

Penyiram Tanaman Hidroponik Otomatis Berbasis IoT Dengan PLC Outseal Dan ESP32

Automatic IoT-Based Hydroponic Plant Watering System with PLC Outseal and ESP32

Nuha Nadhiroh¹, Arum Kusuma Wardhany², Hatib Setiana³, Raihan Renaldy⁴,
Amanda Alifya Putri⁵, Mutiara Dwi Handayani⁶

^{1,2,3}Program Studi Teknik Otomasi Listrik Industri, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta, Jl Prof.
DR G.A Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425, Indonesia
nuha.nadhiroh@elektro.pnj.ac.id

ABSTRAK

Proses penyiraman pada tanaman hidroponik adalah salah satu unsur penting dalam tumbuh kembang tanaman, tanaman membutuhkan air agar tetap terus tumbuh dengan baik. Kurang efisiennya penyiraman tanaman dengan cara manual menjadikan tanaman tidak terawat karena kebutuhan air yang tidak tercukupi ataupun melebihi kecukupan pada tanaman. Untuk menjaga tumbuh kembang pada tanaman dibutuhkan sistem monitoring yang dapat memantau kelembaban tanah untuk memastikan tanaman mendapatkan asupan air yang cukup. Beberapa komponen yang digunakan diantaranya adalah sensor kelembaban tanah, sensor level air pada tangki, motor pompa dan *valve*. Penelitian ini menggunakan metode *experimental* yang kemudian divalidasi dengan implementasi langsung pada kebun hidroponik. Penerapan sistem kontrol penyiram tanaman hidroponik otomatis dengan PLC Outseal digunakan untuk mengatur kontrol pompa penyiraman dan pompa sumur berdasarkan pembacaan sensor yang akan mengoptimalkan penyiraman sesuai dengan kebutuhan tanaman dan dapat termonitoring dari jarak jauh dengan melihat hasil pembacaan sensor melalui aplikasi Blynk pada *smartphone*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem dapat bekerja sesuai deskripsi apabila kelembaban dibawah 3300 maka pompa penyiraman akan mati, dan apabila kelembaban diatas 3300 maka pompa akan hidup, waktu kecepatan penerimaan data pada Blynk selisihnya sekitar 1 detik.

Kata Kunci: penyiraman otomatis, mikrokontroler, Outseal

ABSTRACT

The watering process in hydroponic plants is a crucial element in their growth and development. Plants require water to thrive, and inefficient manual watering can lead to neglect, either by providing insufficient or excessive water. To ensure adequate water intake for plants, a monitoring system is needed to track soil moisture levels. Components used in this study include soil moisture sensors, water level sensors in the tank, pump motors, and valves. This research employs an experimental method, validated through direct implementation in a hydroponic garden. The application of an automatic hydroponic plant watering control system with Outseal PLC is used to regulate the irrigation pump and well pump based on sensor readings. This optimizes watering according to the plant's needs and allows remote monitoring of sensor readings through the Blynk application on a smartphone. The research findings indicate that the system operates as described: when the humidity is below 3300, the irrigation pump turns off, and when it is above 3300, the pump turns on. The data reception speed on Blynk has a difference of about 1 second.

Keywords: automatic watering, microcontroller, outseal

1. PENDAHULUAN

Hidroponik merupakan metode bercocok tanam atau budidaya tanaman tanpa menggunakan tanah, melainkan menggunakan air bernutrisi atau menggunakan media tanam seperti arang sekam [1]. Kelebihan sistem hidroponik adalah penggunaan lahan, pupuk dan air lebih efisien, kualitas produksi lebih tinggi dan bersih, serta pengendalian hama dan penyakit lebih mudah [2].

Pembangunan pertanian di Indonesia tidak saja dituntut untuk menghasilkan produk-produk pertanian yang berdaya saing tinggi namun juga mampu mengembangkan pertumbuhan daerah serta pemberdayaan masyarakat. Ciri utama pertanian modern adalah produktivitas, efisiensi, mutu dan kontinuitas pasokan yang terus menerus harus selalu meningkat dan terpelihara [3].

Penyebab kurangnya produktivitas pertanian di Indonesia adalah mayoritas petani di Indonesia masih menggantungkan pada perubahan iklim dalam pengolahan lahan pertanian [4]. Pemilik tanaman atau petani biasanya melakukan penyiraman secara manual dengan memberikan air sesuai jadwal. Cara ini kurang efektif, karena membutuhkan banyak waktu dan tenaga. Pemilik juga tidak bisa meninggalkan tanaman dalam kurun waktu yang lama, karena tanaman dapat kekurangan air dan menyebabkan kematian [5] [6].

Penggunaan *drip irrigation* menjadi salah satu solusi untuk mengoptimalkan penyiraman pada media tanam, dikarenakan *drip irrigation* merupakan teknik pemberian air secara langsung pada tanaman, baik pada zona perakaran dan permukaan tanah melalui tetesan perlahan dan kontinu [7].

Pada sistem penyiraman yang handal diperlukan sistem otomasi yang dapat mengontrol pengoperasian pompa air untuk penyiraman. Proses menghidupkan dan mematikan sebuah peralatan tersebut dibutuhkan sebuah *controller* yang mampu bekerja dengan baik yaitu outseal PLC. Outseal PLC merupakan *controller* yang dapat digunakan dalam proses komunikasi ke android menggunakan Modbus [8]. Protokol Modbus ini digunakan untuk komunikasi jarak jauh. Agar dapat digunakan pada jarak hingga lebih dari 1 km, maka modul yang dibuat pada penelitian ini menggunakan RS485 sebagai serial komunikasi [9]. Selain komunikasi sistem monitoring juga diperlukan untuk memantau keadaan media tanam. sistem monitoring dan pengendali penyiraman tanaman hidroponik menggunakan Blynk. Sebuah sistem bertugas untuk monitoring informasi mengenai perangkat sensor yang terhubung ke aplikasi [10].

Teknologi kecerdasan buatan berbasis Internet of Things (IoT) dapat digunakan pada sektor pertanian. Teknologi Internet of Things adalah teknologi yang memanfaatkan koneksi internet sebagai sumber utama untuk menghubungkan berbagai peralatan yang dapat terhubung secara otomatis [11]. Sedangkan menurut Efendi, teknologi Internet of Things dapat memudahkan pengguna untuk menghubungkan mesin dan benda apapun apabila menggunakan teknologi Internet of Things sehingga tidak memerlukan campur tangan manusia untuk proses interaksi antar benda [12].

IoT dapat memberikan manfaat dan keuntungan pada sektor pertanian dalam melakukan pengaturan suhu yang baik untuk tanaman yaitu dengan melakukan sistem monitoring [13]. Penerapan teknologi monitoring pada suhu dan kelembaban yaitu untuk melakukan perawatan dalam bidang perkebunan lebih efisien dan meningkatkan hasil produktivitas dalam proses perawatan [14]. Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dirancang sebuah sistem yang dapat melakukan pengontrolan dan penyiraman tanaman secara otomatis serta dapat di monitoring secara *real time* melalui perangkat *smartphone* [15].

Pada penelitian ini dikembangkan sebuah sistem penyiram tanaman hidroponik dengan media tanam arang sekam. Air yang disiramkan merupakan air bernutrisi yang disimpan pada tandon dan dilengkapi dengan pengaturan level air untuk memastikan tandon tidak dalam kondisi kosong dan dapat mengisi otomatis. Selain itu, sistem penyiraman akan menyala otomatis ketika sensor kelembaban mendeteksi rendahnya kelembaban pada media tanam.

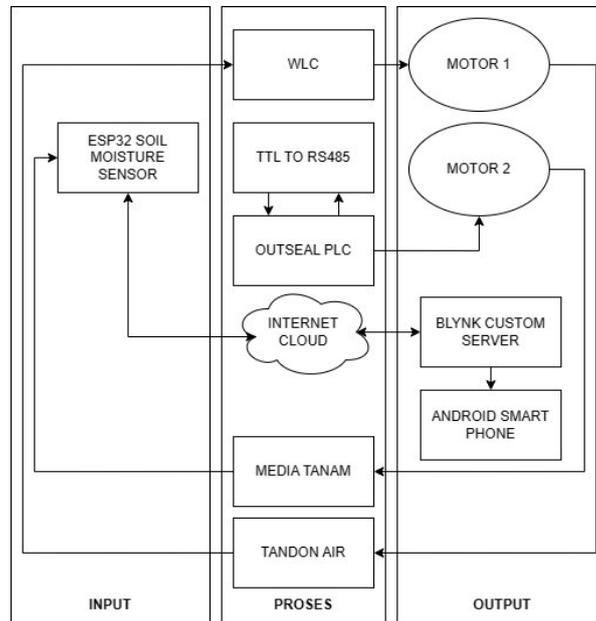
2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang diterapkan adalah rancang bangun sistem otomasi dan monitoring IoT, tahapan penelitian meliputi: Perancangan panel otomasi penyiram tanaman yang terdiri dari spesifikasi komponen, tata letak komponen, instalasi pipa dan diagram pengawatan; penentuan spesifikasi motor pompa penyiraman dan tandon air; pembuatan program Outseal PLC; pembuatan program ESP32 *soil moisture* sensor; pemasangan komponen dan pengkabelan pada panel otomasi; komunikasi sensor dengan Outseal PLC, *running* Program; Pengujian Sistem

2.1 Deskripsi Alat

Sistem penyiraman otomatis bekerja dengan acuan hasil data pembacaan sensor kelembaban tanah pada ESP32. Data yang terbaca akan dikirimkan melalui protokol komunikasi Modbus RTU dari ESP32 ke Outseal PLC dengan menggunakan modul TTL to RS485. Setelah data terkirim outseal akan mengolah data untuk menggerakkan motor 2 yang akan mengalirkan air ke tanaman.

Sistem ini juga dapat melakukan pengisian tandon air otomatis dengan menggunakan *water level control* (WLC). Pengisian tandon air otomatis beroperasi berdasarkan dari level air pada tandon yang menyentuh elektroda lilin didalam tandon air. Blok diagram sistem penyiraman otomatis terlihat pada Gambar 1.



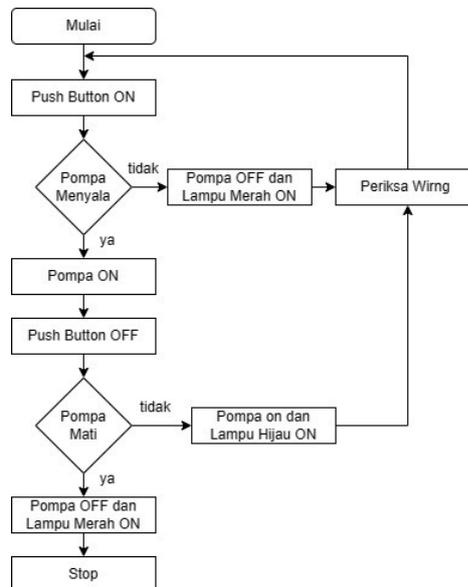
Gambar 1 Diagram Blok

2.2 Cara Kerja

Terdapat 2 cara kerja pada panel otomasi yaitu manual dan otomatis dengan deskripsi kerja sebagai berikut:

1) Mode Manual

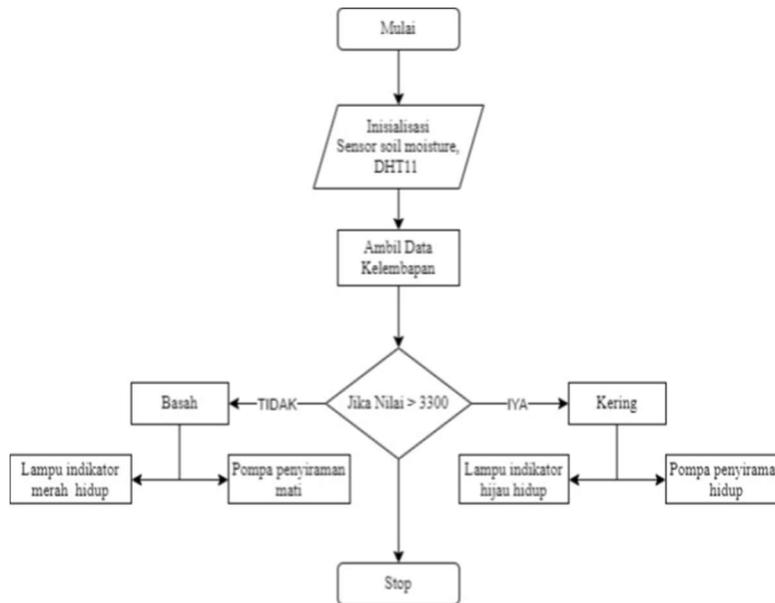
Mode ini dioperasikan dengan cara menekan *push button* yang berada pada pintu panel, setiap motor memiliki dua *push button* ON dan OFF untuk mengoperasikan dan pemberhentian pengoperasian pada motor (Gambar 2).



Gambar 2 Flow Chart Manual

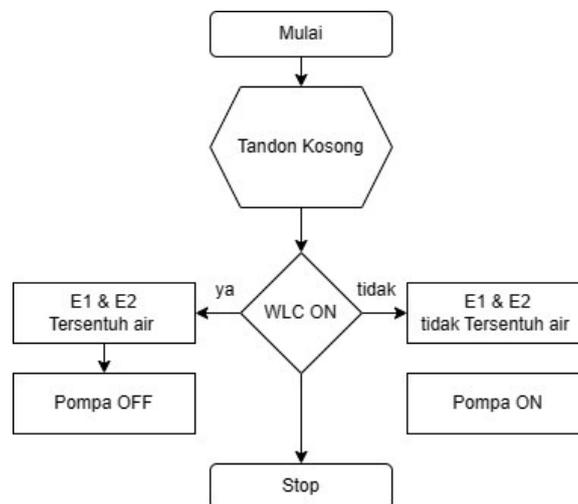
2) **Mode Otomatis**

Mode ini dibuat untuk sistem kerja yang akan beroperasi sesuai dengan pembacaan sensor yaitu kelembaban tanah untuk mengoperasikan motor penyiraman dan elektroda untuk mengoperasikan motor sumur (Gambar 3).



Gambar 3 Flow Chart Penyiraman Otomatis

Motor pompa penyiraman bekerja bersamaan dengan lampu indikator hijau, jika nilai pembacaan sensor *soil moisture* lebih dari 3300 yang berarti kering. Bila kondisi kelembaban tanah kurang dari 3300 basah maka pompa akan mati bersamaan dengan lampu indikator merah hidup. Nilai 3300 adalah hasil pembacaan sensor yang telah di konfigurasi menjadi batas untuk penggerak motor pompa penyiraman.



Gambar 4 Flow Chart WLC

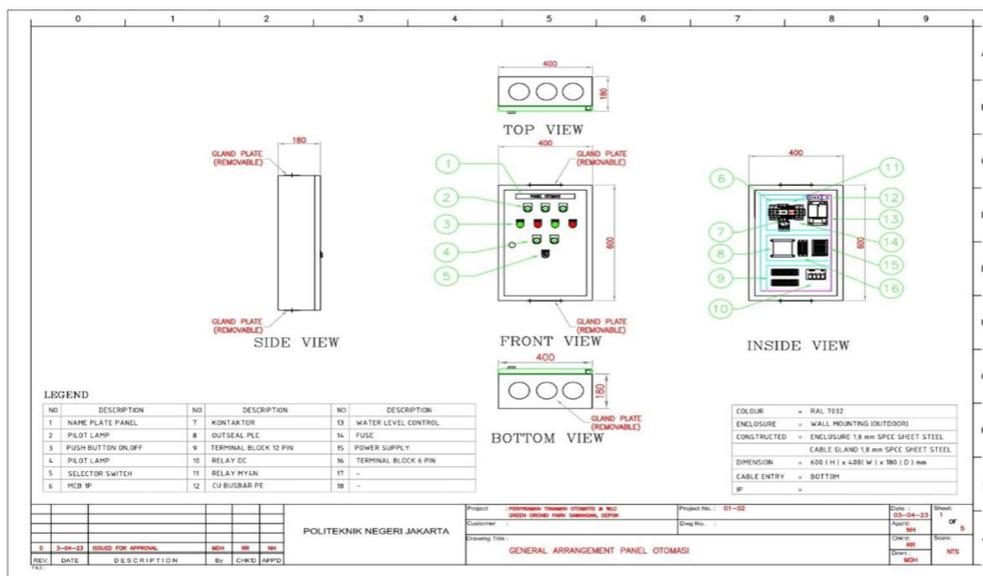
Saat kondisi Tandon kosong (Gambar 4) jika WLC ON maka E2 dan E1 tersentuh air dan motor pompa sumur akan OFF, jika WLC tidak ON maka E2 dan E1 tidak tersentuh air dan motor pompa penyiraman akan ON. E2 dan E1 adalah elektroda penentu batas bawah dan atas untuk pengisian tandon air secara otomatis.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

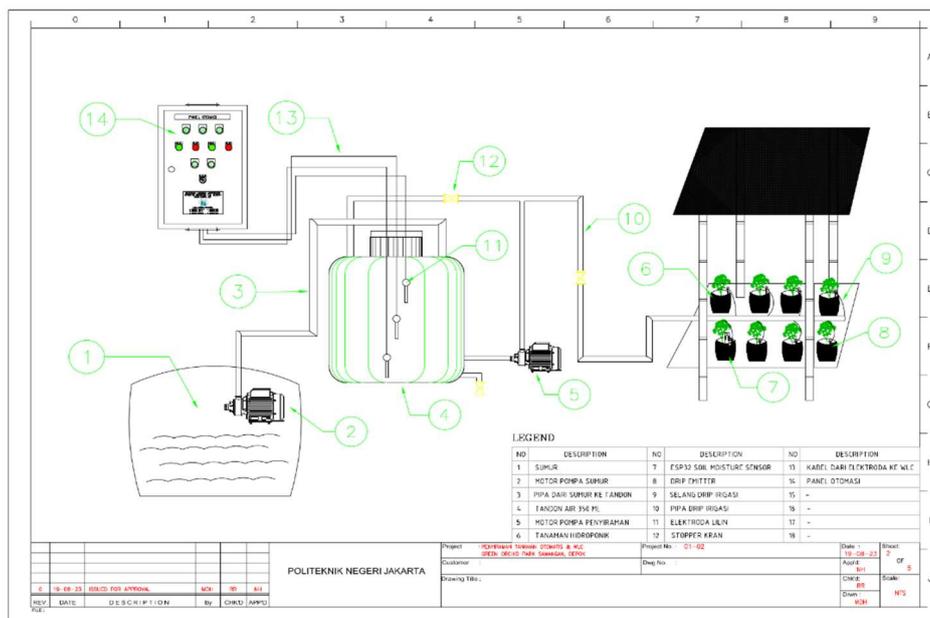
3.1 Realisasi Alat

Panel otomasi ini merupakan alat yang dapat mengoperasikan beban dengan dua cara pengoperasian dan dapat di monitoring menggunakan *smartphone* dengan menampilkan hasil baca sensor kelembaban tanah, suhu, dan kelembaban udara melalui aplikasi Blynk. Pada perancangan desain panel, panel listrik yang digunakan menggunakan bahan plat steel yang memiliki ketebalan 1,2 mm dan ukuran box panel memiliki lebar 40, panjang 60 cm, dan kedalaman 18 cm. Pada Gambar 5 adalah *layout* panel penyiraman otomatis.

Box panel ini memiliki kedalaman 18 cm, kedalaman tersebut cukup baik untuk jarak antara pemasangan komponen – komponen pada *base plate* dengan komponen yang terpasang pada pintu panel untuk tidak saling bersentuhan antar komponen pada saat pintu panel ditutup. *Base plate* pada box panel 40 x 60 cm memiliki ukuran lebar 30 cm dan panjang 50 cm. Pada ukuran tersebut sangat cukup baik untuk posisi komponen-komponen yang akan digunakan karena masih banyaknya cukup ruang yang tersisa.



Gambar 5 Layout Panel Otomasi

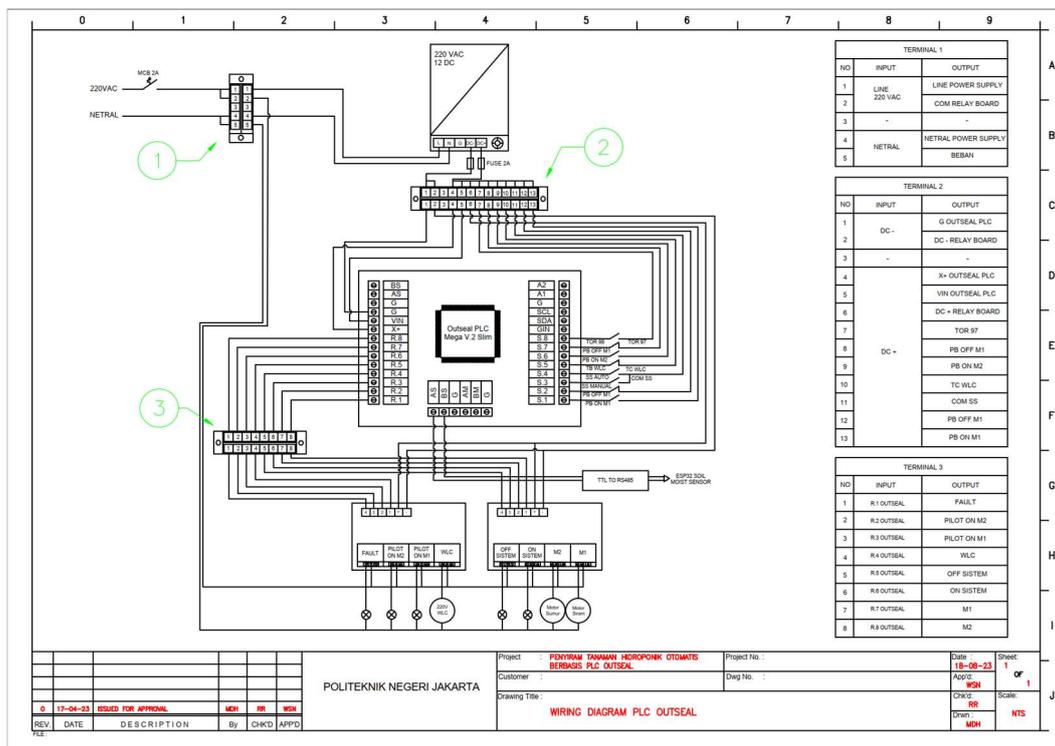


Gambar 6 Layout Instalasi Pipa

Terdapat lima *output* pada panel yaitu pompa sumur, pompa penyiraman, elektroda satu, elektroda dua dan elektroda tiga. Semua pengaturan pengoperasian berada pada panel otomasi secara manual dan otomatis. Pada tandon air memiliki dua level yang sudah terpasang di dalam nya dan satu elektroda pembanding. *Output* dari motor penyiraman dibuat bercabang untuk mengurangi tekanan berlebih dan pengadukan nutrisi pada tandon air.

Kerangka tanaman dibuat menggunakan baja ringan dan tanaman di tanam menggunakan polybag satu per satu. Ukuran pipa yang digunakan dari ouput motor sumur menggunakan pipa ½ inch dan dikecilkan menjadi ¾ inch menggunakan reducer pipa yang akan menuju ke tandon air. Tandon air berkapasitas 350 liter menggunakan pipa output pada tandon sebesar ½ Inch menuju ke pompa penyiraman.

Adapun komponen pendukung dalam instalasi pipa menggunakan elbow dengan ukuran ½ inch dan ¾ inch, pipa T untuk menyambungkan tiga cabang pipa dengan ukuran ½ inch dan stop keran manual yang terpasang untuk mengatur tekanan air yang menuju ke tanaman dengan mengalirkannya kembali ke dalam tandon air. Seluruh kabel output menuju beban terisolasi dengan pipa ukuran ¾ inch yang dirancang langsung menuju ke beban.



Gambar 7 Wiring Diagram Sistem Otomasi

Seluruh sistem kontrol pada panel otomasi menggunakan tegangan DC dengan mengubah tegangan 220VAC menjadi 12 VDC komponen *input* terdapat di kontak (S) pada Outseal PLC dan Komponen *output* terdapat di kontak (R) pada outseal PLC. *Output* pada outseal akan diubah Kembali menjadi 220VAC yang akan terhubung ke masing-masing beban melalui *relay board*

3.1.1 Pengujian Deskripsi Kerja

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui bahwa alat penyiraman otomatis dapat bekerja sesuai dengan cara kerja pengoperasian alat dengan mode manual dan otomatis.

Tabel 1 Data Pengujian Motor Sumur manual

No	PB ON M	PB OFF M	Indikator ON SISTEM	Indikator OFF SISTEM	Indikator ON MOTOR	Kondisi
1	ON		ON	OFF	ON	M1 ON
2		ON	OFF	ON	OFF	M1 OFF

Tabel 2 Data Pengujian Motor Penyiraman Manual

No	PB ON M	PB OFF M	Indikator ON SISTEM	Indikator OFF SISTEM	Indikator ON MOTOR	Kondisi
1	ON		ON	OFF	ON	M2 ON
2		ON	OFF	ON	OFF	M2 OFF

Tabel 3 Data Pengujian Motor Sumur Otomatis

No	E1	E2	Indikator ON SISTEM	Indikator OFF SISTEM	Indikator ON MOTOR	Kondisi
1	ON		ON	OFF	ON	M1 ON
2		ON	OFF	ON	OFF	M1 OFF

Tabel 4 Data Pengujian Motor Penyiraman Otomatis

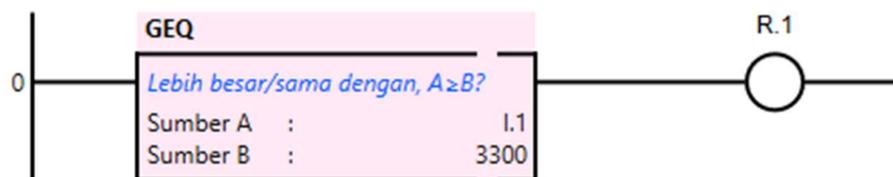
No	≤ 3300	≥ 3300	Indikator ON SISTEM	Indikator OFF SISTEM	Indikator ON MOTOR	Kondisi
1	ON		OFF	ON	OFF	M2 ON
2		ON	ON	OFF	ON	M2 OFF

Dari data yang didapat, sistem sudah bekerja sesuai dengan deskripsi kerja secara auto dan manual dimana sistem auto di kontrol oleh push button dan sistem otomatis di kontrol oleh WLC (*water level control*) dan ESP32 soil moisture sensor. Pada kondisi otomatis kerja motor pompa sumur diatur berdasarkan level elektroda pada tandon penampungan air. E2 dan E1 adalah elektroda 2 dan elektroda 1 yang posisinya sudah diatur sesuai dengan ketinggian tandon, elektroda digunakan untuk menentukan batas atas dan bawah. Pengujian dilakukan dengan kondisi tandon air kosong, jika air menyentuh batas bawah atau E2 maka motor pompa penyiraman akan tetap menyala sampai air menyentuh batas atas atau E1. Jika air sudah menyentuh batas atas atau E1 maka motor pompa penyiraman akan mati secara otomatis bersamaan dengan matinya lampu indikator sistem dan indikator pompa.

Selanjutnya, pada kondisi otomatis Outseal PLC bekerja sesuai dengan pembacaan nilai sensor. Pengujian dilakukan dari kondisi kering yaitu kelembaban di lebih besar atau sama dengan 3300, maka motor penyiraman akan menyala sampai dengan nilai kurang dari atau sama dengan 3300. Nilai 3300 adalah nilai pembacaan sensor yang di program untuk menentukan ON OFF pompa

3.2 Realisasi Sistem

Perancangan sistem menggunakan 2 kontroler utama yaitu ESP32 dan Outseal PLC yang akan di program sesuai dengan kebutuhan panel otomasi dan Monitoring IoT. Master pada komunikasi ini merupakan ESP32 yang akan mengirimkan data pembacaan sensor menuju ke Outseal PLC. Outseal PLC akan mengolah data kelembaban tanah dengan logika *greater than equal* (GEQ) logika ini akan membandingkan nilai pembacaan sensor dengan batas pembanding pada outseal yang akan beroperasi jika nilai kelembaban tanah lebih besar dari nilai yang sudah terprogram pada Outseal PLC.



Gambar 8 Logika Banding GEQ Outseal

1.1 atau integer satu adalah data yang di pulling oleh Outseal PLC sebagai acuan untuk menggerakkan pompa penyiraman. Adapun konfigurasi komunikasi pada ESP32 adalah dengan mengakses tujuan dimana data akan di tampung. Protokol komunikasi yang digunakan pada sistem otomasi adalah Modbus RTU dengan menggunakan

Modul TTL to RS485 yang akan terhubung ke masing masing mikrokontroller. Pin komunikasi dapat terlihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Pin Komunikasi

No	Dari		Ke	
	Komponen	Pin/Terminal	Komponen	Pin/Terminal
1	ESP32 Soil Moist Sensor	GND	Modul TTL to RS485	GND
		RX		RX
		TX		TX
		+5		VCC
2	Outseal PLC	AS	A	
		BS	B	

3.2.1 Pengujian Akurasi Sistem Penyiraman

Sistem kontrol penyiraman akan membaca kelembaban tanah pada media tanam dengan data mentah bernilai 0 – 3600 dan dirubah ke bentuk persen dengan range nilai -100% – 100%.

Tabel 6 Data Pengujian Akurasi Sistem Penyiraman

No.	Kelembaban Awal (%)	Kondisi Tanah	Kondisi Awal Pompa	Kelembaban Akhir (%)	Kondisi Tanah	Kondisi Akhir Pompa	KET
1.	-9	Dry	On	2%	Wet	Off	Sesuai
2.	-8	Dry	On	3%	Wet	Off	Sesuai
3.	-10	Dry	On	3%	Wet	Off	Sesuai
4.	-3	Dry	On	3%	Wet	Off	Sesuai
5.	-4	Dry	On	3%	Wet	Off	Sesuai
6.	-2	Dry	On	2%	Wet	Off	Sesuai
7.	-7	Dry	On	2%	Wet	Off	Sesuai
8.	-5	Dry	On	2%	Wet	Off	Sesuai
9.	-4	Dry	On	2%	Wet	Off	Sesuai
10.	-3	Dry	On	2%	Wet	Off	Sesuai

Berdasarkan program kontrol pada Outseal, bahwa data pengujian ini sudah sesuai dengan yang tertera pada program apabila kelembaban dibawah 3300 maka pompa penyiraman akan mati, dan apabila kelembaban diatas 3300 maka pompa akan hidup.

Pada percobaan dapat diidentifikasi nilai kelembaban awal yang berbeda-beda dikarenakan kondisi media tanam yang berbeda-beda kondisinya, dari percobaan secara terkendali ini didapati bahwa hasil komunikasi antar sensor dan Outseal untuk mengoperasikan pompa penyiraman sudah berhasil dilakukan. Apabila sensor tidak dapat mengirim data ke Outseal maka pompa penyiraman tidak akan bekerja dikarenakan tidak ada perintah untuk menghidupkan pompa penyiraman.

3.2.2 Pengujian Komunikasi Pengiriman Data antara ESP32 dan Blynk

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kecepatan pengiriman data pada ESP32 ke Blynk dengan pembanding serial monitor pada software Arduino IDE yang sudah terprogram dengan pengiriman data setiap interval waktu 5 detik. Pengujian dilakukan dengan membaca nilai sensor pada modul ESP32 soil moisture sensor.

Tabel 7 Data Pengujian Komunikasi Kelembaban Udara

NO	Nilai awal	Nilai akhir	Kecepatan penerimaan data (<i>serial monitor</i>)	Kecepatan penerimaan data (<i>Blynk</i>)
1	65%RH	66%RH	5 detik	5 detik
2	64%RH	63%RH	5 detik	5 detik
3	63%RH	62%RH	5 detik	6 detik

Tabel 8 Data Pengujian Komunikasi Suhu

NO	Nilai awal	Nilai akhir	Kecepatan penerimaan data (<i>serial monitor</i>)	Kecepatan penerimaan data (Blynk)
1	30°C	26°C	5 detik	6 detik
2	25°C	21°C	5 detik	6 detik
3	18°C	16°C	5 detik	6 detik

Tabel 9 Data Pengujian Komunikasi Kelembaban Tanah

NO	Nilai awal	Nilai akhir	Kecepatan penerimaan data (<i>serial monitor</i>)	Kecepatan penerimaan data (Blynk)
1	-10%	2%	5 detik	6 detik
2	8%	13%	5 detik	5 detik
3	18%	23%	5 detik	5 detik

Adanya perbedaan pada nilai waktu kecepatan penerimaan data pada Blynk selisih nya sekitar 1 detik yang di sebabkan oleh koneksi internet yang tidak stabil sedangkan kecepatan penerimaan data pada serial monitor konstan karena menggunakan USB micro dari sensor ke PC/Laptop secara langsung. Koneksi yang tidak stabil bisa dialami oleh mikrokontroler ESP32 atau pun *smartphone* yang digunakan. Perbedaan waktu atau keterlambatan pengiriman data adalah hal yang wajar dalam hal *monitoring* menggunakan internet yang dapat disebabkan oleh cuaca atau kendala sinyal pada *WiFi* yang digunakan ketika sedang *maintenance* atau pun mati listrik yang menyebabkan *WiFi* mati.

4. SIMPULAN

Pembuatan alat ini diawali dengan perancangan panel otomasi dengan menentukan besar ukuran panel, peletakan komponen-komponen dan standar elektrik. Dalam pembuatan layout instalasi pipa disesuaikan dengan keadaan aktual pada lahan asli penggunaan alat dan memperhatikan efisiensi penggunaan bahan. Pengoperasian sistem kontrol penyiram tanaman memiliki 2 mode, manual dan otomatis. Pada kontrol manual menggunakan push button dan pada mode otomatis bekerja sesuai dengan level elektroda di dalam tandon air dan pembacaan sensor soil moisture. Monitoring dilakukan dengan cara memantau nilai pembacaan sensor dari aplikasi Blynk dan menggunakan koneksi internet pada setiap device *smartphone* atau pun mikrokontroler. Sistem yang dikembangkan telah mampu bekerja secara otomatis sesuai dengan input sensor yang terpasang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Suryanto, B. Irawan, and C. Setianingsih, "Pengembangan Sistem Otomatisasi Pengendalian Nutrisi pada Hidroponik Berbasis Android," in *e-Proceeding of Engineering*, 2017.
- [2] B. Harsono, "SISTEM HIDROPONIK BERBASIS INTERNET OF THINGS Hydroponic System Based on Internet Of Things," *Dielektrika*, vol. 7, no. 2, 2020.
- [3] A. Furi, M. Iqbal, and N. S. Salahuddin, "PROTOTIPE SISTEM OTOMATIS BERBASIS IOT UNTUK PENYIRAMAN DAN PEMUPUKAN TANAMAN DALAM POT," *Jurnal Pertanian Presisi (Journal of Precision Agriculture)*, vol. 2, no. 1, 2018, doi: 10.35760/jpp.2018.v2i1.2007.
- [4] Y. Mardiana and R. Riska, "Implementasi dan Analisis Arduino Dalam Rancang Bangun Alat Penyiram Tanaman Otomatis Menggunakan Aplikasi Android," *Pseudocode*, vol. 7, no. 2, 2020, doi: 10.33369/pseudocode.7.2.151-156.
- [5] F. Hidayat, "Purwarupa Alat Penyiram Tanaman Otomatis menggunakan Sensor Kelembaban Tanah dengan Notifikasi Whatsapp," *Prosiding Semnastek*, no. iv, 2019.
- [6] F. Supegina and Z. Iklima, "PERANCANGAN SCORE BOARD DAN TIMER MENGGUNAKAN LED RGB BERBASIS ARDUINO DENGAN KENDALI SMART PHONE ANDROID," *SINERGI*, vol. 19, no. 1, 2015, doi: 10.22441/sinergi.2015.1.003.
- [7] D. Ridwan, "Model of Drip Irrigation Network with Local Material Based for Agricultural Small Land," *Jurnal Irigasi*, vol. 8, no. 2, 2013, doi: 10.31028/ji.v8.i2.90-98.

- [8] O. Saputra, “Komunikasi Outseal PLC dengan Smartphone,” *Ranah Research: Journal of Multidisciplinary Research and Development*, vol. 4, no. 4, 2022, doi: 10.38035/rrj.v4i4.539.
- [9] I. H. Mulyadi, R. Mahdaliza, A. G. Darmoyono, S. Prayoga, and K. Kamarudin, “Modul Komunikasi Modbus RTU over RS485 Berbasis Arduino,” *Journal of Applied Electrical Engineering*, vol. 5, no. 1, 2021, doi: 10.30871/jaee.v5i1.3070.
- [10] I. Syukhron, “Penggunaan Aplikasi Blynk untuk Sistem Monitoring dan Kontrol Jarak Jauh pada Sistem Kompos Pintar berbasis IoT,” *Electrician*, vol. 15, no. 1, 2021, doi: 10.23960/elc.v15n1.2158.
- [11] Ade Irma, Nasron, and Martinus Mujur Rose, “Implementasi Aplikasi Berbasis Teknologi IoT pada Perangkat Tracking dan Kendali Kendaraan Bermotor,” *Jurnal CoSciTech (Computer Science and Information Technology)*, vol. 1, no. 2, 2020, doi: 10.37859/coscitech.v1i2.2191.
- [12] Y. Efendi, “Internet Of Things (Iot) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Mobile,” *JURNAL ILMIAH ILMU KOMPUTER*, vol. 4, no. 2, 2018, doi: 10.35329/jiik.v4i2.41.
- [13] J. Febriana, “Sistem kontrol dan monitoring nutrisi pada tanaman hidroponik Nutrient Film Technique(NFT) menggunakan Logika Fuzzy,” *Teknologi dan Sistem Komputer*, vol. 8, no. 6, 2020.
- [14] G. Devira Ramady, R. Hidayat, A. Ghea Mahardika, R. Rahman Hakim, and S. Tinggi Teknologi Mandala, “Sistem Monitoring Data pada Smart Agriculture System Menggunakan Wireless Multisensor Berbasis IoT,” *Prosiding Seminar Nasional Teknoka*, vol. 4, no. 2502, 2019.
- [15] S. Samsugi, A. Ardiansyah, and D. Kastutara, “Arduino dan Modul Wifi ESP8266 sebagai Media Kendali Jarak Jauh dengan antarmuka Berbasis Android,” *Jurnal Teknoinfo*, vol. 12, no. 1, 2018, doi: 10.33365/jti.v12i1.42.