
Rancang Bangun Alat Penyiram Otomatis Menggunakan Sensor Kelembaban Tanah Berbasis Mikrokontroler pada Tanaman Kopi

Design of an Automatic Sprinkler Using a Microcontroller-Based Soil Moisture Sensor in Coffee Plants

Suparman, Dimas Deworo P., Nuraeni Dwi Dharmawati, Ksatriyo Pinandito, Ayunda Gustiani Putri
Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Stiper (INSTIPER),
Jl. Nangka No. 2, Maguwoharjo, Depok, Sleman, Yogyakarta, Kode Pos 55281
Email : suparman.faiz.sf@gmail.com

Abstract

This research activity was carried out on coffee farmer groups in Mandan Sucen Gemawang Temanggung which emphasized the design of automatic sprinklers using microcontroller-based soil moisture sensors for coffee plants. Coffee plants need enough water for their growth. Manually sprinkling coffee plants requires sufficient resources, the problem is that there are human limitations in helping with maintenance and it takes quite a long time. The purpose of this research is to help coffee farmers by designing coffee sprinklers automatically. The research method used to complete this research is Research and Development which includes tool planning, tool design, tool testing, and analysis of an automatic plant watering system using a microcontroller-based soil moisture sensor on YL-69 type coffee plants. The output of the research is a prototype of an automatic plant sprinkler system using sensors, microcontrollers, relays and a 16x2 LCD display screen. From the calibration results, the accuracy of the tool is 98.61% and the error is 1.39%. This system can monitor and control the water requirements of coffee plants and automatic watering is carried out when the soil moisture is < 40%, the pump will start automatically and the pump will automatically turn off when the soil moisture is > 60%. The conclusion from the results of this study is that there is a sprinkler automatically using a microcontroller-based soil moisture sensor to assist coffee farmer groups in Mandan Sucen Gemawang Temanggung in watering coffee.

Keyword: automatic sprinkler, coffee plants, microcontroller-based, soil moisture sensor

Abstrak

Kegiatan penelitian ini dilakukan pada kelompok tani kopi di Mandan Sucen Gemawang Temanggung yang ditekankan pada rancang bangun alat penyiram otomatis menggunakan sensor kelembaban tanah berbasis mikrokontroler untuk tanaman kopi. Tanaman kopi memerlukan air yang cukup untuk pertumbuhannya. Penyiram tanaman kopi secara manual membutuhkan sumber daya yang cukup, masalah yang ada adalah adanya keterbatasan manusia dalam membantu perawatan dan memerlukan waktu yang cukup lama. Tujuan penelitian ini adalah membantu para petani kopi dengan merancang alat penyiram tanaman kopi secara otomatis. Metode penelitian yang digunakan untuk menyelesaikan penelitian ini adalah pengembangan rapid application development yang meliputi requirement planning, design workshop, fase instruction dan implementasi. Luaran hasil penelitian adalah sebuah *prototype* alat sistem penyiram tanaman secara otomatis menggunakan sensor, mikrokontroler, relay serta layar penampil LCD 16x2, menggunakan sensor kelembaban tanah berbasis mikrokontroler pada tanaman kopi tipe YL-69. Dari hasil kalibrasi diperoleh akurasi alat adalah 98,61 % dan eror 1,39 %. Sistem ini dapat monitoring dan kontroling kebutuhan air pada tanaman kopi dan penyiraman secara otomatis dilakukan pada kelembaban tanah < 40 % pompa akan hidup secara otomatis dan pompa akan mati secara otomatis pada kelembaban tanah > 60 %. Kesimpulan dari hasil penelitian ini yaitu telah ada alat penyiram otomatis menggunakan sensor kelembaban tanah berbasis mikrokontroler untuk membantu kelompok tani kopi di Mandan Sucen Gemawang Temanggung dalam penyiraman kopi.

Kata kunci: alat penyiram otomatis, kopi, berbasis mikrokontroler, sensor kelembaban tanah

PENDAHULUAN

Sebagai sumber mata pencaharian petani kopi di Indonesia masih banyak yang bergantung pada

musim hujan untuk bercocok tanam (Kasmita, Eviany, & Sutikno, 2021). Produktivitas tanaman kopi dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti iklim, genetik, kultur teknis, lingkungan dan sistem

pengelolaan tanah serta tanaman. Masa depan budidaya kopi di Indonesia diyakini terdampak akibat perubahan iklim. Adanya perubahan iklim, seperti curah hujan yang tidak teratur, naiknya suhu, kekeringan dan badai yang terjadi, dapat mengganggu pertumbuhan tanaman kopi.

Hasil analisis yang dilakukan Yayasan IDH bersama Conservation International, Global Coffee Platform, HRNS Coffee Climate Initiative dan Specialty Coffee Association pada tahun 2019 Asia termasuk Indonesia menunjukkan adanya dampak perubahan iklim yang mempengaruhi produksi pada sektor kopi. Adanya pemanasan global yang terjadi di akhir-akhir ini membuat curah hujan menjadi tak menentu dan berakibat pada produksi kopi di Indonesia. Ancaman lain akibat perubahan iklim terhadap kopi adalah meningkatnya kebutuhan air, adanya hama atau penyakit tanaman, serta adanya kerentanan pada petani kecil hingga petani perempuan penggarap kopi. Kondisi lain tanaman kopi di Indonesia sudah tergolong tua, banyaknya persebaran hama dan penyakit, juga praktik bertani yang tak lagi sesuai, membuat keberlanjutannya akan terganggu oleh perubahan alam tersebut. Hal ini menyebabkan produksi hasil pertanian kopi tidak bisa stabil setiap saat (Septiani & Kawuryan, 2021).

Saat mulai masuk musim hujan juga memberikan dampak negatif di saat panen kopi begitu juga menimbulkan masalah ketika tanaman kopi berbunga. Curah hujan deras akan mengakibatkan bunga kopi beguguran dan mengakibatkan buah kopi tidak akan dapat dihasilkan. Terjadi perubahan kombinasi curah hujan dengan suhu udara akan mempengaruhi proses fotosintesis tanaman kopi. Sehingga jelas berdampak pada hasil produksi nantinya. Sedangkan ketika masuk musim kemarau para petani harus mengeluarkan tenaga dan biaya ekstra untuk melakukan penyiraman secara manual (Bar, Trismawati, & Mustakim, 2021).

Sebagai upaya untuk mengatasi kendala tersebut maka diperlukan suatu alat penyiram tanaman otomatis yang bisa bekerja baik pada musim kemarau maupun musim penghujan. Perkembangan yang terjadi baik di bidang elektronika digital dan instrumentasi (Kidi, 2018). Saat ini sistem alat yang bekerja secara analog berangsur-angsur mulai ditinggalkan oleh penggunanya dan diganti dengan sistem digital (Wimasya, 2022). Perancangan alat menggunakan komponen elektronika digital dan bekerja secara otomatis di segala bidang sangat diperlukan untuk mempermudah kerja manusia termasuk di bidang pertanian, khususnya pada tanaman kopi (Suparmin, Saragih, Sirait, Waluyo, & Suroyo, 2020).

Hasil studi pendahuluan yang didapatkan pada petani kopi Kecamatan Gemawang Temanggung

merupakan salah satu kecamatan yang mempunyai luas area perkebunan kopi robusta terbesar ke-3 di Kabupaten Temanggung. Produksi kopi Robusta di Kecamatan Gemawang mengalami fluktuasi yaitu mengalami penurunan yang relatif besar ditahun 2019 sebesar -35.68%, dengan jumlah produksi sebesar 1.836 ton di tahun 2018 turun menjadi 1.567.28 ton di tahun 2019. Tahun 2020 Produksi kopi robusta mengalami kenaikan kembali sebesar 29.53% menjadi 1.837.7ton dengan disertai penurunan luas lahan menjadi 1837.7 ha. Dari data tersebut diketahui terjadi fluktuasi jumlah produksi dari tahun 2018 s.d 2020. Dengan luas wilayah yang semakin luas, seharusnya dapat meningkatkan produksi kopi, namun sebaliknya produksi kopi semakin menurun di tahun 2019 dan kemudian kembali meningkat ditahun 2020 dengan disertai penurunan luas lahan. Dengan demikian telah terjadi inefisiensi produksi kopi robusta di Kecamatan Gemawang. Dengan mengacu kepada masalah tersebut di atas, maka sangat perlu dilaksanakan perancangan sistem alat penyiram tanaman kopi secara otomatis berbasis mikrokontroler memakai sensor kelembaban tanah tipe YL 69 sebagai *input*, mikrokontroler Arduino AT Mega 328 sebagai pengontrol dan layar penampil LCD sebagai output yang diaplikasikan pada tanaman . Pada penelitian ini mengacu pada penelitian sebelumnya yaitu yang telah dilakukan oleh Gunawan, Marlina Sari (2018). Perbedaan pada penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah penelitian ini juga membahas tentang cara kerja sensor kelembaban yaitu konversi besaran fisis berupa kelembaban tanah menjadi besaran listrik digital 0 sampai 1023 (ADC = Analog to Digital Converter) serta aplikasi alat pada tanaman yang berbeda. Tujuan penelitian ini adalah merancang sebuah alat *prototype* penyiram tanaman secara otomatis memakai sensor kelembaban tanah tipe YL 69 dan mikrokontroler pada tanaman kopi, ingin mengetahui akurasi alat ukur kelembaban tanah dengan cara melakukan kalibrasi dan mengaplikasikan alat penyiram otomatis pada tanaman kopi untuk menghidupkan pompa pada saat kekurangan air dan mematikan pompa secara otomatis pada saat air sudah cukup.

METODE

Penelitian dimulai dengan desain dan perancangan alat penyiram otomatis, pembuatan alat dan uji kalibrasi di laboratoium, kemudian dilanjutkan dengan aplikasi untuk penyiraman tanaman kopi. Komponen yang dibutuhkan untuk pembuatan alat penyiram otomatis meliputi mikrokontroler arduino 328, kabel penghubung, sensor *Soil Moisture* YL-69 (kelembaban tanah), layar penampil LCD 16x2,

relay, pompa dan kelengkapannya, multimeter, solder, timah, power supply dan laptop. Setelah semua alat dan komponen yang diperlukan lengkap, maka langkah selanjutnya adalah merangkai komponen tersebut dengan benar sampai menghasilkan sebuah prototype alat penyiram otomatis. Langkah berikutnya adalah membuat software aplikasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

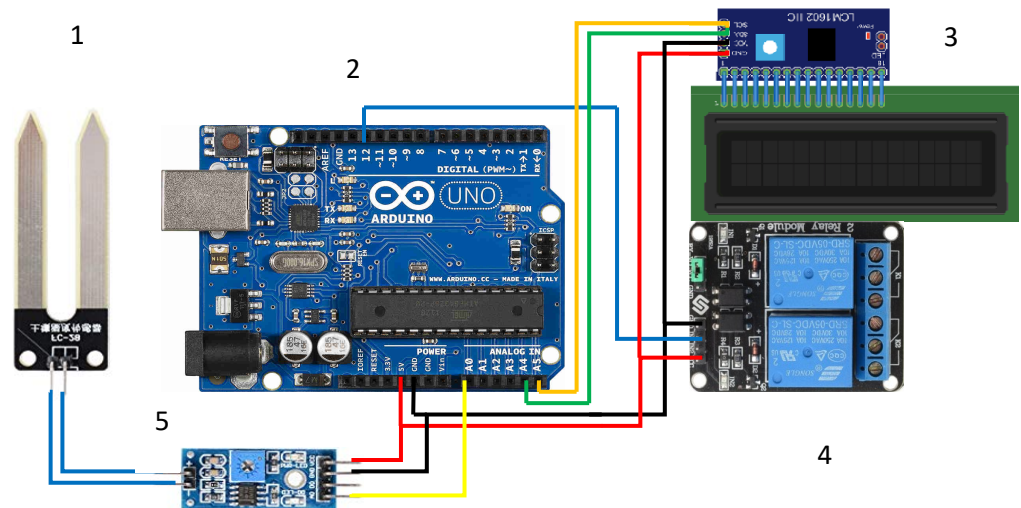
Pada penelitian ini dirancang sebuah alat sebagai media yang akan digunakan untuk penyiraman tanaman kopi. Berikut hasil perancangan alat yang dihasilkan.

Perancangan Perangkat Keras

Pada perancangan perangkat keras alat penyiram secara otomatis ini, terdapat mikrokontroler sebagai

pengontrol pokok dari semua sistem. Pada perancangan pembuatan alat sistem irigasi penyiraman secara otomatis di tanaman kopi ini, kelembaban media tanam basah atau kering digunakan sebagai tanda sistem bekerja secara otomatis dengan penentuan batas bawah yaitu kelembaban kurang dari 40 % pompa akan hidup dan batas atas yaitu pada kelembaban lebih dari 60 % pompa akan mati.

Sistem dilengkapi satu buah sensor kelembaban tanah tipe YL 69 sebagai masukan, satu buah mikrokontroler, satu buah layar penampil LCD yang berfungsi menampilkan data, relay yang berfungsi untuk menghidupkan dan mematikan pompa air secara otomatis serta pompa air sebagai alat untuk mendapatkan air. Berikut gambaran dari perangkat keras :



Gambar 1. Rangkaian alat penyiram otomatis dengan sensor kelembaban tanah (1), mikrokontroler (2), LCD (3) relay (4), dan penguat sensor (5)

Rangkaian akan menghubungkan komponen elektronika berupa sensor kelembaban tanah ke mikrokontroler menuju ke monitor LCD 16 x 2, untuk membaca nilai kelembaban yang dihasilkan. Pin A0 pada sensor kelembaban tanah dihubungkan ke pin A0 mikrokontroler Arduino, GND terhubung ke pin GND dan VCC dari sensor kelembaban tanah terhubung ke kaki 5V mikrokontroler Arduino sebagai tegangan masukan.

Setelah merangkai komponen elektronika antara mikrokontroler Arduino dengan sensor kelembaban YL-69, maka langkah berikutnya ialah kita akan merangkai komponen layar penampil I2C LCD 16x2 dengan mikrokontroler Arduino. Kemudian dirangkai komponen Relay dengan mikrokontroler Arduino. Untuk mengaktifkan relay pada sisi software-nya, kita cukup menggunakan #define RELAY. Selanjutnya dihubungkan output relay ini

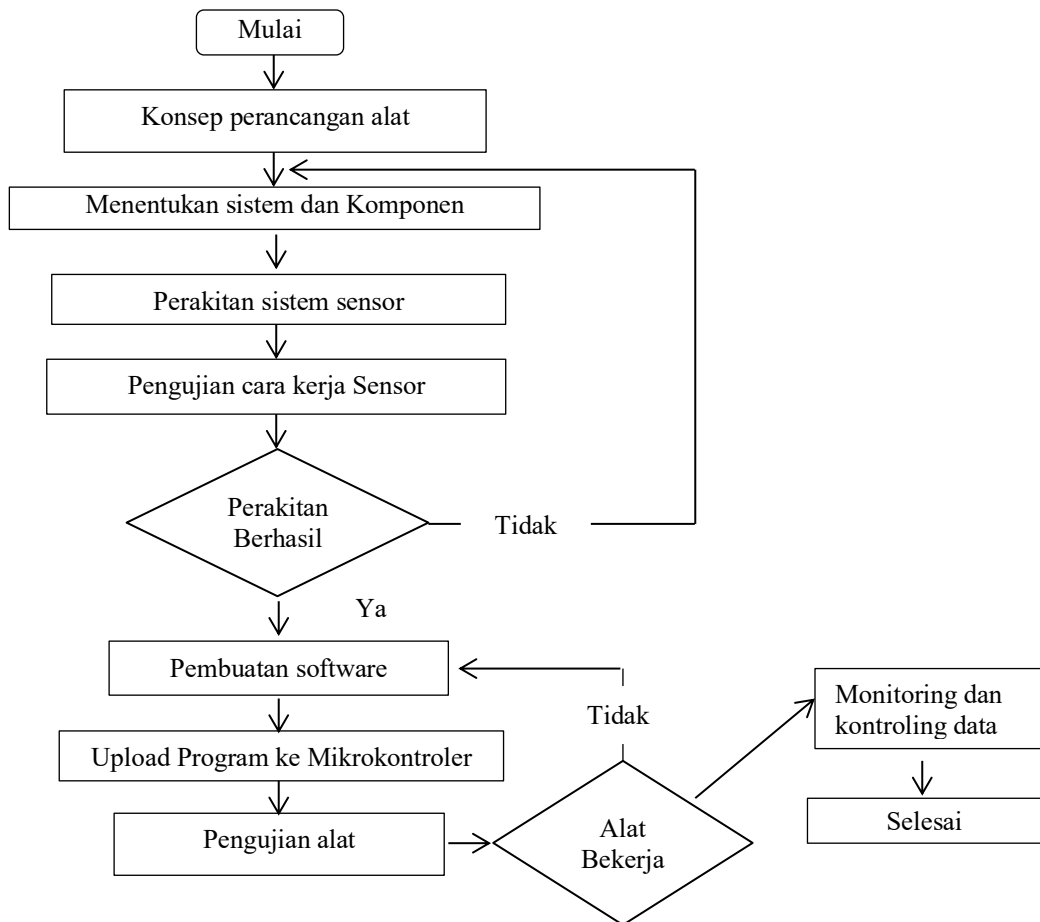
ke pompa untuk menghidupkan dan mematikan secara otomatis. Alat ini diprogram dengan ketentuan untuk tanah kering yaitu kelembaban kurang dari 40 % pompa akan hidup secara otomatis dan pada tanah basah yaitu dengan ketentuan kelembaban lebih dari 60 % pompa akan mati secara otomatis.

Perancangan Perangkat Lunak

Setelah semua komponen yang diperlukan dirakit secara benar, langkah selanjutnya adalah merancang perangkat lunak. Diagram alir di bawah ini menunjukkan proses pembuatan alat irigasi penyiram secara otomatis pada tanaman kopi. Proses pembuatan alat dengan perangkat lunak dirancang akan bekerja menghidupkan pompa ketika nilai kelembaban tanah mencapai batas bawah yaitu pada kelembaban kurang dari 40 %, dan setelah melakukan respon terhadap kelembaban tanah sistem akan mengendalikan terus menerus hingga

kelembaban tanah mencapai batas atas, sehingga program akan memberikan perintah untuk mematikan pompa pada kelembaban di atas 60 %. Diagram alir ini juga menunjukkan sistem keaja sensor kelembaban tanah untuk memudahkan pemantauan data kelembaban tanah secara real time.

Hasil dari pembacaan sensor kelembaban tanah akan ditampilkan pada layar penampil LCD (*Liquid Crystal Display*). Secara umum langkah-langkah penelitian ini diperlihatkan pada diagram alir pada Gambar 2 di bawah ini :



Gambar 2. Diagram alir alat penyiram secara otomatis

Hasil Pengamatan Dan Pembahasan

Hasil pengamatan cara kerja sensor kelembaban tipe YL 69 ini masukannya adalah kelembaban tanah dan keluarannya adalah ADC (*Analog to Digital Converter*) yaitu data digital angka 0 sampai 1023 (10 bit biner) dan dikonversikan ke voltase 0 – 5 volt (Galih Mardika & Kartadie, 2019). Berikut ini hasil pengamatan kelembaban tanah, ADC dan voltase.

Dari Tabel 1 dapat kita katakan bahwa sensor kelembaban tanah tipe YL 69 adalah linier terhadap ADC dan Voltase. Selanjutnya hasil pengamatan kalibrasi alat penyiraman ditunjukkan pada Tabel 2

Berdasarkan Tabel 2 yaitu hasil pengamatan kelembaban tanah menggunakan alat ukur acuan dan alat ukur rancangan sendiri menghasilkan rata – rata error sebesar 1,39 %. Jadi akurasi alat adalah $100 \% - 1,39 \% = 98,61 \%$. Selanjutnya hasil

pengujian alat penyiram otomatis di tanaman kopi dapat dilihat pada Tabel 3 :

Tabel 1. Pengamatan Kelembaban Tanah, ADC Dan Voltase

No.	Kelembaban tanah (%)	ADC	Voltase (Volt)
1	6	975	4,76
2	26	831	4,06
3	31	793	3,87
4	41	723	3,53
5	47	680	3,32
6	61	574	2,81
7	70	509	2,49
8	73	490	2,39
9	85	402	1,96
10	94	332	1,62

Tabel 2 Hasil Pengamatan Kelembaban Tanah Memakai Alat Ukur Acuan Dan Alat Ukur Rancangan Sendiri

No.	Kelembaban Tanah Memakai Alat Acuan (%)	Kelembaban Tanah Memakai Rancangan Sendiri (%)	Penyimpangan	Error (%)
1	14	14	0	0,00
2	20	19	1	5,00
3	26	26	0	0,00
4	30	29	1	3,33
5	36	36	0	0,00
6	39	39	0	0,00
7	45	44	1	2,22
8	56	55	1	1,79
9	63	62	1	1,59
10	71	71	0	0,00
Total eror				13,93
Rata – rata eror				1,93

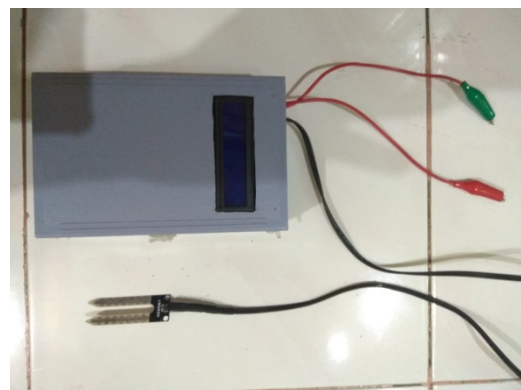
Tabel 3. Data hasil pengujian alat penyiram otomatis pada tanaman kopi

No.	Kelembaban	Kondisi t	Pompa	Keterangan
1	15	kering	hidup	berhasil
2	20	kering	hidup	berhasil
3	24	kering	hidup	berhasil
4	29	kering	hidup	berhasil
5	38	kering	hidup	berhasil
6	61	basah	mati	berhasil
7	65	basah	mati	berhasil
8	68	basah	mati	berhasil
9	72	basah	mati	berhasil
10	74	basah	mati	berhasil

Berdasarkan tabel 3 yaitu data hasil pengujian alat penyiram otomatis pada tanaman kopi menunjukkan bahwa pompa hidup pada keadaan tanah kering yaitu kelembaban tanah kurang dari 40 % dan pompa akan mati pada kelembaban tanah lebih dari 60 %. Dari sepuluh kali percobaan semuanya berhasil dengan baik. Dari komponen elektronika dan rangkaian elektronika kemudian kita masukkan ke dalam sebuah tempat berupa kotak plastik sehingga kita hasilkan sebuah *prototype* alat penyiram secara otomatis memakai sensor kelembaban tanah serta mikrokontroler pada tanaman kopi.



Gambar 3. Proses Merangkai *Prototype* Alat Penyiram Secara Otomatis Memakai Sensor Kelembaban Tanah Tipe YL 69



Gambar 4 . *Prototype* alat penyiram secara otomatis memakai sensor kelembaban tipe YL 69

Soil moisture sensor YL-69 adalah sebuah sensor kelembaban yang dapat mendeteksi kelembaban di dalam tanah. Sensor ini sangat sederhana namun tetap ideal untuk memantau kelembaban tanah, atau tingkat air pada tanaman pekarangan. Sejalan dengan penelitian dari Anggara Tri Bayu, Rohmah Mimin Fatchiyatur, & Sugianto, (2018) yang juga

menggunakan alat sensor YL-69 yang dibuat dalam proyek ini menggabungkan kemampuan arduino UNO sebagai sistem akuisisi data yang dilengkapi *ethernet shield* untuk pengiriman data, sensor kelembaban YL-69 untuk membaca kelembaban tanah, web page android sebagai alat bantu pemantauan. Arduino UNO juga dihubungkan dengan relay untuk mengatur penyalan pompa penyiram atau sirkulator air. Berdasarkan pengujian semua modul bekerja dengan baik sesuai dengan fungsinya. Alat akan menyiram tanaman ketika kelembaban di bawah 46 & dengan jarak 1 sampai 6 meter alat bisa dikontrol dengan baik.

Sensor YL-69 terdiri dua probe untuk melewati arus melalui tanah, kemudian membaca resistansinya untuk mendapatkan nilai tingkat kelembaban. Semakin banyak air membuat tanah lebih mudah menghantarkan listrik (resistansi kecil), sedangkan tanah yang kering sangat sulit menghantarkan listrik (resistansi besar) (Rahmawati, Herawati, Saputra, & Hendro, 2017). Sensor ini sangat membantu untuk

mengingatn tingkat kelembaban pada tanaman atau memantau kelembaban tanah (Latif, 2021). Pada hasil penelitian ini selanjutnya diuji dan dihasilkan spesifikasi *prototype* alat penyiram tanaman secara otomatis memakai sensor kelembaban tanah serta mikrokontroler pada tanaman kopi ditampilkan pada tabel 5 :

Tabel 5. Spesifikasi *prototype* alat penyiram tanaman secara otomatis memakai sensor kelembaban tanah serta mikrokontroler pada tanaman kopi.

Spesifikasi			Keterangan
Bahan			Plastik
Tinggi	x	Lebar	x (5 x 10 x 15) cm
Panjang			
Mikrokontroler			Arduino Uno 328
Layar penampil			LCD 16 x 2
Power Supply			DC 5 volt
Jangkauan		ukur	1 % - 100 %
kelembaban			
Tipe Sensor kelembaban			YL – 69

Berikut ini gambar uji coba *prototype* alat penyiram secara otomatis memakai sensor kelembaban pada tanaman kopi :



Gambar 5. Penyiraman air otomatis dengan sprayer di tengah tanaman kopi



Gambar 6. Posisi Pompa dekat sumur sumber air
Posisi alat penyiram dekat pompa



Gambar 7. Prototype alat penyiram otomatis pada saat pompa on



Gambar 8. Prototype alat penyiram otomatis pada saat pompa off

Uji coba *prototype* alat penyiram secara otomatis memakai sensor kelembaban pada tanaman kopi telah berhasil dengan baik. Hasil penelitian ini diperoleh sebuah *prototype* alat sistem penyiram tanaman secara otomatis menggunakan sensor , mikrokontroler, relay serta layar penampil LCD 16x2. Dari hasil kalibrasi diperoleh akurasi alat

adalah 98,61 % dan eror 1,39 %. Sistem ini dapat monitoring dan kontroling kebutuhan air pada tanaman kopi dan penyiraman secara otomatis dilakukan pada kelembaban tanah < 40 % pompa akan hidup secara otomatis dan pompa akan mati secara otomatis pada kelembaban tanah > 60 %.

Hasil pemrograman perangkat lunak berupa software dengan hasil sebagai berikut :

```
// ALAT PENYIRAM SECARA OTOMATIS
MEMAKAI SENSOR KELEMBABAN
#include <Wire.h>
int persenkel ;
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
#include <OneWire.h>

#define pin_sensor A0 // sensor kelembaban
dihubungkan ke pin A0
#define relay1 12 // relay dihubungkan ke pin 12
pada arduino
float voltase;
float kelembaban;
void setup() {
  lcd.begin();
  lcd.backlight();
  lcd.setCursor(1, 0);
  lcd.print("PENYIRAM");
  lcd.setCursor(1, 1);
  lcd.print("OTOMATIS");
  delay(1000);
  lcd.clear(); }
void loop() {
  kelembaban = analogRead(pin_sensor);
  lcd.setCursor(1,0);
  lcd.print("ADC:");
  lcd.print(kelembaban,0);
  persenkel = map(kelembaban,1018,300, 0, 100); //
data ADC dirubah ke persen kelembaban
  voltase = kelembaban * 5/1024;
  lcd.setCursor(10,0);
  lcd.print("V:");
  lcd.print(voltase);

  lcd.setCursor(1, 1);
  lcd.print("Kelembaban: ");
  lcd.print(persenkel);
  lcd.print("%");
  pinMode(relay1, OUTPUT);
  if (persenkel < 40)
  { digitalWrite(relay1, 1);
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("Kering/Pompa on"); }
  if (persenkel > 60)
  { digitalWrite(relay1, 0);
  lcd.setCursor(1, 1);
  lcd.print("Lembab/Pompa off"); }
  delay(3000);
  lcd.clear(); }
```

KESIMPULAN

Hasil yang menjadi kesimpulan dalam penelitian ini adalah telah berhasil dirancang prototype alat penyiram otomatis memakai sensor kelembaban dan mikrokontroler pada tanaman kopi. Alat penyiram otomatis memiliki tingkat akurasi yang tinggi yaitu dari hasil kalibrasi mendapatkan akurasi rata-rata 98,61 % dan eror rata-rata 1,39 %. Serta alat penyiram otomatis yang dihasilkan dapat diaplikasikan di tanaman kopi yaitu bisa menyiram tanaman kopi pada saat tanah kering dengan kelembaban tanah kurang dari 40 % dan dapat menghentikan penyiraman pada kondisi tanah basah dengan kelembaban tanah di atas 60 %.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggara, T. B., Rohmah, M. F., & Sugianto. (2018). Sistem Pengukur Kelembapan Tanah Pertanian Dan Penyiraman Otomatis Berbasis Internet Of Things. *Sistem Pengukur Kelembapan Tanah Pertanian Dan Penyiraman Otomatis Berbasis Internet Of Things*, 1–8.
- Bar, A. M. A., Trismawati, & Mustakim. (2021). Pembuatan Penyiram Bawang Merah Otomatis Menggunakan Arduino Atmega328P. *Industri Inovatif - Jurnal Teknik Industri ITN Malang*.
- Galih Mardika, A., & Kartadie, R. (2019). Mengatur Kelembaban Tanah Menggunakan Sensor Kelembaban Tanah YL-69 Berbasis Arduino Pada Media Tanam Pohon Gaharu. *Journal of Education and Information Communication Technology*, 3(2), 130–140.
- Kasmita, K. H., Eviany, E., & Sutikno, A. N. (2021). Pemberdayaan Petani Kopi Oleh Dinas Pertanian Di Desa Ramung Jaya Kecamatan Permata Kabupaten Bener Meriah Provinsi Aceh. *J-3P (Jurnal Pembangunan Pemberdayaan Pemerintahan)*, 6(2), 149–170. <https://doi.org/10.33701/j-3p.v6i2.1735>
- Kidi. (2018). Teknologi Dan Aktivitas Dalam Kehidupan Manusia. *Jurnal Pendidikan*, 28, 1–28.
- Latif, N. (2021). Penyiraman Tanaman Otomatis Menggunakan. *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, 7(1), 16–20.
- Rahmawati, D., Herawati, F., Saputra, G., & Hendro. (2017). Karakterisasi Sensor Kelembaban Tanah (YL-69) Untuk Otomatisasi Penyiraman Tanaman Berbasis Arduino Uno. In *Prosiding SKF 2017* (pp. 92–97).
- Septiani, B. A., & Kawuryan, I. S. S. (2021). Analisa Penyebab Turunnya Produksi Kopi Robusta Kabupaten Temanggung. *Ekuitas (Jurnal Ekonomi Dan Keuangan)*, 5(3). <https://doi.org/10.24034/j25485024.y2021.v5.i3.4612>

-
- Suparmin, Saragih, Y., Sirait, P. W., Waluyo, P., & Suroyo. (2020). Perancangan Sistem Kendali Otomatis Smart Home Berbasis Android Menggunakan Teknologi Wifi (Esp32) Dan Arduino Uno. *Jurnal Teknovasi*, 9(02), 45–54. <https://doi.org/10.55445/jt.v9i02.43>
- Wimasya, G. (2022). Sejarah dan Perkembangan Komputer dari Masa ke masa serta Klasifikasinya. Retrieved from <https://mahasiswa.ung.ac.id/411420035/home/label/teknologi>
- Gunawan, Marlina Sari , *Journal of Electrical Technology*, Vol. 3, No. 1, Februari 2018