

Pot Cerdas Berbasis Decision Tree dengan Dual Mode Interaktif sebagai Media Edukasi Perawatan Tanaman bagi Anak

^{1,1,a,*}Utari Sanaba, ^{2,b}Yunifa Miftachul Arif, ^{1,c}Miladina Rizka Aziza, ^{1,d}Novrindah Alvi Hasanah, ^{1,e}Allin Junikhah, ^{1,f}Maulina Safitri, ^{1,g}Mochamad Shofwan Rizqulloh, ^{1,h}Ardhito Primatama, ^{1,i}Muhammad Hisyam Lulio Erzi

¹ Teknik Elektro, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Malang

² Teknik Informatika, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Malang

^{a,*}utarisanaba@uin-malang.ac.id, ^byunif4@ti.uin-malang.ac.id, ^cmiladinarizka@uin-malang.ac.id, ^dnovrindah@uin-malang.ac.id, ^eallin@uin-malang.ac.id, ^fmaulinasafitri@uin-malang.ac.id, ^gshofwanr@uin-malang.ac.id, ^hardhitop@uin-malang.ac.id, ⁱhisyamlulio@gmail.com

Abstract - Plant care activities can foster children's environmental awareness and responsibility from an early age. However, conventional plant watering is often perceived as monotonous, resulting in limited children's engagement. This study proposes a Decision Tree-based Smart Plant Pot with an Interactive Dual-Mode System as an educational medium for children's plant care. The system employs a Soil Moisture Sensor, DS18B20, and DHT22 to monitor soil moisture, soil temperature, air temperature, and air humidity in real time. Sensor data are processed using the Decision Tree algorithm to classify plant conditions into four outputs: Healthy, Watering, Diffuser, and Watering + Diffuser. The prototype was implemented using an arduino uno microcontroller and recycled materials, including a used water gallon as the plant pot and a recycled plastic container as the electronic enclosure. An Interactive Dual-Mode mechanism is activated only under the Watering + Diffuser condition, allowing children to water the plant manually through a push button before the system automatically activates the water pump and diffuser after a 60-second timeout. Experimental evaluation was conducted using 10 Decision Tree testing scenarios and 5 Dual-Mode testing scenarios. The proposed system achieved a 100% success rate, where all Decision Tree outputs matched the predefined rules and the Dual-Mode mechanism operated correctly in every testing scenario. These results demonstrate that the proposed system effectively integrates intelligent decision-making, adaptive plant care, and interactive learning, making it a promising educational medium for introducing plant care to children.

Keywords — *Decision Tree, Smart Plant Pot, Educational Media, Adaptive Watering, Interactive Dual-Mode System*

Abstrak - Aktivitas perawatan tanaman dapat menumbuhkan kepedulian dan tanggung jawab anak terhadap lingkungan sejak usia dini. Namun, kegiatan penyiraman tanaman secara konvensional sering dianggap monoton sehingga keterlibatan anak dalam merawat tanaman masih terbatas. Penelitian ini mengusulkan pot cerdas berbasis Decision Tree dengan Dual Mode Interaktif sebagai media edukasi perawatan tanaman bagi anak. Sistem menggunakan Soil Moisture Sensor, DS18B20, dan DHT22 untuk memantau kelembapan tanah, suhu tanah, suhu udara, dan kelembapan udara secara *real-time*. Data sensor diproses menggunakan algoritma Decision Tree untuk mengklasifikasikan kondisi tanaman ke dalam empat output, yaitu Healthy, Watering, Diffuser, dan Watering + Diffuser. Prototipe dikembangkan menggunakan mikrokontroler arduino uno dengan memanfaatkan bahan daur ulang, yaitu galon bekas sebagai pot tanaman dan wadah plastik bekas sebagai tempat rangkaian elektronik. Mekanisme Dual Mode Interaktif diaktifkan hanya pada kondisi Watering + Diffuser, yang memberikan kesempatan kepada anak untuk melakukan penyiraman secara manual melalui *push button* sebelum sistem secara otomatis mengaktifkan pompa air dan diffuser setelah waktu tunggu selama 60 detik berakhir. Evaluasi sistem dilakukan melalui 10 skenario pengujian Decision Tree dan 5 skenario pengujian Dual Mode. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem memperoleh tingkat keberhasilan sebesar 100%, di mana seluruh keluaran Decision Tree sesuai dengan aturan yang telah ditetapkan dan mekanisme Dual Mode beroperasi dengan benar pada setiap skenario pengujian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem yang diusulkan mampu mengintegrasikan pengambilan keputusan cerdas, perawatan tanaman yang adaptif, serta pembelajaran interaktif, sehingga berpotensi menjadi media edukasi yang efektif dalam mengenalkan perawatan tanaman kepada anak.

Kata Kunci— *Decision Tree, Pot Cerdas, Media Edukasi, Penyiraman Adaptif, Sistem Dual-Mode Interaktif*

I. PENDAHULUAN

Perawatan tanaman merupakan salah satu aktivitas yang dapat digunakan sebagai media pembelajaran untuk menanamkan kepedulian terhadap lingkungan sejak usia dini. Penelitian menunjukkan bahwa penanaman karakter peduli lingkungan melalui perilaku peduli tanaman perlu diberikan kepada anak sejak dini, dimana kegiatan ini dapat menstimulasi anak untuk lebih aktif, kreatif, serta peka terhadap lingkungan [1]. Melalui kegiatan menyiram dan merawat tanaman, anak-anak dapat belajar mengenai kebutuhan dasar tanaman, tanggung jawab, serta pentingnya menjaga kelestarian lingkungan. Kegiatan bercocok tanam terbukti dapat melatih rasa tanggung jawab anak untuk merawat tanaman dan menumbuhkan kepedulian terhadap lingkungan [2]. Aktivitas penghijauan juga membantu siswa menjadi lebih bertanggung jawab dalam memelihara dan merawat tanaman melalui kegiatan penyiraman yang dilakukan sesuai jadwal [3]. Aktivitas pembuatan media tanam juga dapat menumbuhkan karakter peduli lingkungan dan tanggung jawab terhadap pengelolaan lingkungan pada anak [4].

Namun, dalam praktiknya aktivitas tersebut sering kali kurang menarik sehingga keterlibatan anak dalam merawat tanaman masih relatif rendah. Penelitian menunjukkan adanya permasalahan rendahnya edukasi lingkungan yang aplikatif serta kurangnya keterampilan bercocok tanam pada anak-anak [4]. Selain itu, penyiraman yang tidak dilakukan secara tepat waktu dapat menyebabkan tanaman mengalami kekurangan air yang berdampak pada penurunan kualitas pertumbuhan. Studi menunjukkan bahwa manusia sering lalai dalam melakukan penyiraman air, dimana kebutuhan air bagi tanaman merupakan hal yang penting agar tanaman dapat tumbuh dengan subur [5]. Pengenalan teknologi pertanian kepada anak-anak dapat menjadi solusi untuk memberikan wawasan dan pengetahuan yang bersifat interaktif dalam perawatan tanaman [6].

Seiring berkembangnya teknologi sistem tertanam (*embedded system*), berbagai penelitian telah mengembangkan pot cerdas (*smart plant pot*) dengan memanfaatkan sensor untuk memantau kondisi tanaman dan mengendalikan penyiraman secara otomatis. Penelitian menunjukkan bahwa *prototype* penyiram tanaman berbasis *internet of things* dapat mempermudah dan menghemat waktu dalam proses perawatan tanaman [7]. Umumnya, sistem tersebut menggunakan sensor kelembapan tanah sebagai dasar pengambilan keputusan dalam mengaktifkan pompa air, dimana *Smart Garden* menggunakan sensor soil moisture untuk mengukur kelembapan/kadar air dalam tanah dan mengaktifkan sistem penyiraman [8].

Beberapa penelitian juga menambahkan parameter suhu dan kelembapan lingkungan untuk meningkatkan efektivitas pengendalian kondisi tanaman. Sistem *smart garden* menggunakan sensor soil moisture sebagai pendeteksi kelembapan tanah dan DHT11 sebagai sensor suhu dan kelembapan udara untuk meningkatkan kualitas tumbuhan agar dapat tumbuh dengan baik [9]. Namun, sebagian besar penelitian masih berfokus pada fungsi otomatisasi sehingga interaksi pengguna dalam proses perawatan tanaman menjadi sangat terbatas. Akibatnya, potensi pemanfaatan pot cerdas sebagai media edukasi bagi anak belum banyak dieksplorasi, padahal kegiatan penghijauan dapat meningkatkan kesadaran siswa terhadap lingkungan dan mengajarkan tanggung jawab dalam memelihara tanaman [3].

Selain itu, banyak sistem penyiraman otomatis masih menggunakan logika berbasis *threshold* atau aturan *if-else* sederhana. Penelitian menunjukkan bahwa sistem *smart garden* dapat mencapai keakuratan 90% dalam penyiraman, namun masih menggunakan pendekatan sederhana yang membuat tumbuhan tidak terlalu banyak atau sedikit dalam penyiramannya [9]. Pendekatan tersebut cukup efektif untuk satu parameter, tetapi kurang representatif ketika keputusan harus mempertimbangkan beberapa parameter lingkungan secara bersamaan.

Oleh karena itu, diperlukan metode pengambilan keputusan yang mampu mengintegrasikan berbagai parameter sensor dengan struktur yang sederhana, mudah dipahami, dan sesuai untuk diimplementasikan pada perangkat *embedded*. Salah satu metode yang memenuhi karakteristik tersebut adalah Decision Tree. Algoritma Pohon Keputusan (Decision Tree) dapat mendukung pengambilan keputusan pengelolaan tanaman yang lebih sistematis dengan menggabungkan beberapa parameter lingkungan dalam struktur klasifikasi yang mudah diinterpretasikan. Alih-alih hanya memicu irigasi berdasarkan kelembapan tanah, model ini dapat mengintegrasikan pengukuran seperti kelembapan tanah, suhu, dan kelembapan udara untuk membedakan berbagai kondisi tanaman atau lahan dan menerjemahkan kondisi tersebut menjadi rekomendasi yang dapat ditindaklanjuti. Pendekatan ini diilustrasikan oleh [10], yang mengembangkan sistem penyiraman tanaman berbasis IoT menggunakan pohon keputusan dan pengukuran kelembapan tanah, kelembapan udara, suhu, dan intensitas cahaya secara real-time. Sistem ini

menggunakan input sensor tersebut untuk mengotomatiskan jadwal penyiraman dan merekomendasikan spesies tanaman yang sesuai untuk kondisi lahan tertentu, mencapai akurasi prediksi 89–91% di tiga zona penyiraman.

Karya terkait menunjukkan bagaimana prinsip yang sama dapat diterapkan secara khusus pada pengendalian irigasi. [11] menggabungkan pengukuran kelembapan tanah dengan data suhu dan kelembapan udara dari sensor DHT11 untuk memprediksi kebutuhan penyiraman tanaman secara otomatis. Sistem Pohon Keputusan mereka dilaporkan mencapai akurasi 94% dan mengurangi pemborosan air hingga 30%, menunjukkan bahwa kombinasi variabel lingkungan dapat menghasilkan keputusan irigasi yang lebih tepat sasaran daripada hanya menggunakan satu ambang batas saja. Saucedo- [12] juga menggunakan data kelembapan dan suhu tanah secara real-time, bersama dengan prakiraan cuaca, untuk menentukan apakah irigasi harus diaktifkan. Keunggulan utama Decision Tree terletak pada struktur pohon keputusan yang dapat dengan mudah dikonversi menjadi aturan if-then sederhana, sehingga sangat cocok untuk diimplementasikan pada sistem embedded dengan keterbatasan memori dan daya komputasi [5].

Meskipun penelitian terdahulu telah menunjukkan penerapan *Decision Tree* dalam sistem penyiraman tanaman, penelitian tersebut masih berfokus pada otomatisasi pengambilan keputusan. Pada penelitian [10, 11] memanfaatkan beberapa parameter lingkungan untuk menentukan kebutuhan penyiraman secara otomatis, sedangkan keterlibatan pengguna sebagai bagian dari proses perawatan belum menjadi fokus utama. Berbeda dengan penelitian terdahulu, penelitian ini mengintegrasikan *Decision Tree* dengan Dual Mode Interaktif yang melibatkan anak secara langsung dalam proses perawatan tanaman. Pada kondisi *Watering + Diffuser*, sistem terlebih dahulu memberikan kesempatan kepada pengguna untuk merespons melalui buzzer dan *push button*. Jika tidak terdapat respons selama 60 detik atau *timeout*, sistem secara otomatis mengaktifkan pompa air dan diffuser sebagai mekanisme *fail-safe*. Pendekatan ini menjadi pembeda penelitian karena menggabungkan pengambilan keputusan adaptif, interaksi anak, dan otomatisasi cadangan dalam satu sistem.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini mengusulkan Pot Cerdas Berbasis Decision Tree dengan Dual Mode Interaktif sebagai Media Edukasi Perawatan Tanaman bagi Anak. Sistem menggunakan Soil Moisture Sensor, DS18B20, dan DHT22 untuk memantau kondisi media tanam dan lingkungan sekitar secara real-time. Data sensor kemudian diproses menggunakan algoritma Decision Tree untuk menghasilkan empat keputusan, yaitu Healthy, Watering, Diffuser, dan Watering + Diffuser. Pada kondisi Watering + Diffuser, sistem menerapkan Dual Mode Interaktif, yaitu memberikan kesempatan kepada anak untuk melakukan penyiraman melalui push button setelah menerima notifikasi dari buzzer. Apabila tidak terdapat respons dalam waktu yang telah ditentukan, sistem akan mengaktifkan pompa air dan diffuser secara otomatis untuk menjaga kondisi tanaman tetap optimal.

Penelitian ini memberikan kontribusi berupa integrasi algoritma Decision Tree dengan mekanisme Dual Mode Interaktif pada pot cerdas sebagai media edukasi. Pendekatan yang diusulkan tidak hanya mampu mendukung perawatan tanaman secara adaptif berdasarkan beberapa parameter lingkungan, tetapi juga mendorong keterlibatan anak dalam proses penyiraman sehingga aktivitas merawat tanaman menjadi lebih interaktif dan edukatif.

II. METODE PENELITIAN

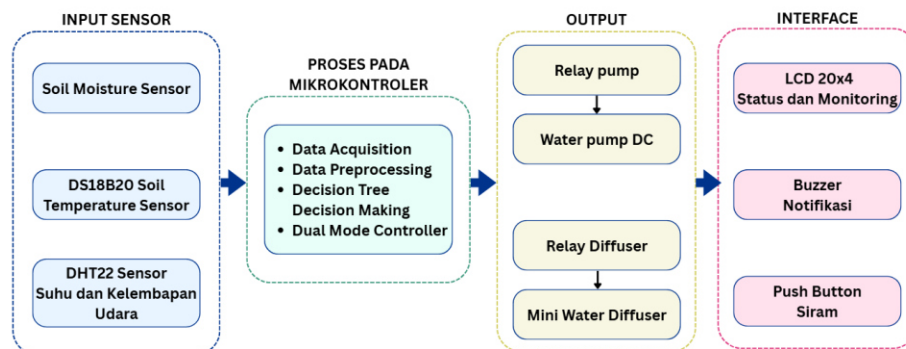
A. Desain Sistem

Sistem yang dikembangkan merupakan sebuah pot cerdas berbasis mikrokontroler yang menerapkan algoritma Decision Tree sebagai metode pengambilan keputusan dalam mengendalikan penyiraman tanaman dan pengaturan iklim mikro di sekitar tanaman. Sistem terdiri atas empat bagian utama, yaitu input sensor, proses pada mikrokontroler, output aktuator, dan antarmuka pengguna, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1.

Pada bagian input, sistem menggunakan tiga jenis sensor, yaitu Soil Moisture Sensor, DS18B20 Soil Temperature Sensor, dan DHT22. Soil Moisture Sensor berfungsi mengukur kadar kelembapan media tanam sebagai parameter utama dalam menentukan kebutuhan penyiraman. Sensor DS18B20 digunakan untuk mengukur suhu tanah yang memengaruhi kondisi akar dan tingkat penguapan air pada media tanam. Sementara itu, sensor DHT22 digunakan untuk mengukur suhu udara dan kelembapan udara di sekitar tanaman sebagai dasar pengambilan keputusan dalam mengendalikan diffuser untuk menjaga kondisi iklim mikro tanaman.

Data dari seluruh sensor kemudian diproses oleh mikrokontroler melalui beberapa tahapan. Tahap pertama adalah *data acquisition*, yaitu proses pembacaan seluruh data sensor secara periodik. Selanjutnya data sensor menjadi

masukannya bagi algoritma Decision Tree yang berfungsi sebagai pengambil keputusan (*decision making*). Algoritma ini menganalisis kombinasi nilai kelembapan tanah, suhu tanah, suhu udara, dan kelembapan udara untuk menentukan kondisi tanaman. Berdasarkan hasil analisis tersebut, Decision Tree menghasilkan keputusan berupa Healthy, Watering, Diffuser, atau Watering + Diffuser.



Gambar 1. Desain Sistem

Keputusan yang dihasilkan kemudian diteruskan ke modul Dual Mode Controller. Pada kondisi Watering, sistem terlebih dahulu memasuki Mode Interaktif, yaitu LCD menampilkan informasi bahwa tanaman memerlukan penyiraman, buzzer memberikan notifikasi kepada pengguna, dan sistem menunggu pengguna menekan tombol penyiraman (*push button*). Apabila tombol ditekan, pompa air akan aktif hingga kelembapan tanah mencapai nilai yang telah ditentukan. Sebaliknya, apabila dalam batas waktu tertentu tidak terdapat respons dari pengguna, sistem secara otomatis beralih ke Mode Otomatis, yaitu pompa air diaktifkan tanpa intervensi pengguna untuk menjaga kondisi tanaman tetap optimal.

Sebagai media interaksi dengan pengguna, sistem dilengkapi dengan LCD 20x4, buzzer, dan push button. LCD digunakan untuk menampilkan nilai hasil pembacaan sensor, status tanaman, serta mode operasi sistem. Buzzer berfungsi sebagai notifikasi ketika tanaman memerlukan penyiraman, sedangkan push button digunakan sebagai media interaksi pengguna pada Mode Interaktif untuk melakukan penyiraman secara manual sebelum sistem berpindah ke Mode Otomatis.

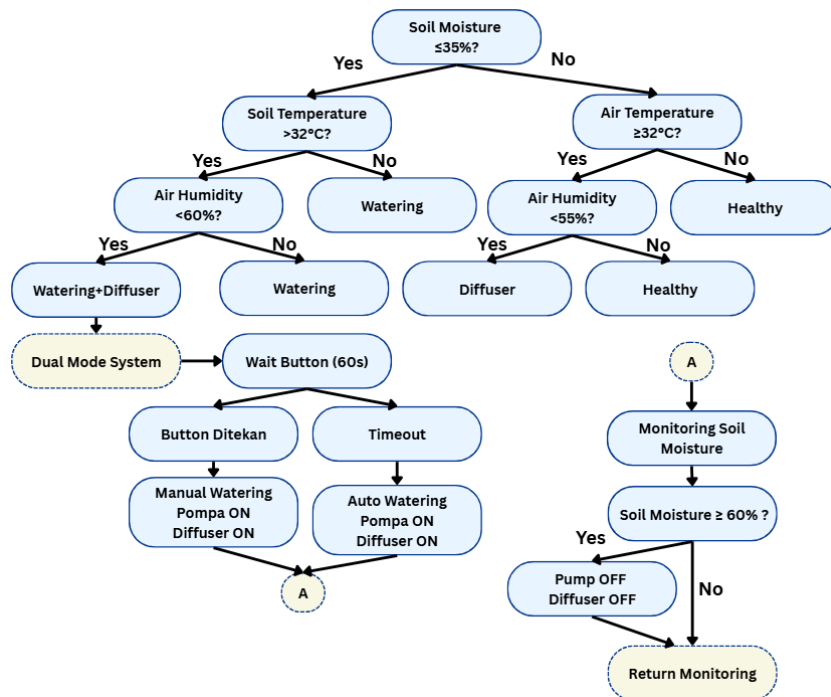
B. Algoritma Decision Tree Pengambil Keputusan

Algoritma Decision Tree digunakan sebagai metode pengambilan keputusan untuk menentukan kondisi tanaman berdasarkan data yang diperoleh dari sensor kelembapan tanah, suhu tanah, suhu udara, dan kelembapan udara. Algoritma ini dipilih karena memiliki struktur keputusan yang sederhana, mudah diimplementasikan pada mikrokontroler, serta mampu menghasilkan keputusan secara cepat berdasarkan aturan (*rule*) yang telah ditentukan. Adapun proses pengambilan keputusan menggunakan Decision Tree ditunjukkan pada Gambar 2.

Proses pengambilan keputusan diawali dengan pemeriksaan nilai kelembapan tanah (*Soil Moisture*) sebagai parameter utama. Apabila nilai kelembapan tanah $\leq 35\%$, sistem mengidentifikasi bahwa media tanam berada dalam kondisi kering sehingga dilakukan pemeriksaan terhadap suhu tanah (*Soil Temperature*). Jika suhu tanah $> 32^{\circ}\text{C}$, sistem selanjutnya mengevaluasi kelembapan udara (*Air Humidity*). Apabila kelembapan udara $< 60\%$, sistem menghasilkan keputusan Watering + Diffuser karena tanaman membutuhkan penyiraman sekaligus peningkatan kelembapan udara di sekitarnya. Sebaliknya, apabila kelembapan udara $\geq 60\%$, sistem hanya menghasilkan keputusan Watering karena kondisi udara masih tergolong cukup lembap.

Apabila kelembapan tanah $\leq 35\%$ namun suhu tanah $\leq 32^{\circ}\text{C}$, sistem langsung menghasilkan keputusan Watering karena media tanam hanya memerlukan penyiraman tanpa bantuan diffuser. Sebaliknya, apabila nilai kelembapan tanah $> 35\%$, sistem melakukan evaluasi terhadap suhu udara (*Air Temperature*). Jika suhu udara $\geq 32^{\circ}\text{C}$, sistem akan memeriksa kelembapan udara. Apabila kelembapan udara $< 55\%$, sistem menghasilkan keputusan Diffuser untuk meningkatkan kelembapan udara di sekitar tanaman. Namun, jika kelembapan udara $\geq 55\%$, sistem

mengklasifikasikan kondisi tanaman sebagai Healthy. Selain itu, apabila suhu udara $<32^{\circ}\text{C}$, sistem juga menghasilkan keputusan Healthy karena kondisi media tanam dan lingkungan masih berada dalam batas normal.



Gambar 2. Algoritma *Decision Tree* Pengambil Keputusan pada Sistem

Pada penelitian ini, Dual Mode System hanya diaktifkan ketika *Decision Tree* menghasilkan keputusan Watering + Diffuser, yang menunjukkan bahwa tanaman berada pada kondisi yang memerlukan perhatian lebih. Sistem terlebih dahulu memasuki Mode Interaktif dengan menampilkan notifikasi pada LCD dan mengaktifkan buzzer sebagai pemberitahuan kepada pengguna. Selanjutnya sistem menunggu respons pengguna selama 60 detik melalui push button. Jika tombol ditekan, sistem menjalankan Manual Watering dengan mengaktifkan pompa air dan diffuser. Sebaliknya, apabila hingga batas waktu yang ditentukan tidak terdapat respons dari pengguna (*timeout*), sistem secara otomatis menjalankan Auto Watering dengan mengaktifkan pompa air dan diffuser hingga kelembapan tanah kembali mencapai kondisi yang diinginkan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Implementasi Sistem Pot Cerdas

Pada tahap implementasi, sistem pot cerdas direalisasikan menggunakan mikrokontroler arduino uno yang terhubung dengan tiga jenis sensor, yaitu Soil Moisture Sensor sebagai pengukur kelembapan tanah, DS18B20 sebagai pengukur suhu tanah, serta DHT22 sebagai pengukur suhu dan kelembapan udara di sekitar tanaman. Selain itu, sistem juga dilengkapi dengan pompa air DC, mini water diffuser, LCD 20x4, buzzer, dan push button sebagai media interaksi pengguna.

Berbeda dengan pot tanaman konvensional, prototipe yang dikembangkan pada penelitian ini mengusung konsep edukatif dan ramah lingkungan dengan memanfaatkan galon plastik bekas sebagai media utama pot tanaman seperti pada Gambar 3. Pemanfaatan bahan bekas tersebut bertujuan untuk mengurangi limbah plastik sekaligus memberikan contoh kepada anak-anak mengenai pentingnya konsep *reuse* dalam menjaga kelestarian lingkungan. Agar lebih menarik sebagai media pembelajaran, bagian luar pot didesain menyerupai karakter jerapah dengan warna yang cerah sehingga mampu meningkatkan ketertarikan anak untuk berinteraksi dan merawat tanaman.

Selain badan pot, wadah untuk menempatkan LCD, mikrokontroler, serta rangkaian elektronik juga dibuat menggunakan wadah plastik bekas yang dimodifikasi sebagai kotak pelindung komponen seperti ditunjukkan pada

Gambar 4. Penggunaan material daur ulang pada beberapa bagian sistem menunjukkan bahwa teknologi sederhana dapat dikembangkan dengan memanfaatkan barang yang sudah tidak terpakai tanpa mengurangi fungsi maupun keandalan sistem.



Gambar 3. Pot Cerdas



Gambar 4. Tampilan LCD dan Penempatan Sensor

Sebagai bagian dari konsep interaktif, selang pompa air ditempatkan di dalam leher jerapah dan diarahkan keluar melalui bagian mulut, sehingga air akan mengalir seolah-olah berasal dari mulut karakter jerapah ketika proses penyiraman berlangsung. Desain ini tidak hanya berfungsi sebagai saluran distribusi air menuju tanaman, tetapi juga memberikan pengalaman visual yang lebih menarik bagi anak-anak. Dengan demikian, proses penyiraman tidak lagi dipandang sebagai aktivitas rutin, melainkan sebagai interaksi yang menyenangkan sehingga diharapkan mampu meningkatkan minat anak dalam mempelajari cara merawat tanaman.

Sensor-sensor yang terpasang bekerja secara real-time untuk memperoleh informasi mengenai kondisi media tanam dan lingkungan sekitar tanaman. Data yang diperoleh dari seluruh sensor selanjutnya diproses menggunakan algoritma Decision Tree untuk menentukan tindakan yang sesuai, yaitu Healthy, Watering, Diffuser, atau Watering + Diffuser. Pada kondisi Watering + Diffuser, sistem mengaktifkan mekanisme Dual Mode, yaitu memberikan kesempatan kepada pengguna untuk melakukan penyiraman secara mandiri melalui *push button* sebelum sistem mengambil alih secara otomatis apabila tidak terdapat respons dalam waktu yang telah ditentukan.

B. Hasil Pengujian Algoritma Decision Tree

Pengujian Decision Tree dilakukan untuk mengetahui kemampuan sistem dalam menentukan tindakan berdasarkan kombinasi parameter sensor. Pengujian menggunakan beberapa variasi kondisi kelembapan tanah, suhu tanah, suhu udara, dan kelembapan udara.

Berdasarkan Tabel 1, algoritma *Decision Tree* mampu menghasilkan keputusan yang sesuai dengan kondisi lingkungan berdasarkan aturan yang telah dirancang. Keputusan Healthy diberikan ketika kelembapan tanah masih berada pada kondisi optimal dan parameter lingkungan tidak menunjukkan kondisi ekstrem. Keputusan Watering dihasilkan saat kelembapan tanah berada di bawah ambang batas, sedangkan keputusan Diffuser diberikan ketika suhu udara tinggi dengan kelembapan udara rendah. Kondisi Watering + Diffuser muncul ketika media tanam berada dalam kondisi kering dan lingkungan sekitar tanaman juga memiliki suhu tinggi serta kelembapan udara rendah sehingga diperlukan penyiraman dan peningkatan kelembapan udara secara bersamaan.

Selain menunjukkan bahwa aturan pada Decision Tree berjalan dengan baik, hasil pengujian juga membuktikan bahwa penggunaan beberapa parameter sensor secara bersamaan mampu menghasilkan keputusan yang lebih adaptif dibandingkan apabila hanya menggunakan satu parameter, seperti kelembapan tanah saja. Sebagai contoh, pada data

pengujian ke-2 dan ke-8, meskipun kelembapan tanah masih berada di atas ambang batas, sistem tetap mengaktifkan Diffuser karena suhu udara tinggi dan kelembapan udara rendah. Sebaliknya, pada data pengujian ke-4, ke-6, dan ke-10, kombinasi antara kelembapan tanah yang rendah, suhu tanah yang tinggi, serta kelembapan udara yang rendah menghasilkan keputusan Watering + Diffuser. Hal ini menunjukkan bahwa algoritma Decision Tree mampu mempertimbangkan hubungan antarparameter lingkungan sehingga keputusan yang dihasilkan menjadi lebih tepat sesuai dengan kondisi aktual tanaman. Dengan demikian, penerapan Decision Tree pada penelitian ini tidak hanya meningkatkan kemampuan sistem dalam melakukan pengambilan keputusan, tetapi juga mendukung efisiensi penggunaan pompa air dan diffuser karena kedua aktuator hanya diaktifkan ketika benar-benar diperlukan.

Tabel 1. Hasil Pengujian Decision Tree

No	Soil Moisture (%)	Soil Temperature (°C)	Air Temperature (°C)	Air Humidity (%)	Output Decision Tree
1	72	28	29	78	Healthy
2	62	29	34	48	Diffuser
3	32	30	30	72	Watering
4	28	34	35	45	Watering+ Diffuser
5	40	31	29	70	Healthy
6	25	33	36	42	Watering+ Diffuser
7	30	31	31	65	Watering
8	60	29	35	50	Diffuser
9	70	28	30	76	Healthy
10	27	33	34	48	Watering+ Diffuser

C. Hasil Pengujian Dual Mode System

Pengujian berikutnya dilakukan untuk mengetahui kinerja Dual Mode System pada kondisi Watering + Diffuser. Pengujian dilakukan dengan dua skenario, yaitu pengguna memberikan respons terhadap notifikasi dan pengguna tidak memberikan respons hingga batas waktu yang ditentukan.

Tabel 2. Pengujian Dual Mode

No	Kondisi Awal (Output Decision Tree)	Buzzer	Push Button	Pompa Air dan Diffuser	Hasil
1	Healthy	OFF	-	OFF	Berhasil
2	Diffuser	OFF	-	OFF	Berhasil
3	Watering	OFF	-	ON	Berhasil
4	Watering + Diffuser	ON	Ditekan	ON	Berhasil
5	Watering + Diffuser	ON	Tidak ditekan	ON	Berhasil
6	Watering + Diffuser	ON	Ditekan	ON	Berhasil
7	Watering + Diffuser	ON	Tidak ditekan	ON	Berhasil

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 2, seluruh skenario pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu menjalankan mekanisme kontrol sesuai dengan keputusan yang dihasilkan oleh algoritma Decision Tree. Pada kondisi Healthy, seluruh aktuator berada dalam keadaan tidak aktif karena kondisi media tanam dan lingkungan masih berada pada rentang normal. Ketika keluaran Decision Tree berupa Diffuser, sistem hanya mengaktifkan diffuser untuk meningkatkan kelembapan udara di sekitar tanaman tanpa mengaktifkan pompa air maupun buzzer.

Pada kondisi Watering, pompa air diaktifkan secara otomatis untuk meningkatkan kelembapan tanah, sedangkan diffuser tetap tidak aktif karena kondisi udara masih berada pada batas yang sesuai. Sementara itu, ketika Decision Tree menghasilkan keluaran Watering + Diffuser, sistem mengaktifkan Mode Interaktif dengan menyalakan buzzer sebagai notifikasi bahwa tanaman memerlukan penyiraman. Pengguna kemudian diberikan kesempatan untuk menekan push button sebagai bentuk interaksi dalam proses perawatan tanaman. Apabila tombol ditekan sebelum waktu tunggu berakhir, pompa air dan diffuser akan diaktifkan secara bersamaan. Sebaliknya, apabila tidak terdapat respons pengguna hingga batas waktu 60 detik, sistem secara otomatis mengaktifkan pompa air dan diffuser untuk memastikan kebutuhan air tanaman tetap terpenuhi.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa mekanisme Dual Mode mampu mengintegrasikan fungsi edukasi dan otomatisasi dalam satu sistem. Pengguna, khususnya anak-anak, diberikan kesempatan untuk berpartisipasi dalam proses penyiraman melalui Mode Interaktif, sedangkan Mode Otomatis berperan sebagai mekanisme cadangan (*fail-safe*) untuk menjaga tanaman tetap memperoleh perawatan meskipun tidak terjadi interaksi dari pengguna. Pendekatan ini menjadikan sistem tidak hanya berfungsi sebagai alat penyiraman otomatis, tetapi juga sebagai media pembelajaran yang mengenalkan pentingnya perawatan tanaman sejak dini.

Meskipun seluruh skenario pengujian menunjukkan tingkat keberhasilan 100%, sistem masih memiliki beberapa keterbatasan. Pembacaan sensor dapat terganggu apabila terkena cipratan air secara langsung atau ditempatkan pada posisi yang kurang tepat. Selain itu, sistem masih menggunakan nilai ambang yang telah ditentukan, sehingga perubahan kondisi lingkungan yang drastis dapat memengaruhi kesesuaian keputusan. Intensitas cahaya juga belum digunakan sebagai parameter masukan. Oleh karena itu, pengembangan selanjutnya dapat menambahkan perlindungan sensor, sensor intensitas cahaya, serta pengujian pada kondisi lingkungan yang lebih beragam.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa pot cerdas berbasis Decision Tree dengan Dual Mode Interaktif berhasil dikembangkan sebagai media edukasi perawatan tanaman bagi anak. Algoritma Decision Tree mampu mengolah data dari sensor kelembapan tanah, suhu tanah, suhu udara, dan kelembapan udara untuk menghasilkan empat keputusan, yaitu Healthy, Watering, Diffuser, dan Watering + Diffuser, sehingga sistem dapat menyesuaikan tindakan berdasarkan kondisi tanaman dan lingkungan secara real-time.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa mekanisme Dual Mode bekerja sesuai dengan rancangan. Pada kondisi Watering + Diffuser, sistem terlebih dahulu mengaktifkan mode interaktif melalui buzzer dan *push button* untuk memberikan kesempatan kepada pengguna melakukan penyiraman secara mandiri. Apabila tidak terdapat respons dalam waktu 60 detik, sistem secara otomatis mengaktifkan pompa air dan diffuser sehingga kebutuhan air tanaman tetap terpenuhi dengan keberhasilan skenario 100%. Mekanisme ini menunjukkan bahwa sistem mampu mengintegrasikan aspek edukasi dan otomatisasi tanpa mengurangi fungsi utama dalam menjaga kondisi tanaman.

Secara keseluruhan, penelitian ini menghasilkan sebuah sistem pot cerdas yang tidak hanya mampu melakukan pengambilan keputusan secara otomatis menggunakan algoritma Decision Tree, tetapi juga meningkatkan interaksi pengguna dalam proses perawatan tanaman melalui konsep Dual Mode Interaktif, sehingga berpotensi menjadi media pembelajaran yang efektif untuk menumbuhkan kepedulian anak terhadap lingkungan dan tanaman.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. N. Farida, M. Munawar, and D. Hariyanti, "Pengenalan Karakter Peduli Tanaman di Masa Belajar dari Rumah," *Wawasan Pendidikan*, vol. 2, no. 1, pp. 81-92, 2022.
- [2] K. Lesmi and T. Nuriah, "Upaya Guru dalam Penanaman Kesadaran Diri Terhadap Lingkungan pada Usia Dini," *JP3M: Jurnal Pendidikan, Pembelajaran dan Pemberdayaan Masyarakat*, vol. 4, no. 2, pp. 456-460, 2022.
- [3] A. Sabardila, A. D. Budiargo, G. Wiratmoko, J. A. Himawan, A. Triutami, A. Intansari, D. Setiyowati, D. H. T. Cahyani, R. Handayani, and S. Suistri, "Pembentukan Karakter Peduli Lingkungan melalui Kegiatan Penghijauan pada Siswa MIM Derasan Sempu, Boyolali," *Buletin KKN Pendidikan*, vol. 1, no. 2, pp. 35-41, 2019.
- [4] M. Munawarah, P. Irwandi, N. Novita, M. Izhar, and S. S. W. L. Tobing, "Pendampingan Pembuatan Media Hidroponik

-
- Sederhana Untuk Menumbuhkan Kesadaran Peduli Lingkungan Pada Anak," *Jurnal Hasil Pengabdian Masyarakat*, vol. 5, no. 1, pp. 520-527, 2026.
- [5] E. D. Ariyani, A. Salam, E. Simarmata, G. A. Pamungkas, and M. H. Affan, "Rancang Bangun dan Pembuatan Alat Penyiraman Tanaman Otomatis untuk Pemberdayaan Petani Sayuran di Desa Cihanjuang, Kabupaten Bandung Barat," *J-Dinamika: :Jurnal Pengabdian Masyarakat*, vol. 6, no. 2, pp. 254-260, 2021.
- [6] S. Awaludin, W. Pratomo, A. Ramadhanty, and Y. Sriwartini, "Pelatihan Pengenalan Tanaman Hidroponik Kepada Anak-Anak Di RPTRA Baung Jakarta Selatan," *Jurnal PkM Pengabdian kepada Masyarakat*, vol. 4, no. 1, pp. 12-18, 2021.
- [7] A. Rahman, "Penyiraman Tanaman Secara Otomatis Menggunakan Propeler berbasis IoT," *ITEJ (Information Technology Engineering Journals)*, vol. 3, no. 2, 2018.
- [8] R. K. Ghito and N. Nurdiana, "Rancang Bangun Smart Garden System Menggunakan Sensor Soil Moisture dan Arduino Berbasis Android (Studi Kasus: di Gerai Bibit Narnea Cikijing)," in *9th Industrial Research Workshop and National Seminar*, 2018.
- [9] K. Affandi, "Rancang Bangun Smart Garden Berbasis Internet Of Thing (IoT) dengan Bot Telegram," in *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi (SENATIK)*, 2019.
- [10] H. P. Pratama, D. I. H. Putri, H. E. Putri, E. N. Irawan, and M. A. Kautsar, "Smart Watering of Ornamental Plants: Exploring The Potential of Decision Trees in Precision Agriculture Based on IoT," *Journal of Mechatronics, Electrical Power, and Vehicular Technology*, vol. 15, no. 1, pp. 82-92, 2024.
- [11] M. I. B. P. Hutomo, M. Y. A. Ghiffari, N. R. Ardhana, R. M. Shakti, R. H. Ma'ali, and S. A. M. Safitri, "Manajemen Irigasi Cerdas: Memanfaatkan Decision Tree untuk Analisis Prediktif dalam Budidaya Tanaman," *Journal of Scientech Research and Development*, vol. 6, no. 2, pp. 1079-1091, 2025.
- [12] A. F. Saucedo-Martínez and J. A. Rodríguez-Contreras, "Development of a smart irrigation system integrating IoT and Tree-Based Machine Learning Techniques," *Journal Computer Technology*, vol. 9, no. 21, pp. 1-5, 2025.