

PENERAPAN TEKNOLOGI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA UNTUK PENYIRAMAN TANAMAN OTOMATIS

Reza Fadhilah¹, Muhammad Nizaruddin Murtadho², Felista Jaka Pramana Putra³,
Muhammad Hadis Hakim⁴, Siti Baiturrohmah⁵
fadhilahreza556@gmail.com¹, nizaruddin062004@gmail.com², felisjaka04@gmail.com³,
hafishakim38586@gmail.com⁴, iitrohmah@gmail.com⁵
Universitas Muhammadiyah Gresik

ABSTRAK

Penerapan teknologi energi terbarukan, seperti Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), menjadi solusi inovatif untuk mendukung sistem pertanian modern. Artikel ini membahas implementasi PLTS sebagai sumber energi utama dalam sistem penyiraman tanaman otomatis. Sistem ini dirancang untuk meningkatkan efisiensi penggunaan air dan energi, serta mengurangi ketergantungan pada listrik konvensional. PLTS memanfaatkan panel surya untuk menghasilkan energi yang disimpan dalam baterai, kemudian digunakan untuk mengoperasikan pompa air dan kontrol otomatis berbasis sensor. Sensor kelembapan tanah mengukur tingkat kebutuhan air pada tanaman, sehingga penyiraman dilakukan secara presisi hanya ketika diperlukan. Hasil studi menunjukkan bahwa integrasi PLTS dalam sistem ini mampu mengurangi konsumsi energi hingga 30% dan meningkatkan produktivitas tanaman secara signifikan. Teknologi ini juga berpotensi untuk diterapkan pada skala pertanian kecil hingga menengah di daerah terpencil dengan akses listrik terbatas. Dengan demikian, PLTS untuk penyiraman otomatis tidak hanya berkontribusi pada keberlanjutan lingkungan tetapi juga mendukung ketahanan pangan di masa depan.

Kata Kunci: Al Pembangkit Listrik Tenaga Surya, Penyiraman Tanaman Otomatis, Energi Terbarukan, Efisiensi Pertanian, Sensor Kelembapan.

ABSTRACT

The implementation of renewable energy technology, such as Solar Power Plants (SPP), has become an innovative solution to support modern agricultural systems. This article discusses the implementation of SPP as the main energy source in an automatic plant watering system. This system is designed to improve water and energy usage efficiency, as well as reduce dependency on conventional electricity. SPP utilizes solar panels to generate energy stored in batteries, which is then used to operate water pumps and sensor-based automatic controls. Soil moisture sensors measure the water requirements of plants, ensuring that watering is carried out precisely only when needed. Study results show that the integration of SPP in this system can reduce energy consumption by up to 30% and significantly increase crop productivity. This technology also has the potential to be implemented in small to medium-scale agriculture in remote areas with limited electricity access. Thus, SPP for automatic watering not only contributes to environmental sustainability but also supports future food security.

Keywords: Solar Power Generation, Automatic Plant Watering, Renewable Energy, Agricultural Efficiency, Humidity Sensor.

PENDAHULUAN

Pengaturan otomatis, atau sering disebut sistem pengaturan otomatis, berasal dari tiga kata utama: sistem, pengaturan, dan otomatis. Sistem adalah kumpulan komponen fisik yang saling terhubung untuk menjalankan fungsi tertentu. Pengaturan merujuk pada aktivitas yang melibatkan pengendalian, pengelolaan, atau pengarahan suatu hal. Sementara itu, otomatis berarti bekerja sendiri tanpa campur tangan langsung dari manusia. Dalam konsep pengaturan atau kontrol, terdapat tiga elemen penting: perencanaan yang jelas, kemampuan pengukuran, dan pelaksanaan tindakan. Berdasarkan definisi tersebut, kontrol otomatis dapat diartikan sebagai suatu proses untuk menjalankan

sesuatu sesuai rencana atau tujuan secara mandiri tanpa intervensi manusia. Dengan kata lain, sistem kontrol otomatis adalah mekanisme yang memastikan output atau hasil dari suatu sistem sesuai dengan keinginan yang diharapkan (Fauzi, 2018).

Menurut Santoso (2013), otomasi adalah proses pengendalian operasi suatu perangkat secara otomatis untuk menggantikan peran manusia dalam pengamatan dan pengambilan keputusan. Saat ini, perkembangan teknologi telah mendorong penggunaan otomatisasi dalam sistem kontrol, sehingga peran manusia dalam pengendalian menjadi semakin minim. Dibandingkan dengan metode manual, sistem otomatis lebih efisien, aman, dan akurat. Di era modern ini, perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi telah memungkinkan manusia menciptakan berbagai alat untuk mempermudah pekerjaan, salah satunya adalah pompa air dengan sistem penyemprot otomatis.

Teknologi penyemprot air otomatis, khususnya di bidang pertanian, sangat membantu petani dalam meringankan pekerjaan tanpa membutuhkan tenaga manusia secara langsung. Otomatisasi memungkinkan penghematan tenaga kerja dengan menggantikan gerakan manual, seperti menyiram tanaman, menggunakan sistem mekanik, listrik, pneumatik, atau hidrolik. Namun, fakta di lapangan menunjukkan bahwa pengoperasian pompa air masih banyak dilakukan secara manual. Sistem manual memerlukan pengawasan langsung, seperti menghidupkan dan mematikan pompa, yang memakan waktu, terutama jika lahan yang harus disiram sangat luas. Oleh karena itu, muncul gagasan untuk merancang prototipe alat penyemprot otomatis berbasis sensor dan mikrokontroler. Dalam sistem ini, data dari sensor akan diolah oleh mikrokontroler untuk mengatur kerja alat secara otomatis.

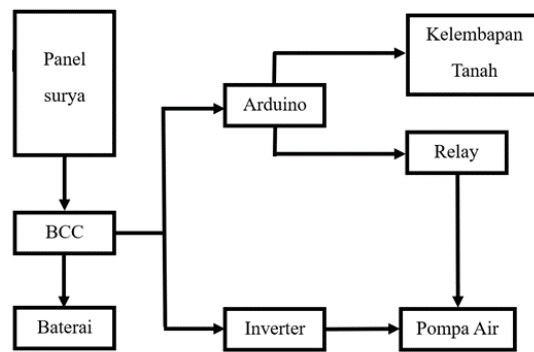
Sebagian besar pompa air saat ini masih menggunakan listrik dari PLN sebagai sumber daya. Namun, pemadaman listrik seringkali menjadi kendala, sehingga pompa air tidak dapat berfungsi. Salah satu solusi untuk mengatasi masalah ini adalah memanfaatkan energi alternatif, seperti energi matahari. Indonesia, yang terletak di garis khatulistiwa, memiliki potensi besar untuk memanfaatkan energi surya dengan intensitas rata-rata 4,8 kWh/m²/hari. Energi matahari sangat cocok sebagai sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan, tersedia sepanjang tahun, dan tidak menimbulkan polusi. Untuk itu, dirancang sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sebagai pengganti listrik PLN dalam operasional pompa air.

Berdasarkan permasalahan yang ada, tugas akhir ini bertujuan untuk merancang prototipe pompa air otomatis berbasis motor AC tenaga surya dan sensor kelembapan tanah. Dengan adanya sistem ini, diharapkan proses penyiraman tanaman di lahan luas dapat dilakukan secara efisien tanpa banyak melibatkan tenaga manusia dan tetap berjalan meskipun terjadi pemadaman listrik dari PLN.

METODE PENELITIAN

Blok Diagram Sistem Otomatisasi Pompa Air Motor AC Bertenaga Surya Berbasis Arduino Uno dan Kelembaban Tanah

Blok diagram diperlihatkan pada gambar 1 yaitu diagram yang menggambarkan proses kerja sistem dimana terdapat beberapa bagian dari blok diagram, antara lain input, pengontrol dan output.



Gambar 1. Diagram Blok Perancangan

Input dari sistem adalah energi sinar matahari, dimana sinar matahari akan diubah menjadi energi listrik. Energi listrik tersebut akan diteruskan ke Battery Charging Controller (BCC) dan akan disimpan pada suatu media penyimpanan energi yaitu baterai. Battery Charging Controller (BCC) berfungsi memberikan pengamanan terhadap sistem yaitu proteksi terhadap pengisian berlebih di baterai dan proteksi terhadap pemakaian berlebih pada beban. Ketika baterai sudah dalam batas maksimal, Battery Charging Controller (BCC) akan langsung mengalirkan listrik menuju beban. Dalam hal ini Battery Charging Controller (BCC) dihubungkan dengan pin LOAD Battery Charging Controller (BCC) pada port (+) dan port (-).

Inverter digunakan sebagai perangkat untuk mengkonversikan tegangan DC dari baterai dan BCC menjadi tegangan AC untuk mengoperasikan pompa air. Pompa air dioperasikan secara otomatis dengan menggunakan Arduino Uno. Arduino Uno kemudian dihubungkan dengan sensor Soil Moisture atau sensor kelembaban tanah yang berfungsi untuk mendeteksi kelembaban tanah. Soil Moisture merupakan sensor yang mampu mendeteksi intensitas air di dalam tanah yang berupa sensor analog dimana output yang dihasilkan berupa tegangan 0-maksimum. Masukan tegangan yang diberikan yang diberikan pada sensor Soil Moisture diteruskan ke relay yaitu sebagai penghubung dan pemutus arus listrik dari sumber tegangan ke beban (pompa air) secara otomatis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan Alat

Dalam perancangan alat ini diperlukan ketepatan pemilihan komponen. Bila pemilihan komponen kurang tepat akan terjadi permasalahan pada kerja alat yang akan dibuat. Ketelitian dan toleransi dari komponen sangat mempengaruhi ketepatan kerja alat tersebut. Biasanya, penentuan komponen yang akan digunakan adalah jenis komponen yang mudah didapatkan dipasaran dan ekonomis.

Perancangan Pompa Air

Beban yang dipakai dalam perancangan alat ini adalah pompa air. Yang di hubungkan pada output inverter dan salah satu kabel dari power supply mesin pompa dihubungkan dari modul relay. Berikut adalah spesifikasi pompa air yang di gunakan pada penelitian ini.

- Model = SP-1200
- Daya = 13 Watt
- Tegangan = 220 Volt AC
- Frekuensi = 50 Hz
- Tinggi Dorong = 1 meter

Perancangan Panel Surya

Berikut spesifikasi solar cell 50WP yang digunakan adalah tipe PLTS 50 Wp (solar cell) Shinyoku dengan spesifikasi:

- Max Power = 50 Watt
- Power Voltage = 16,5 V
- Max Power Current (Imp) = 3,34 A
- Open Circuit Voltage = 21,1 V
- Max system Voltage = 1000 V
- Max Series Fuse = 16 A
- Dimensi = 775 x 680 x 25 mm

Perancangan Battery Charging Controller (BCC)

Battery Charging Controller (BCC) berfungsi untuk menjaga keseimbangan energi di baterai dengan cara mengatur tegangan maksimum dan minimum dari baterai tersebut. Beban pada sistem PLTS mengambil energi dari penyimpanan energi pada baterai melalui BCC.

Berikut spesifikasi BCC (Battery Charger Controller) yang digunakan:

- Operating Voltage = 12/24 Volt
- Rated Battey Current = 30 A
- Rated Load Current = 30 A
- Max Input = 42 V
- Hoat Charger = 13,8 V
- Rated Voltage = 12 V
- Charger Disc Connect = 11,2 V
- Charger Reconnect = 13 V
- Out Put USB = 5V/ 3A

Perancangan Baterai

Satuan energi (dalam Wh) dikonversikan menjadi Ah yang sesuai dengan satuan kapasitas baterai sebagai berikut :

$$\begin{aligned}Ah &= \frac{E_T}{V_s} \\&= \frac{13 Wh}{12 v} \\&= 1,08 Ah\end{aligned}$$

Hari otonomi yang ditentukan adalah 3 hari, Jadi baterai menyimpan energi dan dapat menyalurkan energi selama 3 hari. Besarnya deep of discharge (DOD) pada baterai adalah 80% (Muhammad Bachtiar 2006). Kapasitas baterai yang dibutuhkan adalah:

$$\begin{aligned}C_B &= \frac{A_H \times d}{DOD} \\&= \frac{1,08 \times 3}{0,8} \\&= 4,07 Ah\end{aligned}$$

Jadi, baterai yang dipilih yaitu baterai yang memiliki kapasitas 4,07 Ah. Tetapi di pasaran susah mencari kapasitas 4,07 Ah, maka di bulatkan menjadi 12 Ah.

Spesifikasi baterai yang digunakan antara lain:

- Jenis = Baterai (accu) VOZ
- Type = TF 12-10
- Kapasitas = 12V/ 12Ah

Perancangan Inverter

Spesifikasi inverter harus sesuai dengan Battery Charging Controller (BCC) yang digunakan. Berdasarkan tegangan sistem dan perhitungan BCC, maka tegangan masuk (input) dari inverter 12volt DC. Tegangan keluaran (output) dari inverter yang tersambung ke beban adalah 220volt AC. Arus yang mengalir dari inverter juga harus sesuai dengan arus yang mengalir dari BCC. Berdasarkan perhitungan kapasitas BCC, arus maksimal yang dapat melalui BCC sebesar 4,5 A. Berarti kapasitas arus inverter yang digunakan sebesar 10 A.

Spesifikasi inverter yang digunakan antara lain:

- DC to AC = 220 V
- Output Power = 150 Watt
- Frekuensi = 50 Hz
- Dimensi = 78 x 78 x 33mm

Perancangan Rangkaian Kendali Pompa Otomatis

Setelah melakukan perancangan terhadap sumber mandiri yang akan menjadi sumber tenaga bagi pompa otomatis, tahapan selanjutnya adalah melakukan perancangan sistem kontrol yang terdiri dari mikrokontrol dan sensor kelembaban tanah.

Perancangan Arduino Uno

Perangkat kendali pada penelitian ini menggunakan Arduino Uno. Arduino Uno mendapatkan daya suplai dari koneksi USB (universal serial bus) atau melalui power supply eksternal. Jika arduino dihubungkan ke dua sumber daya tersebut secara bersama maka Arduino Uno akan memilih salah satu sumber daya secara otomatis untuk digunakan. Pada perancangan ini arduino yang kita gunakan memiliki spesifikasi sebagai berikut:

- Operating Voltage = 5 V
- Input Voltage = 7-12 V
- Input Voltage Limit = 6-20 V

Perancangan Relay

Relay pada rangkaian ini sangat berperan penting yaitu sebagai penghubung dan pemutus arus listrik dari sumber tegangan ke beban (pompa) dan juga sebagai penguat pada sensor. Pada proses perancangan relay yaitu menggunakan modul single relay dengan tegangan kerja 5VDC menyesuaikan kapasitas tegangan dari arduino uno.

Berikut spesifikasi relay yang digunakan antara lain:

- Jenis = Single Chanel
- Operating Voltage = 5 VDC

Perancangan Sensor Suhu (soil Moisture SEN0193)

Dalam rangkaian ini sensor yang digunakan adalah sensor basah kering yang ditanamkan kedalam tanah. Sensor akan mendeteksi kadar air dalam tanah. Apabila asupan air kurang (tanah kering) maka akan terdeteksi oleh sensor, kemudian sensor akan mengaktifkan pompa untuk melakukan penyiraman secara otomatis. Berikut spesifikasi sensor suhu yang di gunakan anata lain:

- Operating Voltage : 3.3 ~ 5.5 VDC
- Output Voltage : 0 ~ 3.0VDC
- Operating Current : 5mA
- Interface : PH2.0-3P
- Dimensions : 3.86 x 0.905 inches (L x W)
- Weight : 15g

KESIMPULAN

Berdasarkan dokumen tentang penerapan teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) untuk penyiraman tanaman otomatis, berikut kesimpulan utama:

1. Efisiensi Energi dan Air: Sistem yang dirancang mampu meningkatkan efisiensi penggunaan air melalui otomatisasi berbasis sensor kelembapan tanah, sehingga penyiraman dilakukan hanya saat diperlukan. Hal ini juga mengurangi konsumsi energi hingga 30% dibandingkan metode konvensional.
2. Pemanfaatan Energi Terbarukan: Penggunaan PLTS sebagai sumber daya utama memanfaatkan potensi energi matahari yang melimpah di Indonesia. Teknologi ini menjadi solusi energi ramah lingkungan dan dapat diandalkan, terutama di daerah terpencil yang memiliki keterbatasan akses listrik.
3. Teknologi Modern dan Berkelanjutan: Sistem menggunakan mikrokontroler Arduino Uno, sensor kelembapan tanah, dan modul relay untuk mengoperasikan pompa air secara otomatis. Komponen-komponen ini dirancang agar hemat biaya dan mudah diperoleh di pasar.
4. Keberlanjutan dan Ketahanan Pangan: Teknologi ini tidak hanya mendukung keberlanjutan lingkungan dengan mengurangi ketergantungan pada energi fosil, tetapi juga mendukung ketahanan pangan melalui produktivitas pertanian yang lebih tinggi.
5. Potensi Penerapan Luas: Sistem ini cocok diterapkan untuk skala pertanian kecil hingga menengah, terutama di daerah yang sering mengalami pemadaman listrik.

Implementasi PLTS dalam sistem ini membuktikan bahwa teknologi energi terbarukan dapat mendukung inovasi pertanian modern secara efisien dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Afifah, H. (2015). Perancangan Alat Otomatis Penyemprot Hama Tanaman Padi Menggunakan Sensor Pir Dengan Sumber PV Dan Baterai Proyek Akhir. Skripsi. Jurusan D3 Elektronika. Universitas Jember.
- Ardhi, F.Z. (2011). Rancang Bangun Charge Controller Pembangkit Listrik Tenaga Surya. Skripsi. Universitas Indonesia.
- Artikel Elektronika. (2012). Elektronika Dasar – Inverter DC ke AC. Tersedia pada <http://elektronika-dasar.web.id/inverter-dc-ke-ac/>. (Diakses pada 1 Agustus 2018)
- Dhyba, F., Pramana, R., Farida, F. (2017). Prototipe Otomatisasi Pompa Air Tenaga Surya Berbasis Mikrokontroler. Skripsi. Jurusan Teknik Elektro. Universitas Maritim Raja Ali Haji.
- Juniardy, V.R., Triyanto, D., Brianorman, Y. (2014). Prototype Alat Penyemprot Air Otomatis Pada Kebun Pembibitan Sawit Berbasis Sensor Kelembaban Dan Mikrokontroler AVR ATmega8. Jurnal Coding Sistem Komputer Volume 02 No. 3 (2014), hal 1 – 10. Universitas Tanjungpura.
- Khoirunisa, I. (2016). Kekurangan dan Kelebihan Memasang Panel Surya. Tersedia pada <https://www.rumah.com/beritaproperti/2016/5/126421/kekurangan-dan-kelebihan-memasang-panel-surya>. (Diakses pada 1 Agustus 2018)
- Kho, Dickson. (2018). Teknik Elektronika – Pengertian Inverter dan Prinsip Kerjanya. Tersedia pada <https://teknikelektronika.com/pengertian-inverterprinsip-kerja-power-inverter/>. (Diakses pada 1 Agustus 2018).
- Lintang, F. (2008). Pengaturan Otomatis. Tersedia pada http://www.academia.edu/4596972/PENGATURAN_OTOMATIS (Diakses pada 28 Juli 2018)
- Mahardika, I.G.N.A., Wijaya, I.W.A., Rinas, I.W. (2016). Rancang Bangun Baterai Charge Control Untuk Sistem Pengangkat Air Berbasis Arduino UNO Memanfaatkan Sumber PLTS. E-Journal SPEKTRUM Vol. 3, No. 1. Jurusan Teknik Elektro. Universitas

- Udayana.
- Martin Winter, Ralph J Brodd. (2004). What Are Batteries, Fuel Cells, and Supercapacitors ?. Chem. Rev. 104
- Partha, G.I., Wijaya. A.W., Setiawan. Nym. (2014). Rancang Bangun Sistem Pengangkatan Air Menggunakan Motor AC dengan Sumber Listrik Tenaga Surya. E-Journal Seminar Nasional dan Expo Teknik Elektro 2014. Jurusan Teknik Elektro. Universitas Udayana.
- Wakur, J. S. (2015). Alat Penyiram Tanaman Otomatis Menggunakan Orduino UNO. Tugas Akhir.