

PERANCANGAN ROBOT PENYIRAM TANAMAN SKALA 1 : 30 DENGAN SISTEM KENDALI ANDROID BERBASIS EMBEDDED SYSTEM

Rainaldi Rizki¹, Ricki Ananda^{1*}, Saifuddin Muhammad Jalil²

¹Sistem Komputer, Universitas Royal

²Teknik Industri, Universitas Malikussaleh

*email: anandaricki@yahoo.co.id

Abstract: *This research discusses the design and development of a plant-watering robot at a 1:30 scale controlled via an Android application and an embedded system based on an Arduino microcontroller. The purpose of this study is to produce an automatic plant-watering robot that is efficient, energy-saving, and easy to operate to support agricultural automation. The research method used is Research and Development (R&D), which includes stages of requirement identification, design, construction, testing, and system evaluation. The main components used include an Arduino Uno, HC-05 Bluetooth module, L298N motor driver, HC-SR04 ultrasonic sensor, 12V DC water pump, and a 25W solar panel as an alternative power source. The test results show that the robot can operate automatically with a success rate of 90%, battery endurance of approximately 1 hour and 13 minutes, charging time of about 5 hours and 38 minutes, and the water pump operates effectively for up to 5 hours. The integration of Android control, embedded systems, and solar power makes this robot an innovative solution for environmentally friendly and efficient agricultural automation.*

Keywords: *plant-watering robot; Android; embedded system; Arduino; solar panel*

Abstrak: Penelitian ini membahas perancangan dan pengembangan robot penyiram tanaman skala 1:30 yang dikendalikan melalui aplikasi Android dan sistem embedded berbasis mikrokontroler Arduino. Tujuan penelitian ini adalah menghasilkan robot penyiram tanaman otomatis yang efisien, hemat energi, dan mudah dioperasikan untuk mendukung otomasi pertanian. Metode yang digunakan adalah Research and Development (R&D) dengan tahapan identifikasi kebutuhan, perancangan, pembuatan, pengujian, dan evaluasi sistem. Komponen utama yang digunakan meliputi Arduino Uno, modul Bluetooth HC-05, driver motor L298N, sensor ultrasonik HC-SR04, pompa air DC, dan panel surya 25 W sebagai sumber energi alternatif. Hasil pengujian menunjukkan bahwa robot mampu beroperasi secara otomatis dengan tingkat keberhasilan 90%, ketahanan baterai selama ± 1 jam 13 menit, lama pengisian daya sekitar 5 jam 38 menit, serta pompa air bekerja efektif hingga 5 jam. Integrasi antara kendali Android, sistem embedded, dan tenaga surya menjadikan robot ini solusi inovatif untuk otomatisasi penyiraman tanaman yang ramah lingkungan dan berpotensi diterapkan pada lahan pertanian sesungguhnya.

Kata kunci: robot penyiram tanaman; android; embedded system; arduino; panel surya

PENDAHULUAN

Robot merupakan mesin yang dirancang untuk melakukan tugas-tugas yang biasanya memerlukan intervensi manusia atau pekerjaan yang berisiko tinggi bagi manusia. Dalam perkembangannya, teknologi robotika telah banyak diterapkan di

berbagai bidang, termasuk pertanian. Salah satu bentuk penerapannya adalah robot penyiram tanaman yang berfungsi membantu proses irigasi agar lebih efisien, hemat waktu, dan dapat bekerja secara otomatis tanpa pengawasan langsung [1][2][3], Urgensi penelitian ini muncul karena pengembangan robot penyiraman tanaman saat ini masih berada pada tahap prototipe, sehingga dari sisi desain dan kinerja belum sepenuhnya optimal. Selain itu, sistem penyiraman yang digunakan masih memiliki debit air kecil, yang menyebabkan distribusi air belum merata dan efektivitas penyiraman masih terbatas. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya pengembangan dan pengujian lebih lanjut agar sistem dapat bekerja lebih stabil, efisien, dan mendekati kebutuhan aplikasi nyata.

Prototipe robot penyiram tanaman sebelumnya umumnya masih berskala kecil dan digunakan sebagai media pembelajaran atau uji coba laboratorium. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Yuliza (2019), di mana robot penyiram tanaman dikendalikan menggunakan mikrokontroler Arduino Nano, motor DC sebagai penggerak, dan sensor ultrasonik sebagai pendeteksi jarak. Hasil pengujian menunjukkan robot dapat bergerak dan menyiram tanaman dengan baik pada area terbatas [3][4][5][6].

Berdasarkan penelitian tersebut, penelitian ini bertujuan mengembangkan robot penyiram tanaman dengan skala implementasi yang lebih besar dan sistem kendali yang lebih modern. Skala perbandingan mencakup peningkatan ukuran fisik robot, kapasitas tangki air, serta sumber daya dan sistem pengendaliannya. Misalnya, penggunaan roda berdiameter 12 inci, motor penggerak dinamo starter 12–24VDC/5A, tangki air berkapasitas 25 liter, serta rangka dari bahan besi dan triplek untuk menopang beban yang lebih besar [7][3].

Penelitian serupa oleh Abdul dan Irmawati (2019) menunjukkan efektivitas sistem berbasis Arduino ATmega2560 dan sensor ultrasonik dalam mendeteksi objek serta mengendalikan pergerakan robot pemungut sampah secara akurat. Prinsip kerja ini sangat relevan dan dapat diadaptasi dalam sistem navigasi robot penyiram tanaman agar mampu bergerak secara aman dan efisien di area pertanian, sistem penggerak robot lebih besar menggunakan yang tadinya motor dc5VDC menjadi motor 12VDC dengan tegangan yang biasanya 5VDC menjadi 12VDC paralel /10A, sampai dengan sistem pompa yang menggunakan tegangan 3.7VDC menjadi 12VDC [2][8][9].

Dalam penelitian ini, sistem kendali robot akan dikembangkan menggunakan Android sebagai antarmuka pengguna dan embedded system berbasis mikrokontroler Arduino sebagai pengendali utama. Aplikasi Android berfungsi untuk mengirimkan perintah gerak seperti maju, mundur, belok kiri, belok kanan, serta mengaktifkan atau mematikan pompa penyiraman melalui koneksi nirkabel (Bluetooth atau Wi-Fi). Dengan kombinasi sistem kendali Android dan embedded system ini, robot diharapkan mampu bekerja secara fleksibel, mudah dioperasikan, serta mendukung penerapan teknologi otomasi pertanian yang lebih efisien dan terintegrasi [10][11][12].

METODE

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan pendekatan perancangan sistem skala 1 : 30 atau 1cm sama dengan objek 30cm. Metode ini dipilih karena penelitian tidak hanya bertujuan untuk menganalisis konsep, tetapi

juga menghasilkan produk teknologi berupa robot penyiram tanaman otomatis yang dikendalikan melalui aplikasi Android dan *sistem embedded*. Tahapan dalam metode ini meliputi proses identifikasi kebutuhan, perancangan, pembuatan, pengujian, serta evaluasi terhadap kinerja sistem yang dikembangkan [13].

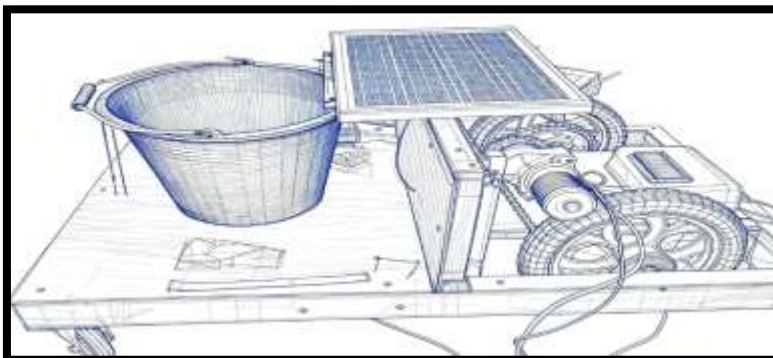
Identifikasi Kebutuhan

Tabel 1. Identifikasi kebutuhan robot penyiram tanaman

No	Nama Komponen / Alat	Spesifikasi Teknis	Tipe / Model
1	Mikrokontroler	Tegangan kerja 5VDC, 14 pin I/O digital, 6 pin analog	Arduino Nano / Uno
2	Modul Bluetooth / Wi-Fi	Tegangan 3.3–5VDC, komunikasi UART	HC-05 (Bluetooth) / ESP8266 (Wi-Fi)
3	Motor Penggerak	Tegangan 12–24VDC, arus 3–5A	Dinamo DC 775
4	Driver Motor	Tegangan input 12–24VDC, arus maksimum 5A	L298N Motor Driver
5	Pompa Air DC	Tegangan 12VDC, debit air ± 3 L/menit	Pompa Mini DC 12V
6	Relay Modul	Kapasitas 1 kanal, input 5VDC, output 220VAC	Relay 5V 1-Channel
7	Sensor Ultrasonik	Jarak deteksi 2 cm – 400 cm, tegangan 5VDC	HC-SR04
8	Baterai / Aki	Tegangan 12–24VDC, kapasitas 5A	Aki Kering 12V/7Ah
9	Panel Surya	Daya 25 Watt, tegangan output 12VDC	Solar Cell 25W Monocrystalline
10	Rangka Robot	Besi hollow 4x4 cm, triplek 12 mm	Custom Fabrication
11	Roda Robot	Diameter 12 inci, bahan karet tebal	Roda Mati 12"
12	Tangki Air	Kapasitas 25 liter, bahan plastik / fiber	Custom

Tabel 1 menjelaskan komponen utama yang digunakan dalam perancangan robot penyiram tanaman berbasis Android dan embedded system. Setiap komponen memiliki spesifikasi, jumlah, serta fungsi kerja yang saling terintegrasi dalam sistem robotik. Komponen tersebut meliputi perangkat mekanik, elektronik, dan sumber daya yang mendukung operasi robot secara otomatis.

Perancangan



Gambar 1. Desain 2D Rancangan Robot Penyiram Tanaman

Gambar 2 menunjukkan rancangan 2D robot penyiram tanaman yang terdiri dari tangki air, panel surya sebagai sumber daya, dan motor penggerak sebagai sistem mobilitas. Desain ini menggambarkan tata letak komponen utama yang terintegrasi pada rangka robot. Struktur dirancang agar efisien dan mudah diimplementasikan pada skala lapangan.

Pengujian

Ketahanan Baterai

$$T_1 = \frac{C_{bat}}{I_{total}} \quad (1)$$

Rumus ini digunakan untuk menghitung berapa lama baterai mampu menyuplai daya terhadap seluruh sistem robot. Keterangan:

C_{bat} = kapasitas baterai (Ah)

I_{total} = Total arus yang dikonsumsi seluruh komponen robot (A)

Lama Pengoperasian Robot (T_2)

$$T_2 = \frac{E_{bat}}{P_{robot}} \quad (2)$$

Rumus ini digunakan untuk mengetahui durasi maksimal robot dapat beroperasi sebelum daya baterai habis :

E_{bat} = Energi total baterai (Wh)

P_{robot} = Daya total yang digunakan robot (W)

Lama Mesin Pompa Beroperasi (T_3)

$$T_3 = \frac{C_{bat}}{I_{pompa}} \quad (3)$$

Rumus ini menunjukkan seberapa lama pompa air dapat bekerja secara terus-menerus dengan sumber daya baterai yang tersedia.

C_{bat} = Kapasitas baterai (ah)

I_{pompa} = arus kerja pompa air (A)

Lama Pengisian Baterai (T_4)

$$T_4 = \frac{C_{bat}}{I_{charger}} \quad (4)$$

Rumus ini digunakan untuk menghitung waktu yang dibutuhkan dalam proses pengisian baterai dari panel surya atau pengisi daya.

C_{bat} = Kapasitas baterai (ah)

$I_{charger}$ = arus keluaran dari panel surya atau charger (A) [14][15].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 2. Desain rancangan robot dengan scala keberhasilan 90%

Gambar 3 menunjukkan desain rancangan robot penyiram tanaman dengan tingkat keberhasilan 90%. Pada desain ini, robot telah dilengkapi dengan panel surya sebagai sumber energi utama, wadah air, motor penggerak roda, dan rangka utama yang kokoh. Seluruh komponen tersusun rapi dan berfungsi dengan baik dalam mendukung sistem penyiraman otomatis.

Robot ini mampu bergerak secara mandiri untuk melakukan proses penyiraman berdasarkan perintah sistem kendali yang terhubung dengan sensor lingkungan. Namun, masih terdapat beberapa bagian yang perlu disempurnakan, seperti pemasangan selang penyiram dan motor pompa air untuk menyalurkan air dari wadah ke area tanaman secara langsung.

Dengan penambahan komponen tersebut, robot diharapkan dapat mencapai tingkat keberhasilan hingga 100%, di mana seluruh sistem penyiraman, pengisian daya, dan pergerakan dapat berjalan otomatis tanpa intervensi manual. Desain ini menjadi tahap penting menuju implementasi robot penyiram tanaman yang efisien dan ramah lingkungan.

Adapun spesifikasi data kapasitas baterai, jenis motor penggerak, jenis pompa air, ditunjukkan pada spesifikasi dibawah :

Kapasitas baterai (C_{bat}) = 10 Ah (12 V battery)

Tegangan baterai (V_{bat}) = 12 V

Motor penggerak: 2 buah, masing-masing arus I_{motor} = 3.0 A

Pompa air: arus I_{pompa} = 2.0 A

Elektronik (Arduino, sensor, dll): I_{elec} = 0.2 A

Panel surya: daya P_{panel} = 25 W

Efisiensi pengisian (η) = 85% = 0,85

Hasil Pengujian dan Perhitungan.

Spesifikasi di atas menjelaskan komponen utama yang digunakan dalam sistem robot penyiram tanaman berbasis Android dan embedded system. Baterai berkapasitas 10 Ah dengan tegangan 12 V berfungsi sebagai sumber daya utama untuk menggerakkan seluruh sistem. Dua motor penggerak dengan arus masing-masing 3,0 A digunakan untuk mobilitas robot, sedangkan pompa air dengan arus 2,0 A berfungsi untuk penyiraman tanaman. Komponen elektronik seperti Arduino dan sensor membutuhkan arus kecil sekitar 0,2 A untuk kendali dan komunikasi sistem. Panel surya berdaya 25 W digunakan sebagai sumber energi alternatif untuk pengisian baterai dengan efisiensi pengisian mencapai 85%, sehingga sistem dapat beroperasi secara berkelanjutan di lapangan tanpa ketergantungan penuh pada sumber listrik eksternal, dan hasil pengujian mendapati bahwa pengujian berat baterai.

Lama Ketahanan Baterai (T_1) Pengujian Beban Baterai dengan Inverter

$$T_1 = C_{bat} / I_{total} = 10 \text{ Ah} / 8,2 \text{ A} = 1,22 \text{ jam} \\ \approx 1 \text{ jam } 13 \text{ menit } 10 \text{ detik}$$

Lama Pengoperasian Robot (T_2)

$$T_2 = E_{bat} / P_{robot} = 120 \text{ Wh} / 98,4 \text{ W} = 1,22 \text{ jam} \\ \approx 1 \text{ jam } 13 \text{ menit } 10 \text{ detik}$$

Lama Mesin Pompa Beroperasi (T_3)

$$T_3 = C_{bat} / I_{pompa} = 10 \text{ Ah} / 2 \text{ A} = 5 \text{ jam}$$

Lama Pengisian Baterai (T_4)

$$T_4 = C_{bat} / I_{charger_eff} = 10 \text{ Ah} / 1,77 \text{ A} = 5,65 \text{ jam} \\ \approx 5 \text{ jam } 38 \text{ menit } 49 \text{ detik}$$

Penelitian ini berhasil merancang dan mengembangkan robot penyiram tanaman skala 1:30 berbasis sistem kendali Android dan embedded system dengan tingkat keberhasilan 90%. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu beroperasi secara efisien dengan ketahanan baterai selama ± 1 jam 13 menit, waktu pengisian sekitar 5 jam 38 menit, serta pompa air dapat berfungsi selama 5 jam penuh. Kombinasi antara kontrol Android, mikrokontroler Arduino, dan panel surya menjadikan robot ini efektif sebagai solusi otomatisasi penyiraman tanaman yang ramah lingkungan dan berpotensi diterapkan pada skala pertanian sesungguhnya.

SIMPULAN

Penelitian ini membuktikan bahwa robot penyiram tanaman skala 1:30 berbasis sistem kendali Android dan embedded system dapat berfungsi dengan baik, dengan tingkat keberhasilan mencapai 90% pada tahap pengujian. Hasil pengujian menunjukkan performa sistem yang efisien, di mana baterai mampu bertahan selama ± 1 jam 13 menit, pompa air bekerja selama 5 jam, dan proses pengisian daya memerlukan waktu sekitar 5 jam 38 menit menggunakan panel surya berdaya 25 W. Integrasi antara kontrol Android, mikrokontroler Arduino, dan sistem tenaga surya menjadikan robot ini sebagai solusi otomatisasi penyiraman tanaman yang hemat energi, mudah dioperasikan, serta berpotensi untuk dikembangkan dalam skala pertanian yang lebih luas.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ananda, R., Amin, M., Afandi, A. M. (2024). *Perancangan Mesin Pemisah Biji Jagung Kering pada Tongkolnya dengan Kecerdasan Buatan (Artificial Intelligence) Berbasis Sistem Tertanam*. Jurnal TEKNISI, 4(1), 1-5.
- [2] Nugroho, B., & Santoso, R. (2020). *Desain Sistem Kendali Robot Otomatis Menggunakan Arduino dan Bluetooth HC-05*. Jurnal Teknologi dan Informasi, 8(2), 45-52.
- [3] Yuliza, N. (2020). *Rancang Bangun Robot Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis Arduino Nano*. Jurnal Inovtek Polbeng, 9(1), 33-38.
- [4] Siregar, D., & Nasution, A. (2021). *Implementasi Sistem Embedded untuk Pengendalian Motor DC Menggunakan L298N*. Jurnal Teknologi Komputer dan Robotika, 3(2), 101-109.
- [5] Abdul, R., & Irmawati, T. (2019). *Robot Pemungut Sampah Otomatis Berbasis Arduino ATmega2560 dan Sensor Ultrasonik*. Jurnal RoboTech, 5(1), 12-19.
- [6] Kadir, A. (2020). *Panduan Praktis Arduino untuk Pemula dan Profesional*. Jakarta: Elex Media Komputindo.
- [7] Ananda, R., Amin, M., Lubis, I. A. (2024). *Analysis of DC Motor Rotation Speed on the Burner Stove Flame Using Oil as Fuel: A Case Study in Tomuanhol Ibung Village*. JURTEKSI, 10(4), 789-794.
- [8] Sutanto, E. (2020). *Aplikasi Android sebagai Antarmuka Kontrol Robot Mobil Otomatis Berbasis Bluetooth*. Jurnal ICT Research, 12(3), 215-222.
- [9] Rahman, F., & Widodo, H. (2022). *Pemanfaatan Panel Surya untuk Sistem Otomasi Pertanian*. Jurnal Energi Terbarukan Indonesia, 4(1), 17-26.
- [10] Prasetyo, A. R. (2021). *Perancangan Aplikasi Android untuk Kendali Robot Menggunakan ESP8266*. Jurnal Sains dan Teknologi Elektro, 9(2), 77-85.
- [11] Ningsih, S., & Mulyana, T. (2023). *Analisis Efisiensi Pengisian Daya pada Sistem Solar Charge Controller (SCC) 12/24V*. Jurnal Energi dan Listrik, 5(2), 88-95.
- [12] Ananda, R., Amin, M., Lubis, I. A., & Afifah, R. (2024). *Analyzing TX and RX Ultrasonic Sensors in the Application of Levitation Technology Using the IC Mini-Victor Driver*. AIP Conference Proceedings, 3024(1): 040018.

- [13] Wahyudi, E. (2020). *Pemrograman Sensor Ultrasonik HC-SR04 untuk Navigasi Robot Otonom*. Jurnal Elektro dan Komputasi, 6(2), 54-62.
- [14] Hariyanto, R., & Surya, P. (2020). *Integrasi Motor Driver L298N dan Sensor Jarak Untuk Robot Beroda*. Jurnal Robotika Indonesia, 7(1), 23-30.
- [15] Setiawan, L. (2021). *Rancang Bangun Sistem Irigasi Otomatis Menggunakan Arduino dan Modul Wi-Fi ESP8266*. Jurnal Teknologi Pertanian Digital, 2(1), 55-63.