

PROTOTIPE ALAT PENYIRAMAN TANAMAN TOMAT OTOMATIS MENGUNAKAN SENSOR KELEMBAPAN BERBASIS ARDUINO

Idir Fitriyanto¹, M. Agung Vafky Ideal², Nurdi Afrianto³

¹Fakultas Ilmu Komputer dan Teknik, Sistem Informasi, Institut Teknologi Mitra Gama, Duri, Indonesia

²Fakultas Vokasi, Teknik Komputer, Institut Teknologi Mitra Gama, Duri, Indonesia

³Fakultas Vokasi, Manajemen Informatika, Institut Teknologi Mitra Gama, Duri, Indonesia

Email: idirfitriyanto45@gmail.com, mhdagung47@gmail.com, nurdiafrianto1995@gmail.com

Abstrak

Selama ini, penyiraman pada tanaman tomat dilakukan dengan cara manual. Namun, sering kali orang tidak memiliki cukup waktu untuk menyirami tanaman tomat dan juga kurang mengetahui berapa jumlah air yang tepat untuk kebutuhan tanaman tersebut. Berdasarkan hal tersebut, dirancanglah sebuah sistem penyiraman otomatis yang digunakan tanaman tomat agar memudahkan pekerjaan manusia dalam hal menyirami tanaman. Dengan menggunakan perangkat ini, diharapkan penyiraman tomat dengan volume air yang diperlukan dapat dilakukan pada waktu yang sesuai. Penulis melakukan penelitian ini bertujuan untuk melakukan perancangan dan membuat system yang bisa menyirami tanaman tomat secara otomatis dengan memakai suatu sensor kelembapan tanah yakni *soil moisture sensor*, yang dikendalikan oleh *Arduino Uno* dan disertai tampilan nilai kelembapan tanah pada layar LCD. Sistem irigasi tomat ini dapat melakukan penyiraman secara otomatis. Nilai kondisi tanah, apakah kering, lembap, atau basah, akan ditampilkan pada layar LCD sesuai hasil pembacaan sensor kelembapan tanah tersebut.

Kata Kunci: Penyiraman otomatis, Tanaman tomat, Sensor *Arduino Uno*, *Soil moisture sensor*

Abstract

So far, watering of tomato plants has been done manually. However, people often do not have enough time to water tomato plants and also do not know the right amount of water for the needs of the plant. Based on this, an automatic watering system was designed that is used for tomato plants to make it easier for humans to water the plants. By using this device, it is expected that watering tomatoes with the required air volume can be done at the right time. The author conducted this research with the aim of designing and creating a system that can water tomato plants automatically using a *soil moisture sensor*, namely a *soil moisture sensor*, which is controlled by *Arduino Uno* and accompanied by a display of soil moisture values on the LCD screen. This tomato irrigation system can water automatically. The value of soil conditions, whether dry, moist, or wet, will be displayed on the LCD screen according to the results of the *soil moisture sensor* reading.

Keywords: Automatic watering, Tomato plants, *Arduino Uno* sensor, *Soil moisture sensor*

1. PENDAHULUAN

Tanah ialah lapisan luar permukaan bumi yang terbentuk dari batuan yang mengalami tahapan pelapukan oleh kekuatan alam, menghasilkan regolit berupa partikel-partikel halus. Tanah dimaknai sebagai materi yang tersusun dari kumpulan mineral padat yang saling terpisah, serta bahan organik yang telah mengalami pelapukan. Material ini terdiri dari partikel padat yang dilengkapi dengan cairan dan gas yang memenuhi ruang hampa yang ada antara partikel-partikel.

Tomat adalah tanaman yang memerlukan air untuk mendukung kelangsungan kehidupannya. Tanah yang subur adalah syarat penting agar tumbuhan ini dapat berkembang secara efektif. Secara khusus, tanaman tomat membutuhkan kelembapan tanah dalam kisaran 66% RH hingga 88% RH. Saat ini, para petani masih mengalami kesulitan dalam melakukan penyiraman karena prosesnya dilakukan secara manual atau penyiraman dilakukan oleh orang. Penyiraman yang berlebihan bisa menyebabkan kadar kelembapan tanah terlalu tinggi, sehingga tanah menjadi lembek dan tergenang air,

yang dapat menghambat pertumbuhan tomat serta menyebabkan tanaman mati dan membusuk. Pengembangan alat yang memanfaatkan arduino telah banyak digunakan karena bersifat open source dan software yang mudah digunakan [1]. Oleh karena itu solusi yang dibutuhkan untuk meminimalisir keikutsertaan pemilik tanaman dalam penyiraman tanaman yaitu penyiraman tanaman otomatis berbasis Arduino.

Latar belakang yang telah dijelaskan pada pembahasan sebelumnya menjadi dasar penelitian ini dilaksanakan, oleh sebab itu, dirancang alat agar dapat mengetahui tingkat kelembapan tanah dengan judul “Prototipe Alat Penyiraman Tanaman Tomat Otomatis Menggunakan Sensor Kelembapan menggunakan Arduino” yang bertujuan untuk menjaga kelembapan tanah yang sesuai untuk pertumbuhan hidup tanaman. Penelitian ini dirancang sebagai prototipe alat penyiraman otomatis tanaman tomat berbasis sensor kelembapan (soil moisture sensor) dengan Arduino Uno sebagai pengendali utama. Tujuan utamanya adalah memastikan tanaman mendapatkan penyiraman sesuai kebutuhan secara otomatis, sehingga efisiensi dan produktivitas pertanian dapat meningkat. Sebagai penguatan dari penelitian ini, berikut adalah perbandingan dengan tiga penelitian sebelumnya yang relevan:

1. Muchlasin M et al. (2023) menerapkan metode decision tree untuk pengambilan keputusan otomatis berdasarkan data kelembapan tanah. Penelitian ini memiliki kompleksitas tinggi karena melibatkan kecerdasan buatan. Sementara itu, penelitian ini lebih sederhana dan dapat langsung digunakan oleh petani tanpa pemrograman lanjutan.
2. Azhari D et al. (2023) merancang sistem penyiraman otomatis berbasis IoT untuk tanaman bonsai. Meskipun unggul dalam fitur monitoring jarak jauh, alat tersebut memerlukan koneksi internet stabil. Keunggulan penelitian ini adalah sistem yang hemat biaya dan cocok digunakan di daerah tanpa akses internet.
3. Munaiseche CI et al. (2024) mengintegrasikan solar tracker dan kendali via Telegram untuk tanaman hias. Fokus utamanya bukan pada efisiensi penyiraman berdasarkan kondisi tanah, melainkan pada sumber energi alternatif dan kontrol jarak jauh. Penelitian ini justru lebih aplikatif untuk petani tomat karena lebih fokus pada aspek pertanian pangan dengan sistem otomatis berbasis sensor. Dengan demikian, penelitian ini menawarkan solusi praktis, murah, dan mudah dioperasikan oleh petani secara langsung, tanpa ketergantungan pada jaringan internet atau algoritma kompleks. Hal ini menjadi keunggulan utama yang membedakan dari penelitian sejenis sebelumnya.

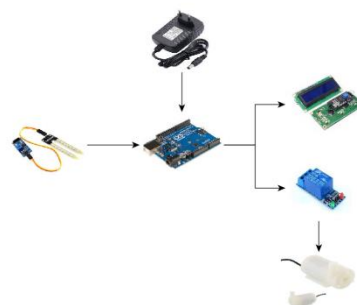
2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Lingkup Pemakain

Sistem yang dirancang dalam penelitian ini merupakan Prototipe Alat Penyiraman Otomatis untuk Tanaman Tomat yang Menggunakan Sensor Kelembapan Berbasis Arduino. Dalam pembuatan sistem ini menggunakan *Arduino Uno* dan sensor *moisture* sebagai pusat pendeteksi kelembapan tanah. Alat ini dibangun untuk menggantikan system manual yang dilakukan oleh petani. Dengan membangun alat ini seseorang akan lebih mudah dalam melakukan penyiraman tanaman Tomat secara otomatis dan tinggal melakukan pengecekan saja pada lahan pertaniannya.

2.2 Blok Diagram Sistem

Diagram blok adalah suatu elemen penting dalam melakukan perancangan perangkat elektronik, karena melalui alat ini dapat dimengerti prinsip kinerja keseluruhan mengenai struktur rangkaian elektronik yang dirancang [2]. Setiap blok dalam peralatan yang diebentuk akan menghasilkan sebuah sistem yang dapat berfungsi atau beroperasi baik dan optimal sehingga relevan dengan desain yang telah dibuat sebelumnya. Tampilan diagram blok yang dibangun dapat dilihat pada Gambar 1 berikut ini.



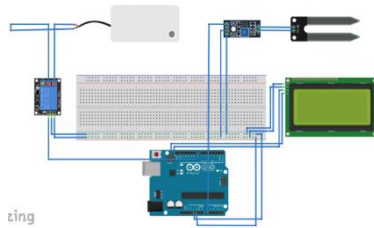
Gambar 1. Blok Diagram

Pada Gambar 1 menjelaskan alur kerja system penyiraman otomatis tanaman tomat. Adaptor digunakan sebagai sumber daya yang menghidupkan sistem pada mesin Arduino. Arduino Uno bertugas membaca data dari sensor kelembapan tanah (*soil moisture*) dan menampilkan hasil pengukuran kelembapan di layer LCD. Tahap selanjutnya setelah data dari sensor diproses, Arduino Uni Memeberi instruksi kepada relay untuk mengaktifkan pompa mini. LCD menampilkan informasi terkait dengan kondisi kelembapan tanah secara langsung. Sedangkan relay memiliki fungsi menghubungkan arus listrik untuk mengaktifkan

pompa mini sehingga dalapat melakukan penyiraman tanaman secara optimal.

2.3 Perancangan Rangkaian Keseluruhan

Pada rangkaian struktur Gambar 2 kabel grounding dan kabel 5V dihubungkan dari *breadboard* ke ke Arduino Uno untuk menyediakan koneksi dasar.

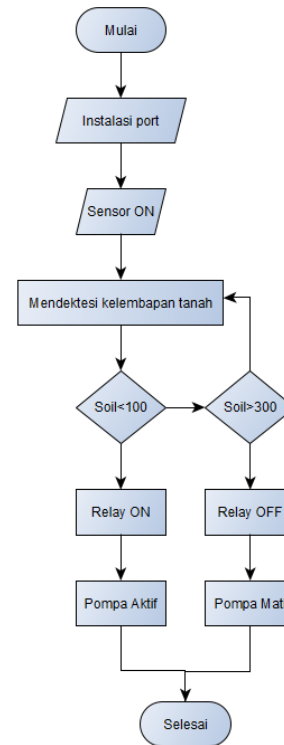


Gambar 2. Rangkaian Keseluruhan

Selanjutnya, kabel sensor disambungkan ke Arduino sesuai dengan diagram. Relay input disambungkan ke pin 8 pada Arduino, sementara pin GRD dan VCC relay dihubungkan ke *breadboard* untuk memberikan daya dan koneksi ground. Liquid Crystal Display (LCD) 12C terdiri dari 4 pin yaitu SCL, Voltage Common Collector (VCC), ground, dan SDA. pin SCL dan SDA disambungkan ke Arduino, sedangkan pin ground dan Voltage Common Collector (VCC) Least Cost Calculation (LCC) dihubungkan ke *breadboard* untuk menyediakan daya dan koneksi dasar.

2.4 Flowchart

Sebelum menyusun sistem keseluruhan, dilakukan terlebih dahulu perancangan komponen *hardware* dan *software* yang dibutuhkan. Proses ini meliputi pemilihan sensor, mikrokontroler, serta tampilan output yang sesuai [3]. Setelah setiap komponen selesai dirancang dan diintegrasikan, alat siap diuji. Setelah perancangan perangkat keras dan lunak selesai, sistematika kinerja dari sytem ini yang ditampilkan pada gambar 3 *flowchart* dibawah.



Gambar 3. Flowchart Penyiraman Otomatis

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan dalam pembahasan yang ada di dalam bab ini berfokus pada uji coba alat yang telah dirancang dan dibangun. Uji coba dilaksanakan dengan tujuan memastikan bahwa setiap bagian-bagian alat dan *system* semua perangkatnya relevan dengan desain dan pembuatan. Setelahnya, dilakukan analisis dan pembahasan terhadap hasil pengujian alat yang dibuat. Pengujian ini mencakup setiap bagian-bagian yang terhubung dengan sistem mikrokontroler Arduino Uno, yang berfungsi sebagai bagian-bagian penting dalam perakitan alat penyiraman tanaman secara otomatis.

Dengan melakukan pengujian keseluruhan komponen yang digunakan, maka pembuatan alat ini dapat dibuktikan bahwa alat yang dirancang dapat berjalan dengan spesifikasi perancangan yang telah dianalisis. Hasil dari proses penelitian ini diperoleh melalui berbagai pengujian yang dilakukan selama perakitan alat. Pengujian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan dari alat secara keseluruhan, maupun berdasarkan aspek *hardware* maupun perangkat lunak yang dipakai untuk melakukan perancangan hasil peralatan dari penelitian ini. Adapun hasil perancangan alat secara keseluruhan dapat dilihat dari tampak depan maupun samping seperti tampilan pada Gambar 4.



Gambar 4. Perancangan Alat Keseluruhan

2.5 Cara kerja Rangkaian

Seluruh struktur perangkaian peralatan penyiraman tanaman tomat berbasis Arduino Uno dimana perangkat ini beroperasi secara *automatics* [4]. Sistem yang dibuat ini memanfaatkan mikrokontroler Arduino Uno berperan pengendali terdepan, yang bertugas *manage* atau mengelola data masukkan dari sensor kelembapan tanah (*Soil Moisture*) [5]. Sumber daya didapatkan dari arus listrik PLN yang berupa arus bolak-balik yang berulang (AC), kemudian dialirkan menuju *power supply/adaptor* untuk diganti menjadi arus searah (DC) sebelum disalurkan menuju bagian-bagian yang diperlukan. Pada bagian keluaran atau *output*, memiliki pompa mini yang terkoneksi dengan *relay*, berguna untuk mengeluarkan air saat kadar kelembapan tanah berada dalam kondisi kering. Selain itu, *Liquid Crystal Display* (LCD) berguna sebagai monitor dalam menampilkan kadar kelembapan tanah yang dikirimkan oleh *sensor Soil Moisture* [6].

2.6 Langkah-langkah pengoperasian

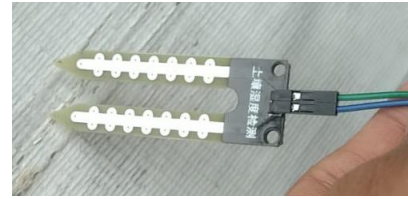
Supaya sitem yang dibuat ini dapat digunakan sesuai dengan fungsinya dan tidak menyulitkan pengguna yang ingin mengoperasikan alat ini, dibutuhkan langkah-langkah serta perlengkapan yang tepat. Berikut tampilan pengoperasian system ini ditampilkan dari gambar 5.



Gambar 5 Mikrokontroler Beroperasi

Pada Gambar 5 menjelaskan proses operasi mikrokontroler secara rinci. Catu daya (*power supply*) mengubah arus AC 220 Volt menjadi 9 Volt yang dibutuhkan untuk mengoperasikan mikrokontroler *Arduino* dan komponen lainnya. Selanjutnya, mikrokontroler aktif lampu pada LCD display menyala dan tampilan teks muncul di layar. Sensor kelembapan tanah (*soil Moisture*) akan mengirimkan data tentang kondisi tanah ke *Arduino Uno* yang kemudian ditampilkan pada LCD. Jika kadar kelembapan tanah telah terbaca, *Arduino Uno*

akan mengaktifkan *relay* untuk menyiram tanaman sesuai dengan instruksi yang telah di program. Setelah seluruh proses aktivasi alat selesai, selanjutnya adalah memastikan bahwa perangkat beroperasi secara maksimal. Sensor kelembapan tanah *soil Moisture* dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6 Sensor Kelembapan Tanah Soil Moisture

Langkah selanjutnya adalah *setting* pembacaan kadar kelembapan tanah pada program *arduino uno*. Kemudian sensor *Soil Moisture* akan membaca kelembapan tanah yang telah di *ter-setting* dan data tersebut dikirim ke mikrokontroler *Arduino Uno* sebagai kontrol utamanya. Kemudian pada tampilan *LCD display* akan muncul tulisan kadar kelembapan tanah detik itu juga yang menandai bahwa sensor kelembapan *Soil Moisture* telah berhasil *ter-setting* dengan benar. Gambar 7 memperlihatkan LCD saat sensor berhasil di-*setting*.



Gambar 7 Keadaan LCD saat sensor berhasil ter-setting

Mikrokontroler berfungsi memberikan *input* ke layar *Liquid Crystal Display* (LCD) yang bertindak sebagai monitor. Pada Gambar 6 ditampilkan kondisi layar *Liquid Crystal Display* (LCD) dalam status normal, yang terhubung dengan catu daya bertegangan 9 volt DC.



Gambar 8. Relay Aktif

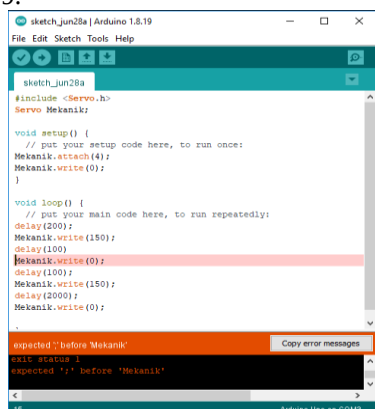
Pada Gambar 4.5 diatas menunjukkan bahwa keadaan *relay* yang telah aktif setelah melakukan upload file ke dalam mikrokontroler *Arduino Uno* dan fungsi *relay* sebagai alat *on/off* pompa mini.

2.7 Implementasi

Pengujian sistem alat dilakukan dengan memulai dari satu komponen, kemudian berlanjut ke komponen lainnya hingga pengujian seluruh alat, serta pengujian program sistem yang telah direncanakan dan dianalisis. Analisis ini dilakukan bertujuan untuk mengevaluasi keberhasilan keseluruhan alat dan program yang telah dirancang. Setelah melakukan pengujian pada setiap komponen dan penghimpunan data, proses berikutnya ialah menganalisis luaran uji coba tersebut. Patokan yang dipakai dalam proses analisis data meliputi data yang diperoleh selama perencanaan serta analisis teoritis. Proses berikutnya adalah menarik kesimpulan dari setiap analisis yang telah dilakukan sebelumnya.

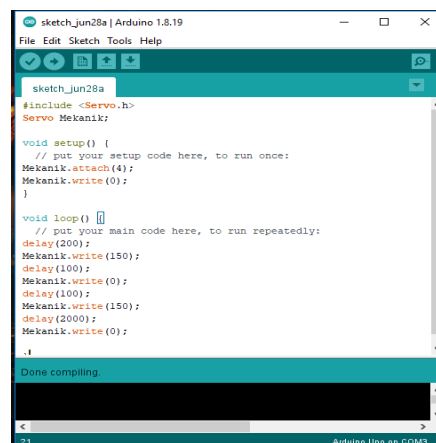
3.3.1 Pengujian Rangkaian Mikrokontroler Arduino Uno

Dalam memastikan bahwa mikrokontroler Arduino Uno berfungsi secara optimal, pengujian akan dilaksanakan pada port dan sistem yang ada pada mikrokontroler tersebut. Pengujian dimulai dengan mengunggah program memakai *Arduino IDE* (*Integrated Development Environment*). Dengan cara menyusun program ke dalam mikrokontroler Arduino Uno, kita dapat mengetahui apakah terdapat error dalam program tersebut. Jika terdapat error, tampilan saat proses kompilasi tampilannya pada gambar 9.



Gambar 9. Tampilan Error Arduino IDE

Selanjutnya apabila tidak terdapat *error* pada program saat meng-*compile* yang di buat maka tampilannya akan seperti gambar 10.



Gambar 10. Tampilan No Error Arduino IDE

Untuk mengoperasikan program mikrokontroler Arduino Uno, diperlukan koneksi langsung antara computer dan port modul Arduino Uno. Setelah terhubung, proses unggahan dapat dipantau elalui *Arduino Integrated Development Environment* IDE untuk memastikan proses telah selesai. Jika pengunggahan berhasil, modul Arduino siap digunakan. Pengujian mikrokontroler Arduino Uno dilakukan menggunakan peralatan Laptop Asus dengan prosesor Intel(R) Core(TM) CPU @1.60 GHz, RAM 2.00 GB - 4.00 GB, dan hard disk 500 GB; mikrokontroler Arduino Uno beserta kabel USB; serta perangkat lunak Arduino IDE.

3.3.2 Pengujian sensor Soil Moisture

Pengujian sensor digunakan untuk mengukur kadar kelembapan tanah. Pengujian dilakukan untuk memastikan sensor berfungsi dengan baik dan memberikan data yang akurat. Gambar 11 memeperlihatkan pengujian dengan sensor.



Gambar 11. Bentuk pengujian sensor soil moisture

Alat pemeriksa (sensor) kelembapan *Soil Moisture* yang memiliki fungsi dengan membaca kadar kelembapan tanah yang telah diatur pada mikrokontroler Arduino Uno [7]. *Scanning* kelembapan dipakai dalam tahapan penyiraman tanaman secara otomatis [8]. Dalam pengujian pembacaan kadar tanah, baik dalam kondisi basah/lembab maupun kering, hasil pengamatan

menunjukkan bahwa alat berfungsi dengan baik dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil *scanning* Sensor

No.	Kelembapan Tanah	Kondisional Tanah Basah/Kering	Pompa hidup/mati
1	< 80	Kering	Hidup
2	<100	Kering	Hidup
3	> 100	Basah	Mati
4	> 200	Basah	Mati
5	> 300	Basah	Mati

3.3.3 Pengujian LCD Display I2C

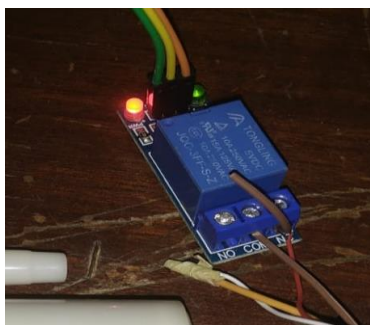
Pengujian pada LCD I2C bertujuan untuk memastikan bahwasanya LCD dapat menayangkan informasi secara optimal dan sesuai dengan harapan. Ketika rangkaian struktur *Liquid Crystal Display* (LCD) on, data informasi seperti data waktu (suhu, tanggal, hari, tahun) akan menjadi output di layar LCD yang dapat dilihat pada gambar 11.



Gambar 11. Tampilan LCD dalam keadaan aktif

3.3.4 Pengujian Relay

Pengujian atau uji coba *relay* ini bertujuan untuk mengatur sumber daya listrik pada pompa mini sehingga air dapat keluar untuk menyiram tanaman tomat. Oleh sebab itu, perlu dilakukan pengujian pada *relay* agar pompa mini dapat berfungsi dengan optimal. Uji coba dilaksanakan dengan caranya menghidupkan *relay* melalui kodingan yang sudah *compiled*. Uji coba ini akan menghasilkan seperti pada gambar 12.



Gambar 12 Tampilan *relay* aktif

pada Tabel 4.2 terdapat data yang memperlihatkan hasil uji relay dengan memberikan tegangan 5V pada

kumparan, yang menyebabkan kontak beralih dari kondisi *normally close* (NC) ke *normally open* (NO). Sebaliknya, ketika tegangan tidak diberikan pada kumparan, kontak kembali berganti dari *normal open* (NO) ke *normal close* (NC).

No	Relay	voltage	kondisional Relay Awal	Kondisi Relay Sekarang
1.	Relay 5 V	5	NC(normal Close)	NO (normal Open)
2.	Relay 5 V	0	NO (Normal Open)	NC(Normal Close)

3.3.5 Pengujian LCD Display I2C

Setelah tahapan pembuatan rangkaian yang ada pada seluruh bagian yang ada pada modul elektronik untuk sistem penyiraman otomatis tanaman yang berbasis mikrokontroler Arduino Uno, langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian alat dalam kondisi aktif secara keseluruhan dengan menghubungkan kabel USB ke laptop dan juga menyambungkan kabel daya ke sumber listrik bertegangan 220 Volt *Alternating Current* (AC) dapat dilihat pada gambar 12.



Gambar 12. Tampilan LCD dalam keadaan aktif

3.3.6 Pembahasan

Ketika mikrokontroler Arduino Uno menerima tegangan, aliran tegangan tersebut akan disalurkan ke semua komponen yang terhubung dengan mikrokontroler tersebut [9]. Seperti sensor kelembapan *Soil Moisture*, *Liquid Crystal Display* (LCD), dan Relay. Setelah mikrokontroler aktif maka sensor berada dalam posisi aktif untuk mengirim informasi data kadar kelembapan tanah yang akan langsung di tampilkan di *Liquid Crystal Display* (LCD). Kemudian *relay* bekerja setelah terdapat perintah "ON" dari arduino untuk mengaktifkan pompa yang berfungsi untuk mengeluarkan air dari wadah penampungannya .

3.3.7 Pembahasan alat dalam keadaan aktif.

Setelah proses merakit seluruh bagian yang ada pada modul elektronik untuk sistem penyiraman otomatis tanaman berbasis mikrokontroler Arduino Uno, proses berikutnya ada mengkoneksikan kabel daya ke sumber listrik yang mempunyai tegangan 220 Volt AC berdasarkan pengujian tiap komponen. Sebelum mengunggah berkas ke dalam system mikrokontroler Arduino Uno, langkah awal ialah memastikan bahwa rangkaian Arduino dan seluruh bagian yang terkait telah terkoneksi dan telah bisa dijalankan. Setelah itu, dalam mengetahui port yang digunakan sistem Arduino Uno, buka perangkat lunak Arduino IDE dan pilih menu Tools > Port (COM3/COM4).

berikutnya Setelah mikrokontroler terkoneksi, buka perangkat lunak Arduino IDE untuk mengunggah berkas system ke dalam system mikrokontroler Arduino Uno yang sudah dirancang dengan cara klik ikon unggah di menu perangkat lunak. Jika pada *Arduino IDE* muncul pesan "*Done uploading*," maka tahapan pengunggahan berkas berhasil dan tidak ada kesalahan dalam program. Setelah program selesai diunggah, Gambar 13 adalah penampilan untuk keseluruhan tampilan peralatan yang telah bisa dijalankan.



Gambar 13. Pengujian alat dalam keadaan aktif

Setelah mikrokontroler Arduino Uno menerima data dari sensor *Soil Moisture*, perintah tersebut selanjutnya akan dikirim ke relay berfungsi mengalirkan daya ke pompa, sehingga air dapat dikeluarkan dari tempat penampungan. Sementara itu, *Liquid Crystal Display* (LCD) berperan menjadi monitor atau media tampilan untuk menampilkan informasi kadar kelembapan tanah yang diperoleh dari sensor *Soil Moisture* [10] .

4. KESIMPULAN

Alat peniraman buah tomat otomatis memepermudah proses penyiraman, sehingga kelembapan tanah dapat terjaga dengan baik. Keberadaan sensor *Soil Moisture* memungkinkan tanaman tomat tumbuh optimal karena kadar air tanah tetap terjaga. selain itu, sensor *Soil Moisture* membantu mencegah terlewatnya jadwal penyiraman.

5. REFERENCES

- [1]. Muchlasin M, Muhammad Hasbi, Sri Siswanti. Decision Tree Method for Automation of Plant Sprinklers and Monitoring Based On Soil Moisture. *J Nas Pendidik Tek Inform.* 2023;12(1):25–32.
- [2]. Azhari D, Hidayatullah M, Topan PA, Maulidyawati D. Rancang Bangun Alat Penyiram Tanaman Otomatis Menggunakan Sistem IoT Pada Tanaman Bonsai. *J Elektron Sains dan Sist Energi.* 2023;02(02):206–15.
- [3]. Ahmad Ramadhan R. Pengembangan Sistem Smart Farming Berbasis Internet of Things Dengan Monitoring Terintegrasi Telegram. 2024;1(1):1–9.
- [4]. Safi'i M, Idris bin N, Rosita I, Gunawan, Mundzir, Bakhtiar. Implementasi Alat Control Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis Smartphone Pada Smp As'Adiyah Manuntung. *Univ Mulia Balikpapan.* 2022;1(2):59–63.
- [5]. Hamzah H, Hasin A, Mehora S, Kadir MR, Agriawan MN. Prototype Bel Cerdas Cermat Berbasis Arduino Uno. *Saintifik.* 2023;9(1):1–6.
- [6]. Wiranto W, Musyirah M, Mansyur MF. Sistem Penyiraman Dan Pemupukan Otomatis Berbasis Internet of Things (Iot) Dengan Pemantauan Antarmuka Aplikasi Android. *J Sist Inf dan Inform.* 2024;7(1):28–37.
- [7]. Halim C. Experimental Study Of The Performance Of The Thermal Energy Water Pump Using Tilled Evaporator. *J Ilm Multidisiplin Indones.* 2022;1(01):30–6.
- [8]. Saskia Eka Cahyani, Tatang Rohana, Santi Arum Puspita Lestari. Implementasi fuzzy logic pada sistem pengairan sawah dalam meningkatkan efisiensi penggunaan air berbasis IoT. *INFOTECH J Inform Teknol.* 2023;4(1):37–46.
- [9]. Winantu A, Pratama RA. Rancang Bangun Sistem Inventori Barang Pada Omah Atqo. *J Inform Komputer, Bisnis dan Manaj.* 2023;21(1):24–34.
- [10]. Munaiseche CI, Oktaviana E, Zahra A, Ananda NC. Integrasi Solar Tracker Dan Kendali Jarak Jauh Via Telegram Untuk Penyiraman Otomatis Tanaman Hias. 2024;2(3):548–55.