

PEMANFAATAN ENERGI SURYA SEBAGAI SUMBER ENERGI LISTRIK PADA ALAT PENYIRAM TANAMAN OTOMATIS BERBASIS ARDUINO NANO

Armansyah¹⁾, Zulfadli Pelawi²⁾, Mahrizal Masri³⁾, Rio Febrian⁴⁾

^{1,2,3)}Dosen Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Islam Sumatera Utara

⁴⁾Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Islam Sumatera Utara

armansyah@ft.uisu.ac.id; zulfadlipelawi@gmail.com; mahrizal@ft.uisu.ac.id;

Riofebrian3779@gmail.com

Abstrak

Penyiraman yang rutin dan sesuai kebutuhan sangat penting dalam sistem penyiraman tanaman yang efisien dan hemat energi menjadi penting dalam mendukung pertanian berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun alat penyiram tanaman otomatis berbasis Arduino Nano dengan sumber energi dari solar cell. Sistem ini menggunakan sensor hujan sebagai pemicu kerja alat. Ketika sensor tidak mendeteksi adanya hujan, maka Arduino Nano akan mengaktifkan pompa air secara otomatis untuk menyiram tanaman. Sebaliknya, jika hujan terdeteksi, sistem tidak akan mengaktifkan pompa, sehingga penyiraman ganda dapat dihindari. Energi listrik diperoleh dari solar cell yang mengisi baterai sebagai sumber daya utama, memungkinkan alat beroperasi secara mandiri tanpa tergantung pada listrik PLN. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu berfungsi dengan baik dalam merespons kondisi cuaca dan memberikan penyiraman secara otomatis sesuai kebutuhan. Alat ini dapat menjadi solusi efektif dalam otomatisasi penyiraman tanaman dengan memanfaatkan energi terbarukan secara optimal.

Kata-Kata Kunci : *Arduino Nano, Penyiram, Otomatis, Sensor, Solar Cell, Energi*

I. Pendahuluan

Air merupakan elemen vital dalam kehidupan tanaman, karena berperan dalam proses fotosintesis, distribusi nutrisi, serta menjaga kelembaban tanah. Penyiraman yang rutin dan sesuai kebutuhan sangat penting untuk menjaga pertumbuhan tanaman agar tetap sehat dan produktif. Dalam praktiknya, kegiatan penyiraman tanaman masih banyak dilakukan secara manual, yang bergantung sepenuhnya pada kehadiran manusia. Hal ini menjadi tantangan tersendiri, terutama bagi masyarakat yang memiliki kesibukan tinggi atau bagi petani yang mengelola lahan luas dan terpencil.

Permasalahan semakin kompleks ketika penyiraman dilakukan secara tidak terjadwal. Misalnya, ketika tanaman disiram pada saat hujan, maka akan terjadi pemborosan air dan energi. Sebaliknya, jika tanaman tidak disiram dalam waktu lama saat cuaca panas, dapat menyebabkan kekeringan dan terganggunya proses pertumbuhan. Oleh karena itu, diperlukan sistem yang mampu bekerja secara otomatis dan dapat menyesuaikan dengan kondisi lingkungan.

Kemajuan teknologi otomasi dan mikrokontroler membuka peluang untuk menciptakan sistem penyiraman tanaman otomatis yang lebih efisien dan cerdas. Salah satu teknologi yang dapat dimanfaatkan adalah Arduino Nano, sebuah mikrokontroler berukuran kecil yang mudah diprogram dan dapat diintegrasikan dengan berbagai sensor serta aktuator. Dengan menggunakan Arduino Nano, alat penyiram tanaman dapat dirancang untuk bekerja secara otomatis berdasarkan perintah dari input sensor.

Dalam penelitian ini, digunakan sensor hujan sebagai masukan utama untuk menentukan apakah tanaman perlu disiram atau tidak. Sensor hujan bekerja dengan mendeteksi adanya tetesan air hujan yang mengenai permukaan sensor. Data dari sensor tersebut kemudian diolah oleh Arduino, yang selanjutnya akan mengaktifkan atau menonaktifkan pompa air. Sistem ini tidak menggunakan sensor kelembaban tanah, melainkan sepenuhnya mengandalkan informasi dari kondisi cuaca secara langsung.

Selain itu, untuk mendukung keberlanjutan energi dan mengurangi ketergantungan pada listrik PLN, sistem ini dirancang menggunakan solar cell sebagai sumber daya utama. Solar cell berfungsi untuk mengubah energi matahari menjadi listrik, yang kemudian disimpan dalam baterai dan digunakan untuk menjalankan sistem. Hal ini membuat alat ini ramah lingkungan dan ideal untuk diterapkan di daerah terpencil atau wilayah dengan pasokan listrik terbatas.

Penggabungan antara mikrokontroler Arduino, sensor hujan, dan solar cell menghasilkan sistem penyiraman tanaman yang dapat bekerja secara otomatis, hemat energi, dan berkelanjutan. Inovasi ini tidak hanya membantu pengguna dalam merawat tanaman secara efisien, tetapi juga mendukung penggunaan teknologi tepat guna di bidang pertanian dan penghijauan kota.

Dengan latar belakang tersebut, maka perlu dilakukan penelitian dan perancangan terhadap sistem penyiram tanaman otomatis berbasis Arduino Nano dengan memanfaatkan solar cell dan sensor hujan, agar dapat memberikan solusi nyata dalam meningkatkan efisiensi penyiraman tanaman secara mandiri dan berkelanjutan.

II. Tinjauan Pustaka

2.1 Arduino Nano

2.1.1 Pengertian Microkontroller

Mikrokontroller adalah sebuah chip mikroprosesor terintegrasi yang berperan sebagai otak dalam pembuatan instrumentasi. Perekayasa logika dan algoritma pada mikrokontroller untuk tujuan instrumentasi tertentu dilakukan menggunakan bahasa pemrograman seperti assembler, C, atau C++. Mikrokontroller dapat diprogram dan memiliki kemampuan untuk mengeksekusi langkah-langkah yang telah diprogram (Agfianto, 2002). Mikrokontroller diciptakan untuk mengolah atau mengoperasikan aplikasi tertentu saja. Dimana hal ini sangat berbeda dengan komputer yang dapat menjalankan banyak aplikasi. Prinsip kerja dan komponen-komponen mikrokontroller sama dengan komputer biasa, akan tetapi spesifikasinya lebih rendah dibanding komputer. Mikrokontroller terdiri dari susunan transistor yang banyak dengan ukuran sangat kecil hingga seukuran nanometer. Perkembangan mikrokontroller membuka peluang untuk membuat instrumentasi yang lebih presisi, mudah digunakan, dan ekonomis. Salah satu jenis mikrokontroller yang banyak digunakan saat ini adalah arduino.

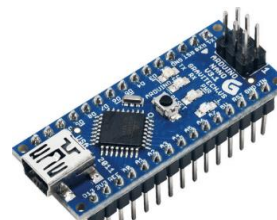
2.1.2 Pengertian Arduino

Arduino merupakan sebuah modul mikrokontroller yang bersifat *opensource*. *Opensource* adalah aplikasi dan hardware bersifat terbuka, sehingga dapat dengan bebas digunakan, menyebarluaskan dan mengembangkan aplikasinya secara gratis. Arduino juga disebut sebuah platform dari physical computing yang terdiri dari hardware, bahasa pemrograman dan *Integrated Development Environment* (IDE). IDE adalah software untuk menulis program dengan bahasa pemrograman yang dapat di *upload* ke memori mikrokontroller. Hardware dan software Arduino sudah compatible dengan sistem operasi komputer; Microsoft Windows, Mac Os dan Linux. Arduino lahir dan berkembang dengan berbagai jenis salah satunya adalah arduino nano.

2.1.3 Arduino Nano

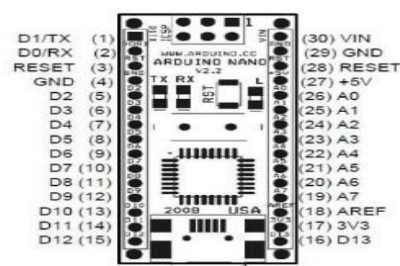
Arduino Nano adalah papan pengembangan (*development board*) mikrokontroller yang berbasis chip ATmega328P dengan bentuk yang sangat mungil. Arduino ini tidak mempunyai jack power DC dan pemrogramannya menggunakan konektor USB mini tipe B. Arduino ini memiliki 14 pin i/o digital, 8 pin input analog dengan resolusi 1024 bit, 32 kB memori flash, 0,5 kB digunakan untuk *bootloader*, 2kB SRAM, 1kB EEPROM, 16 MHz kecepatan clock, dan ukuran yang kecil (45 mm x 18 mm). 14 pin i/o ini memiliki fungsi khusus yaitu 2 pin serial (RX pin D0 dan TX pin D1), 2 pin interupsi internal (pin D2 dan pin D3), 6 pin output PWM 8-bit (pin D3, D5, D6, D9, D10 dan D11), 4 pin SPI (SS pin D10, Mosi pin D11, MISO pin

D12, dan SCK pin D13). 8 pin analognya 6 dapat dijadikan sebagai pin i/o digital (A0- A5), serta 2 pin dapat digunakan untuk komunikasi I2C (SDA pin A4 dan SCL pin A5). Pemrograman board Arduino Nano dilakukan dengan menggunakan *Arduino Software* (IDE) dengan cukup menghubungkan Arduino dengan kabel USB ke Pc/laptop. Selain itu di dalam *Arduino Software* sudah diberikan banyak contoh program sehingga memudahkan kita mempelajari mikrokontroller ini



Gambar 1. Arduino Nano

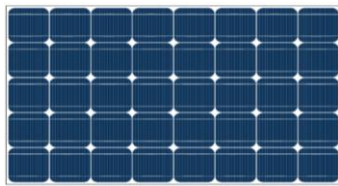
Arduino tidak dapat bekerja sendiri perlu ditambahkan komponen lain agar dihasilkan suatu aplikasi yang bermanfaat dalam perancangan media pembelajaran. Komponen lain tersebut terhubung dengan pin input output dari arduino. Pin input dapat berupa *push buton* dan sensor. Sensor adalah alat yang digunakan untuk mendeteksi dan mengetahui magnitudo tertentu. Sensor merupakan jenis transduser yang digunakan untuk mengubah variasi mekanis, magnetis, panas, sinar dan kimia menjadi tegangan dan arus listrik.



Gambar 2. Pin Arduino Nano

2.2 Solar Cell

Solar cell merupakan komponen semikonduktor yang dapat menghasilkan listrik arus searah (DC) dengan memanfaatkan energi matahari. Ketika solar cell menerima foton dari suatu sumber cahaya, maka elektron akan terlepas dari struktur atomnya. Elektron yang terlepas menjadi bebas bergerak di dalam bidang kristal sehingga terjadilah arus. Elektron adalah partikel sub atom yang bermuatan negatif, sehingga silikon paduan dalam hal ini disebut sebagai semikonduktor jenis N (negatif). Contoh solar cell dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Solar Cell

2.2.1 Prinsip Kerja Solar Cell

Cara kerja sel surya yaitu bila dikenakan pada sinar matahari, maka timbul yang dinamakan elektron dan hole. Elektron-elektron dan hole-hole yang timbul di sekitar p-n junction bergerak berturut-turut ke arah lapisan n dan ke arah lapisan p. Sehingga pada saat elektron-elektron dan hole-hole itu melintasi p-n junction, timbul beda potensial pada kedua ujung sel surya. Jika pada kedua ujung sel surya diberi beban maka timbul arus listrik yang mengalir melalui beban. Bahan dan cara kerja yang aman terhadap lingkungan menjadikan sel surya sebagai salah satu hasil teknologi pembangkit listrik yang efisien bagi sumber energi alternatif masyarakat di masa depan. Irradiasi matahari (G) dapat diketahui dari data nilai rata-rata radiasi matahari yang sampai ke bumi, dengan nilai 1366 W/m². Untuk mengetahui daya (P) input sel surya adalah mempunyai irradiasi (G) dan luas panel surya (A) yang digunakan, maka dapat didefinisikan adalah :

$$P_{\text{input}} = G \times A$$

Dimana :

G = Irradiasi Matahari (W/m²)

A = Luas Panel Sel Surya

Sedangkan Daya Output (P_{output}) sel surya dapat diketahui dengan rumus sebagai berikut :

$$P_{\text{output}} = V \times I$$

Dimana:

V = Tegangan Output (Volt)

I = Arus Output (Ampere)

Efisiensi (η) sel surya dapat diketahui ketika adanya Daya Input (P_{input}) dan Daya Output (P_{output}), dengan dapat dibuatkan rumus sebagai berikut :

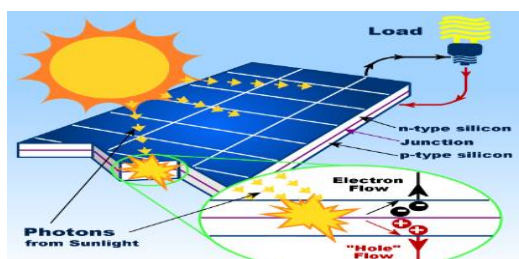
$$\eta = \frac{P_o}{P_i} \times 100\%$$

Dimana:

P_{input} = Daya Input (Watt)

P_{output} = Daya Output (Watt)

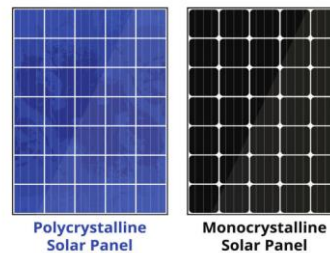
2.2.2 Sistem Kerja Solar Cell



Gambar 4. Sistem Kerja Solar Cell

2.2.3 Jenis- Jenis Solar Cell

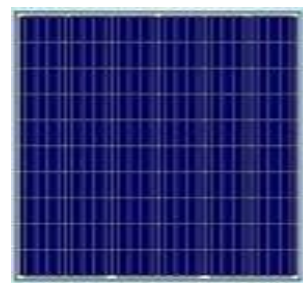
Solar Cell adalah mengubah energi matahari menjadi energi listrik. Solar cell mempunyai beberapa jenis yaitu, *poly-crystalline*, *monocrystalline*, *amorphous*, *thin film* *photovoltaic*.



Gambar 5. Jenis Solar Cell

a. Poly-Crystalline (Polikristal)

Merupakan panel surya yang memiliki susunan kristal acak. Tipe Polikristal memerlukan luas permukaan yang lebih besar dibandingkan dengan jenis monokristal untuk menghasilkan daya listrik yang sama, akan tetapi dapat menghasilkan listrik pada saat mendung. Jenis ini biasanya terdiri dari 28 – 36 sel surya dengan ukuran panjang 8,5 cm, lebar 5 cm, dan ketebalan 0.3 mm untuk satu keping selnya.



Gambar 6. Tampilan Solar Cell Poly Saat Diperbesar

b. Mono-Crystalline (Monokristal)

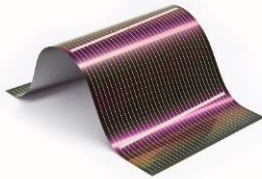
Merupakan panel yang paling efisien, menghasilkan daya listrik persatuan luas yang paling tinggi. Memiliki efisiensi sampai dengan 15%. Kelemahan dari panel jenis ini adalah tidak akan berfungsi baik ditempat yang cahaya matahari kurang (teduh), efisiensinya akan turun drastis dalam cuaca berawan.



Gambar 7. Tampilan Solar Cell Mono Saat Diperbesar

c. Thin Film Photovoltaic

Merupakan panel surya (dua lapisan) dengan struktur lapisan tipis mikrokrystal-silicon dan amorphous dengan efisiensi modul hingga 8.5% sehingga untuk luas permukaan yang diperlukan per watt daya yang dihasilkan lebih besar daripada monokrystal & polykrystal. Inovasi terbaru adalah Thin Film Triple Junction PV (dengan tiga lapisan) dapat berfungsi sangat efisien dalam udara yang sangat berawan dan dapat menghasilkan daya listrik sampai 45% lebih tinggi dari panel jenis lain dengan daya yang ditera setara.



Gambar 8. Thin Film Photovoltaic

2.3 Solar Charge Controller (SCC)

Solar charge controller adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke baterai dan diambil dari baterai ke beban. *solar charge controller* mengatur *over charging* (kelebihan pengisian – karena baterai sudah ‘penuh’) dan kelebihan Voltase dari panel surya/ solar cell.



Gambar 9. Solar charge controller (SCC)

Solar charge controller berfungsi untuk menjaga keseimbangan energi di baterai dengan cara mengatur tegangan maksimum dan minimal dari baterai tersebut, alat ini juga berfungsi untuk memberikan pengamanan terhadap sistem yaitu: Proteksi terhadap pengisian berlebih (*over charge*) di baterai, proteksi terhadap pemakaian berlebih (*over discharge*) oleh beban, mencegah terjadinya arus balik ke modul surya, melindungi terhadap terjadinya hubungan. Macam-macam *solar charger controller* yang ada dipasaran :

1. PWM

Charge controller PWM (Pulse Width Modulation) adalah alat pengontrol pengisian yang berfungsi mengecaskan aki dari panel surya dengan menggunakan modulasi pulsa untuk mengendalikan keberlangsungan pengisian. Ketika aki mendekati kondisi terisi penuh, alat PWM akan perlahan-lahan menurunkan jumlah daya yang masuk ke baterai demi untuk mengurangi stres pada aki tersebut. Alat pengecas PWM banyak terdapat di pasaran, harganya juga lebih murah, dan tersedia dalam

berbagai ukuran untuk aplikasi yang luas. Keterbatasan kontroler PWM antara lain yaitu ukuran tegangan alat pengecas harus sesuai dengan tegangan bank baterai, dan kapasitas alat PWM biasanya terbatas pada 60 ampere (maksimum).

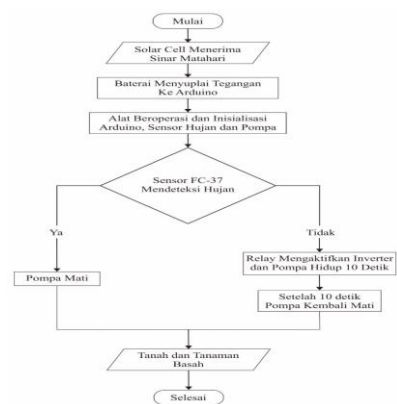
2. MPPT

Maximum Power Point Tracking atau sering disingkat dengan MPPT merupakan sebuah sistem elektronik yang dioperasikan pada sebuah panel *photovoltaic* (PV) sehingga panel *photovoltaic* bisa menghasilkan power maksimum. Perlu diperhatikan, MPPT bukanlah sebuah sistem tracking mekanik yang digunakan untuk mengubah posisi modul terhadap posisi matahari sehingga mendapatkan energi maksimum matahari.

III. Metode Penelitian

3.1 Flowchart

Flowchart adalah diagram turunan yang menjelaskan tahapan kerja alat secara detail dari awal sampai selesai.

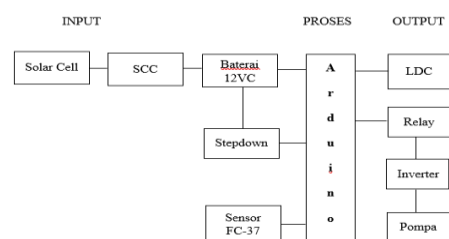


Gambar 10. Flowchart

Flowchart merupakan siklus singkat dari proses pembuatan dari sebuah alat hingga dioperasikan. Gambar 10 adalah *flowchart* untuk menggambarkan sistem kerja alat dan tahapannya.

3.2 Blok Diagram Sistem

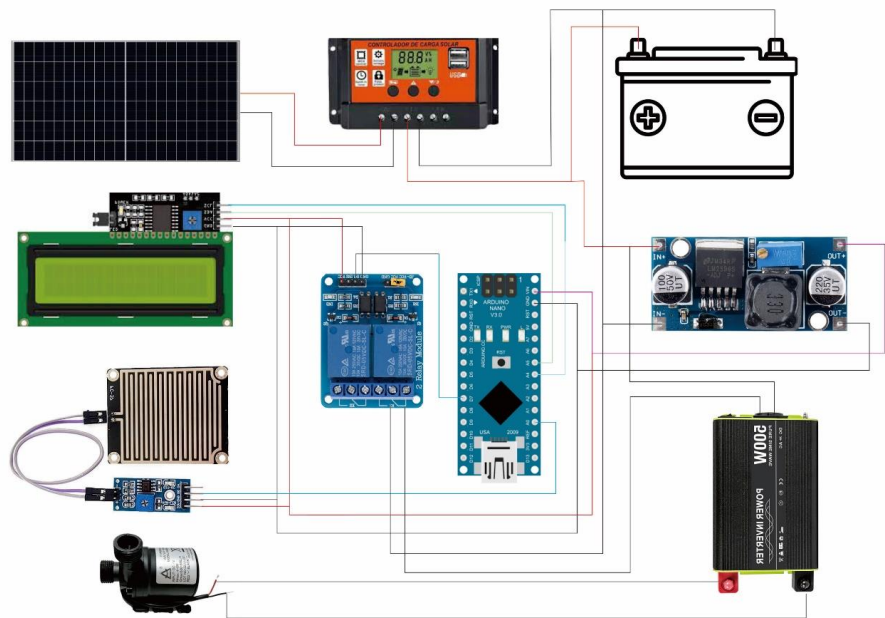
Sebelum merancang suatu alat, langkah awal adalah membuat blok diagram. Blok diagram merupakan salah satu cara sederhana untuk menjelaskan jalur rangkaian dan cara kerja dari suatu alat. Berikut adalah diagram blok sistem yang digunakan untuk perancangan alat ini.



Gambar 11. Blok Diagram

3.4 Rangkaian Alat

Setelah menyusun diagram blok alat, maka langkah selanjutnya adalah membuat rangkaian yang bertujuan untuk menampilkan keterhubungan antar komponen dan juga untuk mempermudah perakitan alat dalam bentuk fisik. Berikut adalah rangkaian lengkap dari alat yang dirancang:



Gambar 12. Rangkaian alat yang dirancang

IV. Hasil Dan Pembahasan

4.1 Pengujian dan Pengukuran Output Solar Cell

Hasil analisa pengujian berdasarkan analisa dan pengujian yang dilakukan secara langsung pada output solar cell, maka diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Analisa Pengujian Output Solar Cell

No	Tegangan pada jam 12:00	Tegangan Pada Jam 14:00
1	22,7 Volt	20,2 Volt

4.2 Pengujian dan Pengukuran Tegangan Output Baterai

Hasil analisa pengujian berdasarkan analisa dan pengujian yang dilakukan secara langsung pada output baterai, maka diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 2. Hasil Analisa Pengujian Output Baterai	
No	Tegangan Output Baterai
1	11,6 Volt

4.3 Pengujian dan Pengukuran Tegangan Pada Step Down

Hasil analisa pengujian berdasarkan analisa pengujian yang dilakukan pada modul *stepdown*, maka diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil Analisa Pengujian Tegangan Input dan Output Stedown

No	Tegangan Input	Tegangan Output
1	11,87 Volt	7,48 Volt

V. Kesimpulan Dan Saran

5.1 Kesimpulan

1. Sistem yang dirancang berhasil membaca dan menampilkan perubahan nilai saat hujan turun dengan menggunakan sensor hujan FC-37.
2. Sensor mengidentifikasi perubahan cuaca dimana saat air hujan sudah menghilang dari permukaan plat sensor, maka dalam waktu yang ditentukan Sensor FC-37 akan mengirimkan data digital untuk memerintahkan pompa hidup.
3. Arduino uno sebagai mikrokontroler mampu mengolah sinyal data dengan baik untuk memberi dan menerima perintah
4. Fisik alat ini masih tergolong berat sehingga masih perlu pertimbangan untuk menggunakannya di medan yang belum bisa diakses oleh kendaraan,
5. Solar Cell menyerap energi matahari dan mengubahnya kedalam bentuk energi listrik yang kemudian didistribusikan kepaterai melalui SCC dengan maksimal.

5.2 Saran

1. Perlu untuk lebih memperkecil besar dan mengurangi berat alat tanpa mengurangi kualitas dan daya yang dihasilkan untuk menjadikan alat yang mudah untuk diakses keberbagai lokasi
2. Menambahkan fitur lain seperti pengaturan waktu penyiraman berdasarkan kelembaban tanah dan juga bisa diakses dari aplikasi mobile

Daftar Pustaka

- [1]. Handy Wicaksono. 1996 – *Catatan Kuliah Automasi 1*. Teknik Elektro. Sumber
- [2]. H. Rashid Muhammad. 1993. *Elektronika daya*. PT. Prenhallindo. Jakarta.
- [3]. Purnomo Heri, Jaenudin Jajang, Widya. 2003. *Elektronika Digital 2*. Pekanbaru; Politeknik Caltek Riau.
- [4]. Pasaribu, Faisal Irsan, and Muhammad Reza., 2021, *Rancang Bangun Charging Station Berbasis Arduino Menggunakan Solar Cell 50 WP*. RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro 3.2 (2021): 46-55.
- [5]. *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi)* : Jurnal Teknik Elektro, Vol. 3, No. 2, Januari 2021 ISSN 2622 – 7002 (online), Hal 46 – 55, DOI: <https://doi.org/10.30596/rele.v3i2.6477>
- [6]. Suari, Muharmen. 2017, *Pemanfaatan Arduino Nano Dalam Perancangan Media Pembelajaran Fisika*. Natural Science Journal 3.1: 474-480.
- [7]. Haryanto, Teten, 2021, *Perancangan energi terbarukan solar panel untuk essential load dengan sistem switch*. Jurnal Teknik Mesin Mercu Buana 10.1: 41-50.
- [8]. Wijaya, I. Ketut, 2017, *Penggunaan dan Pemilihan Pengaman Mini Circuit Breaker (MCB) Secara Tepat Menyebabkan Bangunan Lebih Aman Dari Kebakaran Akibat Listrik*. Bali: Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Udayana: 1-2.
- [9]. Saodah, Siti, and S. R. I. Utami. 2019, *Perancangan Sistem Grid Tie Inverter Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya*. Elkomika: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika 7.2 : 339.
- [10]. Noviansyah, Mohammad, and Hafdiarsya Saiyar, 2019, *Perancangan Alat Kontrol Relay Lampu Rumah Via Mobile*. Akrab Juara: Jurnal Ilmu-ilmu Sosial 4.4: 85-97.
- [11]. Deswar, Faisal Arief, and Rizky Pradana. 2021, *Monitoring Suhu Pada Ruang Server Menggunakan Wemos D1 R1 Berbasis Internet of Things (Iot)*. Technologia: Jurnal Ilmiah 12.1: 25-32.
- [12]. Kurniawan Indra, Subagiyo Heri. 2003. *Piranti Elektronika I*. Pekan baru; Politeknik Caltek Riau.
- [13]. Rif'an, Sholeh HP, Mahfudz Shidiq; Rudy Yuwono; Hadi Suyono dan Fitriani S. 2012, *Optimasi Pemanfaatan Energi Listrik Tenaga Matahari di Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya*”,Jurnal EECCIS Vol. 6, No. 1, Juni.
- [14]. Rashid, H.M. 1999, *Power Electronics Circuits, Devices, and Applications*, Prentice Hall, New Delhi