



Automatic Plant Watering System Using Arduino Uno and L298N DC Motor (Study Case: Calathea)

Frengki Simatupang

Teknologi Komputer, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Del, Toba 22381, Indonesia

E-mail: frengki.simatupang@del.ac.id

Received: 5 Juni 2023

Revision: 20 Juni 2023

Accepted: 12 Juli 2023

Abstrak: Dalam menghadapi perkembangan teknologi yang semakin cepat berkembang khususnya dalam sektor pertanian, petani harus memiliki kemampuan untuk dapat mengikuti perkembangan tersebut serta dapat memanfaatkannya supaya pekerjaan petani menjadi lebih optimal dan efisien. Perkembangan teknologi yang dimaksud salah satunya menggantikan sistem manual menjadi sistem otomatisasi. Salah satu contoh sistem otomatisasi yang dapat diterapkan oleh petani adalah sistem penyiraman tanaman. Namun, saat ini masih banyak petani yang melakukan penyiraman tanaman secara manual, dimana mereka harus secara langsung memantau tanaman dan melakukan penyiraman tanaman secara manual. Metode ini sering dianggap tidak efisien dan tidak efektif karena petani seringkali kekurangan waktu untuk melakukan penyiraman yang cukup, serta kurang memahami kebutuhan air yang dibutuhkan oleh tanaman. Jika Tanaman tidak disiram tepat waktu dapat dipastikan tanaman menjadi layu dan akhirnya tanaman bisa mati. Berdasarkan permasalahan yang terjadi, penulis mengembangkan sebuah sistem otomatisasi yang dapat membantu petani melakukan penyiraman tanaman secara otomatis. Pada sistem otomatisasi yang dibangun menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno sebagai pengontrol utama, Sensor *Capacitive Soil Moisture* sebagai sensor untuk mendeteksi tingkat kelembaban tanah pada media tanah. Data hasil pembacaan sensor akan dikirim ke mikrokontroler Arduino Uno sebagai otak sistem. Motor DC L298N akan digunakan untuk mengatur Pompa mini DC untuk mengalirkan air ke tanaman berdasarkan hasil pembacaan dari sensor kelembaban. LCD I2C sebagai monitor untuk melihat hasil pembacaan sensor kelembaban. Berdasarkan hasil eksperimen yang sudah dilakukan sistem yang dikembangkan sudah mampu untuk menjaga kelembaban tanah Calathea dengan konsisten. Setelah pengembangan sistem otomatisasi ini diharapkan dapat berjalan dengan baik dan digunakan petani untuk melakukan penyiraman tanaman mereka sehingga tanaman dapat dipantau pertumbuhannya.

Kata Kunci: Otomatis, Mikrokontroler, Arduino Uno, Sensor Kelembaban Tanah, Motor DC.

Abstract: In facing technological developments that are developing rapidly, especially in the agricultural sector, farmers must have the ability to be able to follow these developments and be able to take advantage of them so that the work of farmers becomes more optimal and efficient. One of the intended technological developments is replacing the manual system with an automated system. One example of an automation system that can be applied by farmers is a plant watering system. However, currently, there are still many farmers who water the plants manually, where they have to monitor the plants and water the plants manually directly. This method is often considered inefficient and ineffective because farmers often need more time to do sufficient watering and understand the water requirements needed by plants. If the plants are not watered on time, the plants will wither and, eventually, the plants may die. Based on the problems that occur, the authors develop an automation system that can help farmers water plants automatically. In the automation system built using the Arduino Uno Microcontroller as the main controller, the *Capacitive Soil Moisture Sensor* is a sensor to detect the soil moisture level in the soil media. Data from sensor readings will be sent to the Arduino Uno microcontroller as the system's brain. The L298N DC motor will be used to regulate the DC mini pump to distribute water to the plants based on the readings from the humidity sensor. I2C LCD as a monitor to see the results of humidity sensor readings. Based on the experimental results that have been carried out, the developed system is capable of consistently maintaining Calathea's soil moisture. After the development of this automation system, it is hoped that it will run well and be used by farmers to water their plants so that their growth can be monitored.

Keywords: Automatic, Microcontroller, Arduino Uno, Capacitive Soil Moisture, L298N DC Motor.

PENDAHULUAN

Indonesia, yang dikenal sebagai sebuah negara Agraris, memiliki mayoritas penduduk yang bekerja di sektor pertanian. Peran sektor pertanian di Indonesia sangat vital, tidak hanya dalam kehidupan sehari-hari masyarakat, tetapi juga dalam pembangunan dan pertumbuhan ekonomi negara Indonesia. Berdasarkan data sensus pertanian yang dilakukan Badan Pusat Statistik pada sensus pertanian tahun 2013 (ST2013), ditemukan bahwa secara umum terjadi peningkatan rata-rata luas lahan pertanian yang dimiliki oleh rumah tangga usaha pertanian di Indonesia jika dibandingkan dengan hasil sensus pertanian tahun 2003 (ST2003). Berdasarkan hasil sensus pertanian tahun 2013 (ST2013), rata-rata luas lahan yang dimiliki oleh setiap rumah tangga usaha pertanian mencapai 8 925,64 m², dengan rata-rata luas lahan pertanian yang dikuasai oleh rumah tangga usaha pertanian sebesar 8 581,19 m². Hal ini menunjukkan peningkatan sebesar 144,51 persen dibandingkan dengan data sensus pertanian tahun 2003 yang mencatat rata-rata luas lahan sebesar 3 509,59 m².

Pertanian memiliki peran yang sangat penting dalam perekonomian suatu negara, karena sebagian besar populasi manusia di dunia mencari nafkah sebagai petani atau dalam bidang pertanian. Mengingat luasnya lahan yang dimiliki oleh rumah tangga usaha pertanian, diperlukan adanya teknologi yang dapat membantu petani dalam mengelola lahan pertanian tersebut. Dalam perkembangan teknologi saat ini, terdapat kemudahan yang dapat dimanfaatkan oleh petani untuk mencapai efisiensi dan efektivitas dalam pekerjaan mereka. Oleh karena itu, petani dihadapkan pada tuntutan untuk menerapkan teknologi dalam setiap kegiatan pertanian, dengan tujuan meningkatkan produktivitas dan kualitas tanaman yang dihasilkan.

Tumbuhan merupakan makhluk hidup yang membutuhkan air sebagai elemen penting dalam proses perkembangan hidupnya. Untuk memperoleh pertumbuhan yang baik, tanaman membutuhkan tanah subur. Kesuburan tanah dapat dipengaruhi oleh jumlah air yang tersedia didalamnya [1]. Sistem otomatisasi penyiraman tanaman merupakan salah satu teknologi yang dapat diterapkan dalam sektor pertanian. Penyiraman tanaman memegang peranan penting dalam menjaga kesehatan dan pertumbuhan tanaman dalam konteks pertanian. Penyiraman yang tidak teratur dapat menyebabkan kehilangan mineral penting dalam tanah dan berpotensi mengakibatkan pembusukan pada tanaman [2]. Penyiraman memiliki peran penting dalam menyediakan air dan nutrisi yang cukup bagi tanaman, sehingga memungkinkan pertumbuhan yang optimal dan hasil panen yang baik dan berkualitas. Namun, saat ini masih terdapat kendala dalam praktik penyiraman tanaman yang dilakukan secara manual oleh petani. Petani sering mengalami kesulitan dalam mengatur waktu penyiraman dan menentukan jumlah air yang sesuai dengan kebutuhan tanaman mereka [1], [3]. Pendekatan manual ini juga akan membatasi waktu yang dimiliki petani untuk melakukan penyiraman secara tepat, serta kurangnya pemahaman mengenai kebutuhan air yang tepat bagi tanaman. Kurangnya penyiraman yang tepat waktu dapat menyebabkan tanaman menjadi layu bahkan berujung pada kematian. Oleh karena itu, penting untuk memanfaatkan sumber daya air dengan cara efisien dan efektif. Dalam konteks ini, diperlukan sistem otomatis yang dapat mengatasi tugas penyiraman tanaman secara otomatis [4].

Dalam rangka mengatasi masalah penyiraman tanaman yang dihadapi oleh petani, maka dilakukan analisis untuk menemukan solusi yang efektif. Sebagai solusi tersebut, penulis mengembangkan sebuah sistem otomatisasi penyiraman tanaman yang dimana sistem ini diharapkan akan dapat menjadi solusi yang efektif bagi para petani [1]. Sistem otomatisasi dirancang dengan menggunakan mikrokontroler Arduino Uno, motor DC, dan sensor kelembaban tanah. Arduino Uno dipilih sebagai perangkat keras mikrokontroler yang populer dan sering digunakan dalam pembuatan sistem terintegrasi. Keunggulan Arduino Uno meliputi kemudahan penggunaan, harga yang terjangkau, serta kemampuan untuk terhubung dengan berbagai sensor dan aktuator [5]. Sensor kelembaban tanah digunakan untuk mendeteksi tingkat kelembaban tanah, sehingga dapat menentukan apakah tanah dalam kondisi basah, lembab, atau kering. Motor DC digunakan sebagai penggerak pompa air untuk mengatur aliran air yang dibutuhkan oleh tanaman.

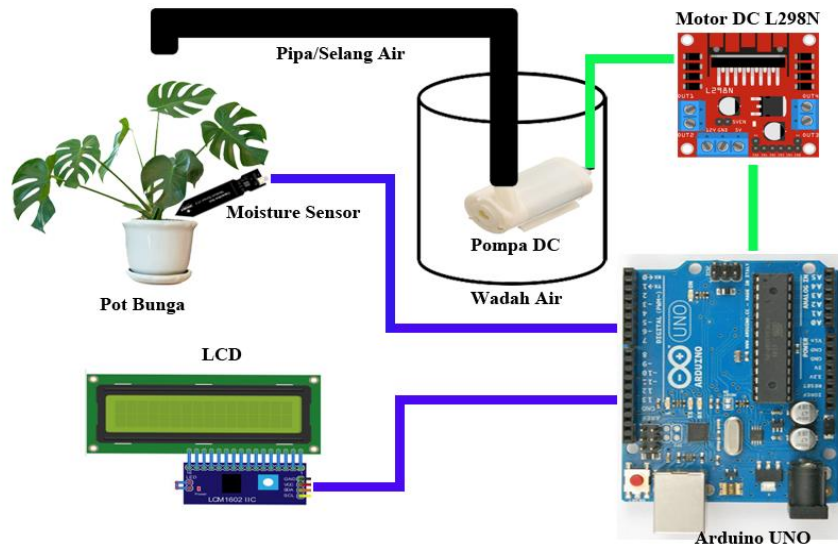
Penelitian ini memiliki tujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem penyiraman tanaman secara otomatis menggunakan Arduino Uno dan motor DC, dengan studi kasus yang difokuskan pada tanaman bunga Calathea. Namun, sistem yang berhasil dikembangkan saat ini masih berupa model atau prototipe.

METODOLOGI

1. Desain Sistem Keseluruhan

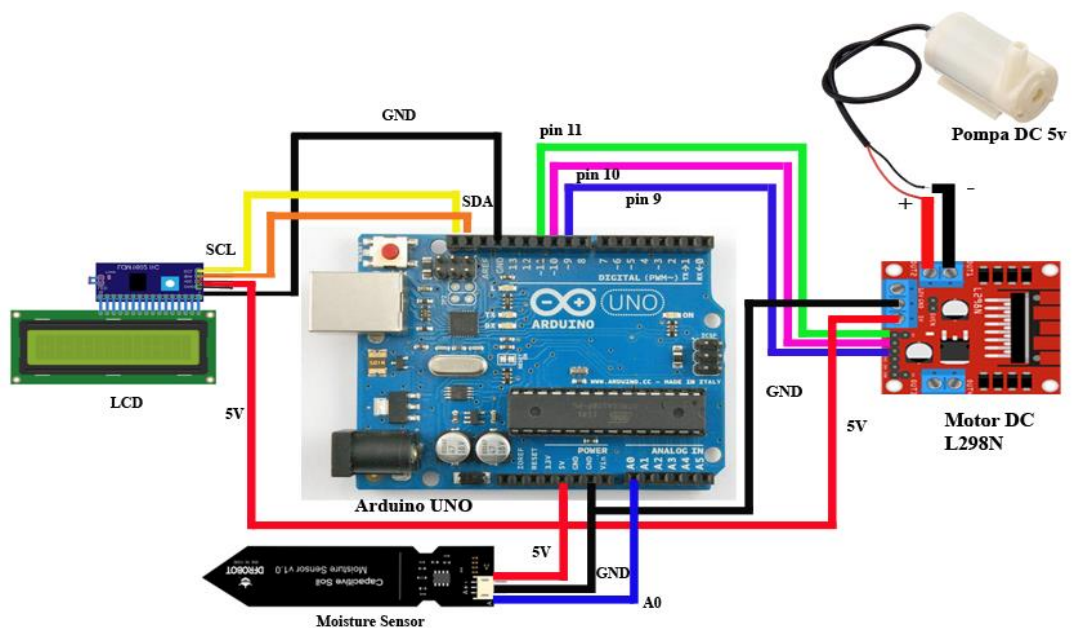
Sistem Penyiraman Tanaman secara otomatis ini dibangun dengan menggunakan komponen elektronik seperti: Arduino Uno, Kabel USB Arduino Uno, Soil Moisture Sensor, LCD I2C, Pompa Air Mini DC, Motor DC L298N, Kabel Jumper (M to M, F to F, M to F), Papan BreadBoard. Objek kaji untuk sistem ini adalah Bunga Calathea. Terdapat 2 buah Pot berisi Bunga Calathea, 1 Pot Bunga memiliki kadar air yang cukup (Tanah

Basah) dan 1 Pot Bunga memiliki kadar air sangat kurang (Tanah Kering) sebagai Objek untuk pengujian Sistem Penyiram Tanaman dengan Otomatis menggunakan Arduino Uno. Berikut merupakan rangkaian desain sistem otomatisasi yang akan dibangun secara keseluruhan Gambar 1.



Gambar 1. Desain Sistem Keseluruhan

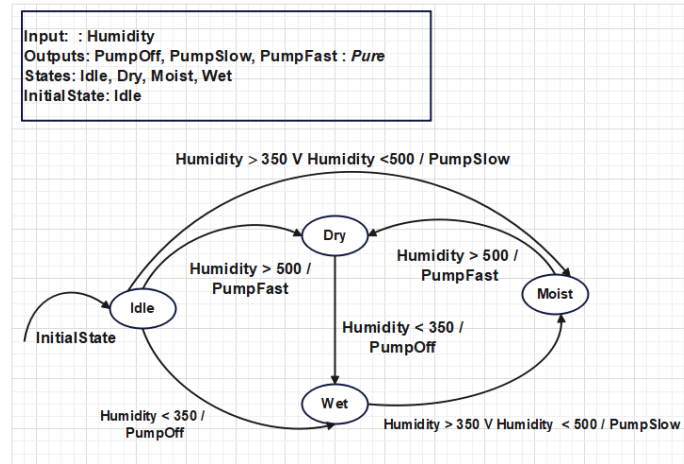
Prinsip kerja sistem penyiraman tanaman secara otomatis ini didasarkan pada penggunaan Sensor Kelembaban Tanah untuk mendeteksi tingkat kelembaban tanah pada pot bunga Calathea. Ketika sensor menunjukkan bahwa tanah dalam kondisi kering (dengan nilai kelembaban > 500), mikrokontroler akan mengaktifkan Motor DC L298N, yang akan mengoperasikan Pompa Air Mini DC untuk menyiram tanaman dengan cepat melalui pipa atau selang. Jika tanah dalam kondisi lembab (dengan nilai kelembaban antara 350 dan 500), mikrokontroler akan mengaktifkan Motor DC L298N, dan Pompa Air Mini DC akan menyiram tanaman dengan kecepatan yang lebih lambat melalui selang atau pipa. Apabila tanah sudah cukup basah (dengan nilai kelembaban < 350), mikrokontroler akan mematikan Motor DC L298N, sehingga Pompa Air Mini DC akan berhenti mengalirkan air. Setelah proses penyiraman selesai, sistem akan memberikan notifikasi kepada pemilik tanaman melalui LCD I2C, yang menampilkan informasi bahwa tanaman telah disiram beserta data kelembaban tanah yang dapat dipantau. Desain skematik sistem untuk penyiraman tanaman yang akan dibuat dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Desain Skematik Sistem

2. Model FSM Sistem

Finite state machine (FSM) merupakan sebuah model yang dipakai untuk menggambarkan dan mengatur perilaku sebuah system dan digunakan untuk perancangan sebuah sistem kontrol atau prinsip kerja suatu sistem dengan mempertimbangkan tiga elemen utama. Elemen utama yang ada pada sistem FSM yaitu *state* (keadaan), *event* (kejadian), dan *action* (aksi) [6]–[8]. Dalam hal ini, FSM dirancang untuk mengendalikan sistem agar beroperasi dengan baik, jelas, dan terstruktur. FSM pada sistem ini menerima input berupa bilangan real yang merupakan hasil pembacaan sensor kelembaban. Output dari FSM terdiri dari tiga kondisi, yaitu PumpFast, PumpSlow, dan PumpOff. Terdapat empat state yang didefinisikan dalam FSM, yaitu Idle, Dry, Wet, dan Moist. Desain Finite State Machine sistem ini ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Desain FSM Sistem

3. Perangkat Lunak dan Perangkat Keras Sistem

a. Perangkat keras: Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan sebuah sistem komputer yang memiliki fungsi lengkap yang terintegrasi dalam sebuah chip. Komponen-komponen utama yang terdapat dalam mikrokontroler meliputi Central Processing unit yaitu inti pemrosesan pada mikrokontroler yang berfungsi untuk menjalankan instruksi dan mengendalikan segala operasi yang ada, memori penyimpanan (baik *Random Access Memory*, *Static Random Access Memory*, *Dynamic Random Access Memory*, dan *Read Only Memory*), dan perangkat *input/output* sebagai antarmuka untuk berkomunikasi dengan perangkat eksternal, seperti menghubungkan dengan sensor, aktuator. Dalam konteks ini, mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino Uno. Arduino Uno adalah sebuah papan pengembangan mikrokontroler yang sangat populer dan banyak digunakan, mikrokontroler ini menggunakan *chip* ATmega328 diproduksi Microchip Technology. Arduino Uno merupakan platform mikro tunggal yang bersifat open-source, berasal dari platform Wiring, dan dirancang untuk mempermudah pengguna elektronik di berbagai bidang. Tabel 1 berisi informasi spesifikasi yang relevan mengenai mikrokontroler Arduino Uno [1], [9], [10].

Tabel 1. Spesifikasi mikrokontroler Arduino Uno

No	Jenis	Keterangan
1	<i>Mikroprosesor</i>	ATMega328P Arsitektur adalah RISC 8 bit Kecepatan clock adalah 16 MHz
2	<i>Pin Input/Output</i>	Pin digital input/output adalah 14 (0 sampai 13) Pin analog input/output adalah 6 (A0 sampai A5)
3	Komunikasi	USB <i>Interface</i> <i>Serial Communication</i> adalah UART
4	<i>Pulse Width Modulation</i>	Pin PWM adalah 6 (digital 3,5,6,9,10,11)
5	<i>Power Supply</i>	Tegangan operasional adalah 5 volt Tegangan <i>Input (recommended)</i> adalah 7-12 volt Tegangan <i>input (Limits)</i> adalah 6-20 volt
6	<i>Memory</i>	<i>Memory</i> program adalah 32 KB <i>Random Access Memory</i> adalah 2 KB EEPROM adalah 1 KB

7	Dimensi	Panjang adalah 68.6 mm Lebar adalah 53.4 mm Berat 25 g
---	---------	--

b. Perangkat Keras: Sensor

Sensor merupakan suatu komponen atau perangkat yang digunakan untuk mendeteksi, mengukur atau mengubah sinyal fisik atau kondisi suatu lingkungan menjadi sinyal yang dapat diproses oleh system elektronik. Sebagai komponen elektronika, sensor berperan dalam mengubah besaran mekanik, magnetik, panas, sinar, dan kimia menjadi sinyal listrik seperti tegangan, resistansi, atau arus listrik [8]. Berbagai jenis sensor yang sering digunakan seperti sensor cahaya (*Light*), sensor suhu (*Temperature*), sensor kelembaban (*Humidity*), sensor gerakan (*Motion*), sensor jarak (*Distance*), sensor tekanan (*Pressure*). Salah satu jenis sensor yang relevan untuk pengembangan system otomatisasi ini adalah sensor kelembaban tanah (*soil moisture sensor*), yang memiliki kemampuan untuk mengukur tingkat kelembaban atau kelembaban *relative* dalam tanah. Sensor ini dapat digunakan terutama dalam aplikasi pertanian, perkebunan, pengolahan tanah dengan melakukan pemantauan kelembaban tanah akan sangat penting untuk pengaturan irigasi yang efisien. Untuk mengukur kelembaban tanah dapat dilakukan dengan cara memasukkan *probe sensor* ke dalam tanah, lalu sensor akan langsung membaca kondisi kelembaban tanah tersebut. Sensor kelembaban tanah memiliki dua electrode yang akan ditanam pada tanah, *electrode* berbentuk *probe* atau *strip* yang berdekatan. Nilai kelembaban tanah kemudian dapat diukur berdasarkan nilai yang tersedia pada sensor tersebut. Tabel 2 menyajikan spesifikasi khusus dari sensor kelembaban tanah tipe kapasitif (*capacitive soil moisture sensor*) [5].

Tabel 2. Spesifikasi *Capacitive Soil Moisture Sensor*

No	Parameter	Keterangan
1	Sensor	Capacitive Soil Moisture Sensor V1.0
2	Tegangan Operasi	3.3 ~ 5.5 VDC
3	Tegangan Output	0 ~ 3.0 VDC
4	Arus Operasi	5Ma
5	Interface	PH2.0-3P
6	Dimensi	3.86 x 0.905 inches (L x W)
7	Berat	15g

c. Perangkat Keras: Aktuator

Aktuator merupakan perangkat mekanik, elektrik atau pneumatic yang dapat digunakan untuk menggerakkan atau mengendalikan suatu system, komponen. Aktuator akan berperan dalam mengubah energi menjadi bentuk gerakan fisik. Aktuator dapat berupa alat mekanis yang mengubah energi listrik atau fluida menjadi bentuk energi kinetik, seperti kecepatan atau perangkat elektromagnetik yang mampu menghasilkan energi kinetik untuk menggerakkan atau mengontrol mekanisme atau sistem tertentu [8]. Aktuator sangat berperan penting dalam berbagai aplikasi mulai system otomasi industry hingga kendaraan dan robotika.

Driver motor L298N adalah sebuah modul pengendali motor DC (motor searah). Fungsinya adalah mengatur kecepatan dan arah putaran motor DC dengan menggunakan sinyal input dari mikrokontroler atau perangkat control lainnya [5]. Komponen ini berperan sebagai antarmuka antara pompa air dan sistem. Motor driver L298N dapat mengatur waktu kerja dan mengontrol intensitas tegangan atau arus yang diberikan kepada pompa. Modul ini menerima masukan berupa nilai PWM (*Pulse Width Modulation*) dari Arduino Uno.

Layar LCD atau panel *Liquid Crystal Display* merupakan komponen atau media efektif dan efisien dalam menampilkan informasi visual dalam bentuk teks, angka, atau grafik. Layar ini digunakan untuk menampilkan informasi yang diperlukan dalam sistem penyiraman otomatis. Pompa Air DC adalah perangkat jenis pompa yang digunakan untuk mengalirkan atau memindahkan air dengan menggunakan tenaga listrik searah (DC). Tabel 3 memberikan spesifikasi LCD yang digunakan dalam sistem, sedangkan Tabel 4 menyajikan spesifikasi pompa air DC yang digunakan dalam sistem penyiraman otomatis.

Tabel 3. Spesifikasi LCD

No	Parameter	Keterangan
1	LCD	LCD I2C 16x4
2	Tegangan Kerja	5 V
3	Jumlah PIN	4 (VCC, GND, SDA, SCL)
4	Alamat <i>Devise</i>	0x27
5	Antarmuka	I2C

Tabel 4. Spesifikasi LCD

No	Parameter	Keterangan
1	Jenis	Pompa Mini 5 VDC
2	Tegangan Kerja	3~5 VDC
3	Limit Tegangan	2.5~6 VDC
4	Konsumsi Arus	120-550 mA
5	Konsumsi Daya	0.4-1.5 W
6	Kapasitas Pompa	80~120 L/H

d. Perangkat Keras: Input dan Output

Arduino memiliki beberapa perangkat keras input output yang dapat digunakan dalam menghubungkan antar perangkat dengan berbagai perangkat lainnya seperti sensor, actuator, dan perangkat eksternal lainnya. Perangkat Digital input output Arduino adalah 14 pin digital yang dapat berfungsi sebagai input atau output, dengan kemampuan untuk dikonfigurasi menggunakan fungsi `pinMode()`, `digitalWrite()`, dan `digitalRead()`. Pin-pin digital ini beroperasi pada tegangan 5 volt [1].

e. Perangkat Keras Lainnya

Power USB merupakan sumber daya yang digunakan sebagai power supply untuk Arduino, baik untuk memprogram maupun memberikan instruksi kepada perangkat [1]. Sementara itu, papan BreadBoard merupakan sebuah papan sirkuit elektronik yang berfungsi sebagai prototipe untuk merancang dan menguji sirkuit elektronik. Kabel Jumper (M-M, M-F, F-F) digunakan untuk menghubungkan dua komponen elektronik dengan mudah dan fleksibel.

f. Perangkat Lunak: Arduino IDE

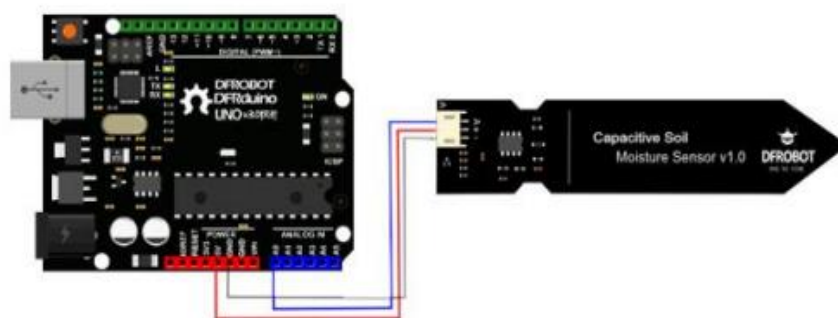
Arduino Uno dapat diprogram menggunakan *software* Arduino IDE (*Integrated Development Environment*). Arduino IDE adalah sebuah *software* yang menggunakan bahasa pemrograman C yang telah dimodifikasi. Arduino IDE dibangun dengan menggunakan bahasa pemrograman JAVA dan dilengkapi dengan library C/C++ (*wiring*) [11]. Arduino IDE terdiri dari beberapa komponen, antara lain:

- 1) Editor program, yang merupakan tampilan untuk menulis dan mengedit program dalam bahasa Processing.
- 2) Kompilasi dan Unggah, berfungsi untuk mengompilasi kode program dalam bahasa Processing menjadi Bahasa mesin yang mudah dipahami oleh Arduino uno dan mengunggahnya melalui koneksi serial.
- 3) Uploader, yang digunakan untuk membuat kode biner dari komputer ke dalam memori pada papan Arduino, sehingga program dapat dijalankan.

4. Implementasi Pengkabelan perangkat Keras

a. Pengkabelan (*Wiring*) Soil Moisture Sensor dengan Arduino Uno

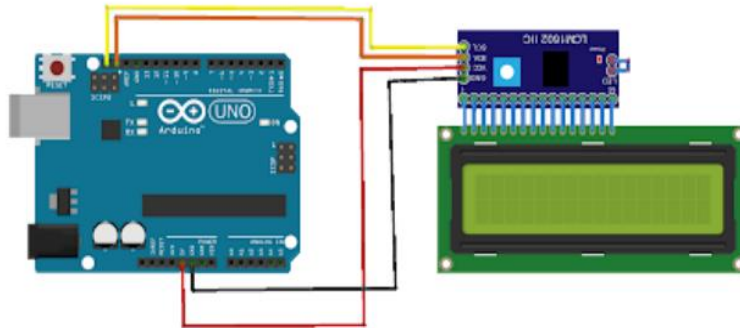
Dalam pengkabelan ini, kedua komponen yaitu Sensor Moisture dan Arduino Uno dihubungkan menggunakan kabel *Jumper*. Pin Sensor Moisture A terhubung dengan Pin Analog A0 pada Arduino Uno untuk mengirim sinyal kelembaban tanah. Pin Sensor Moisture + terhubung dengan Pin VCC 5V pada Arduino sebagai sumber tegangan untuk sensor. Selanjutnya, Pin Sensor Moisture - dihubungkan dengan Pin GND pada Arduino Uno untuk menghubungkan *ground* antara sensor dan Arduino Uno. Anda dapat melihat pengkabelan ini pada Gambar 4.



Gambar 4. Wiring Soil Moisture Sensor dengan Arduino Uno

b. Pengkabelan (*Wiring*) LCD I2C dengan Arduino Uno

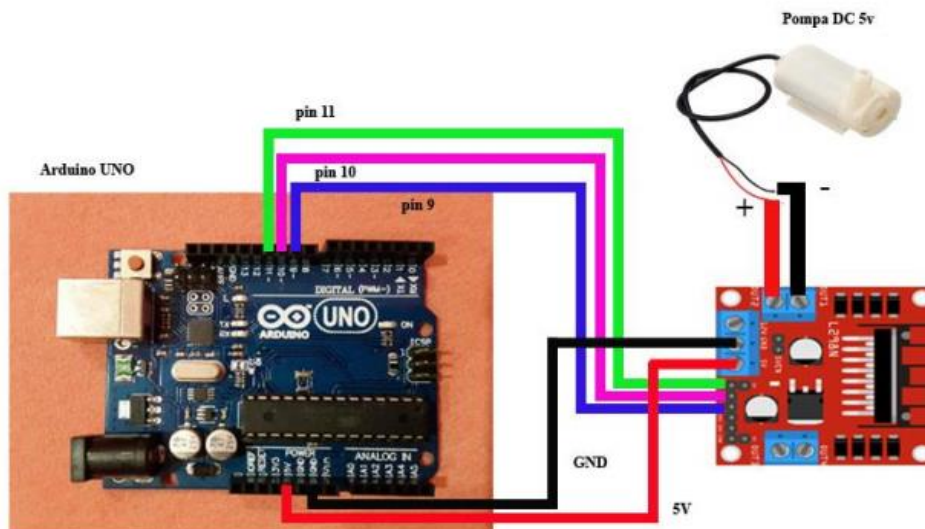
Dalam pengkabelan LCD I2C dengan Arduino Uno, Anda perlu menghubungkan pin-pin tertentu antara kedua komponen tersebut. Pin VCC pada LCD I2C dihubungkan dengan Pin VCC 5V pada Arduino Uno untuk mendapatkan sumber tegangan. Selanjutnya, Pin GND pada LCD I2C dihubungkan dengan Pin GND pada Arduino Uno untuk menghubungkan ground antara keduanya. Pin SCL pada LCD I2C dihubungkan dengan Pin SCL atau Pin A5 pada Arduino Uno untuk menyalurkan sinyal clock pada komunikasi I2C. Kemudian, Pin SDA pada LCD I2C dihubungkan dengan Pin SDA atau Pin A4 pada Arduino Uno sebagai jalur data pada komunikasi I2C. Penggunaan Pin SDA dan SCL ini penting dalam menyinkronkan data antara perangkat master dan slave. Anda dapat melihat pengkabelan ini secara lebih jelas pada Gambar 5.



Gambar 5. *Wiring* LCD I2C dengan Arduino Uno

c. Pengkabelan (*Wiring*) Motor DC L298N, Pompa DC dengan Arduino Uno

Dalam pengkabelan Motor DC dan Pompa DC dengan Arduino Uno, Anda perlu mengikuti langkah-langkah berikut: Hubungkan Pin Out1 Motor DC dengan kabel warna merah (+) pada Pompa Air DC untuk memberikan sumber daya positif. Hubungkan Pin Out2 Motor DC dengan kabel warna hitam (-) pada Pompa Air DC untuk memberikan sumber daya negatif. Hubungkan Pin GND Motor DC dengan Pin GND pada Arduino Uno untuk menghubungkan ground antara kedua komponen. Hubungkan Pin 5V Motor DC dengan Pin 5V pada Arduino Uno untuk memberikan sumber daya 5V. Hubungkan Pin ENA Motor DC dengan Pin 11 pada Arduino Uno untuk mengontrol kecepatan motor. Hubungkan Pin IN1 Motor DC dengan Pin 10 pada Arduino Uno untuk mengatur arah putaran motor. Hubungkan Pin IN2 Motor DC dengan Pin 9 pada Arduino Uno untuk mengatur arah putaran motor yang lain. Anda dapat melihat pengkabelan ini secara lebih jelas pada Gambar 6.



Gambar 6. Pengkabelan Motor DC L298N dan Pompa DC dengan Arduino Uno

5. Pseudocode

Berikut adalah gambaran umum tentang langkah-langkah perlu dibuat dalam program yang akan digunakan untuk Sistem Penyiraman Tanaman secara Otomatis pada Bunga Calathea.

```
import the required libraries

define sensor_CapacitiveSoil as A2
define IN1 as 10
define IN2 as 9
define ENA as 11

setup:
  Initialize serial communication
  Initialize LCD display
  Turn on LCD backlight
  Set sensor_CapacitiveSoil pin as INPUT
  Set IN1, IN2, and ENA pins as OUTPUT

loop:
  Read the value from sensor_CapacitiveSoil and store it in
  SensorValue_CapacitiveSoil
  Print SensorValue_CapacitiveSoil on the serial monitor

  Set the cursor position on LCD and print the heading
  Set the cursor position on LCD and print the moisture level

  if SensorValue_CapacitiveSoil > 500:
    Set motor direction to rotate forward
    Set motor speed to maximum
    Set cursor position on LCD and print the sensor value
    Set cursor position on LCD and print "TANAH KERING"
    Set cursor position on LCD and print "HIDUP KRAN"

  else if SensorValue_CapacitiveSoil > 350 and SensorValue_CapacitiveSoil
  < 500:
    Set motor direction to rotate forward
    Set motor speed to half of maximum
    Set cursor position on LCD and print the sensor value
    Set cursor position on LCD and print "TANAH LEMBAP"
    Set cursor position on LCD and print "KRAN SEDANG"

  else:
    Stop the motor
    Set cursor position on LCD and print the sensor value
    Set cursor position on LCD and print "TANAH BASAH"
    Set cursor position on LCD and print "MATI KRAN"

  Delay for a short period of time before looping again
```

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Gambar 7, terlihat hasil desain implementasi Sistem Penyiram Tanaman secara Otomatis berbasis Arduino Uno. Semua komponen telah dirangkai dengan rapi dan telah disiapkan media pengujian yang terdiri dari 2 pot tanaman. Pengaturan sistem sudah siap untuk dilakukan pengujian terhadap tanaman dengan menggunakan sistem penyiraman otomatis yang telah dirancang.



Gambar 7. Hasil Implementasi Sistem

Dalam pengujian sistem penyiram tanaman secara otomatis ini, dilakukan menggunakan sensor kelembaban tanah (*sensor soil moisture*) yang akan diuji pada tanaman bunga calathea dengan kondisi tanah kering, lembab, dan basah. Dalam implementasi ini, diperlukan satu sensor kelembaban tanah untuk pengujian kondisi tanah. Nilai yang dihasilkan oleh sensor kelembaban tanah ini akan menjadi masukan bagi Motor DC untuk mengatur pompa air secara responsif. Hasil pengukuran nilai sensor dan keterangan kondisi tanah akan ditampilkan pada layar LCD. Untuk mencapai kontrol sistem yang otomatis, diperlukan pengaturan terlebih dahulu terhadap nilai threshold kelembaban tanah sebagai acuan pada sensor kelembaban tanah untuk mengatur tingkat kelembaban pada setiap kondisi tanah. Nilai threshold ini diperoleh melalui pengujian langsung terhadap perubahan tingkat kelembaban tanah mulai dari kering, lembab, hingga basah. Tabel berikut ini memuat nilai-nilai threshold untuk setiap keadaan tanah yang digunakan dalam sistem penyiram tanaman otomatis ini.

Tabel 5. Spesifikasi LCD

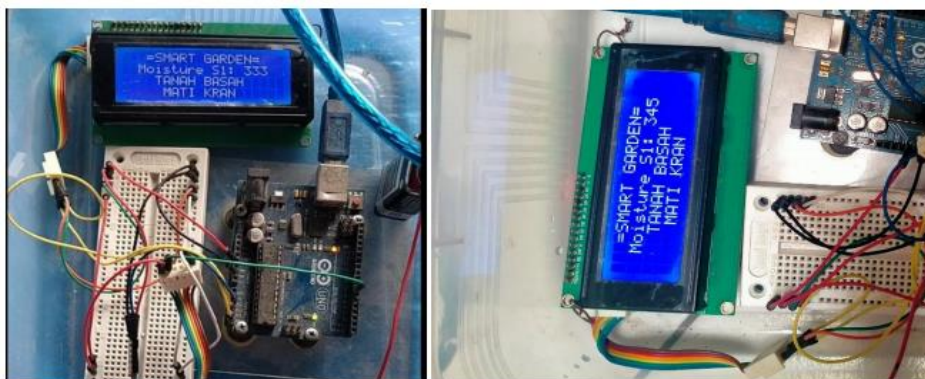
No	Keadaan Tanah	Nilai ADC Sensor Soil Moisture	Nilai Persentase Kelembaban
1	Kering	> 500 -1023	> 51 %
2	Lembab	> 350 - <= 500	> 66 % - <= 51 %
3	Basah	<= 350	<= 66%

$$Kelembaban (\%) = (100 - (Nilai ADC \times 0.0977)) \dots \dots \dots (1)$$

Untuk menghitung nilai kelembaban tanah dalam persen, dapat menggunakan formula berikut (Formula 1), dimana nilai ADC merupakan hasil pembacaan dari sensor kelembaban tanah. Nilai 0.0977 merupakan hasil pembagian antara nilai persentase maksimum (100) dengan resolusi bit mikrokontroler (1023), seperti yang terlihat pada persamaan berikut (Formula 2).

$$\frac{Nilai\ persentase\ maksimum}{Resolusi\ bit\ mikrocontroller} = \frac{100}{1023} = 0.097 \dots \dots \dots (2)$$

Berdasarkan Tabel 5, nilai threshold yang telah ditentukan akan digunakan sebagai parameter dalam sistem penyiram otomatis. Pada Gambar 8, hasil pengujian untuk kondisi tanah basah dengan nilai threshold ADC sensor tanah <= 350 atau <= 66% persentase kelembaban dapat dilihat. Pada tampilan LCD, terlihat bahwa nilai ADC sensor kelembaban tanah adalah 333 dan 345, menunjukkan bahwa tanah dalam kondisi basah. Sebagai hasilnya, Motor DC memberikan respons untuk mematikan kran pada pompa air.



Gambar 8. Hasil Pengujian Sistem: Tanah Basah

Pada Gambar 9, terdapat hasil pengujian untuk kondisi tanah lembab dengan nilai threshold ADC sensor tanah $> 350 - \leq 500$ atau $> 66\% - \leq 51\%$ persentase kelembaban. Melalui tampilan LCD, dapat dilihat bahwa nilai ADC sensor kelembaban tanah adalah 394, yang menunjukkan bahwa tanah berada dalam kondisi lembab. Sebagai response, Motor DC memberikan respon untuk menyalakan kran pada pompa air dengan mengalirkan air secara lambat.



Gambar 9. Hasil Pengujian Sistem: Tanah Lembab

Pada Gambar 10, terdapat hasil pengujian untuk kondisi tanah kering dengan nilai threshold ADC sensor tanah $> 500 - 1023$ atau $> 51\%$ persentase kelembaban. Melalui tampilan LCD, dapat dilihat bahwa nilai ADC sensor kelembaban tanah adalah 568 dan 522, yang menunjukkan bahwa tanah berada dalam kondisi kering. Sebagai response, Motor DC memberikan respon untuk menyalakan kran pada pompa air dengan mengalirkan air secara kencang.



Gambar 10. Hasil Pengujian Sistem: Tanah Kering

Pengujian sistem penyiram tanaman otomatis berbasis Arduino Uno dilakukan pada tanaman bunga Calathea, dan hasilnya terdokumentasikan dalam Tabel 6. Terdapat 10 sampel pengujian yang telah dilakukan untuk mengevaluasi kinerja sistem.

Tabel 6. Hasil Pengujian Sistem

No	Nilai ADC Soil Moisture	Keterangan Tanah pada LCD	Kondisi Pompa DC
1	333	Tanah Basah	Pompa Mati
2	394	Tanah Lembab	Pompa Hidup (Air mengalir lambat)
3	509	Tanah Kering	Pompa Hidup (Air mengalir kencang)
4	366	Tanah Lembab	Pompa Hidup (Air mengalir lambat)
5	522	Tanah Kering	Pompa Hidup (Air mengalir kencang)
6	568	Tanah Kering	Pompa Hidup (Air mengalir kencang)
7	345	Tanah Basah	Pompa Mati
8	100	Tanah Basah	Pompa Mati
9	541	Tanah Kering	Pompa Hidup (Air mengalir kencang)
10	461	Tanah Lembab	Pompa Hidup (Air mengalir lambat)

Berdasarkan hasil yang tercatat dalam Tabel 6, dapat disimpulkan bahwa dalam sistem penyiraman tanaman otomatis menggunakan Arduino Uno dan motor DC, pompa air akan berfungsi dengan tiga kondisi berbeda. Pertama, saat nilai ADC soil moisture berada dalam rentang $> 500 - 1023$, pompa air akan menyala untuk mengalirkan air dengan kencang. Hal ini terjadi ketika tanah dalam kondisi sangat kering atau tanaman membutuhkan banyak air. Kedua, saat nilai ADC soil moisture berada dalam rentang $> 350 - \leq 500$, pompa air akan menyala untuk mengalirkan air dengan lambat. Hal ini terjadi ketika tanah dalam kondisi lembab atau tanaman membutuhkan tambahan air. Ketiga, pompa air akan mati saat nilai ADC soil moisture berada di bawah nilai ≤ 350 . Hal ini terjadi ketika tanah dalam kondisi basah atau tanaman masih memiliki cukup air. Dengan demikian, sistem yang telah dibangun untuk alat penyiram tanaman secara otomatis dengan menggunakan Arduino Uno dan motor DC telah bekerja dengan baik.

KESIMPULAN

Sistem penyiram tanaman secara otomatis dengan mikrokontroler Arduino Uno dan Motor DC pada studi kasus tanaman bunga Calathea telah berhasil dibangun. Setelah melakukan implementasi dan pengujian terhadap sistem, beberapa kesimpulan dapat diambil sebagai berikut:

1. Alat ini dapat memberikan kemudahan dalam pekerjaan manusia dalam hal penyiraman tanaman berdasarkan nilai sensor kelembaban tanah dari Soil Moisture Sensor yang diuji pada tanaman bunga Calathea
2. Sistem ini mampu menyiram air kepada tanaman bunga Calathea jika kelembaban tanah berada di atas 350
3. Sistem tidak akan menyiram tanaman bunga Calathea jika kelembaban tanah berada di bawah 350
4. Untuk tanaman bunga Calathea, kelembaban tanah harus berada dalam rentang 350-500 agar tanah tetap subur. Jika kelembaban tanah melebihi 500, tanaman bunga Calathea dapat mengalami kekeringan dan mati. Jika kelembaban tanah berada di bawah 350, tanaman bunga Calathea dapat membusuk dan mati
5. Sistem ini memberikan solusi yang efisien dan praktis untuk memenuhi kebutuhan penyiraman tanaman Calathea
6. Sistem juga dapat menghemat air dengan hanya menyiramkan air saat dibutuhkan, menghindari pemborosan dan potensi genangan air yang dapat merusak tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Z. Kafiari, E. K. Allo, and D. J. Mamahit, "Rancang Bangun Penyiram Tanaman Berbasis Arduino Uno Menggunakan Sensor Kelembaban YL-39 Dan YL-69," *J. Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 7, no. 3, pp. 267–276, 2018.
- [2] N. Đuzić and D. Đumić, "Automatic Plant Watering System Via Soil Moisture Sensing by Means of Suitable Electronics and its Applications for Anthropological and Medical Purposes," *Coll Antropol*, vol. 41, no. 2, pp. 169–172, 2017.
- [3] V. Bakale and S. Talokar, "Wireless Automatic Plant Irrigation System," *Int. J. Recent Technol. Mech. Electr. Eng.*, vol. 2, no. 4, pp. 29–33, 2015.
- [4] D. Divani, P. Patil, and S. K. Punjabi, "Automated Plant Watering System," in *2016 International Conference on Computation of Power, Energy Information and Commuincation (ICCPEIC)*, 2016, pp. 180–182. doi: <https://doi.org/10.1109/ICCPEIC.2016.7557245>.
- [5] P. Archana and R. Priya, "Design and Implementation of Automatic Plant Watering System," *Int. J. Adv. Eng. Glob. Technol.*, vol. 4, no. 1, pp. 1567–1570, 2016.
- [6] Iwan Setiawan, *Perancangan Software Embedded System Berbasis FSM*. Semarang: Universitas Diponegoro, 2006.
- [7] "Finite-state machines: by Arthur Gill. 207 pages, diagrams, 6×9 in. New York, McGraw-Hill Book Co., Inc., 1962. Price, \$9.95," in *Journal of the Franklin Institute*, 1963, p. 250. doi: [https://doi.org/10.1016/0016-0032\(63\)90354-5](https://doi.org/10.1016/0016-0032(63)90354-5).
- [8] E. A. Lee and S. A. Seshia, *Introduction to Embedded Systems, Second Edition: A Cyber-Physical Systems Approach*. Cambridge: MIT Press, 2016.
- [9] P. R. Manual, "Arduino UNO R3 Features," 2022.
- [10] T. K. Shifa, "Moisture Sensing Automatic Plant Watering System Using Arduino Uno," *Am. J. Eng. Res.*, vol. 7, no. 7, pp. 326–330, 2018.
- [11] "Software | Arduino." <https://www.arduino.cc/en/software>