

RANCANG BANGUN PENYIRAM TANAMAN OTOMATIS MENGUNAKAN TIMER DENGAN SENSOR YL-69 BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)

Shylvia Rizki Auliany¹, Tika DW Lumbantoruan², Muhammad Rusdi³

Teknik Telekomunikasi^{1,2,3}, Teknik Elektro, Politeknik Negeri Medan

shylviazkiauliany@students.polmed.ac.id¹, tikadwlumbantoruan@students.polmed.ac.id²,
mrusdi@polmed.ac.id³

ABSTRAK

Secara alami semua tanaman membutuhkan air dan nutrisi yang berperan penting untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman, maka diperlukan penyiraman tanaman dengan intensitas yang teratur dan jangan sampai terlewat disetiap harinya. Jika penyiraman tidak dilakukan sesuai pada waktunya akan menyebabkan tanaman tidak dapat melakukan fotosintesis dengan sempurna atau memproduksi zat makanan dengan baik, dampak aktifitas fotosintesis yang tidak sempurna dapat menyebabkan tanaman mati bahkan pertumbuhan tanaman akan terganggu. Untuk dapat mengatasi masalah tersebut diperlukan sebuah alat penyiraman tanaman otomatis yang dapat bekerja sesuai waktu yang tepat dan dapat melakukan control dari jarak jauh berbasis mikrokontroler. Pada penelitian ini, digunakan beberapa komponen seperti RTC DS3231 sebagai pengakses data waktu otomatis yang tepat untuk menyiram media tanam, sensor YL-69 sebagai pendeteksi apabila hujan turun maka tidak akan dilakukan penyiraman karena pompa tidak menyala dan relay digunakan untuk menghidupkan pompa air. Komponen-komponen tersebut terpasang pada sebuah ESP32. Untuk mendapatkan hasil yang diinginkan RTC DS3231 akan menjalankan pompa pada jam 07:00 pagi dan pada jam 05:00 sore disetiap harinya

Kata Kunci : RTC DS3231, ESP 32, Sensor YL-69

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan Negara yang dikenal sebagai Negara agraris yang mengandalkan sektor pertanian baik sebagai mata pencaharian maupun sebagai penopang pembangunan. Sektor pertanian juga memegang peranan penting bagi perekonomian di Indonesia. Hasil pertanian yang baik memungkinkan perekonomian yang baik juga dan memberikan manfaat untuk masyarakat. Untuk mencapai hasil pertanian yang baik dan memuaskan ada beberapa faktor yang harus diperhatikan yaitu nutrisi, cahaya matahari, suhu dan kelembaban tanah. Tanah merupakan media utama bagi tumbuhan, melalui tanah tumbuhan mendapatkan nutrisi, air dan unsur hara lainnya. Kondisi kelembaban tanah perlu diperhatikan untuk mendapat kualitas dan kuantitas produksi yang baik. Tanah yang terlalu basah menyebabkan unsur hara yang terkandung di dalam tanah akan sangat sulit diserap oleh tanaman dan kondisi tanah yang terlalu kering memungkinkan tanaman tidak mendapatkan asupan air dan mineral yang cukup untuk proses pertumbuhan yang baik dan maksimal.

Pada musim penghujan biasanya tanaman tidak perlu dilakukan penyiraman karena telah mendapatkan air hujan yang cukup. Sedangkan pada musim kemarau tanaman harus disiram dengan teratur sesuai dengan kondisi kelembaban tanah. Untuk mengatasi kendala musim kemarau dan agar tanaman tetap tumbuh dengan baik maka diperlukan penyiraman dengan intensitas yang teratur dan tidak kurang sehingga harus di pastikan bahwa air yang di perlukan cukup agar tanaman tidak kekurangan air, jika tanaman kekurangan air maka tanaman tersebut akan mati.

Untuk memastikan kelembaban tanah tersebut sesuai dengan yang kita inginkan, maka dibuatlah pengaturan waktu penyiraman tanaman yang berulang disetiap harinya dan diwaktu yang sama menggunakan RTC DS3231. RTC DS3231 dibantu oleh relay untuk memerintahkan pompa mengeluarkan air. Selain itu juga digunakan sensor YL-69 untuk mendeteksi kelembaban tanah. Sensor YL-69 memiliki pontensiometer bawaan yang berfungsi untuk mengatur sensitivitas dari sensor pada pembacaan digital. Kemudian apabila tanah lembab atau basah maka relay akan otomatis tidak memberikan arus ke pompa agar tidak dilakukan penyiraman pada tanaman. Pompa air digunakan untuk penyiraman tanaman secara otomatis, yang dikontrol dengan menggunakan

mikrokontroler ESP-32 sebagai pusat pengendali rancangan prototype alat penyiram tanaman otomatis yang akan dibuat.

Pada penelitian berjudul “Monitoring Penyiraman Otomatis Pada Tanaman Mawar berbasis IoT”. Yang dilakukan oleh Muhammad Farros Ramadhani dan teman satu tim. Alat ini dirancang dengan menggunakan NodeMCU Esp 8266 sebagai mikrokontroler utama. Berdasarkan hasil analisa yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa hasil rancangan sistem monitoring penyiraman tanaman dapat digunakan untuk memonitoring penyiraman dari jarak jauh tanpa harus turun ke lapangan. Penyiraman tanaman otomatis ini menggunakan sensor kelembaban tanah dan module RTC (Real Time Clock) DS3231 yang dapat menyalakan otomatis pompa air pada waktu yang telah ditentukan yaitu saat 05:30 dan 15:30. Pengukuran kelembaban dan pemberitahuan waktu penyiraman ini dapat mengirimkan dengan baik ke NodeMCU dan dapat dimonitoring dilakukan melalui gadget via aplikasi yang dapat memberi informasi kepada penulis (Muhammad Farros Ramadhani dan teman satu tim 2019).

Setelah melihat penelitian sebelumnya maka penulis ingin menggunakan beberapa komponen dari penelitian tersebut untuk di implementasikan. Penelitian yang akan penulis lakukan yaitu Rancang Bangun Penyiram Tanaman Otomatis Menggunakan Timer dengan Sensor YL-69 Berbasis Internet Of Things (IoT). Alat ini akan mempermudah para pengguna dalam pengembangan teknologi pertanian yang lebih maju dan berkelanjutan, serta memberikan solusi bagi petani dalam meningkatkan hasil panen.

TINJAUAN PUSTAKA

1. ESP32

ESP32 merupakan sebuah mikrokontroler yang dikenal oleh Espressif System dan merupakan penerus dari mikrokontroler ESP8266. Salah satu kelebihan yang dimiliki oleh ESP32 adalah sudah terdapat Wifi dan Bluetooth di dalamnya, yang akan sangat mempermudah pembuatan sistem IoT yang memerlukan sistem wireless. Fitur-fitur tersebut tidak ada didalam ESP8266, sehingga ESP32 merupakan sebuah upgrade dari ESP8266. Salah satu implementasi dari mikrokontroler ESP32 adalah: Smart garden, yang merupakan sistem pengontrol tanaman dengan tujuan untuk mengetahui keadaan terkini yang dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Kajian pustaka ini akan menjadi salah satu acuan penulis dalam melakukan penelitian sehingga penulis dapat memperkaya teori yang digunakan dalam mengkaji penelitian yang dilakukan. Penulis mengangkat beberapa penelitian terdahulu sebagai referensi dalam memperkaya bahan kajian pada penelitian yang dilakukan penulis.

2. RTC DS3231

RTC merupakan alat yang digunakan untuk mengakses data waktu dan kalender. RTC yang digunakan adalah DS3231 yang merupakan pengganti dari serial RTC tipe DS1307 dan DS1302. RTC mampu mengakses informasi data waktu mulai dari detik, menit, jam, hari, tanggal, bulan dan tahun. Akhir tanggal pada setiap bulan akan disesuaikan secara otomatis dengan kurang dari 31 hari dan juga mampu mengoreksi tahun kabisat. Pada DS3231 Operasi jam bisa diformat dalam 24 jam atau 12 jam (AM/ PM). Untuk tatap muka dengan suatu mikroprosesor dapat disederhanakan dengan menggunakan sinkronisasi komunikasi serial I2C dengan kecepatan clock 400Khz. Hanya membutuhkan 2 saluran untuk komunikasi dengan clock/RAM: SCL (serial clock), SDA (Serial I/O data), dan juga dilengkapi dengan keluaran SQW/Out yang dapat diprogram untuk mengetahui perubahan data waktu pada RTC dan pin RST DS3231 didesain untuk mengoperasikan pada power yang sangat rendah dan mempertahankan data dan informasi waktu 1 microwatt.

Adapun karakteristik dari RTC tipe DS3231 yaitu:

- RTC menghitung detik, menit, jam, tanggal, bulan, hari setiap minggu dan tahun dengan benar.
- Serial I2C untuk pin minimum proses komunikasi RTC.
- 2.0 – 5.5 Volt full operation.
- Mempunyai kemasan 16 pin SOICs.
- 3 simple wire interface (I2C dan SQW/Out).
- Square wave output yang dapat diprogram.
- Mempunyai sensor temperatur dengan akurasi $\pm 3^\circ$ Celcius.

3. Sensor YL-69

Sensor kelembaban tanah YL-69 merupakan sensor yang mampu mendeteksi kelembaban didalam tanah . Sensor ini terdiri dari dua elektrode (probe) yang nantinya akan membaca kadar air didaerah sekitarnya, sehingga arus melewati dari satu elektrode ke elektrode yang lain. Arus dilewatkan pada elektrode didalam tanah sehingga pengukuran resistansi tanah menentukan kelembabannya. Jika tanah memiliki kadar air yang lebih banyak, output sensor akan berkurang dan dengan demikian arus akan lebih mudah melewati proses sensor.

4. Relay

Relay merupakan komponen elektronika berupa saklar atau switch elektrik yang dioperasikan secara listrik dan terdiri dari 2 bagian utama yaitu Elektromagnetik (coil) dan mekanikal (seperangkat kontak saklar/switch). Secara sederhana, relay adalah sebuah komponen elektronik yang berfungsi sebagai saklar elektrik yang mana memutus dan menghubungkan aliran listrik pada sebuah rangkaian dengan kontrol berupa tegangan yang masuk pada bagian coilnya. Komponen ini menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (low power) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. Misalnya yaitu pada relay yang menggunakan elektromagnet sebesar 5V dan 50mA mampu menggerakkan Armature Relay (yang berfungsi sebagai saklarnya) untuk menghantarkan listrik 220V 2A.

5. Pompa

Pompa air adalah mesin atau peralatan mekanis yang digunakan untuk menaikkan cairan dari dataran rendah ke dataran tinggi atau untuk mengalirkan air dari daerah bertekanan rendah ke daerah yang bertekanan tinggi dan juga sebagai penguat laju aliran pada suatu sistem jaringan perpipaan. Hal tersebut dicapai dengan membuat suatu tekanan yang rendah pada sisi masuk atau suction dan tekanan yang tinggi pada sisi keluar atau discharge pada pompa. Pada prinsipnya, pompa mengubah energi mekanik motor menjadi energi aliran fluida. Energi yang diterima fluida akan digunakan untuk menaikkan tekanan dan mengatasi tahanan- tahanan yang terdapat pada slauran yang dilalui. Pompa juga dapat digunakan pada proses-proses yang membutuhkan tekanan hidrolis yang besar. Hal itu dapat dijumpai pada peralatan-peralatan yang berat. Dalam operasi mesin-mesin peralatan berat membutuhkan tekanan Discharge yang besar dan tekanan isap yang rendah. Akibat tekanan yang rendah pada sisi isap pompa maka fluida akan naik dari kedalaman tertentu, sedangkan akibat tekananyang tinggi pada sisi utara discharge akan memaksa fluida untuk naik sampai pada ketinggian yang diinginkan. Pada rancangan ini kami menggunakan pompa shimizu sebagai pengalir air.

6. LCD I2C 16x2 (*Liquid Crystal Display*)

LCD 16x2 berfungsi untuk menampilkan karakter angka, huruf ataupun simbol dengan lebih baik dan dengan konsumsi arus yang rendah. LCD terdiri dari bagian penampil karakter yang berfungsi menampilkan karakter dan bagian sistem prosesor LCD dalam bentuk modul dengan mikrokontroler yang diletakkan dibagian belakang LCD tersebut. Modul LCD sangat umum digunakan disebagian besar proyek, alasannya adalah harganya yang murah, ketersediannya dan ramah programmer. Sebagian besar dapat ditemukan dalam kehidupan sehari-hari misalnya pada tampilan kalkulator.

Adapun fitur yang disajikan dalam LCD ini adalah :

1. Terdiri dari 16 karakter dan 2 baris.
2. Mempunyai 192 karakter tersimpan.
3. Terdapat karakter generator terprogram.
4. Dapat diamati dengan mode 4-Bit dan 8-Bit.
5. Dilengkapi dengan back light.

7. Telegram

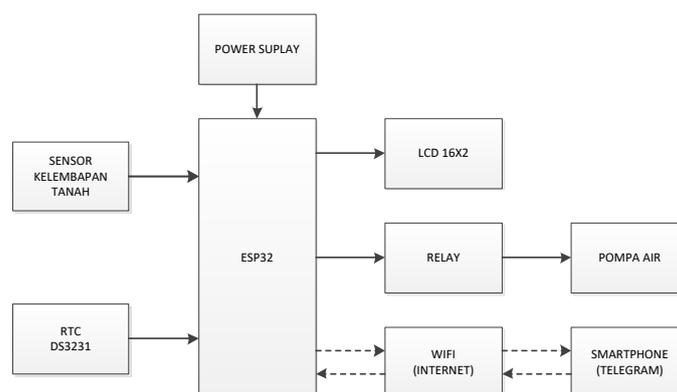
Telegram adalah sebuah aplikasi layanan pengirim pesan instan multiplatform berbasis awan yang bersifat gratis dan nirlaba. Klien Telegram tersedia untuk perangkat telepon seluler (Android, iOS, Windows Phone, Ubuntu Touch) dan sistem perangkat komputer (Windows, OS X, Linux). Para pengguna dapat mengirim pesan dan bertukar foto, video, stiker, audio, dan semua tipe file atau

berkas. Telegram merupakan aplikasi yang mempunyai banyak fitur, salah satu fitur dari Telegram yaitu Telegram bot. Telegram bot dapat digunakan untuk membuat suatu perintah yang diterima dari berbagai macam board mikrokontroler termasuk ESP8266. Untuk dapat menggunakan bot Telegram pada smartphone android, kita sebelumnya menggunakan aplikasi Telegram yang mempunyai fitur API bot Telegram sebagai alat untuk mengintegrasikan bot Telegram tersebut dengan NodeMCU ESP8266.

METODE PENELITIAN

Perancangan perangkat keras (*Hardware*)

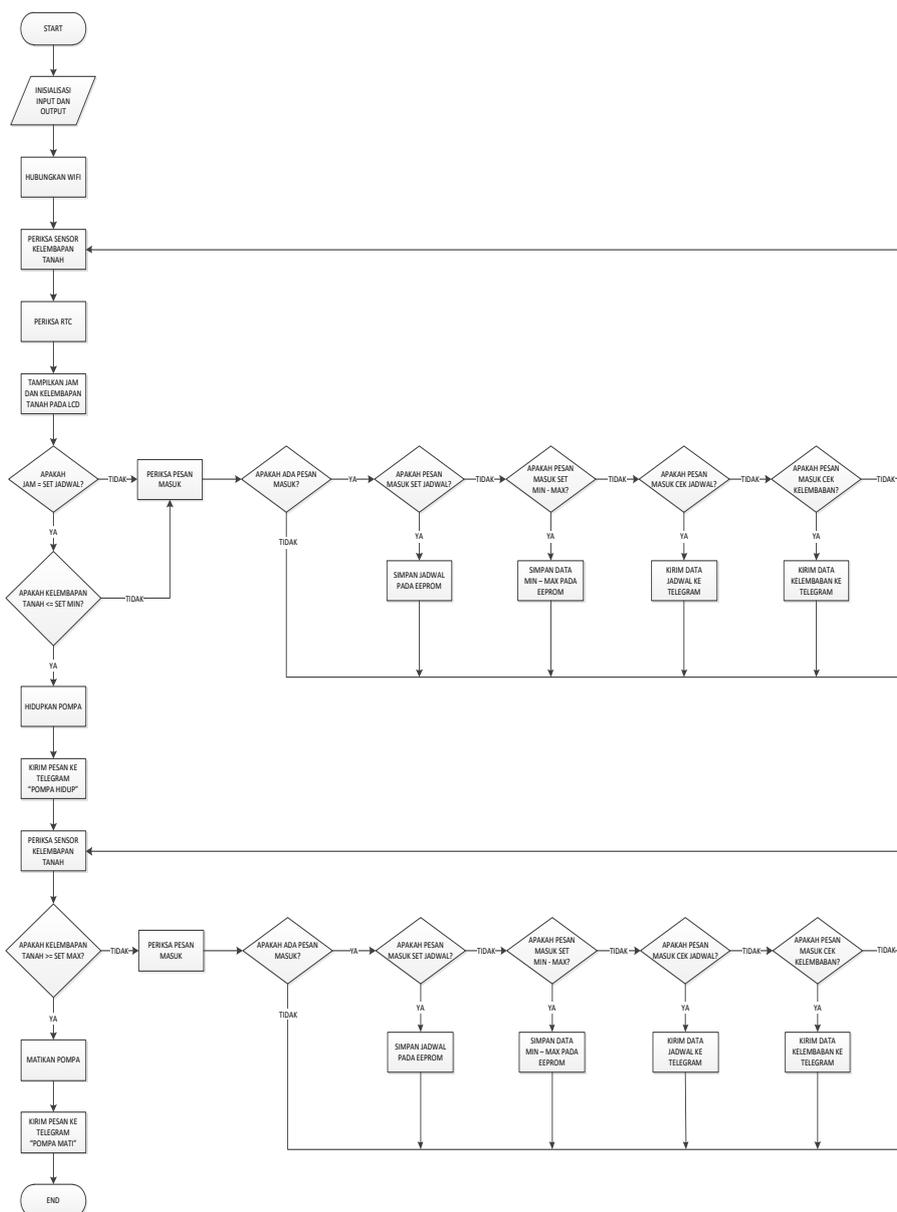
Diagram blok digunakan untuk mengilustrasikan komponen yang menjadi *input*, *process* dan *output* dalam sistem. Pada gambar 1, menampilkan semua komponen, baik itu *input* seperti sensor YL-69 , RTC DS3231, dimana proses menggunakan ESP32 sedangkan *output* seperti Relay, LCD, dan Pompa.



Gambar 1. Blok Diagram

ESP2 digunakan sebagai mikrokontroler dalam sistem pemupukan otomatis. ESP32 adalah chip yang cukup lengkap, terdapat prosesor, penyimpanan dan akses pada GPIO (General Purpose Input Output). ESP32 bisa digunakan untuk rangkaian pengganti pada Arduino, ESP32 memiliki kemampuan untuk mendukung terkoneksi ke WI-FI secara langsung (Nizam et al., 2022). Saat diaktifkan ESP32 akan membaca dan mulai menjalankan program. ESP32 akan membaca masukan dari sensor YL-69. Sensor YL-69 dibaca melalui masukan analog, ketika nilai yang terdeteksi melebihi nilai ambang batas, maka akan menghasilkan LOW yang artinya tanah dalam keadaan kering. Data yang diperoleh akan diolah dan di kirimkan ke LCD untuk di tampilkan. ESP32 akan mengirimkan data tersebut ke relay untuk menghidupkan pompa air dan akan terjadi penyiraman, dan ketika sensor kembali mendeteksi kelembaban tanah dan kurang dari ambang batas, modul akan menghasilkan HIGH yang artinya tanah dalam keadaan basah. Dan data akan dikirimkan ke pengguna melalui aplikasi Telegram yang menampilkan request data dan setting pada notifikasi Telegram. Untuk mengirimkan data melalui internet ESP32 harus terkoneksi dengan hospot internet yang ada. Koneksi dengan hospot menggunakan media wifi. Data dikirim ke hospot kemudian dikirimkan ke aplikasi Telegram. Selanjutnya, ESP32 akan membaca data program yang ada di RTC (Real Time Clock) . Pewaktuan yang sudah di set pada RTC akan di baca oleh ESP32 , kemudian pompa penyiraman akan menyalah sesuai dengan penyiraman yang sudah di set pada program RTC. ESP32 akan mengirimkan data ke LCD untuk di tampilkan. Hasil pemantauan ini ditunjukkan langsung pada aplikasi Telegram.

Perancangan perangkat Lunak (Software)



Gambar 2. Flowchart

Perancangan *software* terdiri dari perancangan alur dan pembuatan program yang akan dijalankan pada sistem. Agar pompa penyiraman tanaman otomatis ESP32 dapat dihidupkan, mikrokontroler harus diberi program. Sebelum membuat program, diagram alir harus dirancang terlebih dahulu. Diagram alir pada penyiraman tanaman otomatis ini dimulai dengan menginisialisasi port-port yang digunakan oleh ESP32 apakah sebagai *input* atau *output*. Selanjutnya ESP32 mengontrol alat maupun sensor untuk memberikan notifikasi pada saat penyiraman otomatis. Adapun notifikasi tersebut berbasis IoT menggunakan aplikasi telegram.

1. Pada saat “START”, menandakan alat menyala
2. Inisialisasi merupakan proses pengenalan input dan output yang digunakan pada alat. Disini NodeMCU ESP32 berperan sebagai Mikrokontroler. Adapun yang termasuk Input yaitu RTC DS3231 dan Sensor YL-69, sedangkan Output yaitu LCD I2C 16x2, relay dan pompa air. Sementara untuk Wi-Fi serta Telegram termasuk ke dalam Input dan Output
3. Kemudian dihubungkan ke Wi-Fi dan dilakukan pemeriksaan sensor kelembapan tanah serta RTC DS3231

4. Lalu akan muncul tampilan jam dan kelembaban tanah pada LCD
5. Setelah itu dilakukan pengecekan apakah jadwal yang ditampilkan sudah sesuai dengan jadwal yang sudah ditentukan, begitu juga untuk sensor kelembaban apakah sudah sesuai dengan ketentuan minimal dilakukannya penyiraman
6. Jika sudah sesuai, maka NodeMCU ESP32 akan memberikan tegangan ke relay dan relay akan menyalakan pompa air. Jika tidak maka akan dilakukan pemeriksaan pesan kembali. Apabila pesan sudah masuk dan memberitahukan dilakukannya pengaturan jadwal maka jadwal disimpan pada EEPROM, jika tidak akan dilakukan pengaturan min – max pada sensor YL-69 yang juga disimpan pada EEPROM. Kemudian akan dikirimkan data jadwal dan kelembaban tanah ke Telegram. Apabila notifikasi pengaturan tetap gagal maka kembali akan dilakukan pemeriksaan pada sensor YL-69
7. Apabila pompa sudah menyala, maka dikirimkan notifikasi ke Telegram sebagai pemberitahuan telah dilakukan proses penyiraman
8. Setelah itu, dilakukan pemeriksaan kembali pada sensor YL-69, jika kondisi kelembaban tanah sudah sesuai dengan ketentuan maksimal maka pompa akan mati secara otomatis. Jika tidak, akan dilakukan pemeriksaan pesan masuk apakah mengenai pengaturan jadwal atau tidak. Apabila benar maka akan disimpan pada EEPROM, jika tidak akan dilakukan pengaturan min – max pada sensor YL-69 yang juga disimpan pada EEPROM. Kemudian akan dikirimkan data jadwal dan kelembaban tanah ke Telegram. Namun, jika notifikasi pengaturan tetap gagal maka akan kembali dilakukan pemeriksaan pada sensor YL-69.
9. Selesai.

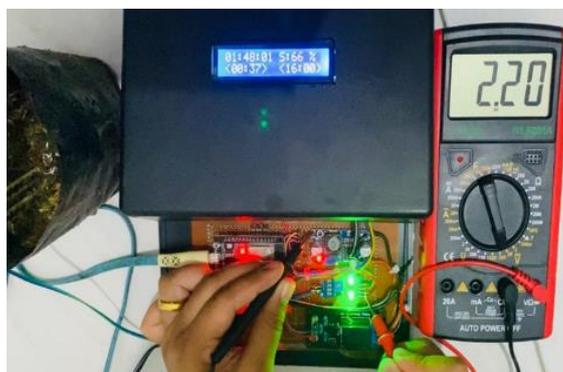
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Sensor YL-69

Pada pengujian sensor yl-69 ini terdapat 2 kondisi, yaitu kering dan basah. Adapun pengaturan kelembaban tanah melalui Telegram yang telah ditentukan, yaitu Minimal $\leq 20\%$ dan Maksimal $\geq 70\%$. Ketika kelembaban tanah $\leq 20\%$ maka dilakukan penyiraman hingga kelembaban $\geq 70\%$, dan apabila sudah 71% maka pompa akan otomatis mati/OFF karena dianggap tanah telah basah. Jika kondisi awal kelembaban tanah sebelum dilakukannya penyiraman telah 71% , maka pompa tidak akan menyala. Berikut merupakan tabel pengujian sensor kelembaban tanah (Sensor YL-69) :

Tabel 1. Pengujian Sensor YL-69

No.	Kelembaban Tanah (%)	Kondisi Tanah (Kering/Basah)	Tegangan (Volt)	Pompa ON/OFF
1	0	Kering	3,76	ON
2	15	Kering	2,93	ON
3	38	Kering	2,86	ON
4	51	Kering	2,47	ON
5	66	Kering	2,20	ON
6	80	Basah	1,90	OFF
7	92	Basah	1,66	OFF
8	100	Basah	1,45	OFF



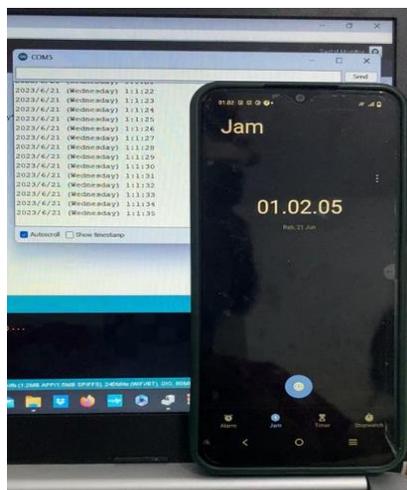
Gambar 3. Pengujian Sensor YL-69

Pengujian RTC DS3231

Setelah melakukan pengujian RTC DS3231 pada sistem penyiraman tanaman otomatis hasilnya menunjukkan bahwa sistem dapat beroperasi dengan baik. RTC DS3231 berfungsi dengan akurat, mampu membaca waktu *real time*, dan memberikan sinyal yang sesuai. Pengaturan waktu dibuat dalam 5 menit dan melihat bagaimana perubahan dalam RTC (real time clock). Hal yang dilakukan dengan mengupload program jika tidak ada komen yang menunjukkan kegagalan atau tidak ada komen *error*, hal ini menandakan bahwa proses berjalan dengan baik. Setelah dilakukan pengujian waktu yang dihasilkan semakin lambat dan memiliki perbedaan. Pengukuran di jam Hp lebih cepat 30 detik dibandingkan dengan RTC. Dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Pengujian RTC DS3231 Dengan Perbandingan Jam di HP

No.	Hari dan Tanggal	Jam (hp)	RTC DS3231
1.	Rabu, 21 juni 2023	01 : 02 : 05	01 : 01 : 35
2.	Rabu, 21 juni 2023	01 : 07 : 05	01 : 06 : 36
3.	Rabu, 21 juni 2023	01 : 12 : 05	01 : 11 : 36
4.	Rabu, 21 juni 2023	01 : 17 : 05	01 : 16 : 35
5.	Rabu, 21 juni 2023	01 : 22 : 05	01 : 21 : 36



Gambar 4. Pengujian RTC DS3231

Pengujian Telegram

Pada pengujian ini pertama sekali melakukan pengecekan sensor “Cek Sensor” apabila kelembapan tanah 0% maka penyiraman otomatis akan berlangsung sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan, yaitu dengan pengaturan jadwal “Jadwal1 (sesuai jam yang kita inginkan)”.



Gambar 5. Tampilan pada Telegram

SIMPULAN

Dari hasil pengujian rancang bangun penyiraman tanaman otomatis menggunakan timer dengan sensor YL-69 berbasis *Internet Of Things* (IoT), maka dapat disimpulkan bahwa Sistem data yang dirancang pada penyiraman tanaman otomatis dapat dikendalikan oleh telegram dengan mengirim pesan perintah. Penyiraman yang telah dijadwalkan berdasarkan waktu yang telah ditentukan juga berlangsung secara akurat dan aplikasi telegram dapat memberi notifikasi pada saat penyiraman otomatis sedang bekerja, seperti “penyiraman dimulai”, “penyiraman selesai”. Sistem ini memiliki potensi untuk meningkatkan efisiensi dan produktifitas dalam penyiraman tanaman.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Politeknik Negeri Medan melalui Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (P3M) yang telah mendanai penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Gunawan, Merliana S. (2018). Rancang Bangun Alat Penyiram Tanaman Otomatis Menggunakan Sensor Kelembaban Tanah. *Journal of Electrical Technology*.
- Gunawan, G., & Sari, M. (2018). Rancang bangun alat penyiram tanaman otomatis menggunakan sensor kelembaban tanah. *JET (Journal of Electrical Technology)*.
- Kalsum, U. (2020). Sistem Penyiram Otomatis Menggunakan Arduino Nano dan Sensor Moisture Sebagai Pengukur Kelembaban Tanah Tanaman Tomat.
- Pratama, M. R. (2019). Rancang Bangun Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis Internet of Things (IoT).
- Prayama, D., Yolanda, A., & Pratama, A. W. (2018). Rancang Bangun Alat Pengontrol Penyiram Tanaman Otomatis Menggunakan Sensor Kelembaban Tanah Di Area Pertanian.
- Rahman, A. (2018). Penyiraman Tanaman Secara Otomatis Menggunakan Propeler berbasis IoT. *ITEJ (Information Technology Engineering Journals)*.
- Sanjaya, O. Rancang Bangun Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis Internet of Things Melalui Blynk Sebagai Penunjang Urban Farming.
- Sjafrina, F., Chandra, Y. I., & Arnesia, P. D. (2023). Rancang Bangun Purwarupa Alat Monitoring Kelembaban dan Suhu Tanaman Bunga Mawar Menggunakan Model Big Bang Berbasis IoT. *Kesatria: Jurnal Penerapan Sistem Informasi (Komputer dan Manajemen)*.
- Suryanto, A. (2017). Rancang Bangun Sistem Penyiraman Otomatis Untuk Tanaman Berbasis Arduino dan Kelembaban Tanah. *Ejournal Kajian Teknik Elektro*.
- Windyasari, V. S., & Bagindo, P. A. (2019). Rancang Bangun Alat Penyiraman Dan Pemupukan Tanaman Secara Otomatis Dengan Sistem Monitoring Berbasis Internet Of Things. Tangerang : Universitas Islam Syekh Yusuf.