

SKRIPSI

**SISTEM MONITORING DAN KONTROL POMPA
AIR TENAGA SURYA MENGGUNAKAN IoT DI
SUBAK SEMBUNG**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh :

Komang Budi Trisnawan

NIM : 2115344028

**PROGRAM STUDI D4 TEKNIK OTOMASI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI BALI
2025**

ABSTRAK

Skripsi ini mengkaji perancangan dan implementasi sistem monitoring dan kontrol otomatis untuk pompa air tenaga surya berbasis Internet of Things (IoT) di Subak Sembung, Bali, guna mengatasi tantangan irigasi manual yang dinilai kurang efisien dan berpotensi merusak pompa. Penelitian ini mengembangkan sistem yang mengintegrasikan panel surya sebagai sumber energi utama dengan mikrokontroler ESP32 untuk mengolah data dari berbagai sensor, termasuk sensor pelampung untuk ketinggian air sungai, sensor BH1750 untuk intensitas cahaya, dan sensor ultrasonik untuk volume air di tempat penyimpanan. Data yang terkumpul dikirim ke platform ThingsBoard dan Google Spreadsheet untuk pemantauan dan analisis jarak jauh. Pengujian sistem selama tujuh hari menunjukkan bahwa hubungan antara daya panel surya dan debit air tidak selalu linier, mengindikasikan adanya pengaruh dari faktor-faktor lain seperti suhu panel dan efisiensi pompa. Secara keseluruhan, sistem ini terbukti efektif dalam meningkatkan efisiensi pengelolaan air, dan menyediakan solusi irigasi yang berkelanjutan.

Kata Kunci: Internet of Things (IoT), Pompa Air, Tenaga Surya, Subak, Irigasi.

ABSTRACT

This thesis examines the design and implementation of an automated monitoring and control system for a solar-powered water pump based on the Internet of Things (IoT) in Subak Sembung, Bali, aimed at addressing the inefficiencies of manual irrigation, which can potentially damage the pump. The research develops a system that integrates solar panels as the main energy source with an ESP32 microcontroller to process data from various sensors, including a float sensor for river water level, a BH1750 sensor for light intensity, and an ultrasonic sensor for water volume in the storage tank. The collected data is transmitted to the ThingsBoard platform and Google Spreadsheet for remote monitoring and analysis. System testing over seven days revealed that the relationship between solar panel output power and water flow rate is not always linear, indicating the influence of other factors such as panel temperature and pump efficiency. Overall, the system has proven effective in improving water management efficiency and providing a sustainable irrigation solution.

Keywords: Internet of Things (IoT), Water Pump, Solar Power, Subak, Irrigation.

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN UJIAN SKRIPSI.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Penelitian Sebelumnya.....	5
2.2 Landasan Teori	7
2.2.8 Sensor DHT 22	12
2.2.9 Sensor Ultrasonik HC SR04	13
BAB III METODE PENELITIAN.....	16
3.1 Proses Metode Perancangan.....	16
3.2 Proses Kinerja Perangkat	17
3.4 Hasil Yang Diharapkan.....	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	25
4.1 Implementasi.....	25
4.2 Hasil Pengujian Sistem.....	49
4.3 Pembahasan Hasil Implementasi dan Pengujian.....	51

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	57
5.1 Kesimpulan	57
5.2 Saran	57
DAFTAR PUSTAKA	58
LAMPIRAN.....	60

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Metode Perencanaan	16
Gambar 3. 2 Proses Kinerja Alat	17
Gambar 3. 3 Blok Diagram.....	18
Gambar 3. 4 Desain Hardware.....	19
Gambar 3. 5 Skema Rangkaian.....	20
Gambar 3. 6 Gambar Sistem.....	22
Gambar 3. 7 Tampilan Penyimpanan Data Pada Spreadsheet	23
Gambar 3. 8 Contoh Rancangan Antarmuka	23
Gambar 4. 1 Box Panel Alat IoT.....	26
Gambar 4. 2 Rangkaian IoT Dalam Box Panel	26
Gambar 4. 3 Pengukuran Debit Air Menggunakan Botol 2 Liter	27
Gambar 4. 4 Pengukuran Ketinggian Air Pada Tandon menggunakan Meteran	29
Gambar 4. 5 Pengukuran Tegangan Solar Panel.....	30
Gambar 4. 6 Library yang digunakan untuk sensor.....	33
Gambar 4. 7 Definisi Pin yang digunakan pada Esp32	34
Gambar 4. 8 Program Fungsi Void Setup	35
Gambar 4. 9 Program Pengiriman Data Sensor	38
Gambar 4. 10 Library untuk LCD TFT	38
Gambar 4. 11 Definisi Pin yang digunakan Lcd TFT	39
Gambar 4. 12 Program Pengiriman Data ke Spreadsheet.....	41
Gambar 4. 13 Fungsi Setup dan Loop	43
Gambar 4. 14 Program Tampilan Lcd TFT.....	45
Gambar 4. 15 Penyimpanan Data Spreadsheet.....	47
Gambar 4. 16 Implementasi Thingsboard.....	47
Gambar 4. 17 Platform Thingsboard	50
Gambar 4. 18 Penyimpanan Data Menggunakan Spreadsheet	51
Gambar 4. 19 grafik perbandingan daya dan debit air.....	55

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Keterangan Warna Kabel	21
Tabel 3. 2 Keterangan Gambar Sistem	22
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Sensor WaterFlow.....	28
Tabel 4. 2 Hasil Pengukuran Ketinggian Air	29
Tabel 4. 3 Hasil Pengukuran Tegangan Pada Solar Panel.....	31
Tabel 4. 4 Data Sensor selama 7 hari.....	53
Tabel 4. 5 Hasil Analisa Menggunakan Metode Statistik Deskriptif.....	54

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Subak merupakan organisasi tradisional yang dibentuk oleh para petani di Bali dengan tujuan untuk saling bekerja sama dalam pengelolaan distribusi air irigasi serta pengaturan pola tanam padi di lahan persawahan. p. Sistem ini telah diturunkan dari generasi ke generasi dan bergantung pada pengelolaan air secara bersama-sama yang berlandaskan pada nilai-nilai keharmonisan dan keadilan. Melalui sistem ini, air dialirkan secara merata dan adil, sehingga setiap petani memperoleh pasokan air yang memadai untuk mendukung pertumbuhan padi mereka. Selain itu, subak juga berperan penting dalam menjaga kelestarian lingkungan dan meningkatkan taraf hidup petani melalui kolaborasi dan pembagian tanggung jawab yang mendukung peningkatan hasil panen.

Salah satu bentuk inovasi dalam sistem irigasi subak adalah penerapan pompa air berbasis tenaga surya. Teknologi ini menggunakan energi matahari sebagai sumber utama untuk mengoperasikan pompa, sehingga mampu mengurangi ketergantungan terhadap listrik konvensional dan menurunkan biaya operasional di sektor pertanian.[2]. Teknologi ini sangat ideal untuk digunakan di wilayah yang tidak terjangkau oleh jaringan listrik, seperti area persawahan di Subak Sembung, karena mengandalkan sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan dan mudah diperoleh. Sistem pompa air tenaga surya bekerja dengan menggunakan panel surya yang mengubah energi matahari menjadi energi listrik guna menggerakkan pompa air. Air kemudian dipompa dari sungai menuju tempat penampungan sebelum disalurkan ke lahan pertanian.

Meski sistem pompa air tenaga surya telah diterapkan di Subak Sembung, pengoperasiannya masih dilakukan secara manual. Para petani harus menyalakan dan mematikan pompa secara langsung untuk mengalirkan air dari sungai ke tempat penampungan, yang memerlukan kehadiran mereka di lokasi setiap saat. Hal ini dinilai kurang efisien dan berpotensi menimbulkan keterlambatan dalam proses irigasi, terutama ketika petani tidak dapat berada di tempat pada waktu yang dibutuhkan. Selain itu, pengoperasian secara manual juga dapat menyebabkan pemborosan energi karena pompa bisa saja tetap menyala meskipun debit air sungai sedang rendah, yang dapat berisiko merusak pompa.

Untuk menjawab tantangan ini, penelitian ini mengembangkan sistem otomatis berbasis Internet of Things (IoT) yang memungkinkan pompa air tenaga surya dikendalikan secara otomatis. Sistem ini akan menyesuaikan operasi pompa berdasarkan kondisi ketinggian air sungai dan volume air di tempat penyimpanan. Beberapa sensor dan aktuator akan digunakan untuk menunjang kinerja sistem ini, guna meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan air irigasi. Saklar pelampung akan dipasang di sungai untuk mendeteksi ketinggian air. Jika permukaan air cukup tinggi, pompa akan menyala untuk mengalirkan air ke tempat penyimpanan, dan jika air rendah, pompa akan mati untuk mencegah kerusakan akibat kondisi kering. Selain itu, sensor BH1750 digunakan untuk mengukur intensitas cahaya matahari yang diterima oleh panel surya, sehingga kinerja panel dalam menghasilkan energi dapat dipantau secara real-time. Sensor ultrasonik akan ditempatkan pada tempat penyimpanan air untuk mendeteksi ketinggian air, dan ketika air mencapai batas maksimal, sistem akan mengaktifkan selenoid valve untuk menutup aliran air guna mencegah luapan pada penyimpanan air dan pemborosan sumber daya, ESP32 digunakan untuk menerima data sensor dan diolah kemudian dikirimkan ke database dan di tampilkan pada antarmuka.

Seluruh data dari sensor akan dikirim ke database dan ditampilkan pada antarmuka yang dapat diakses melalui perangkat jarak jauh, seperti smartphone atau komputer. Dengan demikian, petani dapat memantau dan mengontrol sistem secara real-time tanpa harus selalu berada di lokasi. Implementasi sistem ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi pengelolaan air, mengurangi intervensi manual, serta memastikan pasokan air tetap terjaga untuk kebutuhan irigasi di subak. Dengan adanya teknologi ini, pengelolaan sumber daya air akan menjadi lebih optimal dan berkelanjutan, mendukung ketahanan pangan serta kesejahteraan petani.

1.2 Rumusan Masalah

Dengan mengintegrasikan teknologi tenaga surya dan IoT dalam sistem irigasi, Subak Sembung dapat menjadi model pengelolaan irigasi modern yang tetap menjaga kearifan lokal.

- 1 Bagaimana merancang sistem IoT untuk monitoring dan kontrol pompa air tenaga surya?

2. Bagaimanakah sistem pemantauan berbasis IoT dapat membantu petani dalam memonitor dan mengontrol kinerja pompa tenaga surya?
3. Bagaimanakah pengaruh daya yang dihasilkan solar panel terhadap debit air yang dihasilkan oleh pompa?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini ditetapkan untuk memperjelas focus dan ruang lingkup terkait objek penelitian, sebagai berikut :

1. Penelitian ini difokuskan pada penerapan pompa air tenaga surya berbasis IoT untuk irigasi sawah di Subak Sembung.
2. Sistem yang dikembangkan mencakup penggunaan sensor pelampung untuk mendeteksi ketinggian air di sungai, sensor BH1750 untuk mengukur intensitas cahaya matahari pada panel surya, sensor ultrasonik untuk memantau ketinggian air dalam tempat penyimpanan, serta sensor water flow untuk mengukur laju aliran air.
3. Analisis penelitian hanya berfokus pada hubungan antara daya yang dihasilkan solar panel dan laju aliran air yang dipompa, tanpa mempertimbangkan faktor lingkungan lainnya seperti kualitas air, atau kondisi tanah di sawah.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah di tentukan, didapat tujuan penelitian sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui cara merancang sistem IoT untuk monitoring dan kontrol pompa air tenaga surya.
2. Untuk mengetahui cara sistem pemantauan berbasis IoT dalam memonitor dan mengontrol kinerja pompa tenaga surya.
3. Untuk mengetahui pengaruh daya yang dihasilkan oleh solar panel terhadap debit air yang dihasilkan oleh pompa.

1.5 Manfaat Penelitian

Berdasarkan penelitian yang telah dibuat, diharapkan dapat memberikan manfaat akademis, praktis dan manfaat pada lingkungan seperti berikut :

1. Manfaat Akademik :
 - a. Memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan teknologi ramah lingkungan untuk pengelolaan irigasi yang efisien.

- b. Menjadi referensi bagi penelitian lebih lanjut di bidang teknologi IoT dan energi terbarukan untuk pertanian.
- 2. Manfaat Aplikatif :
 - a. Membantu petani di Subak Sembung meningkatkan produktivitas pertanian melalui pengelolaan air yang efisien.
 - b. Mengurangi biaya operasional irigasi dengan memanfaatkan energi matahari sebagai sumber daya utama.
 - c. Menyediakan solusi teknologi yang mudah diterapkan dan diakses.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian sistem monitoring dan kontrol pompa menggunakan IoT dan pemanfaatan energi surya selama tujuh hari, sistem berhasil merekam, mengirim, dan menyimpan data dari berbagai parameter lingkungan secara real-time setiap 5 detik. Parameter yang diamati mencakup tegangan, arus, daya panel surya, intensitas cahaya, tinggi dan debit air, suhu, serta kelembaban lingkungan.

Analisa grafik perbandingan antara daya dan debit air mengungkapkan bahwa hubungan keduanya tidak selalu linier. Meskipun daya tinggi tercatat pada hari Rabu, debit air justru rendah, dan sebaliknya, pada hari Sabtu dengan daya sedang, debit air meningkat drastis. Hal ini mengindikasikan bahwa performa pompa air tenaga surya tidak hanya bergantung pada daya listrik, namun juga dipengaruhi oleh efisiensi sistem, suhu panel, dan kondisi operasional.

Secara keseluruhan, sistem ini terbukti efektif dalam memantau kondisi lingkungan dan performa energi terbarukan berbasis IoT. Integrasi sensor, akurasi pencatatan data, serta visualisasi grafik yang representatif menjadikan sistem ini bermanfaat sebagai alat pemantauan lingkungan serta mendukung penggunaan energi surya untuk kebutuhan rumah tangga seperti pompa air.

5.2 Saran

Sebagai pengembangan lanjutan dari penelitian ini, sistem dapat ditingkatkan dari segi efisiensi dan fleksibilitas perangkat. Disarankan, pembaruan perangkat lunak sebaiknya dapat dilakukan melalui metode Over-The-Air (OTA), baik pada perangkat keras maupun aplikasi, untuk memudahkan pemeliharaan tanpa perlu sambungan kabel langsung. Penggunaan sensor dengan tingkat akurasi yang lebih tinggi dan pemanfaatan platform cloud sebagai backend juga sangat disarankan, guna mendukung pengelolaan data secara real-time serta mendukung skalabilitas sistem di masa mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mulyati, “Subak, Filosofi Keresasian Dalam Masyarakat Agraris Di Pulau Bali.”
- [2] H. K. Wardana and I. Ummah, “Pembuatan Pompa Air Tenaga Surya untuk Irigasi Persawahan Bagi Masyarakat Desa Mlaras Sumobito Jombang,” 2023.
- [3] M. Marsujitullah and L. Lamalewa, “Pengelolaan Dan Pengairan Air Sawah Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno Study Kasus Kabupaten Merauke,” *MUSTEK ANIM HA*, vol. 9, no. 03, pp. 112–117, Dec. 2020, doi: 10.35724/mustek.v9i03.3353.
- [4] A. Ajis, S. Baco, and H. Tehuayo, “Perancangan Pengendalian Air Persawahan Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Arduino Mega 2560 Dan Panel Surya,” vol. 1, no. 1, 2024.
- [5] I. Kresna A, “Perancangan Sistem Irigasi Berbasis IoT pada Sawah Padi di Kecamatan Wangon, Kabupaten Banyumas,” *ledger*, vol. 1, no. 3, pp. 1–9, Oct. 2022, doi: 10.20895/ledger.v1i3.736.
- [6] R. Wulandari, N. Nurdianto, T. Taryo, and N. Nunu, “Rancang Bangun Sistem Irigasi Otomatis Berbasis RTC Menggunakan Solar Panel,” *Indonesian J. Electron. Instrum. Syst.*, vol. 12, no. 2, p. 213, Oct. 2022, doi: 10.22146/ijeis.78422.
- [7] M. J. Saputra and R. R. Suryono, “Technology Implementation Drip Irrigation on Plants Corn uses Soil Moisture Sensor and Esp 32 Microcontroller,” vol. 5, 2025.
- [8] A. Khuriati, “Sistem Pemantau Intensitas Cahaya Ambien Dengan Sensor Bh1750 Berbasis Mikrokontroler Arduino Nano,” vol. 25, no. 13, 2022.
- [9] A. Mubarak, J. Jamaaluddin, and I. Anshory, “Implementasi Sensor Pzem-017 Untuk Monitoring Arus, Tegangan dan Daya Pada Instalasi Panel Surya dengan Sistem Data Logger Menggunakan Google Spreadsheet dan Smartphone”.
- [10] A. Budiyo, G. B. Pramudita, and S. Adinandra, “Kontrol Relay dan Kecepatan Kipas Angin Direct Current (DC) dengan Sensor Suhu LM35 Berbasis Internet of Things (IoT),” *tech*, vol. 19, no. 01, pp. 43–54, Apr. 2020, doi: 10.31358/techne.v19i01.224.
- [11] N. Muamaroh and F. W. Christanto, “Pengukur Penggunaan Air Otomatis Menggunakan Water Flow Sensor YF-S201 dan NodeMCU ESP8266 Berbasis IoT,” *J. Inf. dan Komp.*, vol. 8, no. 1, p. 88, Feb. 2024, doi: 10.26798/jiko.v8i1.1104.
- [12] F. R. Utami, M. A. Riyadi, and Y. Christyono, “Perancangan Catu Daya Arus Searah Keluaran Ganda Sebagai Penggerak Robot Lengan Artikulasi,” *Transient*, vol. 9, no. 3, pp. 418–427, Sep. 2020, doi: 10.14710/transient.v9i3.418-427.
- [13] S. Nurrahmi, N. Miseldi, and S. H. Syamsu, “Rancang Bangun Sistem Penyiraman Otomatis pada Green House Tanaman Anggrek Menggunakan Sensor DHT22,” *JPF*, vol. 11, no. 1, pp. 33–43, Jan. 2023, doi: 10.24252/jpf.v11i1.33419.
- [14] “(PDF) Analisis Akurasi Sistem sensor DHT22 berbasis Arduino terhadap Thermohygrometer Standar.” Accessed: Aug. 11, 2025. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/340345853_Analisis_Akurasi_Sistem_sensor_DHT22_berbasis_Arduino_terhadap_Thermohygrometer_Standar
- [15] Rizky Wahyu Pradana, Ganjar Febriyani Pratiwi, and Tri Nur Arifin, “Rancang Bangun Sistem Pemantau Ketinggian Air Otomatis Menggunakan Sensor Ultrasonik (Hc-Sr04) Berbasis Arduino Uno Dengan Antarmuka Komputer Berbasis Microsoft Visual Basic 6.0,” *JTS*, vol. 3, no. 1, pp. 13–24, Feb. 2024, doi: 10.56127/jts.v3i1.1212.

- [16] “KOMPARASI SENSOR ULTRASONIK HC-SR04 DAN JSN-SR04T UNTUK APLIKASI SISTEM DETEKSI KETINGGIAN AIR | Purwanto | Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer.” Accessed: Dec. 18, 2024. [Online]. Available: <https://jurnal.umk.ac.id/index.php/simet/article/view/3529>
- [17] P. Widodo, N. I. Fadlilah, and T. A. S. Saputro, “Merancang Kran Pengisi Toren Berbasis Sensor Hc-Sr04,” vol. 1, no. 2, 2022.
- [18] R. R. Hasrul, “Analisis Efisiensi Panel Surya Sebagai Energi Alternatif,” *SainETIn : Jurnal Sains, Energi, Teknologi, dan Industri*, vol. 5, no. 2, pp. 79–87, Jun. 2021, doi: 10.31849/sainetin.v5i2.7024.
- [19] A. K. Albahar and M. F. Haqi, “PENGARUH SUDUT KEMIRINGAN PANEL SURYA (PV) TERHADAP KELUARAN DAYA,” 2020.
- [20] J. Asrul, Firmansyah -, Z. Hendri, and D. D. Putri, “Rancang Bangun Trainer Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dengan Metoda Off Grid dan On Grid Sebagai Media Perkuliahan Sistem Pembangkit,” *Jurnal Ilmiah Poli Rekayasa*, vol. 19, no. 1, Art. no. 1, Jan. 2024, doi: 10.30630/jipr.19.1.328.