

# Prototype Penyiram Tanaman dan Lampu Otomatis Bertenaga Hybrid di Taman Outdoor

Triansyah Ilhamzah, Indah Sulistiyowati\*

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

**Abstrak:** Taman merupakan ruang terbuka hijau yang digunakan sebagai tempat rekreasi dan hiburan. Namun, banyak taman di Indonesia yang terbengkalai dan tidak terawat karena keterbatasan kepengurusan dan kurangnya perawatan. Selain itu, penerapan energi terbarukan pada taman juga masih kurang. Beberapa penelitian telah dilakukan, seperti penelitian alat "Prototype Penyiram Tanaman dan Lampu Otomatis Bertenaga Hybrid pada Taman Outdoor" yang dapat menyiram tanaman secara otomatis dan mengatur pencahayaan lampu taman. Alat ini menggunakan sensor LDR untuk menghidupkan lampu saat cahaya redup dan sensor kelembapan tanah untuk mengaktifkan pompa air penyiram ketika tanah kering. Alat ini menggunakan sumber listrik secara Hybrid dari PLTS dan PLN yang akan bekerja sesuai dengan pencahayaan yang dibaca oleh sensor LDR. Alat ini telah diuji coba dan berjalan dengan optimal. Input sensor dan output aktuatur berjalan dengan baik sesuai dengan perencanaan. Dengan adanya otomatisasi pada kontrol ini, diharapkan pengelolaan taman dapat lebih baik dan mengurangi jumlah taman yang terbengkalai.

**Kata Kunci:** Taman, PTLs, PLN, LDR, Sensor Kelembaban Tanah

DOI:

<https://doi.org/10.47134/innovative.v3i3.107>

\*Correspondence: Indah Sulistiyowati

Email:

[indah\\_sulistiyowati@umsida.ac.id](mailto:indah_sulistiyowati@umsida.ac.id)

Received: 01-07-2024

Accepted: 15-08-2024

Published: 30-09-2024



**Copyright:** © 2024 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

**Abstract:** The park is a green open space that is used as a place of recreation and entertainment. Many Indonesian parks not maintained due to limited management. The application of renewable energy in parks is still lacking. Several studies have been carried out, such as research on the "Prototype of Hybrid Powered Automatic Plant Watering and Lighting for Outdoor Gardens" which can water plants automatically and regulate garden lighting. This tool uses an LDR sensor to turn on the lights when the light is dim and a soil moisture sensor to activate the sprinkler pump when the ground is dry. This tool uses a hybrid power source from PLTS and PLN. This tool has been tested and runs optimally. Sensor input and actuator output goes well according to plan. With the automation of this control, it is hoped that park management can be better and reduce the number of abandoned parks.

**Keywords:** Park, PTLs, PLN, LDR, Soil Moisture Sensor

## Pendahuluan

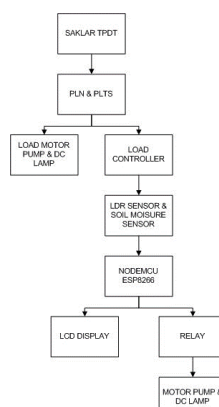
Taman merupakan ruang terbuka hijau yang memiliki peran penting dalam kehidupan manusia sebagai tempat rekreasi dan hiburan (Mulyani, 2019). Namun, banyak taman di Indonesia yang terbengkalai dan tidak terawat karena keterbatasan pengurus dan kurangnya perawatan (Louki, 2023; Shakya, 2023; Singh, 2023; Bogena, 2022; Chang, 2022; Pramanik, 2022). Masalah yang sering dihadapi adalah penyiraman tanaman yang dilakukan secara manual dan pengoperasian lampu taman yang masih dilakukan secara konvensional (Alsadun, 2023; Amiri, 2023; Chai, 2023; Singh, 2023a; Wilson, 2023). Selain itu, penerapan energi terbarukan pada taman juga masih kurang (Purwanti, 2022).

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mengatasi permasalahan ini. Salah satunya adalah penelitian yang menggunakan sensor LDR untuk mengaktifkan lampu taman secara otomatis pada malam hari (Prasetyo & Wardana, 2021). Namun, penelitian tersebut tidak mencakup penyiraman tanaman. Penelitian lain menggunakan *relay* untuk mengontrol beban pada taman (Prasetyo & Aulia, 2020). Penelitian ketiga merancang sistem PLTS *Off Grid* sebagai sumber energi alternatif untuk desa (Harahap et al., 2022). Namun, penelitian ini tidak menjelaskan penggunaan PLTS *Hybrid* dengan sumber listrik utama dari PLN (Sulistiyowati et al., 2022). Penelitian lainnya merancang alat penyiram tanaman otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan NodeMCU ESP8266 (Putri, 2019). Penelitian terakhir menggunakan sensor kelembapan tanah untuk penyiraman tanaman secara otomatis

Berdasarkan hal tersebut, kami merancang alat "*Prototype Penyiram Tanaman dan Lampu Otomatis Bertenaga Hybrid pada Taman Outdoor*" yang dapat menyiram tanaman secara otomatis dan mengatur pencahayaan lampu taman. Alat ini menggunakan sensor LDR untuk menghidupkan lampu saat cahaya redup dan sensor kelembapan tanah untuk mengaktifkan pompa air penyiram ketika tanah kering. Dengan adanya otomatisasi pada kontrol ini, diharapkan pengelolaan taman dapat lebih baik dan mengurangi jumlah taman yang terbengkalai.

## Metode

### A. Arsitektur Sistem

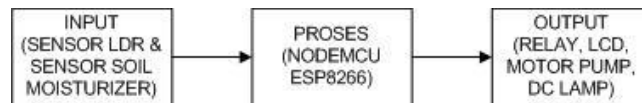


**Gambar 1.** Gambar Arsitektur Sistem

Pada gambar arsitektur sistem di atas, dijelaskan bahwa saklar DPDT digunakan untuk menentukan sumber listrik *hybrid* yang akan digunakan secara manual. Sumber listrik tersebut meliputi sumber listrik PLN atau PLTS (Yulisman & Fakhri, 2022). Sumber listrik akan melakukan suplai untuk beban motor pompa untuk penyiraman dan lampu DC untuk penerangan taman. Selain itu digunakan untuk melakukan suplai pada bebar kontrol. Beban kontrol terdiri dari input sensor LDR dan sensor *soil moisturizer* yang datanya akan diambil dan diproses oleh *mikrokontroller nodemcu*. Output dari *mikrokontroller* berupa data yang akan ditampilkan pada LCD serta perintah pada relay yang akan melakukan kontrol pada pompa akuarium dan lampu DC (Alamsyah et al., 2022), (Sirait, 2020).

### B. Diagram Blok Sistem

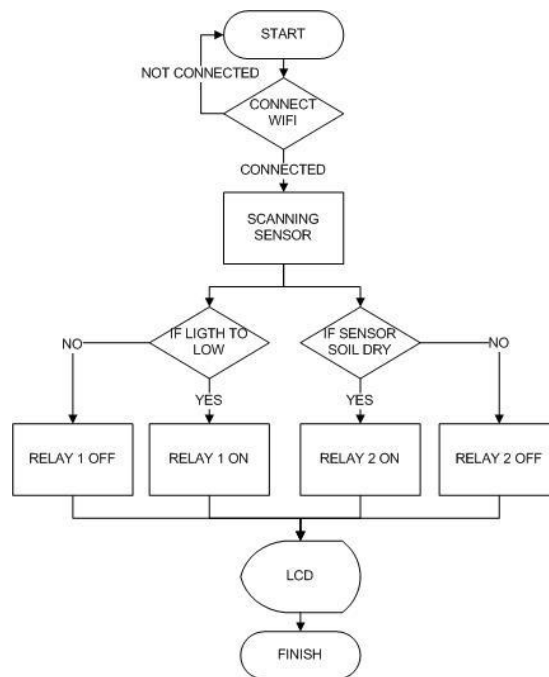
Diagram blok dari sebuah sistem berguna untuk menentukan dasar perancangan yang diperlihatkan oleh gambar berikut:



Gambar 2. Diagram Blok

Terdapat 3 bagian inti diagram blok, meliputi input, proses dan output. Pada bagian input terdapat sensor LDR dan *sensor soil moisturizer*. Pada bagian proses terdapat *mikrokontroller Nodemcu* ESP8266 dan pada bagian output terdapat *relay* untuk melakukan kontrol pompa dan lampu DC serta LCD untuk menampilkan monitoring sensor dan alat.

### C. Flowchart program

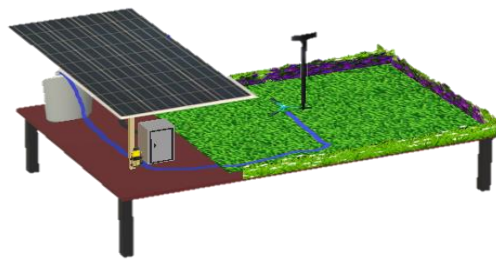


Gambar 3. Flowchart program

Dalam gambar 3 terdapat *flowchart* program, dimana program diawali dengan melakukan koneksi pada *wifi*, jika telah terkoneksi maka program akan melakukan scanning sensor ldr dan *soil moisturizer*. Jika cahaya yang ditangkap sensor LDR sedikit, maka *relay* 1 akan menyala dan akan mengaktifkan lampu DC. Jika sensor *soil moisturizer* membaca bahwa tanah kering, maka *relay* 2 akan aktif dan mengaktifkan motor pompa untuk melakukan proses penyiraman tanaman. Kondisi terkini pada alat akan ditampilkan di LCD (Berlianti, 2020).

#### D. Design alat

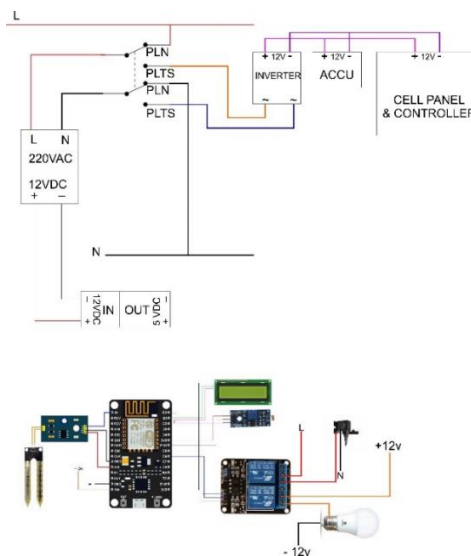
Berikut adalah *design* alat yang dibuat dengan *software* sketchup:



Gambar 4. Design alat

1. Panel surya sebagai penyerap energi cahaya matahari yang kemudian menjadi pembangkitan listrik sebagai suplay backup daya alat. Panel surya ditempatkan di atas *controller* dimana sekaligus sebagai atap dari *controller*.
2. Terdapat kontrol yang terdiri dari *charger controller*, *accu*, *power supply* dan komponen kontrol lainnya.
3. Terdapat jerigen untuk *suplly* air penyiram tanaman
4. Lampu taman 220 VAC berguna sebagai penerangan taman

#### E. Design Kelistrikan



Gambar 5. Rangkaian Keseluruhan Alat

Pada gambar 5 terdapat gambar rangkaian keseluruhan alat yang menggabungkan *wiring* antara *nodemcu* ke komponen pendukung serta *wiring* sumber daya untuk mengaktifkan rangkaian kontrol. Pada gambar selanjutnya terdapat rangkaian antara komponen *nodemcu* dengan sensor, *relay*, dan lcd I2C (Manullang et al., 2021; Hamzanwadi et al., 2021; Sutikno et al., 2021; Parihar, 2019).

## Hasil dan Pembahasan

### A. Hasil Realisasi Alat

Hasil realisasi alat ditunjukkan oleh gambar foto di bawah ini :



**Gambar 6.** Alat Tampak Samping

Pada foto gambar tampak samping terlihat solar panel, lampu taman, *boc controller* dan bagian taman. Terdapat sensor kelembaban tanah yang di tanam di dalam tanah sehingga dapat mendeteksi kelembaban tanah secara optimal. Terdapat juga selang air yang berasal dari pompa air yang digunakan untuk menyiram taman. Pada bagian depan terdapat foto *box* kontrol yang terletak dibawah panel surya, dimana panel surya dapat digunakan sebagai atap pelindung dari *box* kontrol.

### B. Pengujian Perangkat lunak (*software*)

Dilakukan pengujian perangkat lunak untuk mengetahui perangkat lunak (*software*) yang telah dirancang sesuai dengan perencanaan. Pengujian perangkat lunak meliputi :

#### 1. Pengujian program

Pengujian *software* dilakukan dengan melakukan *compiling* pada program yang telah ditulis. Program yang berhasil di-*compile* akan muncul tulisan *done compiling* hasil pengujian program sebagai berikut.

```
8 int nilaiSensor0 = 00;
9
10 //-----
11
12 void setup() {
13   Wire.begin();
14   lcd.begin();
15   Serial.begin(9600);
16   pinMode(relay, OUTPUT);
17 }
18
19 void loop() {
20   //-----
21 }
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
```

Done compiling  
Sketch uses 6308 bytes (2%) of program storage space. Max allowed is 102400 bytes (0.06% free).  
Global variables use 630 bytes (7%) of dynamic memory, leaving 9370 bytes (93%) free. Max allowed is 10240 bytes (0.1% free).

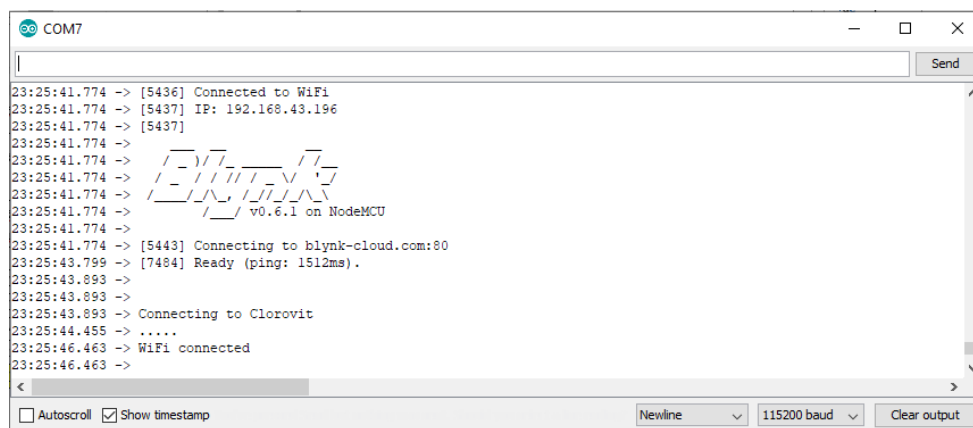
Arduino Mega or Mega 2560, ATmega2560 (Mega 2560) en.COM4

**Gambar 7.** Proses *compiling* program

Pengujian program dilakukan dengan aplikasi Arduino IDE. Proses *compiling* digunakan untuk mengetahui kesesuaian program sehingga dapat di upload ke *mikrokontroler*. Didapatkan hasil bahwa program dapat ter-*compile* dengan baik, sehingga bisa dilakukan proses *uploading*.

## 2. Pengujian koneksi Wifi

Selanjutnya, dilakukan pengujian *software* koneksi *Wifi* ke NodeMCU dengan menggunakan *wifi hotspot*. Pengujian dilakukan melalui komunikasi Serial Monitor pada Arduino IDE. Hasil pengujian koneksi *Wifi* sebagai berikut.



Gambar 8. Proses Pengujian Koneksi ke Wifi

Proses koneksi *Wifi* digunakan untuk mengetahui *wifi* mampu terkoneksi dengan alat sehingga alat dapat bekerja setelahnya. Didapatkan hasil bahwa *Wifi* terkoneksi dengan baik, sehingga alat dapat berjalan.

## C. Pengujian Perangkat Keras (*Hardware*)

Tabel 1. Pengujian Tegangan PLTS pada cuaca tertentu

Pengujian	Tegangan Keluaran (Matahari cerah)	Tegangan Keluaran ( Matahari Mendung)
1	13.76 volt	12.00 volt
2	13.77 volt	12.01 volt
3	13.79 volt	12.02 volt
4	14.00 volt	12.04 volt
5	14.01 volt	12.05 volt
Rata- rata	13.866 volt	12.024 volt
SD	0.12 volt	0.02 volt

Pada proses pengukuran ini didapatkan tegangan yang keluar dari panel *solar cell* sebelum masuk ke PWM *controller* terdapat tegangan sebesar 18 volt dan setelah melewati PWM *controller* keluaran tegangan rata-rata 13,866 volt DC saat kondisi cuaca cerah. Setelah

percobaan pengujian cuaca cerah maka dilanjutkan percobaan dengan kondisi cuaca yang mendung, di dapat tegangan keluaran setelah modul PWM *controller* saat cuaca mendung rata-rata 12,024 volt.

**Tabel 2.** Pengujian Ketahanan Baterai

No	Waktu Setelah <i>Charging</i> Penuh (jam)	Tegangan (V)	Kapasitas (%)
1	0	14	100%
2	1	13,7	90%
3	2	13,5	83,3%
4	3	13	77,7%
5	4	12,5	50%
6	5	12	44%
7	6	11,5	16,3%
8	7	11	0%

Dengan menggunakan rumus :

$$\text{Persentase} = 100\% - ((\text{Volt}_{\text{drop}}) / (\text{Volt}_{\text{real}} - \text{Volt}_{\text{min}}) \times 100)$$

Diketahui :

$$\text{Volt}_{\text{drop}} = \text{voltase penurunan} (\text{Volt}_{\text{max}} - \text{Volt}_{\text{real}})$$

$$\text{Vol}_{\text{real}} = \text{Voltase yang terukur}$$

$$\text{Volt}_{\text{min}} = \text{voltase minimal baterai Aki}$$

$$\text{Volt}_{\text{max}} = \text{Voltase Maksimal Aki}$$

Dari tabel pengujian yang telah dilakukan didapatkan 8 data hasil pengukuran dengan menggunakan multimeter digital. Pada awal pengukuran tegangan aki setelah dilakukan proses *charging* mendapatkan nilai 14 volt yang berarti hal tersebut merupakan tegangan baterai jika masih dalam kapasitas 100%. Jika tegangan 13,7v menunjukkan persentase 90%. 13,5v menunjukkan persentase 83,3%. 13v menunjukkan persentase 77,7%. 12,5v menunjukkan persentase 50%.

**Tabel 3.** Pengujian Sensor Kelembaban dan *Relay*

Nilai sensor kelembaban	Perintah <i>relay</i> pompa	Pompa
656	HIGH	Mati
658	HIGH	Mati
657	HIGH	Mati
659	HIGH	Mati
671	LOW	Aktif
673	LOW	Aktif
677	LOW	Aktif
675	LOW	Aktif

Pada tabel pengujian sensor kelembaban dilakukan 8 kali percobaan dimana pembacaan sensor dilakukan masing-masing 4 kali pada tanah yang lembab dan 4 kali pada

tanah yang kering. Hasilnya pembacaan sensor dapat bekerja dengan baik untuk memerintahkan *relay*.

**Tabel 4.** Pengujian sensor LDR dan *relay* Lampu

Waktu	Nilai sensor LDR	Perintah <i>relay</i> lampu
Siang	HIGH	MATI
Siang	HIGH	MATI
Siang	HIGH	MATI
Siang	HIGH	MATI
Malam	LOW	MENYALA
Malam	LOW	MENYALA
Malam	LOW	MENYALA
Malam	LOW	MENYALA

Pada tabel pengujian sensor LDR dilakukan 8 kali percobaan dimana pembacaan sensor dilakukan masing-masing 4 kali pada waktu siang dan 4 kali pada waktu malam. Hasilnya pembacaan sensor dapat bekerja dengan baik untuk memerintahkan *relay*

**Tabel 5.** Pengujian Tegangan power *supply* 12v dan *stepdown* 5v

Pengujian Ke-	Tegangan seharusnya (V)	Multimeter (V)
1	12	12,45
2	12	12,45
3	12	12,45
4	12	12,45
5	12	12,45
6	12	12,45
7	12	12,45
8	12	12,45

Pada tabel pengujian power *supply* didapatkan hasil pengujian menggunakan multimeter digital. Pengujian dilakukan sebanyak 8 kali percobaan dan mendapatkan rata-rata pengukuran 12,45 volt. Disimpulkan bahwa pengujian power *supply* berjalan dengan lancar dan baik, serta menghasilkan pengukuran lebih 0,45 volt dari tegangan 12 volt yang direncanakan.

Pengujian Ke-	Tegangan seharusnya (V)	Multimeter (V)
1	5	5,01
2	5	5,01
3	5	5,01
4	5	5,01
5	5	5,01
6	5	5,01
7	5	5,01
8	5	5,01

Pada tabel pengujian *stepdown* didapatkan hasil pengujian menggunakan multimeter digital. Pengujian dilakukan sebanyak 8 kali percobaan dan mendapatkan rata-rata pengukuran 5,01 volt. Disimpulkan bahwa pengujian *step down* berjalan dengan lancar dan baik, serta menghasilkan pengukuran yang sesuai dengan yang diharapkan.



## Simpulan

Berdasarkan pengujian dan analisis data yang dilakukan, prototipe penyiram tanaman otomatis dan lampu bertenaga surya pada taman *outdoor* dapat disimpulkan, bahwa baterai solar *cell* menggunakan 2 buah aki dengan kapasitas 12V 7Ah. Pengujian menunjukkan bahwa PLTS mampu melakukan *charging* baterai hingga penuh pada angka 14V. Tegangan tersebut kemudian diubah menjadi 220VAC menggunakan inverter, yang selanjutnya tersambung ke *power supply* 12V sebagai sumber tegangan untuk rangkaian *controller*. Pengujian *power supply* menunjukkan hasil rata-rata pengukuran 12V, dan pengujian *stepdown* menunjukkan hasil rata-rata pengukuran 5V. Tegangan ini digunakan untuk memberikan *supply* pada rangkaian *controller* dan beban.

Pengujian sensor kelembaban tanah menunjukkan bahwa saat nilai sensor membaca antara 0-668, sensor mengindikasikan bahwa tanah lembab dan mengaktifkan *relay* pompa penyiram, sedangkan saat nilai sensor membaca antara 670-1500, sensor mengindikasikan bahwa tanah kering dan mengaktifkan pompa penyiram. Pengujian sensor LDR menunjukkan bahwa saat malam hari, sensor tidak mendeteksi cahaya dan mengaktifkan *relay* lampu DC, sedangkan saat siang hari, sensor mendeteksi cahaya dan mematikan *relay* lampu DC. Berdasarkan hasil pengujian tersebut, kesimpulannya adalah bahwa prototipe ini berjalan secara optimal dan sesuai dengan perencanaan

## Daftar Pustaka

- Alamsyah, N., Rahmani, H. F., & Yeni. (2022). Lampu Otomatis Menggunakan Sensor Cahaya Berbasis Arduino Uno dengan Alat Sensor LDR. *Formosa J. Appl. Sci.*, 1(5), 703–712. doi:10.55927/fjas.v1i5.1444.
- Alsadun, N. (2023). Institution of Metal-Organic Frameworks as a Highly Sensitive and Selective Layer In-Field Integrated Soil-Moisture Capacitive Sensor. *ACS Applied Materials and Interfaces*, 15(4), 6202–6208. <https://doi.org/10.1021/acsami.2c20141>
- Amiri, M. (2023). RF-Self-Powered Sensor for Fully Autonomous Soil Moisture Sensing. *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, 71(3), 1374–1387. <https://doi.org/10.1109/TMTT.2022.3222222>
- Berlianti, R. (2020). Perancangan Alat Pengontrolan Beban Listrik Satu Fasa Jarak Jauh Menggunakan Aplikasi Blynk Berbasis Arduino Mega, 5(1).
- Bogena, H. R. (2022). COSMOS-Europe: a European network of cosmic-ray neutron soil moisture sensors. *Earth System Science Data*, 14(3), 1125–1151. <https://doi.org/10.5194/essd-14-1125-2022>
- Chai, Y. (2023). Strategies of Parameter Optimization and Soil Moisture Sensor Deployment for Accurate Estimation of Evapotranspiration Through a Data-driven Method. *Agricultural and Forest Meteorology*, 331. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2023.109354>
- Chang, Z. (2022). Sensor-free Soil Moisture Sensing Using LoRa Signals. *Proceedings of the ACM on Interactive, Mobile, Wearable and Ubiquitous Technologies*, 6(2). <https://doi.org/10.1145/3534608>

- Harahap, P., Adam, M., & Oktrialdi, B. (2022). Optimasi Kapasitas Rooftop Pv Off Grid Energi Surya Berakselerasi di Tengah Pandemi Covid-19 untuk Diimplementasikan pada Rumah Tinggal, 5(1).
- Louki, I. I. (2023). Calibration of Soil Moisture Sensors (ECH<sup>2</sup>O-5TE) in Hot and Saline Soils with New Empirical Equation. *Agronomy*, 13(1). <https://doi.org/10.3390/agronomy13010051>
- Manullang, A. B. P., Saragih, Y., & Hidayat, R. (2021). Implementasi NodeMCU ESP8266 dalam Rancang Bangun Sistem Keamanan Sepeda Motor Berbasis IOT. *J. Inform.*, 4(2).
- Mulyani, E. (2019). Fungsi Edukasi Ruang Terbuka Hijau Taman Kota Tasikmalaya.
- Pahleviannur, M. R. (2022). *Penentuan Prioritas Pilar Satuan Pendidikan Aman Bencana (SPAB) menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP)*. Pena Persada.
- Pahleviannur, M. R., Ayuni, I. K., Widiastuti, A. S., Umaroh, R., Aisyah, H. R., Afiyah, Z., Azzahra, I., Chairani, M. S., Dhafita, N. A., & Rohmah, N. L. (2023). Kerentanan Sosial Ekonomi terhadap Bencana Banjir di Hilir DAS Citanduy Bagian Barat Kabupaten Pangandaran Jawa Barat. *Media Komunikasi Geografi*, 24(2), 189–205.
- Parihar, Y. S. (2019). Internet of Things and Nodemcu, 6(6).
- Purwanti, S. (2022). Memaksimalkan Fungsi Taman Kota Sebagai Ruang Terbuka Publik.
- Prasetya, M. A., & Aulia, R. (2020). Prototype Penerangan Lampu Taman Otomatis Menggunakan Arduino Uno. *CESS J. Comput. Eng. Syst. Sci.*, 5(1), 109. doi:10.24114/cess.v5i1.15889.
- Prasetyo, M. A., & Wardana, H. K. (2021). Rancang Bangun Monitoring Solar Tracking System Menggunakan Arduino dan Nodemcu Esp 8266 Berbasis IoT. *Resist. Elektron. Kendali Telekomun. Tenaga List. Komput.*, 4(2), 163-168. doi:10.24853/resistor.4.2.163-168.
- Putri, A. R. (2019). Perancangan Alat Penyiram Tanaman Otomatis pada Miniatur Greenhouse Berbasis IOT.
- Pramanik, M. (2022). Automation of soil moisture sensor-based basin irrigation system. *Smart Agricultural Technology*, 2. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2021.100032>
- Shakya, A. K. (2023). Integrated modelling of soil moisture by evaluating backscattering models Dubois, Oh and IoT sensor development for field moisture estimation. *Modeling Earth Systems and Environment*, 9(3), 3381–3402. <https://doi.org/10.1007/s40808-023-01693-7>
- Singh, A. (2023). Deep learning and data fusion to estimate surface soil moisture from multi-sensor satellite images. *Scientific Reports*, 13(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-28939-9>
- Singh, A. (2023). Strategies to Measure Soil Moisture Using Traditional Methods, Automated Sensors, Remote Sensing, and Machine Learning Techniques: Review, Bibliometric Analysis, Applications, Research Findings, and Future Directions. *IEEE Access*, 11, 13605–13635. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3243635>
- Sirait, R. (2020). Sistem Kontrol Kelembaban Tanah Pada Tanaman Tomat Menggunakan PID. *Techno.Com*, 19(3), 262–273. doi:10.33633/tc.v19i3.3668.
- Sulistiyowati, I., Jamaaluddin, J., & Anshory, I. (2022). Hybrid Energy Storage Performance Evaluation of Integrated Photovoltaic-Fuel Cell Systems, 6(1).

- 
- Sutikno, T., Purnama, H. S., Pamungkas, A., Fadlil, A., Alsofyani, I. M., & Jopri, M. H. (2021). Internet of things-based photovoltaics parameter monitoring system using NodeMCU ESP8266. *Int. J. Electr. Comput. Eng. IJECE*, 11(6), 5578. doi:10.11591/ijece.v11i6.pp5578-5587.
- Universitas Hamzanwadi, I. Gunawan, T. Akbar, Giyandhi Ilham, M., & Universitas Hamzanwadi. (2020). Prototipe Penerapan Internet Of Things (Iot) Pada Monitoring Level Air Tandon Menggunakan Nodemcu Esp8266 Dan Blynk. *Infotek J. Inform. Dan Teknol.*, 3(1), 1–7. doi:10.29408/jit.v3i1.1789.
- Wilson, T. B. (2023). A field evaluation of the SoilVUE10 soil moisture sensor. *Vadose Zone Journal*, 22(2). <https://doi.org/10.1002/vzj2.20241>
- Yulisman, Y., & Fakhri, A. (2022). Perancangan Sistem Pembangkit Listrik Hybrid Tenaga Surya dan PLN. *J. Electr. Power Control Autom. JEPCA*, 5(1), 29. doi:10.33087/jepca.v5i1.68.