

OPTIMALISASI IRIGASI SAWAH MENGGUNAKAN IOT DAN PANEL SURYA: STUDI KASUS DI DESA SIBANGKAJA

I Komang Gede Pradnya Puspa Yuanantara¹, I Gede Putu Krisna Juliharta², Jauzaa Maylia Suhendro³

^{1,2,3}Universitas Primakara, Denpasar, Bali, Indonesia

Penulis Korespondensi: riyuzibang@gmail.com

ABSTRAK

Pengelolaan irigasi pada lahan persawahan umumnya masih dilakukan secara manual sehingga kurang efisien, memerlukan pengawasan secara terus-menerus, serta berpotensi menyebabkan pemborosan penggunaan air dan energi. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem irigasi otomatis berbasis Internet of Things (IoT) yang terintegrasi dengan monitoring berbasis web guna meningkatkan efisiensi pengelolaan irigasi. Sistem dikembangkan menggunakan sensor ketinggian air yang terhubung dengan mikrokontroler untuk mengendalikan pompa air secara otomatis berdasarkan kondisi permukaan air pada lahan persawahan. Sebagai sumber energi, sistem memanfaatkan panel surya yang dipadukan dengan baterai penyimpanan sehingga mampu beroperasi secara berkelanjutan, termasuk pada malam hari atau saat intensitas cahaya matahari rendah. Data hasil pembacaan sensor dikirimkan melalui jaringan internet ke server dan ditampilkan pada antarmuka website sehingga pengguna dapat memantau kondisi ketinggian air serta status kerja pompa secara waktu nyata. Hasil penelitian diharapkan mampu menghasilkan sistem irigasi yang bekerja secara otomatis, meningkatkan efisiensi penggunaan air dan energi, mempermudah proses pemantauan jarak jauh, serta mendukung penerapan teknologi pertanian pintar yang lebih efektif dan berkelanjutan.

Kata Kunci: Internet of Things, irigasi otomatis, monitoring web, energi surya, pertanian pintar.

Riwayat Artikel :

Tanggal diterima : 16-07-2026

Tanggal terbit : 14-08-2026

Kutipan :

Yuanantara, I. K. G. P. P., Juliharta, I. G. P. K., & Suhendro, J. M. (2026). OPTIMALISASI IRIGASI SAWAH MENGGUNAKAN IOT DAN PANEL SURYA. *INFOTECH Journal*, 12(2), 211–215. <https://doi.org/10.31949/infotech.v12i2.19318>

1. PENDAHULUAN

Irigasi merupakan salah satu faktor utama yang menentukan keberhasilan budidaya padi karena berperan dalam menjaga ketersediaan air sesuai kebutuhan tanaman. Pengelolaan irigasi yang kurang optimal dapat menyebabkan distribusi air tidak merata, sehingga berdampak pada pertumbuhan tanaman dan penurunan hasil produksi. Oleh karena itu, sistem irigasi yang efektif dan efisien menjadi kebutuhan penting dalam mendukung produktivitas lahan pertanian (Nurhaliza, 2025). Pada sektor pertanian, penerapan sistem irigasi yang baik mampu meningkatkan efisiensi penggunaan air sekaligus menjaga keberlangsungan produksi tanaman melalui distribusi air yang tepat sesuai kondisi lahan (Sari & Asnur, 2023, hlm. 80).

Pada lahan persawahan di Desa Sibangkaja, sistem irigasi yang digunakan masih dilakukan secara manual dengan mengatur aliran air secara langsung di lapangan. Kondisi tersebut menyebabkan proses pengairan sangat bergantung pada kehadiran petani sehingga membutuhkan waktu dan tenaga yang lebih besar. Selain itu, lokasi sawah yang relatif jauh dari jalan utama serta keterbatasan ketersediaan listrik menyebabkan penggunaan peralatan pendukung, seperti pompa air, belum dapat dimanfaatkan secara optimal. Akibatnya, pengelolaan irigasi menjadi kurang efisien dan belum mampu memenuhi kebutuhan air tanaman secara konsisten (Sidharta et al., 2024).

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) memberikan peluang dalam meningkatkan efisiensi sistem irigasi melalui pemantauan dan pengendalian secara otomatis. Teknologi ini memanfaatkan sensor, mikrokontroler, dan jaringan internet untuk memonitor kondisi lahan secara real-time serta mengatur proses pengairan sesuai kondisi aktual di lapangan. Informasi yang diperoleh dapat diakses melalui perangkat komputer maupun telepon pintar sehingga petani dapat melakukan pemantauan dan pengendalian tanpa harus berada di lokasi sawah (Wahyudi et al., 2025), (Pela et al., 2020).

Beberapa penelitian terdahulu telah menunjukkan keberhasilan penerapan IoT pada sistem irigasi. Wahyudi et al. (2025) mengembangkan sistem irigasi otomatis menggunakan sensor kelembapan tanah berbasis ESP32 yang mampu mengirimkan data ke platform ThingSpeak untuk pemantauan secara real-time. Penelitian lain yang dilakukan oleh (Suhendro et al., 2026) mengembangkan sistem irigasi otomatis berbasis IoT yang mampu mengatur kelembapan tanah dan ketinggian air dengan waktu respons yang cepat serta meningkatkan efisiensi penggunaan air. Hasil-hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa teknologi IoT berpotensi meningkatkan efektivitas pengelolaan irigasi sekaligus mendukung penerapan pertanian presisi.

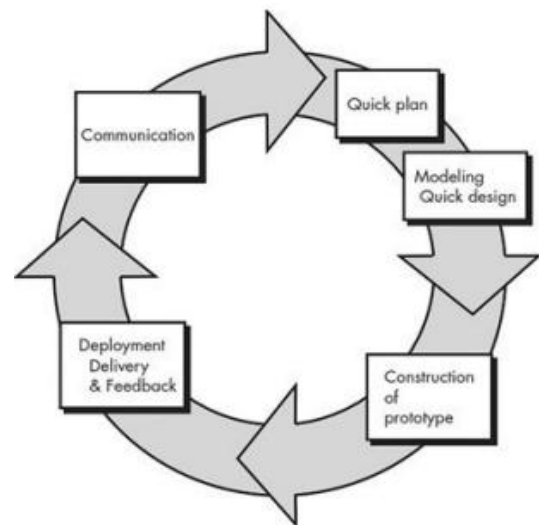
Meskipun demikian, sebagian besar penelitian sebelumnya masih berfokus pada sistem irigasi yang menggunakan sumber listrik konvensional dan mengintegrasikan sensor kelembapan tanah sebagai

parameter utama. Penerapan sistem irigasi otomatis yang memanfaatkan sumber energi terbarukan berupa panel surya serta mengendalikan pengairan berdasarkan ketinggian air pada lahan sawah masih relatif terbatas. Kondisi tersebut menunjukkan adanya peluang pengembangan sistem yang lebih sesuai untuk daerah pertanian dengan keterbatasan akses listrik, seperti pada lahan persawahan di Desa Sibangkaja (Haj et al., 2025).

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan merancang dan membangun prototipe sistem irigasi sawah otomatis berbasis Internet of Things (IoT) yang mampu mengatur proses pengairan berdasarkan ketinggian air dengan memanfaatkan panel surya sebagai sumber energi. Sistem yang dikembangkan diharapkan dapat meningkatkan efisiensi pengelolaan irigasi, mengurangi ketergantungan terhadap pengoperasian secara manual, serta mendukung penerapan teknologi smart farming berbasis energi terbarukan. Penelitian ini dibatasi pada perancangan, pembuatan, dan pengujian prototipe dalam skala simulasi dengan tiga kali pengulangan, tanpa mencakup implementasi pada lahan pertanian yang luas maupun integrasi sensor kelembapan tanah.

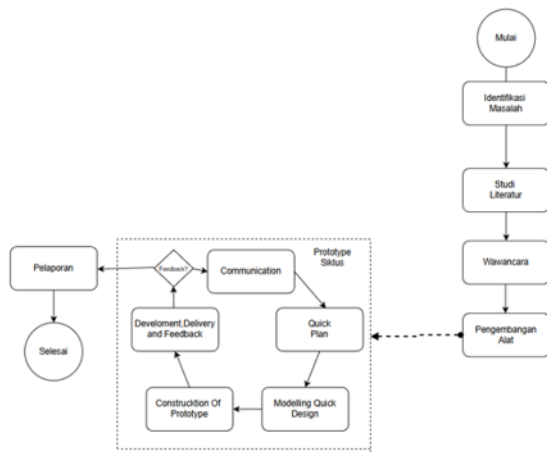
2. METODE

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian Irigasi Sawah Berbasis Iot Dengan metode *Channel*.



Gambar 1. Metode Penelitian Channel

(Pramudita & Setyawan, 2022).



Gambar 2. Alur Penelitian

Berikut penjelasan berdasarkan gambar 2, alur penelitian:

1. Identifikasi Masalah

Tahap ini bertujuan mengidentifikasi permasalahan pada sistem irigasi sawah di Desa Sibangkaja melalui observasi lapangan. Fokus pengamatan meliputi mekanisme pengairan, kendala distribusi air, keterbatasan sumber energi, serta kebutuhan sistem otomatis yang dapat meningkatkan efisiensi irigasi.

2. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan mengkaji berbagai penelitian mengenai sistem irigasi otomatis, Internet of Things (IoT), sensor ketinggian air, panel surya, dan teknologi pendukung lainnya. Hasil kajian digunakan sebagai dasar dalam menentukan rancangan sistem yang akan dikembangkan.

3. Wawancara

Wawancara dilakukan kepada petani untuk memperoleh informasi mengenai kebutuhan pengguna, pola pengairan yang diterapkan, serta kendala operasional yang dihadapi. Informasi tersebut menjadi dasar dalam menentukan spesifikasi sistem yang sesuai dengan kondisi lapangan.

4. Pengembangan Sistem

Pengembangan sistem dilakukan menggunakan metode **Prototype** yang meliputi tahapan *Communicating*, *Quick Plan*, *Modeling Quick Design*, *Construction of Prototype*, serta *Deployment, Delivery, and Feedback*. Tahapan ini menghasilkan prototipe sistem irigasi otomatis berbasis IoT yang memanfaatkan panel surya sebagai sumber energi.

5. Pengujian dan Evaluasi Sistem

Setelah prototipe selesai dikembangkan, dilakukan pengujian untuk mengevaluasi kinerja sistem. Pengujian dilakukan

sebanyak **tiga kali pengulangan** pada setiap skenario. Parameter evaluasi yang digunakan meliputi:

- **Akurasi sensor ketinggian air**, yaitu tingkat kesesuaian hasil pembacaan sensor terhadap pengukuran aktual yang dinyatakan dalam persentase (%).
- **Response time sistem**, yaitu waktu yang dibutuhkan sejak sensor mendeteksi perubahan ketinggian air hingga pompa atau katup memberikan respons, yang dinyatakan dalam detik.
- **Keberhasilan kontrol otomatis**, yaitu persentase keberhasilan sistem dalam mengaktifkan atau menonaktifkan pompa sesuai dengan batas ketinggian air yang telah ditentukan.
- **Keberhasilan komunikasi IoT**, yaitu kemampuan sistem mengirimkan data sensor ke platform pemantauan secara **real-time** tanpa kehilangan data selama proses pengujian.
- **Kinerja daya panel surya**, yaitu kemampuan panel surya dan baterai dalam menyuplai daya secara stabil selama sistem beroperasi.

Hasil pengujian dianalisis secara deskriptif dengan membandingkan nilai setiap parameter terhadap kriteria yang telah ditetapkan untuk mengetahui tingkat keberhasilan sistem yang dikembangkan.

3. PEMBAHASAN

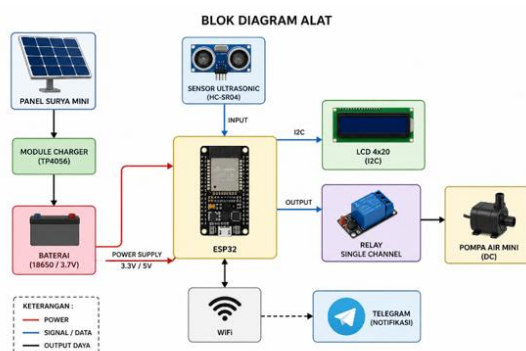
Hasil observasi dan wawancara menunjukkan bahwa proses irigasi di Desa Sibangkaja masih dilakukan secara manual sehingga petani harus datang langsung ke sawah untuk membuka dan menutup saluran air. Kondisi tersebut menyebabkan penggunaan waktu dan tenaga yang cukup besar serta kurang efisien, terutama pada lahan yang belum memiliki akses listrik. Berdasarkan temuan tersebut dikembangkan prototipe sistem irigasi otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) yang menggunakan sensor ultrasonik, mikrokontroler ESP32, pompa air, panel surya, dan media monitoring berbasis Telegram. Sistem dirancang untuk mengontrol pompa secara otomatis berdasarkan ketinggian air sehingga proses pengairan dapat dilakukan secara lebih efisien.



Gambar 3. Lokasi observasi dan miniatur sistem irigasi otomatis.

Gambar 3. Menunjukkan lokasi penelitian serta prototipe irigasi otomatis yang dikembangkan sebagai simulasi sistem pada lahan persawahan.

Arsitektur sistem terdiri atas sensor ultrasonik sebagai pendeteksi tinggi air, ESP32 sebagai pengendali utama, relay sebagai sakelar pompa, serta panel surya dan baterai sebagai sumber energi. Pengguna dapat mengontrol pompa melalui Telegram, sedangkan sistem akan menghentikan pompa secara otomatis ketika tinggi air telah mencapai batas yang ditentukan. Pendekatan ini memungkinkan proses monitoring dan pengendalian dilakukan secara jarak jauh dengan konsumsi energi yang lebih efisien.



Gambar 4. Blok diagram sistem irigasi berbasis IoT.

Gambar 4. Menunjukkan hubungan antara sensor ultrasonik, ESP32, relay, pompa air, panel surya, baterai, LCD, dan Telegram sebagai media monitoring.



Gambar 5. Rancangan Alat

Berdasarkan gambar 5, rancangan alat dibuat untuk menunjukkan susunan komponen pada sistem irigasi otomatis berbasis IoT.

ESP32 digunakan sebagai pusat kendali yang terhubung dengan sensor ultrasonik, relay, pompa air, LCD, dan Telegram. Sensor ultrasonik digunakan untuk membaca ketinggian air, sedangkan relay mengontrol pompa air. Pompa air dapat dinyalakan melalui Telegram dan akan mati otomatis saat ketinggian air mencapai batas yang ditentukan. Sistem menggunakan panel surya dan baterai sebagai sumber daya. Rancangan alat dibuat untuk mengetahui susunan dan koneksi antar komponen pada sistem.

ESP32 digunakan sebagai pusat pengendali sistem yang terhubung dengan sensor ultrasonik, relay, LCD, serta modul koneksi internet. Sensor ultrasonik ditempatkan pada bagian atas penampungan air untuk membaca jarak permukaan air. Relay dihubungkan dengan pompa air untuk mengontrol proses pengairan secara otomatis. Panel surya digunakan sebagai sumber daya utama yang akan mengisi baterai melalui solar charge controller.



Gambar 6. Hasil monitoring melalui Telegram.

Gambar 6. Menampilkan status pompa dan informasi ketinggian air secara real-time melalui chatbot Telegram.

Pengujian fungsional menggunakan metode *Black Box Testing* menunjukkan bahwa seluruh fitur sistem bekerja sesuai rancangan. Sensor ultrasonik mampu mendeteksi perubahan ketinggian air secara akurat, pompa berhasil menyala dan mati melalui perintah Telegram maupun secara otomatis berdasarkan batas ketinggian air, serta informasi kondisi sistem berhasil ditampilkan pada LCD dan Telegram. Selain itu, panel surya mampu mengisi baterai dengan rata-rata penyinaran sekitar 6 jam per hari, sedangkan baterai mampu menyuplai sistem hingga sekitar dua hari penggunaan.

Tabel 1. Ringkasan hasil pengujian sistem.

Parameter Pengujian	Hasil
Pompa mati otomatis saat air mencapai batas	Berhasil
Kontrol pompa melalui Telegram (/on dan /off)	Berhasil
Monitoring tinggi air pada LCD dan Telegram	Berhasil
Pengisian baterai menggunakan panel surya	Berhasil
Daya tahan baterai	± 2 hari

Hasil pengujian menunjukkan bahwa integrasi sensor ultrasonik, mikrokontroler ESP32, dan komunikasi berbasis Internet of Things (IoT) mampu mengotomatisasi proses monitoring serta pengendalian irigasi sehingga lebih efisien dibandingkan metode manual. Sistem dapat memantau ketinggian air secara real-time dan mengaktifkan maupun menonaktifkan pompa secara otomatis sesuai nilai ambang yang telah ditentukan. Selain itu, pengguna juga dapat melakukan pemantauan dan pengendalian melalui aplikasi Telegram tanpa harus berada di lokasi persawahan.

Pengujian juga menunjukkan bahwa sistem yang menggunakan panel surya sebagai sumber energi mampu mempertahankan operasi selama ± 2 hari tanpa pengisian ulang tambahan. Secara teknis, daya tahan tersebut dipengaruhi oleh karakteristik konsumsi daya setiap komponen. Mikrokontroler ESP32 memiliki konsumsi daya yang relatif rendah ketika menjalankan proses monitoring dan komunikasi data, sedangkan pompa air merupakan komponen dengan konsumsi daya terbesar. Namun, pompa hanya bekerja ketika sensor mendeteksi bahwa ketinggian air berada di bawah batas yang telah ditentukan sehingga waktu operasinya bersifat intermiten (tidak bekerja terus-menerus). Kondisi ini menyebabkan energi yang tersimpan pada baterai tidak cepat habis. Di sisi lain, panel surya berfungsi mengisi ulang baterai pada siang hari sehingga energi yang digunakan selama proses monitoring

dapat tergantikan. Kombinasi konsumsi daya yang efisien pada ESP32, pola kerja pompa yang hanya aktif saat diperlukan, serta proses pengisian oleh panel surya menyebabkan sistem mampu beroperasi hingga sekitar dua hari pada skala prototipe.

Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa penerapan IoT mampu meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya pada sistem irigasi melalui pengendalian otomatis dan pemantauan secara real-time. Perbedaan penelitian ini terletak pada integrasi sumber energi panel surya dengan sistem monitoring berbasis Telegram sehingga lebih sesuai diterapkan pada lahan pertanian yang memiliki keterbatasan akses listrik. Meskipun demikian, penelitian ini masih dilakukan pada skala prototipe sehingga diperlukan pengujian lebih lanjut pada kondisi lahan persawahan yang sebenarnya. Pengujian lanjutan diperlukan untuk mengevaluasi pengaruh perubahan intensitas sinar matahari, kapasitas baterai, frekuensi kerja pompa, serta variasi kebutuhan air tanaman terhadap keandalan sistem dalam jangka panjang.

4. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil merancang dan membangun sistem irigasi otomatis berbasis Internet of Things (IoT) yang mampu mengendalikan proses pengairan berdasarkan ketinggian air menggunakan sensor ultrasonik dan mikrokontroler ESP32. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh fungsi utama sistem, meliputi monitoring ketinggian air, pengendalian pompa secara otomatis, komunikasi melalui Telegram, serta pengisian daya menggunakan panel surya, dapat berjalan sesuai dengan rancangan. Sistem juga mampu beroperasi menggunakan sumber energi terbarukan dengan daya tahan baterai sekitar ± 2 hari, yang dipengaruhi oleh rendahnya konsumsi daya ESP32, operasi pompa yang hanya aktif saat diperlukan, serta dukungan pengisian energi dari panel surya. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan berpotensi meningkatkan efisiensi pengelolaan irigasi pada lahan pertanian yang memiliki keterbatasan akses listrik dan mendukung penerapan smart farming. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengimplementasikan sistem pada lahan persawahan skala nyata serta melakukan analisis konsumsi energi secara kuantitatif, termasuk pengukuran efisiensi panel surya, kapasitas baterai, dan kebutuhan daya setiap komponen agar keandalan sistem dapat dievaluasi secara lebih komprehensif.

PUSTAKA

- Adi Paramartha Putra, M., & Gede Juliana Eka Putra, I. (2020). Analisis Performansi Sensor Pada Alat Pemadam Kebakaran Berbasis Internet of Things. *Jurnal Ilmiah Ilmu Terapan Universitas Jambi*, 4(2), 123–131.
- Dendy, P., Radika, K., Putra, A. P., Trisna, P., & Permana, H. (2026). Pengembangan

- Prototype Kotak Obat Otomatis Berbasis IoT untuk Pemantauan dan Pengingat Konsumsi Obat. *Jurnal Komtika (Komputasi Dan Informatika)*, 10(1).
<https://doi.org/10.31603/komtika.v10i1.16096>
- Dewa Gede Komala Putra, I., Gede Putu Krisna Juliharta, I., & Gusti Lanang Agung Raditya, I. (2019). PEMESANAN E-TIKET SPEED BOAT ONLINE BERBASIS WEBSITE STUDI KASUS PT.CASPLA BALI SEAVIEW. *SMART TECHNO (Smart Technology, Informatic, and Technopreneurship)*, 01(02), 39–43.
- Haj, S. U., Tjut Adek, R., & Suwanda, R. (2025). Implementasi Sistem Irigasi Berbasis Internet of Things (IoT) Untuk Optimasi Penggunaan Air Pada Pertanian. *METIK Jurnal*, 9(2), 338–247.
<https://doi.org/10.47002/metik.v9i2.1123>
- Ni Putu Nadia Kartika Dewi, Eddy Muntina Dharma, & A.A. Istri Ita Paramitha. (2023). ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM INFORMASI PENJUALAN DAN PENGELOLAAN PERSEDIAAN PADA PT ALFAJORES BALI ENAK MENGGUNAKAN METODE WATERFALL. *SMART TECHNO (Smart Technology, Informatic, and Technopreneurship)*, 5(1), 59–64.
- Nurhaliza. (2025). *PERANCANGAN SISTEM IRIGASI OTOMATIS BERBASIS IOT UNTUK OPTIMALISASI PENGGUNAAN AIR PADA LAHAN PERTANIAN KERING*.
<https://doi.org/https://doi.org/10.58860/jti.v3i4.668>
- Pramudita, R., & Setyawan, K. (2022). Sistem Smart Class Berbasis Internet Of Things Dengan Menggunakan Metode Prototype. *SMARTICS Journal*, 8(1), 28–34.
<https://doi.org/10.21067/smartics.v8i1.7209>
- Putu, I., Karyndra, R., Putra, A. P., Putu, N., & Kusuma, N. (2026). RANCANG BANGUN SISTEM BELT CONVEYOR BERBASIS IOT DENGAN WEB MONITORING UNTUK PEMILAHAN BUAH JERUK SUNKIST BERDASARKAN BERAT. In *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika* (Vol. 10, Number 2).
- Sidharta, I., Rochyadi Suherman, A., Herawati, O., Yuni Astuti, R., Tri Andyandi, P., & Tinggi Ilmu Ekonomi Pasundan, S. (2024). Exploring the Impact of Inquisitiveness on Technology Adoption and Creativity on Work Efficiency: Insights from the Fashion Creative Industry in Bandung, Indonesia. *Jurnal Computech & Bisnis*, 18(2), 143–161.
<https://doi.org/https://doi.org/10.56447/wgqee227>
- Suhendro, J. M., Made, I., Dwikiarta, S., Agus, K., Dwi Prayoga, M., Nengah, I., & Antara, L. (2026). Performance Analysis of Hybrid IEEE 802.15.4-802.11 Network for Smart Buildings of Things Wireless Sensor Network Hybrid Network Smart Building Quality of Service. In *NAICE Journal of Next Applied Informatics in Computer Engineering* (Vol. 1, Number 1).
- Very Kusuma Pela, I Gede Juliana Eka Putra, & I Gede Putu Krisna Juliharta. (2020). PENGEMBANGAN AUTOMATIC FEEDER PAKAN IKAN MENGGUNAKAN MICROCONTROLLER ESP8266. *SMART TECHNO (Smart Technology, Informatic, and Technopreneurship)*, 2(2), 105–115.
- Wahyudi, W., Pradana, A. I., & Permatasari, H. (2025). Implementasi Sistem Irigasi Otomatis Berbasis IoT untuk Pertanian Greenhouse. *Jurnal Pendidikan Dan Teknologi Indonesia*, 5(2). <https://doi.org/10.52436/1.jpti.656>
- Wayan Restu Aditya Putra, I., Irma Dwi Putranti, M., & Gusti Agung Prabandari Tri Putri, I. (2025). Implementasi Media Pemasaran Digital Marketing Untuk Meningkatkan Kedatangan Konsumen Akomodasi Pariwisata Pada Pandawa Guest House Lembongan. *Agung Prabandari Tri Putri Journal of Human And Education*, 5(1), 833.