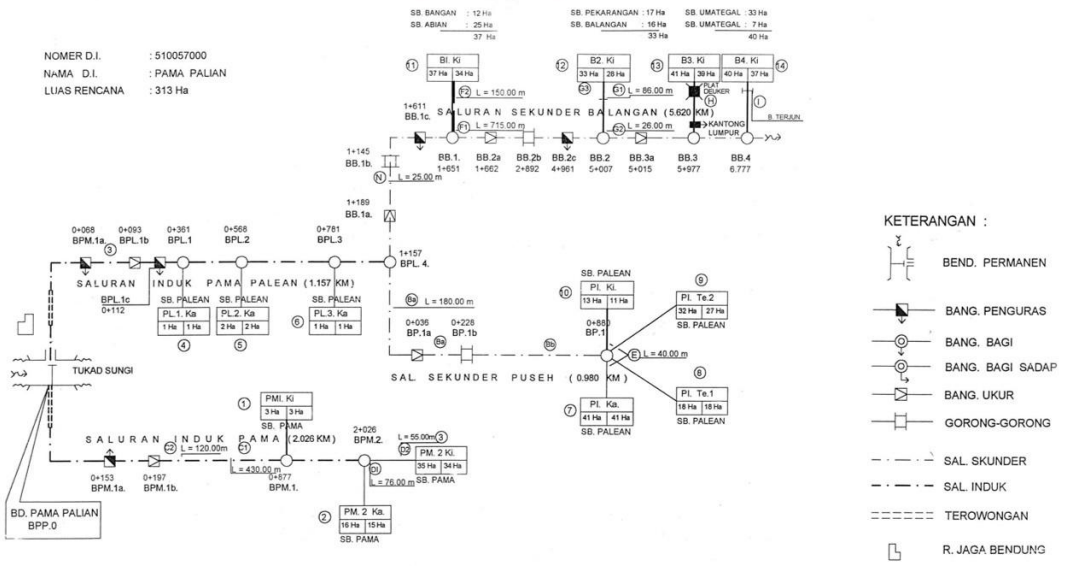
Metode pemanenan air hujan terdiri dari proses pengumpulan, penyimpanan, dan penggunaan kembali air hujan yang jatuh di atas di cubang atau embung kecil ukuran 4 x 2 x 1,5 m (Gambar 5) sebanyak 2 embung dan 2 x 1,5 x 1 sebanyak 3 embung kecil. Luasan area tangkapan, kualitas dan kapasitas cubang untuk penyimpanan yang merupakan faktor yang menentukan tingkat efisiensi pemanenan air hujan pada area subak sebagai air Irigasi yang dapat dilakukan berdasarkan acuan waktu menghitung kebutuhan air yang diperlukan untuk mencukupi daerah irigasi.



**Gambar 5.** Ilustrasi Dimensi Embung

### Kebutuhan Air

# SKEMA DI. PAMA PALIAN (313 Ha)



Gambar 6. Skema Daerah Irigasi Subak

Sumber: (BWS Bali-Penida, 2021)

PERHITUNGAN KEBUTUHAN AIR IRIGASI DI PAMA PALIAN KIRI  
 POLA TANAM : PADI - PADI  
 (MVA TANAM - MET)

No	Uraian	Satuan	2020																							
			Januari		Februari		Maret		April		Mei		Juni		Juli		Agustus		September		Oktober		November		Desember	
			1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	Pada Tata Tanam																									
2	Kontribusi Tanaman Padi																									
3	Jumlah Hari	ha	15	16	15	13	15	16	15	15	15	16	15	15	15	16	15	15	15	15	16	15	15	15	16	16
4	Flora dan Kondisi Tanah																									
5	Penggunaan Air Konsumsi	m <sup>3</sup> /ha	3,010	3,010	2,760	2,760	2,243	2,243	2,108	2,108	1,926	1,926	1,864	1,864	1,834	1,834	1,926	2,270	2,270	2,224	2,224	2,224	2,224	2,224	2,224	
6	Penggunaan Air Konsumsi	m <sup>3</sup> /ha	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
7	Rasio Luas P.A.K. untuk Padi	m <sup>3</sup> /ha									0,500	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,500		0,500	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
8	P.A.K. dengan Rasio Luas untuk Padi	m <sup>3</sup> /ha									0,000	0,000	1,000	2,000	2,000	1,500	1,500	1,000	0,000	0,000	1,500	3,217	3,544	3,037	2,853	
9	Rasio Luas P.A.K. untuk Padi	m <sup>3</sup> /ha	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
10	Rasio Luas P.A.K.	m <sup>3</sup> /ha									0,500	1,000	0,500								0,500	1,000	1,000	1,000	1,000	
11	P.A.K. dengan Rasio Luas	m <sup>3</sup> /ha									0,500	1,000	0,500								0,500	1,000	1,000	1,000	1,000	
12	Perkolasi	m <sup>3</sup> /ha									2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	
13	Rasio Luas Perkolasi	m <sup>3</sup> /ha									0,500	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
14	Perkolasi dengan Rasio Luas	m <sup>3</sup> /ha									1,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	
15	Penggunaan Lapisan Air (WLR)	m <sup>3</sup> /ha										1,867	1,867	1,867							1,867	1,867	1,867		1,867	
16	Rasio Luas WLR	m <sup>3</sup> /ha										0,500	1,000	0,500							0,500	1,000	0,500		0,500	
17	WLR dengan Rasio Luas	m <sup>3</sup> /ha										0,500	1,000	0,500							0,500	1,000	0,500		0,500	
18	Kebutuhan Air Bersih Padi	m <sup>3</sup> /ha	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	7,360	14,720	9,442	4,920	3,892	3,892	3,892	3,892	3,892	3,892	3,892	3,892	3,892	3,892	3,892	
19	Curah hujan RSD	m <sup>3</sup> /ha	6,922	7,167	6,267	5,308	5,926	2,823	3,077	1,182	1,157	0,601	0,666	0,367	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	2,313	3,609	4,133	8,067	
20	Curah hujan Efektif	m <sup>3</sup> /ha	4,826	5,017	4,367	3,715	5,067	4,134	2,018	2,105	0,827	0,910	0,421	0,465	0,247	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,700	1,619	2,520	5,867	
21	Kebutuhan Bersih Air di Sempah Untuk Padi	l/dtk/ha	3,907	5,383	5,246	4,125	5,416	4,325	1,627	2,070	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,733	1,832	3,840	
22	Kebutuhan Bersih Air di Sempah Untuk Padi	l/dtk/ha	2,735	3,734	3,872	2,867	3,731	3,028	1,136	1,449	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,213	1,262	3,115
23	Kebutuhan Bersih Air di Sempah Total (RFR)	l/dtk/ha	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,883	1,701	1,023	0,365	0,359	0,443	0,219	0,125	0,251	1,524	1,154	0,797	0,892	0,176	0,000	
24	Kebutuhan Bersih Air di Sempah Total (RFR)	l/dtk/ha	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,883	1,701	1,023	0,365	0,359	0,443	0,219	0,125	0,251	1,524	1,154	0,797	0,892	0,176	0,000	
25	Kebutuhan Bersih Air di Sempah Total (RFR)	l/dtk/ha	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,883	1,701	1,023	0,365	0,359	0,443	0,219	0,125	0,251	1,524	1,154	0,797	0,892	0,176	0,000	
26	Kebutuhan Bersih Air di Sempah Total (RFR)	l/dtk/ha	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,883	1,701	1,023	0,365	0,359	0,443	0,219	0,125	0,251	1,524	1,154	0,797	0,892	0,176	0,000	
27	Kebutuhan Bersih Air di Sempah Total (RFR)	l/dtk/ha	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,883	1,701	1,023	0,365	0,359	0,443	0,219	0,125	0,251	1,524	1,154	0,797	0,892	0,176	0,000	
28	Kebutuhan Bersih Air di Sempah Total (RFR)	l/dtk/ha	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,883	1,701	1,023	0,365	0,359	0,443	0,219	0,125	0,251	1,524	1,154	0,797	0,892	0,176	0,000	
29	Kebutuhan Bersih Air di Sempah Total (RFR)	l/dtk/ha	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,883	1,701	1,023	0,365	0,359	0,443	0,219	0,125	0,251	1,524	1,154	0,797	0,892	0,176	0,000	
30	Kebutuhan Bersih Air di Sempah Total (RFR)	l/dtk/ha	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,883	1,701	1,023	0,365	0,359	0,443	0,219	0,125	0,251	1,524	1,154	0,797	0,892	0,176	0,000	
31	Kebutuhan Bersih Air di Sempah Total (RFR)	l/dtk/ha	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,883	1,701	1,023	0,365	0,359	0,443	0,219	0,125	0,251	1,524	1,154	0,797	0,892	0,176	0,000	
32	Kebutuhan Bersih Air di Sempah Total (RFR)	l/dtk/ha	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,883	1,701	1,023	0,365	0,359	0,443	0,219	0,125	0,251	1,524	1,154	0,797	0,892	0,176	0,000	
33	Kebutuhan Bersih Air di Sempah Total (RFR)	l/dtk/ha	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,883	1,701	1,023	0,365	0,359	0,443	0,219	0,125	0,251	1,524	1,154	0,797	0,892	0,176	0,000	
34	Kebutuhan Bersih Air di Sempah Total (RFR)	l/dtk/ha	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,883	1,701	1,023	0,365	0,359	0,443	0,219	0,125	0,251	1,524	1,154	0,797	0,892	0,176	0,000	
35	Kebutuhan Bersih Air di Sempah Total (RFR)	l/dtk/ha	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,883	1,701	1,023	0,365	0,359	0,443	0,219	0,125	0,251	1,524	1,154	0,797	0,892	0,176	0,000	
36	Kebutuhan Bersih Air di Sempah Total (RFR)	l/dtk/ha	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,883	1,701	1,023	0,365	0,359	0,443	0,219	0,125	0,251	1,524	1,154	0,797	0,892	0,176	0,000	
37	Kebutuhan Bersih Air di Sempah Total (RFR)	l/dtk/ha	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,883	1,701	1,023	0,365	0,359	0,443	0,219	0,125	0,251	1,524	1,154	0,797	0,892	0,176	0,000	
38	Kebutuhan Bersih Air di Sempah Total (RFR)	l/dtk/ha	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,883	1,701	1,023	0,365	0,359	0,443	0,219	0,125	0,251	1,524	1,154	0,797	0,892	0,176	0,000	
39	Kebutuhan Bersih Air di Sempah Total (RFR)	l/dtk/ha	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,883	1,701	1,023	0,365	0,359	0,443	0,219	0,125	0,251	1,524	1,154	0,797	0,892	0,176	0,000	
40	Kebutuhan Bersih Air di Sempah Total (RFR)	l/dtk/ha	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,883	1,701	1,023	0,365	0,359	0,443	0,219	0,125	0,251	1,524	1,154	0,797	0,892	0,176	0,000	
41	Kebutuhan Bersih Air di Sempah Total (RFR)	l/dtk/ha	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,883	1,701	1,023	0,365	0,359	0,443	0,219	0,125	0,251	1,524	1,154	0,797	0,892	0,176	0,000	
42	Kebutuhan Bersih Air di Sempah Total (RFR)	l/dtk/ha	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,883	1,701	1,023	0,365	0,359	0,443	0,219	0,125	0,251	1,524	1,154	0,797	0,892	0,176	0,000	
43	Kebutuhan Bersih Air di Sempah Total (RFR)	l/dtk/ha	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,883	1,701	1,023	0,365	0,359	0,443	0,219	0,125	0,251	1,524	1,154	0,797	0,892	0,176	0,000	
44	Kebutuhan Bersih Air di Sempah Total (RFR)	l/dtk/ha	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,883	1,701	1,023	0,365	0,359	0,443	0,219	0,125	0,251	1,524	1,154	0,797	0,892	0,176	0,000	
45	Kebutuhan Bersih Air di Sempah Total (RFR)	l/dtk/ha	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,883	1,701	1,023	0,365	0,359	0,443	0,219	0,125	0,251	1,524	1,154	0,797	0,892	0,176	0,000	
46	Kebutuhan Bersih Air di Sempah Total (RFR)	l/dtk/ha	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,883	1,701	1,023	0,365	0,359	0,443	0,219	0,125	0,251	1,524	1,154	0,797	0,892	0,176	0,000	

$$= 263.776 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

Dari perhitungan diketahui dengan 5 embung yang telah dibuat dapat memberikan tambahan supply 11.36% untuk Subak Balangan. Dengan adanya penambahan supply ini dapat membantu kebutuhan air Subak Balangan Ketika musim kemarau.

### **Potensi Pemanenan Air Hujan Dapat Diterapkan Pada Kawasan Subak Balangan**

Pemanenan air hujan memiliki potensi besar untuk diterapkan pada kawasan subak dalam rangka memenuhi kebutuhan air bagi tanaman pertanian. Metode yang digunakan untuk mengumpulkan dan menyimpan air hujan yang dipanen melibatkan desain dan infrastruktur sistem yang cermat. Salah satu metode adalah penggunaan embung kecil atau cabang penampungan sebagai wadah utama penyimpanan air. Air hujan yang terkumpul kemudian disaring untuk memastikan kualitasnya sebelum digunakan. Efisiensi sistem ini terletak pada kemampuannya untuk menyediakan air yang cukup selama musim kemarau, mengurangi ketergantungan pada sumber air irigasi tradisional. Dengan implementasi yang tepat, sistem pemanenan air hujan ini dapat meningkatkan keberlanjutan pertanian di kawasan subak, menjaga keseimbangan ekosistem, dan memastikan ketersediaan air yang cukup untuk tanaman sepanjang tahun.

### **Infrastruktur Sistem Pemanenan Air Di Subak Balangan Desa Kuwum Kabupaten Badung**

Sistem PAH yang diterapkan di kawasan Subak Balangan Desa Kuwum tersebut merupakan sistem PAH yang sederhana, dan mudah dalam konstruksi. Sistem ini sangat membantu masyarakat kelompok subak yang kekurangan air dan tidak mendapatkan air dimusim kemarau, untuk kegiatan pembuatan embung dari bahan geomembran di kawasan Subak Balangan dapat dilihat pada Gambar 7.



**Gambar 7.** Proses Pembuatan Cabang Pemanenan Air Di Subak Dari Bahan Geomembran

Pembangunan embung kecil dan bangunan penampung air lainnya untuk tanaman padi sangat bermanfaat dan menguntungkan karena tidak membutuhkan investasi besar. Pengembangan embung kecil dan bangunan penampung air lainnya memiliki keunggulan dibandingkan dengan pembangunan bendung besar, antara lain: biaya investasi rendah (melibatkan partisipasi masyarakat), waktu pemanfaatan untuk irigasi relatif cepat (quick yields), pemeliharaan relatif murah, tidak memiliki risiko sosial tinggi (pembebasan lahan), ramah lingkungan, dan memiliki co-benefit tinggi (perikanan, agrowisata, konservasi air dan lain-lain). Pada daerah berbukit sungai-sungai kecil atau parit bisa dibendung dan airnya di alirkan ke lahan-lahan pertanian hortikultura. Pada daerah bergelombang, air permukaan baik dari sungai maupun dari hujan dapat ditampung di embung-embung untuk mengairi lahan pertanian palawija (jagung, kedelai, dan aneka umbi dan kacang lainnya). Pada daerah datar, embung dan long storage dibangun guna menampung air saat musim hujan untuk mengairi palawija dan padi saat musim kemarau. Dengan cara ini, air hujan dapat dipanen, didaur ulang dan didayagunakan untuk menghasilkan aneka produk pertanian (sebagai sumber karbohidrat, protein, lemak, dan vitamin) (BBSDLP, 2017b). Embung adalah bangunan konservasi air berbentuk kolam/cekungan untuk menampung air limpasan (run off) serta sumber air lainnya untuk mendukung usaha pertanian. Dam Parit adalah suatu bangunan konservasi air berupa bendungan kecil pada parit-parit alamiah atau sungai - sungai kecil yang dapat menahan air dan meningkatkan tinggi muka air untuk disalurkan sebagai air irigasi. Longstorage adalah bangunan penahan air yang berfungsi menyimpan air di dalam sungai, kanal dan atau parit pada lahan yang relatif datar dengan cara menahan aliran untuk menaikkan permukaan air sehingga cadangan air irigasi meningkat. Pembangunan infrastruktur untuk pemanenan air dengan embung dapat digambarkan seperti Gambar 5. Pengelolaan air melalui pemanenan air menggunakan embung di subak dapat dilaksanakan dengan beberapa langkah yang dirancang untuk memaksimalkan pemanfaatan air hujan dan meningkatkan efisiensi irigasi.

Pembuatan cabang air melibatkan beberapa langkah penting untuk memastikan efektivitas penangkapan dan distribusi air hujan. Pertama, identifikasi lokasi yang optimal, biasanya di titik tertinggi atau area strategis dalam wilayah subak, untuk memaksimalkan penangkapan air hujan. Selanjutnya, desain dan konstruksi cabang air disesuaikan dengan kebutuhan irigasi lokal, menggunakan bahan seperti beton atau batu untuk membuat tangki penampung yang kedap air, serta menyediakan saluran masuk dan keluar air. Sistem pemanenan air hujan mencakup pemasangan talang di atap bangunan untuk mengarahkan air ke cabang air dan memastikan saluran air bebas dari penyumbatan. Distribusi air diatur berdasarkan kebutuhan tanaman dan musim tanam, menggunakan pompa atau sistem gravitasi. Pengawasan kualitas air dilakukan untuk mencegah kontaminasi, dengan metode filtrasi sederhana jika diperlukan. Pelatihan dan peningkatan kesadaran bagi anggota subak tentang teknik pemanenan air hujan dan pengelolaan cabang air juga penting. Cabang air kemudian diintegrasikan ke dalam sistem irigasi subak yang ada untuk meningkatkan ketahanan air selama musim kemarau, serta menggunakan teknologi modern seperti sensor kelembaban tanah dan pengumpulan data untuk efisiensi distribusi dan prediksi curah hujan.

Langkah-langkah dalam SOP di atas akan bermanfaat maksimal untuk umur bahan geomembran dan kualitas air. Subak dapat mengoptimalkan penggunaan air hujan melalui pemanenan dan pengelolaan yang baik, sehingga dapat meningkatkan ketahanan air dan produktivitas pertanian. Metode pemanenan air hujan terdiri dari proses pengumpulan, penyimpanan, dan penggunaan kembali air hujan yang jatuh di embung. Pemanenan air hujan dapat mengurangi ketergantungan pada sumber air tanah dan menciptakan kondisi lingkungan mikro di kawasan Subak Balangan. Perhitungan biaya untuk pembuatan embung dari bahan geomembran dapat ditetapkan sebagai berikut.

**Tabel 1. Sasaran Luas Layanan (Ha) Pembangunan Infrastruktur Panen Air 2017 Per Pulau**

No	Pulau	Dam	Embung	Long Storage	Pemanfaatan Sungai	Sumur	Jumlah
		Parit			(Pompa)	Dangkal	
1	Sumatera	312.533	218.327	13.5	655.561	6.555	1.206.476
2	Jawa	75.595	130.695	29.044	486.012	2.989	724.334
3	Kalimantan	132.866	282.167	13.23	912.053	2.386	1.342.702
4	Sulawesi	68.18	87.549	19.175	428.537	5.431	608.872
5	Bali dan Nusa Tenggara	15.576	30.778	8.847	58.558	4.117	117.876
6	Maluku dan Maluku Utara	5.656	3.999	4.948	8.384	1.229	24.216
7	Papua	1.663	5.631	2.295	17.46	1.632	28.681
<b>Jumlah</b>		612.068	759.147	91.039	2.566.565	24.339	4.053.157

Sumber: (BBSDLP, 2017b, 2017a)

**Tabel 2. Perbandingan Keunggulan Dan Kelemahan Jenis Infrastruktur Panen Air**

No	Indikator Keunggulan	Bendung	Embung Kecil dan Bangunan Air Lainnya
1			
2	Waktu menghasilkan ( <i>quick yield</i> )	Lama (30 tahun)	Cepat (6 bulan)
3	Pemeliharaan	Mahal	Murah
4	Partisipasi masyarakat (kontrol sosial)	Rendah	Gotong royong
5	Tenaga kerja	Mahal	Swadaya
6	Biaya investasi	Tinggi	Rendah
7	Masalah sosial	Risiko tinggi	Risiko rendah
8	Lingkungan (konservasi air)	Tidak Ramah (kurang baik)	Ramah (baik)
9	Multiplier effect social Emisi GRK	Rendah Tinggi	Tinggi Rendah

Sumber: (BBSDLP, 2017b)

Perawatan Embung/cubang air di Subak Balangan adalah langkah penting untuk memastikan keberlanjutan dan efisiensi pemanenan air hujan serta distribusinya ke lahan pertanian. Langkah-langkah perawatan embung/cubang air di Subak Balangan adalah langkah penting untuk memastikan keberlanjutan dan efisiensi pemanenan air hujan serta distribusinya ke lahan pertanian. Langkah-langkah perawatan meliputi: pemeriksaan rutin pada struktur cabang air untuk mendeteksi retakan, kebocoran, atau kerusakan lainnya, serta memastikan saluran masuk dan keluar berfungsi baik. Pembersihan talang atau saluran dari daun, sampah, dan

sedimen yang dapat menyumbat aliran air harus dilakukan secara berkala, terutama setelah hujan deras. Pengendalian sedimen dilakukan dengan memeriksa dan mengeluarkan sedimen yang terkumpul di dasar tangki menggunakan peralatan yang sesuai. Pemeliharaan struktur mencakup perbaikan retakan atau kebocoran dengan bahan perekat atau sealant yang tahan air, dan untuk kerusakan besar, memanggil tenaga ahli konstruksi. Pengawasan kualitas air dilakukan secara berkala untuk memastikan tidak ada kontaminasi, dengan menggunakan metode filtrasi sederhana jika diperlukan. Pengelolaan vegetasi di sekitar cabang air melibatkan pemotongan rumput atau tanaman liar yang bisa mengganggu akses dan menyebabkan akumulasi kotoran, serta memastikan tidak ada akar tanaman besar yang bisa merusak struktur cabang air di subak

Cubang air dari bahan geomembran tekstil memerlukan perawatan khusus untuk memastikan keawetan dan fungsionalitasnya. Berikut adalah langkah-langkah perawatan cubang air yang menggunakan geomembran tekstil. Perawatan geomembran tekstil di cubang air memerlukan langkah-langkah yang sistematis untuk memastikan keawetan dan efektivitasnya dalam menampung air. Langkah pertama adalah pemeriksaan visual rutin untuk mendeteksi kerusakan seperti sobekan, retakan, atau keausan, serta memastikan tidak ada benda tajam yang dapat merusak geomembran. Permukaan geomembran harus dibersihkan secara berkala dari kotoran, lumpur, dan sampah menggunakan sikat lembut dan air bersih. Pengendalian sedimen dan tanaman liar juga penting untuk mencegah penumpukan sedimen di dasar cubang air dan pertumbuhan tanaman yang akarnya bisa merusak geomembran. Untuk kerusakan kecil, perbaikan segera menggunakan bahan perbaikan kompatibel sangat diperlukan. Pengawasan kualitas air dilakukan untuk memastikan tidak ada kontaminasi yang dapat mempercepat kerusakan geomembran, dan menghindari bahan kimia berbahaya. Pengelolaan beban dan tekanan harus dijaga dalam batas aman yang direkomendasikan. Pemeliharaan sistem penutup, jika ada, memastikan penutup terpasang dengan baik dan melindungi geomembran dari sinar UV. Pencegahan kontaminasi oleh hewan dilakukan dengan memasang penghalang atau jaring untuk mencegah masuknya hewan. Pelatihan dan penyuluhan kepada petani atau operator yang bertanggung jawab sangat penting untuk memastikan perawatan yang benar, serta menyediakan panduan tertulis atau video tutorial. Dokumentasi dan evaluasi semua kegiatan perawatan harus dilakukan secara berkala untuk memantau kondisi geomembran dan efektivitas perawatan, serta membuat perbaikan jika diperlukan.

#### 4. KESIMPULAN

Subak Balangan, sebagai bagian dari sistem ini, memiliki peran vital dalam mendistribusikan air secara adil kepada para petani. Namun, tantangan serius seperti perubahan iklim yang menyebabkan ketidakpastian curah hujan dan konflik penggunaan air akibat pembangunan tambahan di hulu telah mengakibatkan kekurangan air. Untuk menghadapi tantangan ini, pembangunan embung geotekstil sebagai infrastruktur pemanenan air merupakan solusi inovatif yang berpotensi mengumpulkan dan menyimpan air hujan untuk digunakan saat musim kemarau. Embung geotekstil, yang menggunakan material geotekstil, menawarkan keunggulan dalam daya tahan dan biaya perawatan yang rendah, serta kemampuan untuk mengurangi risiko banjir dengan mengalirkan air secara bertahap ke saluran irigasi. Selain itu, sistem ini dapat meningkatkan produktivitas pertanian, mengurangi risiko gagal panen, dan mendukung kesejahteraan ekonomi masyarakat Desa Kuwum. Implementasi embung ini harus melibatkan analisis mendalam tentang lokasi strategis dan desain yang sesuai dengan kebutuhan lokal, serta partisipasi aktif dari komunitas subak. Dengan adanya embung geotekstil, diharapkan pasokan air yang stabil dapat terjamin, sehingga mendukung keberlanjutan sistem subak dan pelestarian warisan budaya, serta memastikan ketersediaan air yang cukup sepanjang tahun untuk pertanian. Secara keseluruhan, pembangunan embung geotekstil di Subak Balangan merupakan langkah strategis yang tidak hanya menanggulangi masalah kekurangan air, tetapi juga menjaga keseimbangan ekosistem dan meningkatkan kualitas hidup masyarakat.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Asri, Y., & Falihin, D. (2022). Pengaruh Pembangunan Embung (Penampungan Air) Terhadap Hasil Panen Petani Di Desa Paccekke Kecamatan Soppeng Riaja Kabupaten Barru. *Social Landscape Journal*, 3(3), 112. <https://doi.org/10.56680/slj.v3i3.39149>
- BBSDLP. (2017a). *Embung Solusi Peningkatan Produksi Pangan Nasional*.
- BBSDLP. (2017b). *Reorientasi Kebijakan Pengembangan Infrastruktur Irigasi Nasional*.
- Budianto, M. B., Putra, I. G., & Saidah, H. (2020). Indeks Kekeringan Hidrologi Berdasarkan Debit (Studi Kasus Daerah Aliran Sungai Sidutan). *Spektrum Sipil*, 7(2), 115–125. <https://doi.org/10.29303/spektrum.v7i2.178>
- BWS Bali-Penida. (2021). *Alokasi Air, Pola Tanam & Neraca Air DI Pama Palian*.
- Eryani, I. G. A. P., & Jayantari, M. W. (2024). Water conflict analysis in the Balangan Irrigation Area: Causes, impacts, and management strategies. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1311(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1311/1/012036>
- Eryani, I. G. A. P., Wijaya, I. K. M., & Jayantari, M. W. (2023). Perencanaan Masterplan Penataan Kawasan Subak

- Balangan Berbasis Ekowisata. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 27(2), 181–188.
- Kedaton, K. H. P., Yekti, M. I., Sudiartama, I. G. A., Cahyani, K. D., & Annilda, F. (2024). Being Waterwise: Embung Sanur Sebagai Metropolitan Water Conservation Selaras dengan Konsep Tri Hita Karana. *Jurnal Pembangunan Wilayah Dan Kota*, 20(1), 113–125. <https://doi.org/10.14710/pwk.v20i1.48347>
- Muchtar, A., & Abdullah, N. (2017). Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Debit Sungai Mamasa. *Jurnal Hutan Dan Masyarakat*, 2(1), 174–187.
- NASA POWER. (2024). *Data Curah Hujan dan Suhu Tahun 1990- 2022*. <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>
- Noriken, I. N. (2015). Manajemen Subak: Permasalahan dan Upaya Pemecahannya. *Jurnal Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Udayana*, 1–14. [https://simdos.unud.ac.id/uploads/file\\_penelitian\\_1\\_dir/ebc12e5c642223d3f85cfde1df1e553e.pdf](https://simdos.unud.ac.id/uploads/file_penelitian_1_dir/ebc12e5c642223d3f85cfde1df1e553e.pdf)
- PT Barca Karya Utama. (2024). *INSTALLATION GUIDE GEOMEMBRANE – KOLAM*.
- Rejekiningrum, P., & Kartiwa, B. (2022). Kontribusi Pembangunan Infrastruktur Panen Air Terhadap Peningkatan Pendapatan Dan Kesejahteraan Petani. *RISALAH KEBIJAKAN PERTANIAN DAN LINGKUNGAN Rumusan Kajian Strategis Bidang Pertanian Dan Lingkungan*, 9(1), 37–51. <https://doi.org/10.29244/jkebijakan.v9i1.28073>
- Sari, Y. W., Rahadyanti, M., & Atmaka, D. R. (2021). Evaluasi Suhu dan Kelembapan Ruang Pengolahan Dan Ruang Distribusi Instalasi Gizi Di Rsud Kabupaten Sidoarjo. *Amerta Nutrition*, 5(1), 68. <https://doi.org/10.20473/amnt.v5i1.2021.68-74>
- Sulaiman, A. A., Setiawan, B. I., Torang, S., Aquino, H. S. F., Saputro, S. D. F., & Kartiwa, B. (2017). Panen Air Menuai Kesejahteraan Petani. In *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*.
- Wiradnyana, I. G. O. (2018). Analisis Aspek Teknis, Sosial, Lingkungan dan Ekonomi dalam Pemilihan Lokasi Embung Kecil Di Pulau Sabu, Nusa Tenggara Timur (NTT). *Telsimas*, 1, 22–28.