

RANCANG BANGUN ALAT PURWARUPA PENGAMAT TANAMAN AGLAONEMA MENGGUNAKAN ESP BERBASIS *INTERNET OF THING* (IOT)

Ryo Christie Wedatama, Abdi Pandu Kusuma, Yusniarsi Primasari

Program Studi Sistem Komputer S1, Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Islam Balitar Blitar, Jalan Majapahit No.2- 4 Blitar, Indonesia
christieryo@gmail.com

ABSTRAK

Pada era ini dimana teknologi semakin maju, hampir semua kegiatan yang dilakukan tidak terlepas dari pada teknologi, seperti halnya dengan merawat tanaman. Tantangan dalam merawat tanaman dapat menjadi kendala utama, karena perawatan manual yang tidak konsisten akan berdampak buruk pada kondisi tanaman aglaonema. Khususnya terkait intensitas cahaya dan kelembaban tanah bagi pertumbuhan tanaman aglaonema. Pada penelitian ini di rancang alat pengamat tanaman yang dapat membantu pengguna dalam merawat tanaman aglaonema. Alat ini memungkinkan untuk mengamati keadaan pada tanaman yang berupa kelembaban tanah dan intensitas cahaya melalui jarak jauh dengan aplikasi *blynk*. Selain itu, alat ini juga dapat menyirami tanaman secara otomatis berdasarkan kelembaban tanah. Mikrokontroler yang digunakan adalah ESP-32, dimana mikrokontroler ini sudah terintegrasi dengan jaringan internet. Sensor kelembaban tanah yang digunakan adalah sensor *YL-69*, serta untuk mengukur intensitas dari cahaya yang diterima oleh tanaman digunakan sensor cahaya *Light Dependant Resistor* (LDR). Semua sensor ini bekerja sama untuk mendapatkan hasil yang di inginkan. Metode penelitian menggunakan metode pengembangan atau RnD (*Research and Development*). Hasil pembacaan dari sensor tanah akan menjadi tolak ukur apakah pompa air perlu di nyalakan. Pompa akan otomatis mati setelah nilai pada sensor tanah mencapai nilai yang sudah ditentukan. Semua hasil pembacaan dapat dilihat pada layanan aplikasi *blynk* secara langsung.

Kata kunci: *Aglaonema, Blynk, ESP32, Internet Of Thing (IoT), LDR, YL-69*

1. PENDAHULUAN

Tanaman memiliki peran signifikan dalam kehidupan sehari-hari, yang tersebar di berbagai habitat dengan fungsi vital yang sangat penting. Tidak hanya menghasilkan oksigen dan memelihara rantai makanan, tetapi juga mempengaruhi ekosistem dan kesehatan mental manusia. Melalui penyerapan karbon dioksida dan polutan, tanaman juga berkontribusi pada regulasi kualitas udara. Interaksi dengan tanaman hijau telah terbukti memberikan manfaat positif, seperti mengurangi stres dan memperbaiki suasana hati. Tanaman juga menjadi alat alami dalam membersihkan udara dan meningkatkan kualitas udara dalam lingkungan sekitar.

Dalam penelitian ini, Ibu Yuli Pristianingsih bergerak khusus dalam bidang penggiat tanaman hias aglaonema, yang membutuhkan perawatan maksimal. Tantangan dalam merawat tanaman menjadi kendala utama, karena perawatan manual yang tidak konsisten akibat dari keterbatasan waktu. Kurangnya perawatan yang konsisten dapat berdampak buruk pada kondisi tanaman, khususnya terkait intensitas cahaya dan kelembaban tanah yang penting bagi pertumbuhan tanaman aglaonema.

Dalam hal ini, sebuah alat pengamat kondisi tanaman dirancang untuk memantau dan memberikan solusi atas permasalahan di atas. Alat ini memungkinkan pemantauan tanaman yang lebih efektif dari jarak jauh, sehingga memberikan dampak positif bagi penggiat tanaman. Tujuan alat ini adalah melakukan pengawasan terhadap kelembaban media tanam dan intensitas cahaya yang diterima oleh

tanaman. Aplikasi *blynk* memungkinkan pengguna untuk memonitoring intensitas cahaya dan penyiraman tanaman, sehingga perubahan ekstrim pada lingkungan pertumbuhan dapat segera ditangani. Dengan demikian, alat pengamat kondisi tanaman ini memberikan solusi inovatif dalam memonitor dan merawat tanaman hias, mengatasi kendala perawatan manual yang tidak konsisten, dan memastikan kondisi optimal bagi pertumbuhan tanaman aglaonema.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Aglaonema

Tanaman aglaonema memiliki nama ilmiah *Chinese Evergreens*. Tanaman ini termasuk kedalam golongan spesies talas-talasan atau *Araceae*. Secara khusus tanaman ini termasuk kedalam anggota dari *Kingdom Plantae* dan termasuk kedalam *Sub Kingdom Tracheobinta*. Tanaman ini banyak ditemukan di tengah hutan hujan tropis dengan intensitas cahaya rendah. Tanaman aglaonema termasuk kedalam keluarga talas talasan, yang mengakibatkan tanaman ini memiliki akar, daun dan bunga yang khas [1].

Tanaman Aglaonema Anyamanee memiliki daun lonjong menyerupai bentuk hati. Daun dari tanaman ini memiliki corak tertentu dengan warna yang berbeda. Warna corak pada tanaman ini pada umumnya merupakan kombinasi dari tiga warna yaitu merah muda, putih serta hijau. Tanaman ini sering dikenal dengan nama *Aglaonema Tricolor* berdasarkan corak daun yang dimiliki [2].

Tanaman Aglaonema pada umumnya tumbuh pada ketinggian rendah hingga sedang yang berkisar

300 – 500 meter di atas permukaan laut. Untuk menunjang pertumbuhan tanaman memerlukan suhu optimal yang berkisar di antara 24 – 30 derajat Celcius. Pada habitat aslinya tanaman *Aglaonema* tumbuh di hutan hujan tropis. Intensitas cahaya yang di butuhkan oleh tanaman *Aglaonema* pada habitat aslinya berkisar antara 1000 – 2500 fc(*footcandles*).



Gambar 1. Tanaman *Aglaonema*

2.2 Blynk

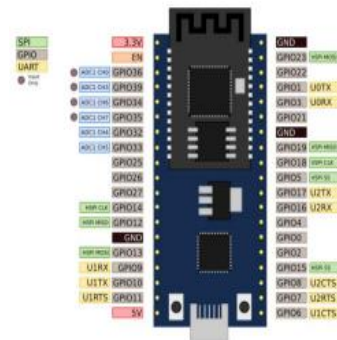
Blynk adalah sebuah layanan aplikasi yang digunakan untuk mengontrol mikrokontroler dari jaringan internet [3]. Selain itu, *blynk* dapat diartikan sebagai *platform* yang mempermudah dalam melakukan antarmuka dari alat kepada pengguna. Aplikasi ini memiliki banyak fitur dalam mempermudah pengembangan aplikasi *Internet of Things (IoT)*. Fitur dalam aplikasi ini seperti alat pengendali perangkat, penampilan data perangkat dan pengiriman notifikasi. Aplikasi *blynk* memiliki 3 komponen utama *Blynk app*, *Blynk server*, dan *Blynk library*. *Blynk app* merupakan aplikasi perangkat lunak pada perangkat mobile. *Blynk app* berfungsi sebagai antarmuka dengan perangkat IoT. *Blynk server* merupakan server yang bertanggung jawab atas semua komunikasi antara perangkat *mobile* dan perangkat IoT. Sedangkan *blynk library* adalah sebuah *library* yang memberi kemampuan *hardware* atau alat yang dibuat untuk dapat berkomunikasi dengan *blynk server* dan memproses semua data dari input output [4].



Gambar 2. Tampilan Aplikasi *Blynk*

2.3 ESP32

ESP32 merupakan perangkat mikrokontroler yang dirancang untuk penggunaan aplikasi berbasis *Internet of Things (IoT)*. Alat ini merupakan solusi berbiaya rendah dan berdaya rendah yang memiliki modul *Wi-Fi* terintegrasi dan kemampuan *Bluetooth* mode ganda. Seri chip ESP32 diproduksi oleh *Espressif Systems*, sebuah perusahaan China yang berspesialisasi dalam solusi *Wi-Fi* dan *Bluetooth* [4]. Chip pada ESP32 sudah terintegrasi dengan inti prosesor, memori *flash*, *SRAM*, dan jaringan antarmuka dimana semuanya dalam satu chip. Integrasi ini menjadikan ESP32 salah satu solusi yang ringkas dan efisien untuk aplikasi berbasis IoT, karena meminimalkan jumlah komponen yang diperlukan dan mengurangi ukuran perangkat secara keseluruhan. ESP32 dirancang untuk aplikasi seluler, elektronik yang dapat dipakai, dan IoT dan sangat dapat dikonfigurasi, memungkinkannya untuk mendukung berbagai persyaratan dan aplikasi



Gambar 3. Pin ESP32

2.4 Internet of Thing (IoT)

Konsep *Internet of Things (IoT)* melibatkan sensor-sensor yang terkoneksi dengan internet dan beroperasi seperti internet, dengan terus membuka koneksi, berbagi data secara terbuka, dan menciptakan peluang untuk aplikasi yang tak terduga. Dengan demikian, komputer dapat memahami lingkungan sekitarnya dan terintegrasi dalam kehidupan manusia [5]. *Internet of Things (IoT)* memungkinkan pengendalian perangkat dari jarak jauh melalui koneksi internet. Hal ini menciptakan peluang untuk menghubungkan dan mengintegrasikan dunia fisik ke dalam sistem komputer yang menggunakan sensor dan internet.

2.5 Sensor Cahaya Light Dependent Resistor (LDR)

Sensor adalah alat yang mampu menangkap fenomena fisika atau kimia kemudian mengubahnya menjadi sinyal elektrik baik arus listrik ataupun tegangan. *Light Dependent Resistor (LDR)*, terdiri dari sebuah cakram semikonduktor yang mempunyai dua buah elektroda pada permukaannya. Resistansi LDR berubah seiring dengan perubahan intensitas cahaya yang mengenainya [6]. Dalam keadaan gelap resistansi LDR sekitar 10 Ω , dan dalam keadaan terang sebesar

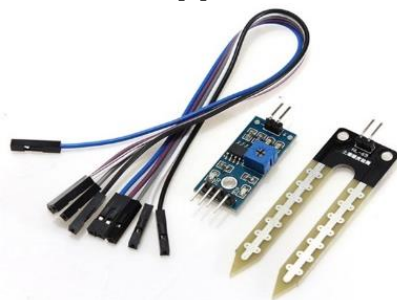
1 k Ω atau kurang. LDR terbuat dari bahan semikonduktor seperti *cadmium sulfide*. Pada saat gelap atau cahaya redup, bahan dari cakram tersebut menghasilkan elektron bebas dengan jumlah yang relatif kecil. Artinya pada saat cahaya redup, LDR menjadi konduktor yang buruk, atau bisa disebut juga LDR memiliki resistansi yang besar pada saat gelap atau cahaya redup.



Gambar 4. Sensor LDR

2.6 Sensor YL-69

Moisture sensor adalah sensor kelembaban yang dapat mendeteksi kelembaban dalam tanah. Sensor ini dapat mengukur tingkat kebasahan tanah. Kegunaannya misalnya untuk memantau media tanah untuk tanaman [7]. Dalam satu set sensor *moisture* tipe YL-69, terdapat sebuah modul yang di dalamnya terdapat IC LM393 yang berfungsi untuk proses pembandingan offset rendah yang lebih rendah dari 5mV, yang sangat stabil dan presisi. Sensitivitas pendeteksian dapat diatur dengan memutar potensiometer yang terpasang di modul pemroses. Untuk pendeteksian secara presisi menggunakan mikrokontroler atau arduino, menggunakan keluaran analog (sambungan dengan pin ADC atau analog *input* pada mikrokontroler) yang akan memberikan nilai kelembaban pada skala 0V (relative terhadap GND) hingga vcc (tegangan catu daya). Modul ini dapat menggunakan catu daya antara 3,3 volt hingga 5 volt sehingga fleksibel untuk digunakan pada berbagai macam mikrokontroler [8].



Gambar 5. YL-69

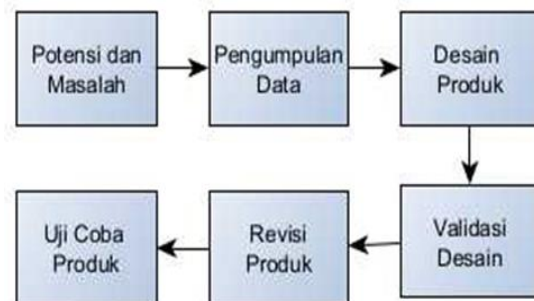
2.7 Software Arduino IDE

Perangkat lunak Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) merupakan perangkat yang digunakan untuk menulis, menguji, dan mengunggah kode ke Arduino. Perangkat lunak ini memiliki *user interface* yang mudah dipahami untuk membuat perintah masukan untuk perangkat keras Arduino dan sejenisnya. Arduino IDE juga dapat digunakan untuk mengontrol berbagai perangkat keras

seperti sensor, *actuator*, dan sebagainya. Arduino IDE pada dasarnya di desain untuk pemula, atau bahkan yang tidak memiliki dasar bahasa pemrograman bisa menggunakan perangkat lunak ini. Arduino IDE menggunakan bahasa pemrograman C++ dan dipermudah dengan adanya *system library*. *Software* arduino IDE terdiri dari 3 (tiga) bagian yaitu *editor* program, *compiler* dan *uploader* [9].

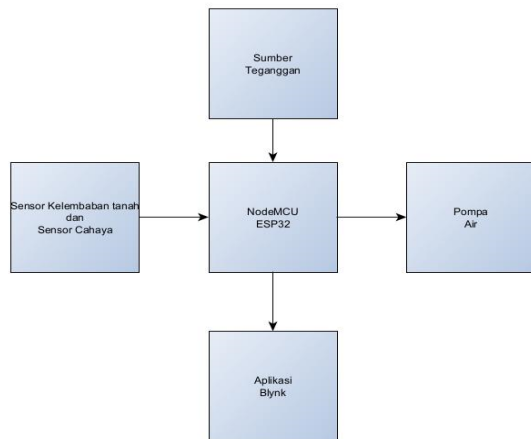
3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan, yang dikenal dengan metode *Research and Development* (R&D). Metode *Research and Development* (R&D) merupakan metode penelitian untuk mendapatkan produk atau pengembangan dari produk yang telah ada serta menguji keefektifan produk tersebut [10]. Pada penelitian ini metode R&D digunakan untuk mendapatkan hasil yang efektif. Berikut tahapan pada penelitian ini.



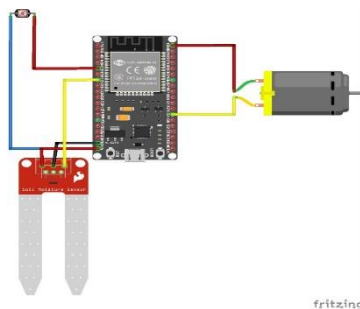
Gambar 6. Tahapan Penelitian

Proses penelitian dilakukan dengan 6 tahap, tahap pertama, dimulai dengan peneliti mencari potensi dan masalah di lapangan. Potensi pada pengembangan alat ini adalah dapat mempermudah pengguna dalam merawat tanaman aglaonema. Permasalahan yang dialami oleh pengguna adalah tidak adanya sistem pengamat tanaman. Tanaman pada tempat penggiat masih dirawat secara manual, seperti menyirami ketika tanah kering serta memindah tanaman ke tempat redup bila tanah kering. Tahap kedua, peneliti melakukan proses pengumpulan data dengan mengumpulkan beberapa informasi melalui observasi, wawancara, dan mencari referensi penelitian terdahulu melalui artikel jurnal. Tahap ketiga, peneliti membuat desain rancangan alat sesuai dengan analisa peneliti yang didapatkan pada hasil pengumpulan data. Tahap keempat, desain rancangan alat akan divalidasi untuk mengetahui apakah produk dapat bekerja dengan baik atau tidak. Jika dari validasi tersebut mendapatkan masukan atau saran, maka pada tahap kelima desain produk akan diperbaiki agar produk dapat bekerja lebih efektif. Tahap keenam adalah uji coba produk, dimana produk akan diuji coba untuk memastikan hasil rancangan produk dapat bekerja dengan baik.



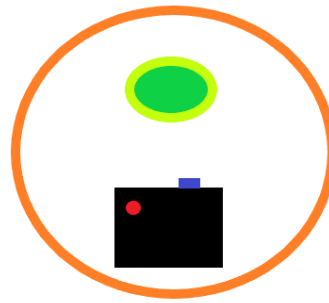
Gambar 7. Blok Diagram Sistem

Pada gambar 7 dapat dijelaskan bahwa sumber tegangan memberikan daya kepada mikrokontroler esp-32. Selanjutnya, sensor cahaya LDR dan sensor tanah yl-69 membaca data dari lingkungan. Hasil pembacaan dari kedua sensor tersebut di kirim ke mikrokontroler esp-32. Kemudian mikrokontroler esp-32 memberikan perintah untuk menyalakan pompa air, jika nilai kelembaban tanah lebih dari 3000. Data dari sensor LDR dan YL-69 dikirim ke aplikasi *blynk*. Aplikasi ini digunakan pengguna untuk memonitoring nilai intensitas cahaya dan kelembaban tanah.



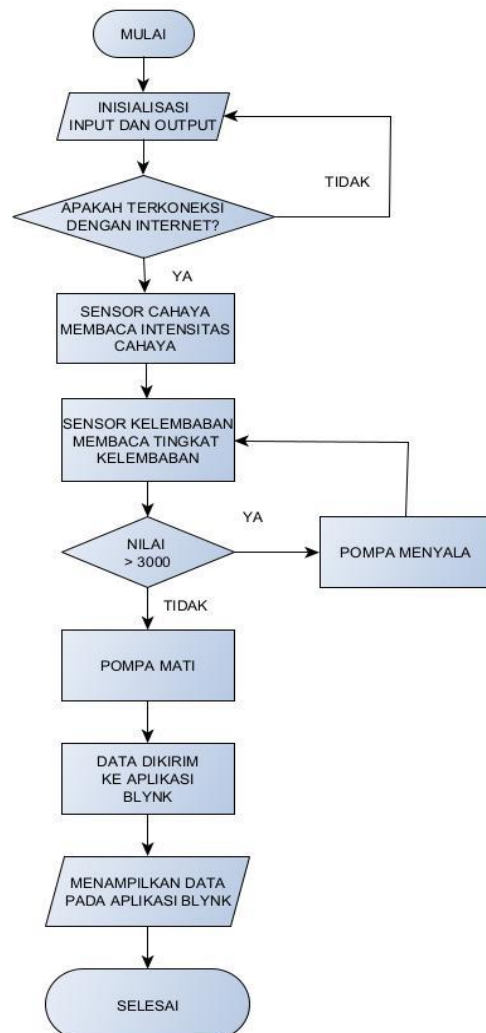
Gambar 8. Rangkaian Sistem

Rangkaian sistem pada Gambar 8 terdiri dari beberapa komponen. Komponen inti pada alat ini adalah mikrokontroler esp-32, sensor kelembaban tanah yl-69, sensor cahaya LDR, dan pompa air. Pin dari sensor dan aktuator berada pada pin 32 dan 34. Penempatan pin ini tidaklah dilakukan dengan cara acak, melainkan bertujuan untuk mempermudah pembacaan dari sensor. Pin pada esp32 yang ber nilai 30 keatas memiliki kemudahan dalam pembacaan sensor atau aktuator analog. Kemudian pin untuk pompa air di tempatkan pada pin 4 yang bertujuan untuk mempermudah penyalan aktuator. Hal ini di sebabkan, karena pada pin 4 digunakan untuk signal digital.



Gambar 9. Desain Alat

Pada gambar 9 di atas, dapat dijelaskan bahwa lingkaran orange menunjukan pot dari tanaman Aglaonema. Pada gambar lingkaran hijau merupakan gambar dari tanaman Aglaonema. Selanjutnya pada gambar kotak hitam merupakan badan dari alat yang menampung berbagai komponen seperti ESP32, pompa air, tabung air, dan baterai.

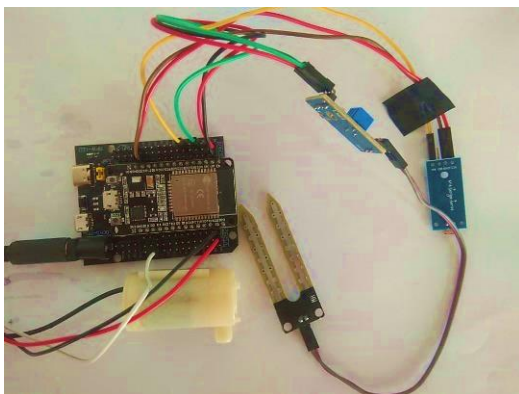


Gambar 10. Flowchart Sistem

Flowchart pada Gambar 10 menggambarkan proses jalannya pada alat pengamat tanaman. Alat ini memulai programnya saat pertama kali dinyalakan. Kemudian inialisasi data dari masukan (*input*) dan keluaran (*output*). Selanjutnya, alat akan memeriksa apakah alat sudah terhubung ke jaringan internet atau belum. Jika sudah, maka sensor cahaya LDR dan sensor YL-69 akan membaca keadaan lingkungan sekitar, jika belum alat akan terus kembali ke langkah sebelumnya sampai koneksi internet tersedia. Sensor cahaya akan mengukur seberapa terang lingkungan. Sensor tanah YL-69 juga akan membaca kelembaban tanah di sekitar. Jika nilai kelembaban yang dibaca oleh sensor tanah YL-69 lebih dari 3000, maka alat akan menghidupkan pompa air untuk menyiram tanaman. Sebaliknya, jika nilai kelembaban kurang dari 3000, pompa air akan dimatikan. Data dari sensor cahaya dan kelembaban tanah dikirimkan ke aplikasi *blynk*, dan dapat dilihat melalui aplikasi tersebut.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil perakitan komponen ini melibatkan beberapa langkah yang penting. Pertama, NodeMCU ESP32 akan dihubungkan dengan sensor yl-69 dan sensor cahaya LDR. Sensor yl-69 untuk mendapatkan informasi tentang nilai kelembaban tanah dan sensor LDR untuk mendapatkan informasi tentang intensitas cahaya lingkungan sekitar. Data ini kemudian akan dikirim ke aplikasi *blynk* melalui koneksi *Wi-Fi*. Selanjutnya, pengguna dapat menggunakan aplikasi *blynk* untuk memonitoring kondisi kelembaban pada media tanam serta tingkat sinar matahari yang diterima oleh tanaman. Dengan adanya alat ini, dapat membantu penggiat tanaman hias aglaonema dalam melakukan perawatan, serta mengurangi resiko penyakit pada tanaman.



Gambar 11. Hasil Perancangan Alat



Gambar 12. Hasil Perancangan Aplikasi *Blynk*

Pada Gambar 12 merupakan hasil perancangan pada aplikasi *blynk*. Halaman ini merupakan halaman *monitoring* yang digunakan oleh pengguna untuk melihat data kelembaban tanah dan intensitas cahaya. Pada halaman ini, terdapat tampilan berupa 2 *gauge* untuk mengukur kelembaban tanah dan intensitas cahaya matahari pada tanaman aglaonema. Halaman ini merupakan komponen penting untuk memungkinkan pengawasan dan pengendalian terhadap kondisi lingkungan sekitar tanaman hias aglaonema. Dari perancangan alat pengamat tanaman aglaonema menggunakan esp berbasis *internet of thing* (IoT), sensor yl-69 berfungsi untuk mengumpulkan data kelembaban tanah pada tanaman, sensor cahaya LDR berfungsi untuk mengumpulkan data intensitas cahaya matahari.

Pengujian perangkat dilakukan guna memverifikasi bahwa perangkat beroperasi sesuai harapan serta mampu menghasilkan output yang diinginkan. Proses pengujian alat dilakukan dengan meletakkan sensor cahaya LDR pada tanaman aglaonema untuk mencari nilai intensitas cahaya, dan sensor yl-69 pada tanah yang ada dalam pot tanaman. Jika kelembaban tanah pada aplikasi *blynk* menunjukkan nilai >3000 maka pompa air akan menyala. Berikut hasil pengujian alat dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Alat

Hari	Waktu	Nilai Intensitas Cahaya	Nilai Kelembaban Tanah	Pomp a air	Aplikasi Blynk
1	08.00	55	2600	OFF	Sesuai
	11.00	150	3600	ON	Sesuai
	15.00	70	3100	ON	Sesuai
2	09.00	60	3040	ON	Sesuai
	12.00	200	3550	ON	Sesuai
	16.00	65	3300	ON	Sesuai
3	07.00	40	2800	OFF	Sesuai
	10.00	110	3050	ON	Sesuai
	13.00	170	3400	ON	Sesuai

Berdasarkan data pada tabel 1, dapat dijelaskan bahwa pengujian alat dilakukan dengan mengamati intensitas cahaya, kelembaban tanah, pengoperasian pompa air, dan aplikasi *blynk*. Pengujian alat dilakukan selama 3 hari dalam 3 waktu, yaitu pukul 08.00, 11.00, dan 15.00. Pada hari pertama, intensitas cahaya lebih tinggi pada pukul 11.00 dan lebih rendah pada pukul 07.00, sementara kelembaban tanah cenderung lebih tinggi pada pukul 11.00 maka pompa air menyala. Pada hari kedua, nilai intensitas cahaya tinggi pada pukul 12.00, dan kelembaban tanah cenderung rendah pada pukul 09.00. pada hari ketiga intensitas cahaya lebih rendah pada pukul 07.00 dengan kelembaban tanah 2800 maka pompa air tidak akan menyala. Beberapa titik waktu, penggunaan pompa air diaktifkan untuk menstabilkan kelembaban pada tanaman.

Dari hasil pengujian tersebut, dapat disimpulkan bahwa perubahan kelembaban tanah dapat mempengaruhi jalannya perangkat *hardware*. Dimana pada kondisi tertentu, seperti kelembaban tanah yang lebih tinggi dari 3000 atau mencapai nilai 3000 pada pukul 11.00, perangkat *hardware* pompa air diaktifkan untuk menjaga kondisi tanah agar tetap stabil.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Alat pengamat tanaman *aglaonema* menggunakan esp berbasis *Internet of Things* (IoT) merupakan alat purwarupa. Alat ini menggunakan mikrokontroler esp32 sebagai komponen pengendali utama dari alat. Sensor YL-69 digunakan untuk mengambil atau membaca data dari lingkungan yang berupa tingkat kelembapan tanah. Selanjutnya terdapat sensor Cahaya *light dependant resistor* yang digunakan untuk mengambil tingkat Cahaya yang di terima dari tanaman. Lalu berdasarkan nilai dari sensor yl-69 pompa air akan menyala secara otomatis apabila nilai dari yl-69 telah mencapai nilai >3000 dan data yang diperoleh akan tampil pada aplikasi *blynk*. Berdasarkan hasil dari pembahasan terdapat beberapa saran yang di harapkan dari peneliti yaitu peningkatan portabilitas alat, peningkatan peran alat dalam memonitoring keadaan tanaman ataupun kemampuan alat dalam beradaptasi dari satu tanaman ke tanaman lain juga meningkatkan antarmuka yang dapat mempermudah pergantian pengaturan tanpa harus melakukan upload ulang pada mikrokontroler.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Khoirudin dan R. V. Yuliantari, "Sistem automasi rumah tanaman aglaonema segala kondisi berbasis arduino uno," *Semin. Nas. Ris. Teknol. Terap.*, vol. 2, 2021.
- [2] M. GH, *Tentang Aglaonema*. 2022. [Daring]. Tersedia pada: [https://books.google.co.id/books?hl=en&lr=&id=NOt4EAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Muliana,+G.H.,+2022.+Tentang+Aglaonema.+CV+Jejak+\(Jejak+Publisher\).&ots=ZtmiPJqKQg&sig=0LZIYBsT8MEgE0UoQA-erNQKzXc&redir_esc=y#v=onepage&q=Muliana%2C+G.H.%2C+2022.+Tentang+Aglaonema.+CV+Jejak+\(Jejak+Publisher\).&f=false](https://books.google.co.id/books?hl=en&lr=&id=NOt4EAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Muliana,+G.H.,+2022.+Tentang+Aglaonema.+CV+Jejak+(Jejak+Publisher).&ots=ZtmiPJqKQg&sig=0LZIYBsT8MEgE0UoQA-erNQKzXc&redir_esc=y#v=onepage&q=Muliana%2C+G.H.%2C+2022.+Tentang+Aglaonema.+CV+Jejak+(Jejak+Publisher).&f=false)
- [3] Prayitno, W.A., Muttaqin, A. and Syauqy, D., 2017. Sistem Monitoring Suhu, Kelembaban, dan Pengendali Penyiraman Tanaman Hidroponik menggunakan Blynk Android. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 1(4), pp.292-297.
- [4] H. Kusumah dan R. A. Pradana, "Penerapan Trainer Interfacing Mikrokontroler Dan Internet of Things Berbasis Esp32 Pada Mata Kuliah Interfacing," *J. CERITA*, vol. 5, no. 2, hal. 120–134, 2019, doi: 10.33050/cerita.v5i2.237.
- [5] A. Wijaya, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Dan Kontroling Greenhouse Untuk Meningkatkan Produktifitas Tanaman Dengan Implementasi," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 2, no. 1, hal. 388–395, 2018, [Daring]. Tersedia pada: <https://ejournal.itn.ac.id/index.php/jati/article/view/1696>
- [6] E. Mufida dkk., "Alat Pengendali Atap Jemuran Otomatis Dengan Sensor Cahaya Dan Sensor Air Berbasis Mikrokontroler ATmega16," *Anal. Kebijakan. Pertan.*, vol. 10, no. 1, hal. 513–518, 2017, doi: 10.24176/simet.v9i1.2077.
- [7] Prayama, D., Yolanda, A. and Pratama, A.W., 2018. Rancang Bangun Alat Pengontrol Penyiram Tanaman Otomatis Menggunakan Sensor Kelembaban Tanah Di Area Pertanian. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, 2(3), pp.807-812.
- [8] G. Mardika dan R. Ardeana Kartadie, "Mengatur Kelembaban Tanah Menggunakan Sensor Kelembaban Tanah YL-69 Berbasis Arduino Pada Media Tanam Pohon Gaharu," *J. Educ. Inf. Commun. Technol.*, vol. 3, no. 2, hal. 130–140, 2019.
- [9] BMKG, "Peraturan Kepala Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika tentang Organisasi dan Tata Kerja Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika," vol. 12, no. 1, hal. 89–98, 2016, [Daring]. Tersedia pada: <https://jurnal.unived.ac.id/index.php/jmi/article/view/276/257>
- [10] sugiyono, *metode penelitian kuantitatif, kualitatif dan r&d*. 2013. [Daring]. Tersedia pada: <https://www.scribd.com/document/391327717/Buku-Metode-Penelitian-Sugiyono#>