

# OTOMATISASI PENYIRAMAN TANAMAN BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO

Taufik Nurhidayat<sup>1</sup>, Agus Haryawan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Manajemen Informatika, Politeknik Pratama Mulia Surakarta

<sup>2</sup>Teknik Elektronika, Politeknik Pratama Mulia Surakarta

email: <sup>1</sup>taufikppm@gmail.com, <sup>2</sup>aharyawan@gmail.com

## ABSTRACT

Currently watering plants traditionally considered less efficient because it requires a long time. Not only that, watering plants traditionally requires a lot of energy. This causes the owner can not leave the plant for a long time, due to lack of water plants. On this basis, this tool is intended to help the user or owner of the plant for watering plants without having to be watered manually. Using a humidity sensor combined with Arduino and also a water pump we can make a simple automatic plant sprinkler, making it cost-effective and also saving power, can also help shorten the business of ornamental plants, plant collectors and farmers if it can be developed to be more efficient. In this project, an automatic plant sprinkler has been designed using the YL-69 sensor by working the sensor to detect the level of soil moisture in a container / area then the sensor sends data to Arduino and Arduino to process the data and the data will be sent to the *relay* to determine whether the pump must live or die according to the data received, if the humidity exceeds the specified level then the *relay* will order the pump to turn off / on. This tool can work when residents are not at home, so that the plant will remain untreated.

## INTISARI

Saat ini penyiraman tanaman secara tradisional dirasa kurang efisien karena memerlukan waktu yang lama. Tak hanya itu, penyiraman tanaman secara tradisional membutuhkan banyak tenaga. Hal ini menyebabkan pemilik tidak bisa meninggalkan tanaman dalam waktu yang lama, karena tanaman dapat kekurangan air. Atas dasar tersebut, alat ini ditujukan untuk membantu pengguna atau pemilik tanaman untuk menyiram tanaman tanpa harus disiram secara manual.

Dengan menggunakan sensor kelembaban yang dikombinasikan dengan Arduino dan juga pompa air kita sudah dapat membuat suatu alat penyiram tanaman otomatis yang sederhana, hemat biaya pembuatan dan juga hemat daya, juga dapat membantu mempersingkat para pelaku usaha tanaman hias, kolektor tanaman dan para petani jika dapat dikembangkan agar menjadi lebih efisien.

Pada proyek ini, telah dirancang sebuah alat penyiram tanaman otomatis dengan menggunakan sensor YL-69 dengan cara kerja sensor akan mendeteksi kadar kelembaban tanah pada suatu media/area kemudian sensor mengirim data ke Arduino dan Arduino akan memproses data tersebut kemudian data akan dikirim ke *relay* untuk menentukan apakah pompa harus hidup atau mati sesuai dengan data yang diterima, apabila kelembaban melebihi kadar yang ditentukan maka *relay* akan memerintahkan pompa untuk mati/hidup. Alat ini dapat bekerja di saat penghuni rumah tidak berada di rumah, sehingga tanaman akan tetap terawat.

**Kata kunci:** Penyiram Otomatis, YL-69, Pompa Air Otomatis

## I. Pendahuluan

Penyiraman tanaman atau pemberian air yang cukup merupakan faktor penting bagi pertumbuhan tanaman, karena air berpengaruh terhadap kelembaban tanah. Tanpa air yang cukup produktivitas suatu tanaman tidak akan maksimal. Pemilik tanaman atau petani biasanya melakukan penyiraman secara manual dengan memberikan air sesuai jadwal. Namun 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.

Kelembaban tanah merupakan salah satu parameter penting untuk proses hidrologi, biologi dan biogeokimia. Informasi kelembaban tanah diperlukan untuk kalangan luas seperti pemerintahan maupun swasta yang berkaitan erat dengan cuaca dan iklim, kontrol banjir, erosi tanah dan kemiringan lereng, manajemen sumber daya air, geoteknik, dan kualitas air. Informasi kelembaban tanah juga bisa digunakan untuk prediksi cuaca, peringatan awal kekeringan, penjadwalan irigasi dan perkiraan panen.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang alat yang dapat memantau kelembaban tanah. Alat ini akan mengontrol dan melakukan penyiraman sesuai kebutuhan kelembaban tanah

yang diperlukan. Karena kelembaban tanah dapat dengan mudah berubah setiap waktu tergantung cuaca dan persediaan air dalam tanah.

Perancangan alat penyiraman tanaman berbasis Mikrokontroler Arduino dapat dimanfaatkan dalam bidang pertanian guna memonitor kelembaban tanah supaya tanaman dapat tumbuh dengan baik.

Diharapkan penelitian perancangan alat otomatisasi penyiraman tanaman berbasis Mikrokontroler Arduino ini dapat memberikan menjadi inovasi baru dalam membantu pengguna baik itu petani, ibu rumah tangga dan pengelola taman dalam melakukan penyiraman, mengontrol penggunaan air agar lebih efektif dan tidak terbuang sia-sia serta menghemat waktu dalam melakukan penyiraman tanaman.

## II. Tinjauan Pustaka

Kelembaban tanah adalah air yang mengisi sebagian atau seluruh pori-pori tanah yang berada di atas *water table* (Jamulya dan Suratman 1993). Kelembaban tanah sangat dinamis hal ini disebabkan oleh penguapan melalui permukaan tanah. Satuan kelembaban yang umum digunakan adalah RH, yaitu *Relative Humidity* / kelembaban relatif, semakin tinggi nilai RH semakin tinggi kelembaban, tingkat kelembaban yang ideal adalah 50-55% RH, 50% RH menunjukkan bahwa

terisi setengah dari kapasitas maksimum air yang bisa ditampung.

Sensor kelembaban tanah adalah sebuah perangkat elektronik yang digunakan untuk mengetahui data/nilai kelembaban tanah. Data tersebut dapat menggambarkan kadar kelembaban tanah pada suatu wadah/area. Apabila data/nilai yang didapat atau ditampilkan semakin besar menandakan tanah sedang kering apabila data yang didapat semakin kecil berarti kelembaban tanah meningkat/basah.

Pada alat ini dibutuhkan berbagai macam komponen. Di mana antara komponen satu dengan yang lain saling berhubungan. Di bawah ini adalah komponen-komponen yang dibutuhkan dalam pembuatan alat ini: Arduino Uno, sensor kelembaban tanah, *relay*, adaptor 12V, dan pompa air

### A. Arduino Uno

Arduino Uno adalah papan sirkuit berbasis mikrokontroler ATmega328. IC (*integrated circuit*) ini memiliki 14 input atau output digital (6 output untuk PWM), 6 analog input, resonator kristal keramik 16 MHz, Koneksi USB, soket adaptor, pin header ICSP, dan tombol reset. Hal inilah yang dibutuhkan untuk mensupport mikrokontroler secara mudah terhubung dengan kabel power USB atau kabel *power supply* adaptor AC ke DC atau juga baterai. Arduino sebenarnya adalah sebuah platform. Platform ini diciptakan untuk menyederhanakan proses rangkaian dan pemrograman mikrokontroler sehingga menjadi lebih mudah dipelajari. Platform ini disusun pada sebuah *software* yang diberi nama Arduino IDE. *Software* inilah yang paling utama, membantu menjembatani antara bahasa mesin yang begitu rumit sehingga menjadi bahasa dan logik yang lebih mudah dimengerti manusia. *Software* Arduino IDE bisa diunduh gratis di Arduino.cc dan tersedia untuk Windows, Mac OSX dan Linux. Tujuan utama *software* ini adalah untuk memprogram mikrokontroler untuk melakukan tugas yang kita tentukan. Arduino Uno ini merupakan Arduino Uno revisi 3 yang merupakan keluaran terbaru dari Arduino.



Gambar 1 Arduino Uno R3

Arduino adalah sebuah mikrokontroler yang bersifat *open source*, sehingga dapat dimodifikasi. Board Arduino menggunakan IC mikrokontroler Atmel AVR, misalnya :

- Arduino NG atau older menggunakan IC Atmega8 (severino),
- Arduino Duemilanove atau Nano menggunakan IC Atmega 328,
- Arduino Uno menggunakan IC Atmega 328 (Heri Andrianto, Aan Darmawan, 2016)

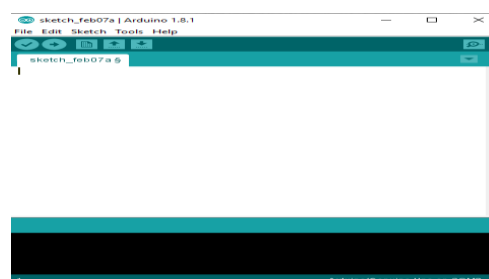
Dalam penelitian ini diperlukan mikrokontroler sebagai otak dari alat tersebut, banyak sekali macam-macam dari

mikrokontroler namun pada alat ini memerlukan Arduino Uno R3 sebagai mikrokontrolernya, karena Arduino mudah didapatkan di toko komponen elektronika dengan harga yang murah, selain itu pengoperasian Arduino juga mudah dilakukan karena banyak sekali tutorial menggunakan Arduino di buku tentang Arduino ataupun di internet.

### 2.2. Software Arduino

Arduino memiliki sebuah *software* untuk membuat, mengkompilasi dan mengirim sebuah program yaitu Arduino IDE atau disebut juga *Arduino Software*. *Software* ini dapat diunduh pada situs resmi Arduino <http://www.Arduino.cc>. Arduino IDE (*Arduino Software*) menghasilkan file dengan format .hex dari program yang menggunakan bahasa C yang dinamakan sketch, setelah dilakukan Compile dengan perintah Verify/Compile. Bootloader Chip/IC pada Arduino Board telah diisi oleh program yang dinamakan Arduino bootloader, yang memungkinkan kita meng-upload code program tanpa menggunakan peralatan tambahan, seperti dibawah ini: a) AVR-ISP, b) STK500, c) Parallel programmer, d) Usb programmer

Bootloader akan aktif selama beberapa detik ketika Board mengalami reset. Hasil kompilasi atau kumpulan data yang tersusun dari *Arduino Software* dapat dipergunakan dan dijalankan tidak hanya pada Arduino Board tetapi juga dapat dijalankan tidak hanya pada Arduino Board tetapi juga dapat dijalankan disistem mikrokontroler avr yang sesuai bahkan tanpa bootloader. Apabila menggunakan bootloader, berarti semakin besar program yang dapat dimasukkan ke flash memori mikrokontroler, karena flash memori hanya digunakan untuk program aplikasi, selain itu kita dapat menghindari jeda waktu ketika Board mengalami reset yang diakibatkan oleh karena menjalankan program yang ada pada bootloader.



Gambar 2 Software IDE

### 2.3. Papan Arduino

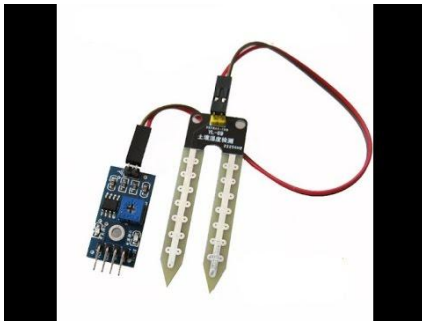
Berikut ini akan dijelaskan mengenai papan atau Board Arduino Uno. Board Arduino Uno menggunakan mikrokontroler Atmega328 sebagai prosesornya. Secara umum posisi atau letak pin-pin terminal I/O pada berbagai Board Arduino posisinya sama dengan posisi atau letak pin-pin Digital yang dapat di set sebagai Input/Output (beberapa di antaranya mempunyai fungsi ganda), 6 pin Input Analog. Pada bagian ini akan dijelaskan fungsi dari pin dan terminal pada Board Arduino Uno. Board Arduino Uno dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

## 2.5. Sensor Kelembapan Tanah

Sensor kelembapan tanah adalah sensor kelembapan yang dapat mendeteksi kelembapan dalam tanah. Sensor ini sangat sederhana, tetapi dapat memberi manfaat atau kegunaan untuk penyiraman media tanaman secara otomatis.

Sensor ini terdiri dua *probe* untuk melewati arus melalui tanah, kemudian membaca resistansinya untuk mendapatkan nilai tingkat kelembapan. Semakin banyak air membuat tanah lebih mudah menghantarkan listrik (resistansi kecil), sedangkan tanah yang kering sangat sulit menghantarkan listrik (resistansi besar).

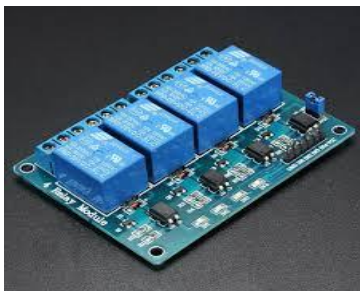
Sensor ini sangat membantu Anda untuk mengingatkan tingkat kelembapan pada tanaman Anda atau memantau kelembapan tanah di kebun Anda. *IO Expansion shield* adalah *shield* yang sempurna untuk menghubungkan Sensor dengan Arduino.



Gambar 3 Sensor kelembapan

## B. Relay

*Relay* adalah suatu perangkat yang bekerja dengan sistem elektromagnetik yang bekerja dengan menggerakkan beberapa kontaktor atau suatu sakelar elektronik yang dapat dikendalikan lewat rangkaian elektronik lain dengan memanfaatkan tenaga listrik sebagai energi sumbernya



Gambar 4 Relay

### 1) Bagian-Bagian Relay

*Relay* sendiri terdiri dari tiga (3) bagian yaitu :

1. *Common*, yaitu bagian yang terhubung dengan NC (*Normally Close*, keadaan normal)
2. *Coll* atau kumparan, yaitu bagian utama *relay* yang berguna untuk menciptakan atau membuat medan magnet

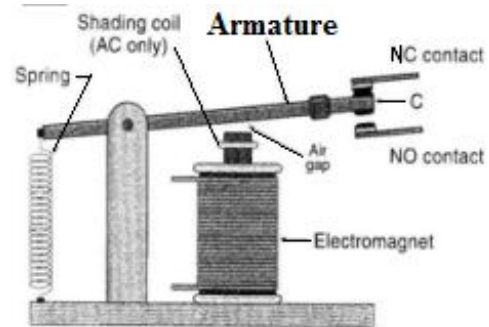
3. *Contact* atau Kontak, terdiri dari NC (*Normally Close*) dan NO (*Normally Open*).

### 2) Dasar – Dasar Relay

*Relay* biasanya dipicu oleh arus listrik searah (DC) dan yang dilengkapi oleh sebuah dioda yang dipasang secara paralel dengan lilitan kawat tembaga lalu dipasang terbalik (anoda di tegangan minus, katoda di tegangan plus). Tujuan *Relay* ini adalah untuk mengganti sentakan yang terjadi saat *Relay* akan berganti posisi agar komponen *relay* yang lain tidak rusak.

### 3) Prinsip Kerja Relay

Prinsip kerja *relay* dapat dipahami melalui gambar berikut ini :



Gambar 5 Prinsip kerja relay

Saat *Coll* mendapatkan sumber listrik, *Elektromagnet* akan menghasilkan magnet dan menarik *Armeture* sampai menempel. Saat *Armeture* menempel, maka *Armeture* juga akan pindah dari kontak NC (*Normally Close*) akan berpindah ke NO (*Normally Open*).

## C. Pompa Air

Pompa air adalah alat yang digunakan untuk memindahkan cairan atau (*fluida*) dari suatu tempat ke tempat yang lain melaui saluran dengan menggunakan listrik untuk mendorong air yang dipindahkan secara terus menerus.

Pompa air juga menjadi sangat penting untuk membantu berbagai macam kegiatan di bidang perumahan, teanaga listrik, pertanian, perkebunan dan lainnya.



Gambar 6 Pompa Air

## III. Metodologi Penelitian

## A. Perancangan Alat

Alat penyiraman ini dibuat dengan menggunakan Arduino Uno sebagai bagian utama kemudian dirakit dengan menggabungkan beberapa alat seperti *relay*, sensor kelembapan tanah, pompa air, adaptor dan kabel *jumper*.

Dalam pembuatan alat ini diperlukan beberapa tahap analisa yang harus dilalui antara lain menentukan model menggunakan *flowchart* dan merangkai Arduino.

Beberapa tahapan dalam merancang alat ini antara lain :

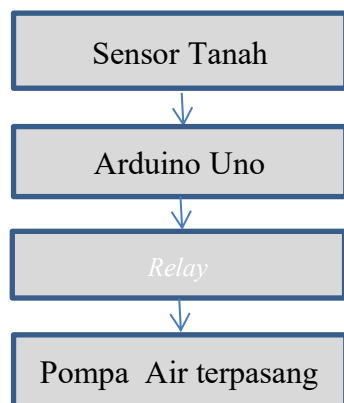
1. Merangkai sensor kelembapan tanah, *relay*, dan pompa air ke Arduino menggunakan kabel *jumper*.
2. Membuat program Arduino pada *software* menggunakan Arduino 1.8.4

## B. Perlengkapan dan peralatan

Alat yang digunakan dibagi menjadi 2 bagian *hardware* dan *software*, *Hardware* yang digunakan adalah Axioo neon RNE W540EU Core i7 500GB, 4GB RAM, *Arduino uno*, kabel USB, sensor kelembapan tanah, *relay*, pompa air, adaptor listrik, kabel *jumper*, kabel listrik, dan *steker listrik*. *Software* yang digunakan adalah Windows 8.0 sebagai *software* yang digunakan membuat program Arduino dan menjalankan program yang sudah diunggah.

## C. Desain Sistem

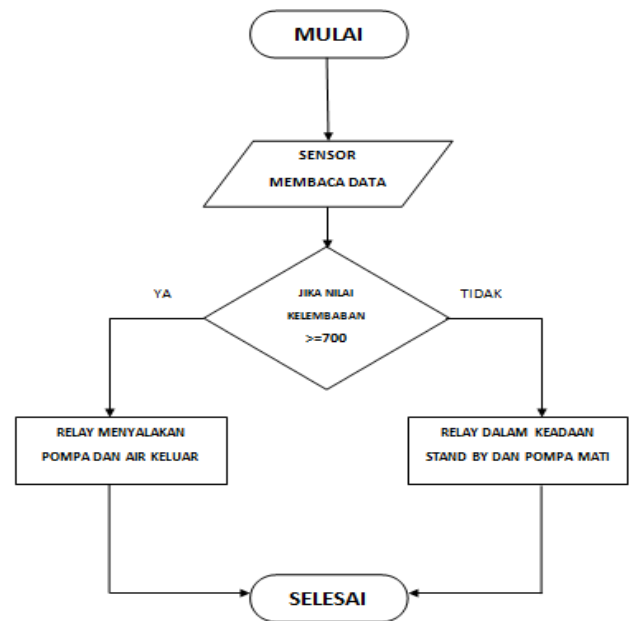
Pembuatan blok diagram ini dengan tujuan sebagai acuan pembuatan perangkat keras. Pada perancangan alat ini penulis merancang sistem dalam blok-blok sebagai gambaran untuk memudahkan penulis dalam merangkainya menjadi sebuah rangkaian terpadu. Dalam perancangan alat ini, penulis membentuk dalam sebuah diagram blok yang dapat dilihat pada gambar 3.1



Gambar 7 Perancangan perangkat keras

## D. Flowchart

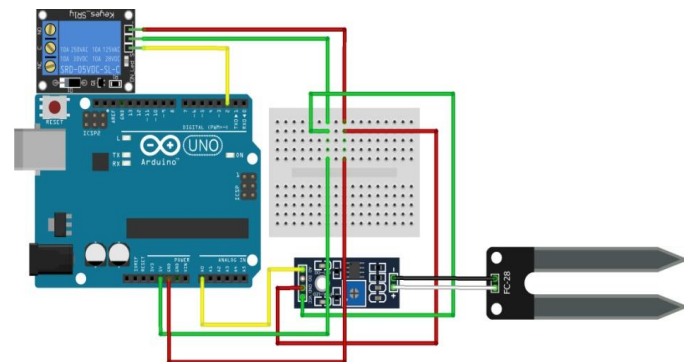
*Flowchart* adalah suatu bagian dengan simbol-simbol tertentu yang menggambarkan urutan proses secara mendetail dan berhubungan antara suatu proses dengan proses yang lainnya dalam suatu program. Dalam pembuatan sistem keamanan pintu maka tata urutan kerja sistemnya adalah pada gambar 3.2



Gambar 8 Flowchart Sistem

## E. Perancangan Rangkaian Alat

Rangkaian keseluruhan



Gambar 9 Rangkaian keseluruhan

Langkah – langkah rangkaian alat *fingerprint* secara jelas seperti berikut:

1. Hubungkan pin 3.3V Arduino ke pin 1 Vcc pada modul *fingerprint*
2. Hubungkan pin 2 Arduino ke pin 2 TX pada modul *fingerprint*
3. Hubungkan pin 3 Arduino ke pin 3 RX pada modul *fingerprint*

## F. Pembuatan Software

Tahap ini adalah tahap pembuatan program (*coding*). Program ini menggunakan bahasa C++. Pemrograman ini dilakukan untuk mengaktifkan *fingerprint* dan kontrol lainnya. Berikut gambar *storyboard* yang akan digunakan dalam pemrograman :

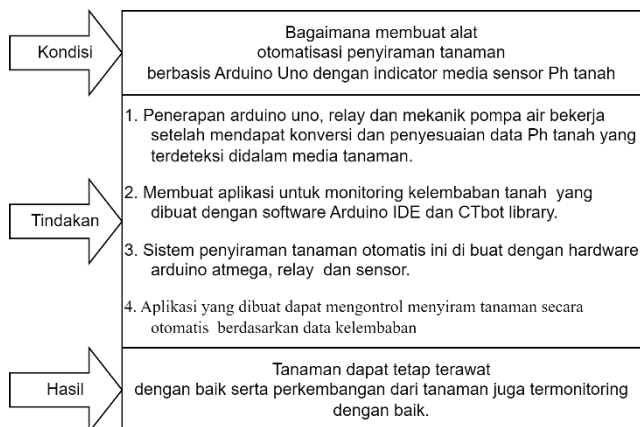


### Kode Program Arduino:



Gambar 10 Kode Program Arduino

### G. Kerangka Pemikiran



Gambar 11 Kerangka pemikiran

## IV. Implementasi dan Pengujian

### A. Pengujian Alat

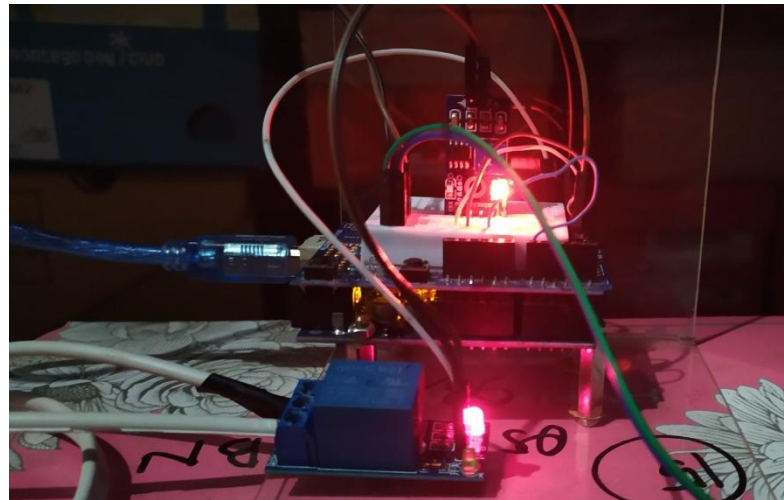
Pada tahap ini alat akan diuji coba dengan tujuan untuk mengetahui kinerja dari alat penyiram tanaman otomatis berbasis mikrokontroler.

Alat ini menggunakan mikroprosesor sebagai otaknya. Mikroprosesor yang digunakan Arduino. Untuk masalah pemrogramannya, mikroprosesor besutan Atmel ini menggunakan *software* Arduino uno dengan bahasa pemrograman yang digunakan adalah bahasa C++.

Pada pengujian ini menggunakan Adaptor 12V agar dapat menghidupkan mesin Arduino yang akan mengatur kerja daripada *relay* yang dipakai. Dan juga digunakan kabel dan steker yang dihubungkan ke *relay* dan listrik untuk memberi daya kepada pompa air, selain itu digunakan juga kabel adaptor Arduino yang dihubungkan ke laptop untuk melihat serial monitor yang akan memunculkan nilai yang telah dibaca sensor.

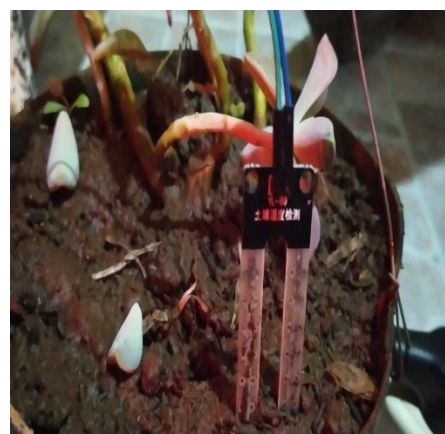
Langkah-langkah untuk mengoperasikan sistem ini adalah:

1. Sambungkan adaptor 12V ke stopkontak dan juga kabel yang tersambung ke pompa sampai lampu indikator menyala.

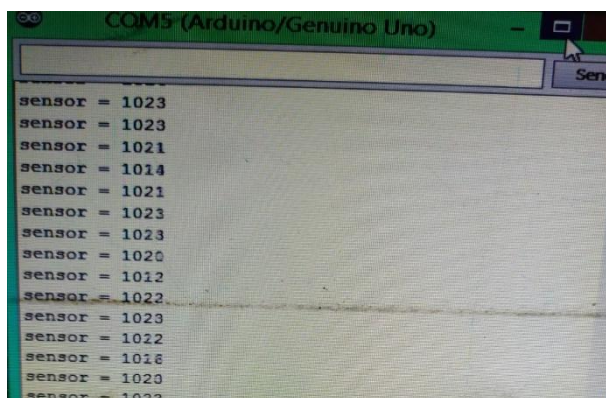


Gambar 12 Alat penyiram tanaman otomatis

2. Setelah semua siap lalu tancapkan sensor ke dalam tanah dan sensor akan mulai membaca kelembaban tanah.

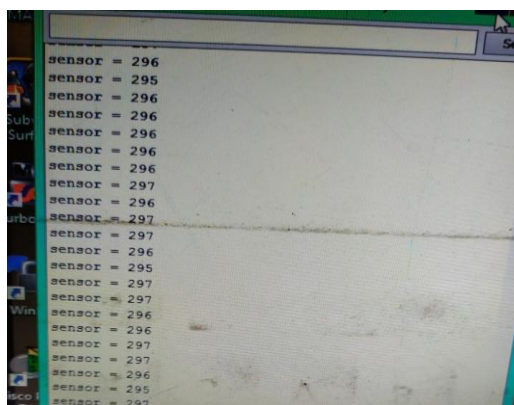


Gambar 13 Sensor mulai ditancapkan ke dalam tanah



Gambar 14 Sensor mulai membaca nilai kelembaban

3. Sensor membaca kelembaban tanah, apabila nilai yang dibaca sensor kurang dari ambang batas yang telah ditentukan maka *relay* akan bekerja dan pompa akan menyala.
4. Apabila nilai yang dibaca sensor sama ataupun tidak melebihi batas maka *relay* akan siaga dan pompa akan mati.



Gambar 15 Tampilan nilai kelembaban tanah

## B. Pengujian Sistem

Pengujian sistem secara keseluruhan merupakan poin yang memaparkan pengujian sistem berdasarkan kondisi tanah yang berbeda sehingga diharapkan nantinya penulis dapat menyimpulkan kondisi sistem terhadap keadaan tanah.

### 1) Pengujian pertama



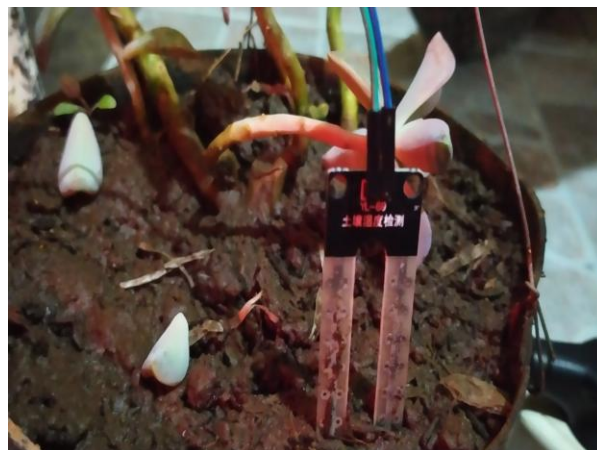
Gambar 16 Sensor ditanam di tanah kering

Pengujian pertama sistem diuji dengan sensor ditanam pada tanah dalam keadaan kering gunanya untuk melihat apakah sistem yang dirancang dapat bekerja dengan baik.

Langkah pengujiannya adalah dengan menanam sensor ke dalam tanah kering Sehingga jika sensor berhasil membaca nilai yang sesuai dengan yang sudah ditentukan *relay* akan memerintahkan pompa untuk hidup.

### 2) Pengujian kedua

Pengujian kedua sama dengan pengujian pertama baik prosedur maupun yang lainnya, hanya saja pada bagian pengujian kedua sensor ditanam pada tanah yang sudah disiram atau basah.



Gambar 17 Sensor ditanam pada tanah basah

## C. Hasil Pengujian Sistem

Setelah melakukan pengujian seperti di atas maka penulis dapat beberapa data di antaranya sensor dapat membaca nilai di setiap garis pada sensor dengan kedalaman yang berbeda dan pompa air akan menyala apabila nilai yang didapat pada sensor kurang dari nilai yang sudah ditentukan dan pompa akan mati jika nilai yang dibaca tidak kurang dari nilai yang sudah ditentukan.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

Dari pembahasan tentang rancangan sistem otomatisasi penyiraman tanaman di atas dan hasil serangkaian uji coba, maka dapat di ambil kesimpulan :

1. Pada pengujian yang telah dilakukan sistem dari prototype alat yang dirancang dapat bekerja dengan baik dan sesuai dengan nilai sensor yang sudah di tetapkan. Sehingga membuat tanaman mendapatkan asupan air yang cukup sesuai dengan tingkat kelembaban tanah.
2. Alat ini dapat digunakan untuk membantu para pelaku atau kolektor tanaman, pelaku usaha tanaman ataupun digunakan pada lingkungan rumahan.

### B. Saran

Untuk pengembangan lebih lanjut maka penulis memberikan saran yang sangat bermanfaat pembuatan laporan untuk masa yang akan datang:

1. Perlu ditambahkan LCD untuk mempermudah memonitor kelembaban tanaman
2. Menambahkan bluetooth yang dapat menghubungkan alat penyiram tanaman otomatis dengan suatu aplikasi khusus untuk kontrol manual atau otomatis melalui aplikasi.

Memperbaiki sistem supaya dapat digunakan untuk menyiram beberapa tanaman secara bersamaan, karena pada alat ini hanya baru bisa melakukan sensor dan melakukan penyiraman pada tanaman yang di tanami sensor.

### REFERENSI

- Aditiya M.**2020. Jurnal Teknik Informatika. *Rancang Bangun Sistem Penyiraman Taman Secara Otomatis dengan Menggunakan Mikrokontroler NodeMCU ESP8266.*
- Anton Ydhana,** Dkk. 2016. Jurnal Unsri. *Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis Informasi Sinyal Sensor Kelembaban.*
- Fadjri Ramadhan,**Dkk,2019.Jurnal Rekaya Sistem Industri *Perancangan purwarupa alat penyiraman otomatis pada tanaman pisang dengan internet of things(IoT).*
- Gunaman,** M. S.2018, Jurnal Of Eletrical Technology *Rancang bangun alat penyiram tanaman otomatis menggunakan sensor kelembaban tanah.* Medan: Politeknik Negeri Medan.
- Jansen S.W** Jurnal Teknik Elektro 2020. *Alat Penyiram Tanaman Otomatis Menggunakan Arduino Uno.* Medan
- Nana Marliza,**Dkk, 2017.Jurnal Multimedia. *Alat Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis ArduinoUno.*
- Shamaratul Fuadi,Dkk** 2015. Jurnal Teknik Elektro Indonesia.*Prototype Alat Penyiram Tanaman Otomatis dan Suhu Berbasis Arduino* Universitas Negeri Padang.
- Tarigan Dkk,** 2019, *Perancangan Alat Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduinouno dengan Menggunakan Sensor Soil Moisture,* Universitas sumatera Utara.
- <https://mikroavr.com/penyiraman-tanaman-Arduino/>  
(Diakses: Oktober 2019).
- [https://en.wikipedia.org/wiki/Soil\\_moisture\\_sensor](https://en.wikipedia.org/wiki/Soil_moisture_sensor)  
(Diakses: Oktober 2022).
- <https://prezi.com/t1ta5hiq9zzx/sensor-yl-69/>  
(Diakses: Oktober 2022).
- <https://tutorkeren.com/artikel/tutorial-menggunakan-sensor-kelembaban-tanah-yl-39-dan-yl-69-pada-Arduino.htm>  
(Diakses: Oktober 2022).
- [http://portal.fmipa.itb.ac.id/skf2017/kfz/files/skf\\_2017\\_dina\\_ra\\_hmawati\\_1d61f8b552d2b0fd063f7e088c27a532.pdf](http://portal.fmipa.itb.ac.id/skf2017/kfz/files/skf_2017_dina_ra_hmawati_1d61f8b552d2b0fd063f7e088c27a532.pdf)  
(Diakses: Oktober 2023).