

Pemanfaatan Embung sebagai Sumber Air pada Subak Balangan dan Uma Tegal dalam Menghadapi Krisis Air

I Gusti Agung Putu Eryani^{1*}, Made Widya Jayantari², Ni Made Ayu Gemuh Rasa Astiti³

¹ Program Studi Teknik Sipil, Universitas Warmadewa, Denpasar, 80239, Indonesia

² Program Studi Teknik Sipil, Universitas Udayana, Badung, 80361, Indonesia

³ Program Studi Peternakan, Universitas Warmadewa, Denpasar, 80239, Indonesia

*Corresponding Author: eryaniagung@gmail.com

ABSTRAK

Wilayah Subak Balangan dan Subak Uma Tegal di Desa Kuwum, Bali, mengalami krisis air yang telah berlangsung hampir dua dekade. Permasalahan utama meliputi ketergantungan terhadap air irigasi dari subak hulu yang memicu konflik pemanfaatan, kerusakan jaringan saluran irigasi, serta dampak perubahan iklim yang menyebabkan ketidakseimbangan antara pasokan dan kebutuhan air, khususnya pada musim kemarau. Hal ini menyebabkan terhentinya aktivitas pertanian secara signifikan, menurunkan produktivitas dan ketahanan pangan lokal. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji efektivitas pembangunan embung sebagai solusi konservasi air berbasis *water harvesting* untuk mendukung pertanian berkelanjutan di wilayah tersebut. Metode pelaksanaan meliputi survei lapangan, *focus group discussion* (FGD) bersama petani, serta implementasi program pembangunan embung kecil dengan sistem geomembran yang dilapisi geotekstil untuk ketahanan struktur dan perlindungan lapisan dasar tanah. Proses pembangunan diawali dengan pembersihan lahan, penggalian, kemudian dilanjutkan dengan pemasangan geomembran dan geotekstil secara sistematis. Selain konstruksi fisik, dilakukan pula kegiatan edukasi dan sosialisasi mengenai perawatan embung serta penerapan teknologi cabang (lubang resapan air) sebagai pelengkap sistem konservasi. Hasil menunjukkan bahwa embung berfungsi efektif dalam menampung air hujan, menyediakan cadangan air pada musim kemarau, dan mengurangi potensi konflik perebutan air. Embung ini juga memberikan dampak positif terhadap peningkatan produktivitas pertanian, sekaligus memperkuat kesadaran masyarakat dalam pengelolaan air secara kolektif dan berkelanjutan. Kunci keberhasilan program ini adalah keterlibatan aktif masyarakat, pemanfaatan teknologi sederhana namun tepat guna, serta pendekatan berbasis kearifan lokal dalam pengelolaan sumber daya air di kawasan Subak.

Kata kunci: embung, geomembran, krisis air, konservasi air, subak

Utilization of Reservoirs as Water Sources in Subak Balangan and Uma Tegal in Response to Water Crisis

ABSTRACT

The Subak Balangan and Subak Uma Tegal regions in Kuwum Village, Bali, have experienced a prolonged water crisis for nearly two decades. The main issues include dependence on irrigation water from upstream subaks, which often leads to conflicts over usage, damage to irrigation infrastructure, and the impacts of climate change that cause an imbalance between water supply and demand, especially during the dry season. These challenges have significantly disrupted agricultural activities, lowering productivity and threatening local food security. This study aims to assess the effectiveness of constructing a water reservoir (embung) as a water harvesting-based conservation solution to support sustainable agriculture in the area. The methods involve field surveys, focus group discussions (FGDs) with farmers, and implementing a small reservoir constructed using a geomembrane system protected by geotextile layers for structural durability and soil layer protection. The construction process included land clearing and excavation, followed by systematically installing the geomembrane and geotextile layers. In addition to the physical

infrastructure, education and outreach activities were conducted on reservoir maintenance and implementing cubang (infiltration holes) technology to complement the water conservation system. The results show that the embung functions effectively in harvesting rainwater, storing water during the dry season, and reducing potential conflicts over water usage. It has positively impacted agricultural productivity while also fostering community awareness and participation in the collective and sustainable management of water resources. Key success factors of this program include active community involvement, the use of simple yet appropriate technologies, and the application of local wisdom in managing water resources within the Subak system.

Keywords: geomembrane, reservoir, subak, water conservation, water crisis

PENDAHULUAN

Krisis air menjadi salah satu tantangan utama yang dihadapi oleh banyak daerah di Indonesia ([Dunn et al., 2011](#); [Luo et al., 2019](#); [Rahmasary et al., 2019](#); [Wicaksono & Kang, 2019](#)), terutama di wilayah-wilayah yang bergantung pada sistem irigasi tradisional seperti subak di Bali. Subak adalah sistem pengelolaan irigasi yang telah ada sejak zaman kuno dan merupakan bagian integral dari budaya Bali ([Jaya, 2021](#)). Subak Balangan dan Uma Tegal adalah dua contoh dari subak yang mengalami tekanan signifikan akibat perubahan iklim dan peningkatan kebutuhan air ([Eryani & Jayantari, 2024](#)).

Di Subak Balangan dan Uma Tegal permasalahan kekurangan air menyebabkan tidak dapat beroperasinya pertanian subak untuk Subak Balangan dan Subak Uma Tegal. Kedua subak ini sudah hampir dua puluh tahun tidak mendapatkan air bisa kembali kebagian air dan bisa mengairi sawahnya. Masih belum tertatanya saluran irigasi di Subak ini juga menambah pelik permasalahan ketersediaan air di Subak Balangan dan Uma Tegal ini karena dengan saluran irigasi yang tidak memadai air tidak dapat ditampung pada musim hujan dan kekeringan pada musim kemarau. Selain permasalahan ketersediaan air, pada subak ini juga terjadi konflik pengguna air antara pengguna air pada bagian hulu dengan kedua subak ini. Subak dibagian hulu telah menutup jalannya air sehingga air tidak dapat mengalir.

Berdasarkan pengamatan secara langsung ke lapangan dapat dilihat bahwa memang di lokasi Subak masih belum adanya saluran irigasi yang memadai untuk penampungan air pada saat hujan dan sebagai cadangan air pada saat musim kemarau. Embung, atau kolam penampungan air, menjadi salah satu solusi yang efektif dalam menghadapi krisis air ini ([Kunu, 2013](#)). Embung dapat berfungsi sebagai reservoir yang menampung air hujan dan aliran permukaan,

yang kemudian dapat digunakan selama musim kemarau. Embung memungkinkan penyimpanan air selama musim hujan, sehingga air tersebut dapat digunakan selama musim kemarau untuk irigasi pertanian ([Dewi & Wahidin, 2020](#); [Mirza et al., 2020](#); [Pusat Pendidikan Dan Pelatihan Sumber Daya Air Dan Konstruksi, 2017](#)). Hal ini membantu memastikan ketersediaan air yang stabil sepanjang tahun.

Embung memiliki peranan yang sangat penting dalam penyediaan air, terutama di daerah-daerah yang mengalami krisis air. Sebagai waduk kecil, embung berfungsi untuk menampung air hujan yang dapat digunakan selama musim kemarau, menyediakan cadangan air yang cukup untuk kebutuhan pertanian, irigasi, serta kebutuhan domestik. Di daerah yang sangat bergantung pada pertanian, embung menjadi sumber utama air untuk irigasi, sehingga petani dapat tetap menanam di musim kemarau atau saat curah hujan rendah. Selain itu, embung juga membantu dalam pengendalian banjir dengan menyimpan kelebihan air saat musim hujan, mengurangi risiko banjir yang dapat merusak tanaman dan infrastruktur. Embung juga berperan penting dalam penyediaan air bersih, yang dapat diproses untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga di daerah yang kekurangan akses terhadap air bersih. Selain manfaat langsung, embung juga mendukung pengembangan ekosistem, karena area sekitarnya menjadi tempat hidup bagi berbagai spesies flora dan fauna yang berkontribusi pada keberagaman hayati dan konservasi tanah. Dengan memastikan pasokan air yang stabil, embung juga mendukung ketahanan pangan dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat, karena air yang tersedia dapat digunakan untuk berbagai keperluan sehari-hari.

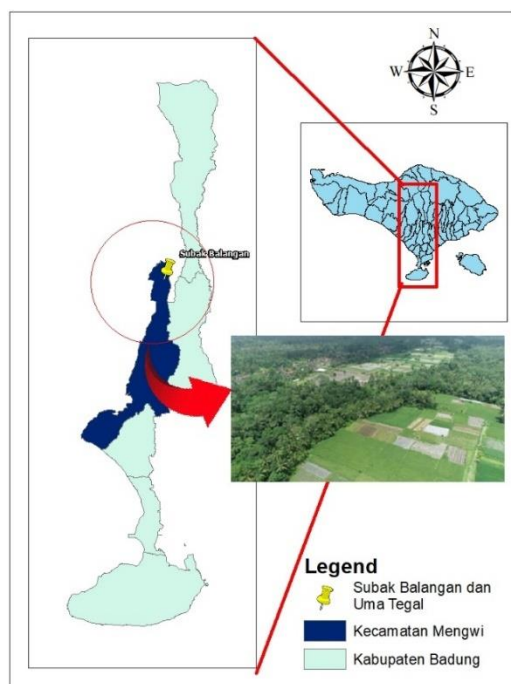
Dengan ketersediaan air yang terjamin, petani di Subak Balangan dan Uma Tegal dapat meningkatkan produktivitas pertanian mereka. Ini akan berdampak positif pada kesejahteraan

ekonomi masyarakat setempat. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji pemanfaatan embung sebagai solusi penyediaan air di Subak Balangan dan Uma Tegal dalam menghadapi krisis air yang disebabkan oleh konflik penggunaan air, ketidakteraturan saluran irigasi, dan dampak perubahan iklim. Penelitian ini juga bertujuan untuk menganalisis kondisi eksisting sistem irigasi dan permasalahan kekurangan air yang dihadapi oleh kedua subak, serta menilai efektivitas penerapan embung dan penggunaan geomembran dalam meningkatkan ketersediaan air bagi kebutuhan pertanian.

METODE

Lokasi Kegiatan

Subak Balangan dan Subak Uma Tegal merupakan subak yang berada di Desa Kuwum, Kabupaten Badung, Provinsi Bali. Kedua subak ini mengandalkan Sungai Yeh Penet sebagai sumber air utama. Namun, saat ini, kedua subak tersebut menghadapi beberapa masalah, seperti kekurangan air dan terjadinya konflik dalam pemanfaatan air antara subak yang berada di hulu dan hilir sungai. Lokasi Subak Balangan dan Uma Tegal terletak pada $8^{\circ}27'45.29''$ LS hingga $8^{\circ}27'21.76''$ LS dan $115^{\circ}11'54.98''$ BT hingga $115^{\circ}11'21.48''$ BT hingga dapat dilihat pada [Gambar 1](#).



Gambar 1. Lokasi penelitian

Tahapan Pelaksanaan

Untuk mendapatkan informasi dari petani Subak Balangan dan Uma Tegal dilakukan *focus group discussion* (FGD) dan sosialisasi mengenai pengelolaan air di Subak. Dari hasil FGD tidak memungkinkan untuk mendapatkan sumber air dari wilayah konflik. Sehingga diperlukan sumber lain untuk mengatasi bencana kekeringan di Subak Balangan dan Subak Uma Tegal salah satunya dengan metode *water harvesting* dengan cubang.

Kemudian dilakukan pemberian geomembran yang dapat digunakan untuk pembuatan embung-embung kecil di beberapa lokasi di Subak Balangan dan Uma Tegal dengan tujuan untuk meningkatkan produktivitas petani. Akan dibuat embung kecil ukuran $4 \times 2 \times 1,5$ m sebanyak 2 embung dan $2 \times 1,5 \times 1$ sebanyak 3 embung kecil. Selain itu dilakukan sosialisasi mengenai manfaat cubang, dan upaya pemeliharaan cubang sebagai salah satu sumber air yang dapat dimanfaatkan masyarakat subak untuk memastikan adanya air untuk tanaman. Adapun langkah-langkah kegiatan dapat diurutkan sebagai berikut.

1. Identifikasi dan penggalan informasi awal
2. Analisis sumber air dan permasalahan
3. Penyediaan sarana penampungan air untuk mendukung optimalisasi *cubang*, diberikan bantuan geomembran yang digunakan dalam pembuatan embung-embung kecil di beberapa lokasi strategis di Subak Balangan dan Uma Tegal.
4. Sosialisasi dan edukasi pemeliharaan selanjutnya dilakukan sosialisasi mengenai manfaat *cubang* serta pentingnya pemeliharaan infrastruktur tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Subak

Subak adalah lembaga tradisional yang mengelola tata guna air untuk irigasi serta mengatur sistem pertanian yang bersifat sosial-religius dan mandiri, yang anggotanya terdiri dari petani dalam suatu wilayah tertentu dan diatur melalui awig-awig ([Fajar Kartika Lestari et al., 2015](#)). Peran subak sebagai organisasi tradisional dalam pengelolaan air di tingkat usaha tani pada masyarakat adat sangat penting ([Wijayanti & Windia, 2021](#); [Yunita et al., 2023](#)). Peran utama sistem subak ini erat kaitannya dengan kekuatan yang dimiliki oleh subak, seperti kesederhanaan struktur organisasi, sistem kerja yang kooperatif, serta penerapan filosofi

Tri Hita Karana ([Saputra, I G. N. A., Dan Suci, 2019](#)).

Kondisi Subak Balangan dan Uma Tegal

Subak Balangan dan Subak Uma Tegal adalah subak yang terletak di Desa Kuwum, Kabupaten Badung. Kondisinya saat ini masih mengalami beberapa permasalahan ([Gambar 2](#)).



Gambar 2. Kondisi Subak Balangan dan Uma Tegal

Hasil diskusi dengan pimpinan petani Subak (pekaseh) Balangan dan Uma Tegal, ditemukan beberapa permasalahan diantaranya adalah kekurangan air yang menyebabkan tidak dapat beroperasinya pertanian subak untuk Subak Balangan dan Subak Uma Tegal. Kedua subak ini sudah hampir dua puluh tahun tidak mendapatkan air bisa kembali kebagian air dan bisa mengairi sawahnya. Masih belum tertatanya saluran irigasi di subak ini juga menambah pelik permasalahan ketersediaan air di Subak Balangan dan Uma Tegal ini karena dengan saluran irigasi yang tidak memadai air tidak dapat ditampung pada musim hujan dan kekeringan pada musim kemarau. Selain permasalahan ketersediaan air, pada subak ini juga terjadi konflik pengguna air antara pengguna air pada bagian hulu dengan kedua subak ini. Subak dibagian hulu telah menutup jalannya air sehingga air tidak dapat mengalir.

[Gambar 3](#) menunjukkan lokasi bangunan bagi yang merupakan titik distribusi air antara Subak Balangan dan Subak Palean. Di titik ini terdapat struktur tambahan yang dibangun di tengah saluran, menyebabkan penyempitan saluran yang memasok air ke Subak Balangan.



Gambar 3. Lokasi bangunan bagi Subak Balangan dan Subak Palean

Proses Pembersihan Lahan dan Penggalian untuk Pembuatan Embung

Proses pembersihan lahan dan penggalian merupakan tahapan awal yang sangat penting dalam pembuatan embung. Langkah-langkah ini menetapkan dasar fisik untuk pembangunan waduk buatan tersebut, memungkinkan untuk menampung dan menyimpan air dengan efisien. Proses pembersihan lahan ([Gambar 4](#)) dimulai dengan pembersihan tanaman termasuk pohon, semak, dan rumput liar, yang berada di area yang akan dijadikan embung. Ini dapat dilakukan dengan menggunakan alat-alat seperti gergaji ranting, kapak, atau mesin pemotong yang lebih besar tergantung pada skala proyeknya.

Setelah lahan dibersihkan, langkah berikutnya adalah penggalian. Ini melibatkan penggalian tanah untuk membentuk cekungan atau kolam yang akan menampung air. Proses penggalian harus memperhitungkan desain embung yang telah direncanakan sebelumnya, termasuk kedalaman, lebar, dan panjangnya. Tenaga manusia, alat berat seperti ekskavator, atau kombinasi keduanya dapat digunakan untuk melakukan penggalian ini.

Selama proses pembersihan lahan dan penggalian, penting untuk memperhatikan perlindungan lingkungan. Prinsip-prinsip keselamatan kerja dan perlindungan alam harus diikuti untuk mencegah kerusakan yang tidak diinginkan pada ekosistem setempat. Selain itu, pengelolaan limbah dan tanah yang tergal juga harus diperhatikan untuk memastikan bahwa tidak ada dampak negatif pada lingkungan sekitar.

Keseluruhan proses ini membutuhkan perencanaan yang cermat dan pelaksanaan yang teliti untuk memastikan bahwa embung yang dibangun memiliki kapasitas dan fungsi yang sesuai dengan kebutuhan, sambil meminimalkan dampak lingkungan negatif. Dengan demikian, tahapan awal pembangunan embung, melalui

proses pembersihan lahan dan penggalian, menjadi landasan penting bagi keberhasilan proyek tersebut dalam menyediakan sumber daya air yang berkelanjutan bagi masyarakat di sekitarnya.



Gambar 4. Pembersihan lahan dan penggalian untuk pembuatan embung

Geomembran

Geomembran adalah material yang berfungsi sebagai lapisan kedap air, terbuat dari bahan dasar *polyethylene* berkualitas tinggi, baik jenis HDPE (*High Density Polyethylene*) maupun LDPE (*Low Density Polyethylene*), serta dilengkapi dengan bahan tambahan seperti carbon black, antioksidan, zat anti-penuaan, dan pelindung terhadap sinar UV (Gambar 5).

Selain itu, geomembran memiliki ketahanan terhadap korosi, minyak, zat asam, dan suhu tinggi. Material ini semakin populer karena harganya yang relatif lebih terjangkau dibandingkan dengan beton, sehingga menjadi alternatif menarik bagi para pemilik proyek untuk menggantikan lapisan beton atau memperbaiki beton yang mengalami kebocoran (PT Barca Karya Utama, 2024).



Gambar 5. Geomembran yang diberikan kepada Petani Subak Balangan Dan Uma Tegal

Proses Pemasangan Geomembran untuk Embung Subak Balangan dan Uma Tegal

Proses pemasangan geomembran untuk embung Subak Balangan dan Uma Tegal dimulai dengan persiapan lahan yang meliputi pembersihan area dari batu, akar, dan benda tajam lainnya yang dapat merusak geomembran. Setelah itu, dilakukan penggalian dan perataan dasar embung sesuai dengan desain yang telah ditentukan. Langkah berikutnya adalah pemasangan lapisan geotekstil di dasar dan dinding embung untuk memberikan perlindungan tambahan dan mencegah kerusakan geomembran.

Geomembran kemudian digelar dengan hati-hati di atas lapisan geotekstil, memastikan setiap sambungan dihubungkan dengan teknik pengelasan panas atau lem khusus agar kedap air. Setelah geomembran terpasang, dilakukan pengisian air secara bertahap untuk memeriksa kebocoran dan memastikan integritas lapisan. Terakhir, tepi geomembran diamankan dengan penimbunan tanah atau material berat lainnya untuk menjaga stabilitas dan mencegah pergeseran. Proses ini memastikan embung dapat berfungsi optimal dalam menyimpan air bagi keperluan irigasi subak (Gambar 6).



Gambar 6. Pemasangan geomembran

Manfaat Embung Bagi Masyarakat Petani Subak Balangan dan Uma Tegal

Embung memiliki peran yang sangat vital bagi masyarakat petani, terutama dalam menjaga kestabilan pasokan air untuk irigasi. Dengan adanya embung, para petani dapat mengatasi masalah kekurangan air pada musim kemarau, sehingga tanaman tetap mendapatkan suplai air yang cukup dan teratur. Dengan pembuatan embung kecil ukuran $4 \times 2 \times 1,5$ m sebanyak 2 embung dan $2 \times 1,5 \times 1$ sebanyak 3 embung kecil dapat memberikan tambahan *supply* 11.36% untuk Subak Balangan. Selain itu, embung juga berfungsi sebagai penampung air hujan, yang kemudian dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan pertanian dan rumah tangga saat musim kering tiba. Tidak hanya itu, embung membantu mengurangi risiko banjir dengan menampung limpahan air hujan yang berlebih. Dengan demikian, embung tidak hanya mendukung produktivitas pertanian, tetapi juga memberikan manfaat ekologi dan ekonomi yang signifikan bagi komunitas petani.

Pengelolaan Embung untuk Keberlanjutan Ketersediaan Air di Subak Balangan dan Uma Tegal

Embung merupakan fasilitas untuk menampung air hujan yang digunakan untuk keperluan pertanian. Agar embung dapat berfungsi secara optimal, diperlukan pengelolaan dan pengawasan yang maksimal. Dengan demikian, pada musim hujan, embung dapat menampung air secara maksimal. Pengelolaan embung memegang peran penting dalam memastikan ketersediaan air yang berkelanjutan di subak. Sebagai waduk buatan, embung berfungsi sebagai reservoir air yang sangat penting untuk mendukung kegiatan pertanian dan kehidupan masyarakat di sekitarnya. Untuk menjaga keberlanjutan

ketersediaan air, pengelolaan embung harus dilakukan dengan bijaksana.

Pertama, penting untuk memperhatikan kualitas air di embung tersebut. Kontaminasi air dapat mengancam kesehatan manusia dan ekosistem air yang ada. Oleh karena itu, perawatan rutin dan pengawasan terhadap kualitas air harus dilakukan secara teratur. Kedua, pembangunan embung harus memperhitungkan dampak lingkungan secara menyeluruh. Hal ini melibatkan pemantauan terhadap perubahan tata guna lahan di sekitar embung serta mitigasi terhadap erosi tanah dan pencemaran air.

Selain itu, partisipasi aktif dari masyarakat setempat dalam pengelolaan embung sangatlah penting. Melibatkan mereka dalam proses perencanaan, pemeliharaan, dan pengambilan keputusan dapat memastikan keberlanjutan penggunaan air yang adil dan berkelanjutan. Terakhir, pendekatan inovatif seperti pemanfaatan energi terbarukan untuk operasional embung dan implementasi teknologi yang efisien dapat membantu meningkatkan efektivitas pengelolaan embung dalam mempertahankan ketersediaan air yang berkelanjutan di subak.

KESIMPULAN

Krisis air merupakan tantangan utama bagi beberapa wilayah di Indonesia, termasuk Subak Balangan dan Uma Tegal di Bali yang mengalami kekurangan air selama hampir dua dekade. Sistem irigasi yang tidak memadai dan konflik penggunaan air dengan subak di hulu memperparah kondisi ini. Embung, atau kolam penampungan air, menjadi solusi efektif dengan menampung air hujan untuk digunakan saat musim kemarau, meningkatkan produktivitas pertanian, dan kesejahteraan ekonomi masyarakat setempat. Implementasi geomembran sebagai lapisan embung juga membantu dalam efisiensi penyimpanan air. Pengelolaan yang baik dan partisipasi aktif dari masyarakat penting untuk keberlanjutan fungsi embung, menjaga kualitas air, dan memitigasi dampak lingkungan. Dengan kolaborasi yang efektif, embung dapat memberikan manfaat ekologi dan ekonomi yang signifikan bagi komunitas petani di Subak Balangan dan Uma Tegal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Universitas Warmadewa selaku pemberi dana dalam kegiatan ini serta terimakasih pula kami sampaikan kepada pihak mitra.

DAFTAR PUSTAKA

- Dewi, R., & Wahidin. (2020). Embung Sebagai Alternatif Cadangan Air Pada Sawah Tadah Hujan (Studi Kasus Kecamatan Kroya Kabupaten Indramayu). *Jurnal Rekayasa, Teknologi, Dan Sains*, 4(1), 1–6.
- Dunn, A. M., Hofmann, O. S., Waters, B., & Witchel, E. (2011). Cloaking malware with the trusted platform module. In *Proceedings of the 20th USENIX Security Symposium* (pp. 395–410).
- 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>
- Fajar Kartika Lestari, P., Windia, W., & Sri Astiti, N. (2015). Penerapan Tri Hita Karana untuk Keberlanjutan Sistem Subak yang Menjadi Warisan Budaya Dunia: Kasus Subak Wangaya Betan, Kecamatan Penebel, Kabupaten Tabanan. *Jurnal Manajemen Agribisnis*, 3(1), 26290.
- Jaya, I. K. M. A. (2021). Kensep Tri Hita Karana Menjaga Eksistensi Subak Dari Ancaman Alih Fungsi Lahan. *VIDYA SAMHITA: Jurnal Penelitian Agama*, 7(1), 1. <https://doi.org/10.25078/vs.v7i1.2430>
- Kunu, P. J. (2013). Mitigasi Krisis Air dan In-Effisiensi Pemanfaatan Air di Pulau-Pulau Kecil. *Prosiding FMIPA Universitas Pattimura 2013*, 2(1), 27–35.
- Luo, P., Kang, S., Apip, Zhou, M., Lyu, J., Aisyah, S., Binaya, M., Regmi, R. K., & Nover, D. (2019). Water quality trend assessment in Jakarta: A rapidly growing Asian megacity. *PLoS ONE*, 14(7), 1–17. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219009>
- Mirza, I., Meilianda, E., & Azmeri, A. (2020). Kajian Optimalisasi Pemanfaatan Embung Paya Sepat Untuk Memenuhi Kebutuhan Air Irigasi D.I. Cubo Trienggadeng Zona Iii Kabupaten Pidie Jaya. *Jurnal Arsip Rekayasa Sipil Dan Perencanaan*, 3(1), 20–28. <https://doi.org/10.24815/jarsp.v3i1.16451>
- PT Barca Karya Utama. (2024). *BKU Produk Katalog*.
- Pusat Pendidikan Dan Pelatihan Sumber Daya Air Dan Konstruksi. (2017). Modul Pengantar Perencanaan Embung. In *Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Konstruksi*. https://simantu.pu.go.id/epel/edok/45a22_04._Modul_4_Pengantar_Perencanaan_Embung.pdf
- Rahmasary, A. N., Robert, S., Chang, I. S., Jing, W., Park, J., Bluemling, B., Koop, S., & van Leeuwen, K. (2019). Overcoming the Challenges of Water, Waste and Climate Change in Asian Cities. *Environmental Management*, 63(4), 520–535. <https://doi.org/10.1007/s00267-019-01137-y>
- Saputra, I G. N. A., Dan Suci, N. W. H. (2019). Cegah Alih Fungsi Lahan Pertanian Melalui Awig-Awig (Studi Di Desa Pakraman Sumampun, Gianyar). *Vidya Wertta*, 2(2), 234–250.
- Wicaksono, A., & Kang, D. (2019). Nationwide simulation of water, energy, and food nexus: Case study in South Korea and Indonesia. *Journal of Hydro-Environment Research*, 22(February), 70–87. <https://doi.org/10.1016/j.jher.2018.10.003>
- Wijayanti, P. U., & Windia, W. (2021). Implementasi Filsafat Tri Hita Karana Untuk Keberlanjutan Subak Anggabaya Sebagai Subak Lestari Di Kota Denpasar. *Jurnal Ilmu Sosial Dan Politik*, 35(1), 46–60. <https://e-journal.stispolwb.ac.id>
- Yunita, I. M., Sugiantiningsih, A. A. P., Noor, M., Misno, I. M. G. R., & Yasa, I. G. P. (2023). Rekonstruksi Subak Lestari Desa Anggabaya Sebagai Warisan Budaya Dunia dalam Mewujudkan Pencapaian Ketahanan Pangan. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Sains Dan Humaniora*, 6(3), 367–373. <https://doi.org/10.23887/jppsh.v6i3.53961>