

SISTEM PENYIRAMAN OTOMATIS PADA LAHAN TANAMAN TERONG BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO UNO MENGGUNAKAN SENSOR SOIL MOISTURE

Rino Rian Sika¹, Alaufi Rizki Ramadhan², Muhammad Amar Haikal Mufti³

¹D4 Teknologi Rekayasa Otomotif, Vokasi, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Indonesia

²D4 Teknologi Rekayasa Otomotif, Vokasi, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Indonesia

³D3 Teknologi Elektromedis, Vokasi, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Indonesia

¹ rino.rian.vok21@mail. umy.ac.id, ² alaufi.rizki.vok21@mail. umy.ac.id, ³ muhammad.amar.vok21@mail. umy.ac.id

ABSTRACT

Large eggplant farmland makes farmers often experience difficulties in watering. Farmers still use manual watering tools so it requires more energy and time. In addition, the water content in the soil does not meet the minimum requirements needed, which is 80%-90%. These problems require solutions so that effective watering with a high level of accuracy can be done. This research aims to design and create an automatic watering system on eggplant farmland. The method in this study is to design automatic sprinklers using fritzing software and programming using Arduino IDE. This automatic watering system uses an Arduino uno ATmega328 microcontroller as a pump controller based on the soil moisture level detected from the soil moisture sensor, and the system will live according to the RTC (Real Time Clock) time setting, then the results in the form of numbers / percentage values will be displayed on the LCD screen (Liquid Crystal Display). This system uses an electric pump P-WH236C to do watering, the pump has a discharge of 45 l / minute with a maximum transmit power of 30 m. The electric pump is electrified from solar power plant which uses a 100 Wp polycrystalline panel with 2 12 V VRLA batteries assembled into 24 V series. This automatic sprinkler is placed on the ground with an area of 50 m². This automatic watering system has been tested and works well on the eggplant farm .

Keywords: *automatic watering system, eggplant farmland, soil moisture, solar power plant, soil moisture sensor*

Pendahuluan

Air merupakan salah satu kebutuhan yang paling utama bagi tanaman. Sebagai bahan dasar tanaman untuk melakukan proses fotosintesis, air dibutuhkan dalam proses fisiologi untuk pembentukan karbohidrat (Nadzif et al., 2019). Hal ini seperti yang terkandung dalam QS Qaf, surah ke 50 ayat 9 yang menjelaskan tentang manfaat air untuk tanaman berikut ini:

وَنَزَّلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً مُّبَارَّكًا فَأَنْبَثْنَا بِهِ جَنَّاتٍ وَّخَبَّ الْحَصِيدِ { ٩ }

Artinya : “Dan dari langit Kami turunkan air yang memberi berkah, lalu Kami tumbuhkan dengan (air) itu pepohonan yang rindang dan biji-bijian yang dapat dipanen, ”.

Penyiraman dilakukan untuk menjaga kebutuhan air pada tanaman. Petani masih mengandalkan metode manual yang tidak efektif dan akurat dalam proses penyiraman. Dengan metode manual petani banyak menghabiskan tenaga dan waktunya untuk melakukan penyiraman. Selain itu penyiraman yang dilakukan secara manual seringkali mengakibatkan tanaman mati karena kelebihan maupun kekurangan air (Pandu Pertiwi, 2018). Maka untuk mempermudah penyiraman tanaman dibutuhkan suatu sistem kontrol yang dapat bekerja secara otomatis untuk melakukan penyiraman tanaman. Agar tingkat penyiraman air sesuai dengan kebutuhan tanaman.

Tanaman terong merupakan sayuran yang dipanen lebih dari satu kali. Tanaman terong masuk dalam 22 komoditas sayuran yang ditanam dalam jumlah besar di Indonesia. Produksi terong di Indonesia pada tahun 2021 mencapai 676 339,00 ton (Badan Pusat Statistik Indonesia & Kepala Cabang Dinas (KCD), 2021). Hasil produksi terong di pengaruhi oleh tingkat keberhasilan panen tanaman terong. Salah satu faktor yang mempengaruhi hasil panen adalah pola penyiraman tanaman terong karena, terong adalah tanaman yang sangat haus dan tidak dapat tumbuh dengan baik dalam kondisi kering. Kekurangan air menyebabkan tanaman terong menjatuhkan bunga dan gagal menghasilkan buah (Hari Setyono et al., 2023).

Tanaman terong (*Solanum Melongena L*) mempunyai syarat untuk tumbuh yaitu suhu udara berkisar 22°C hingga 30°C, dengan pH tanah 6,8 sampai 7,8 dan kelembaban tanah antara 80% - 90% (Wasito et al., 2022). Kelembaban tanah di pengaruhi oleh jumlah kadar air yang terkandung dalam tanah. Jika kondisi kelembaban tanah tidak sesuai, dapat berdampak negatif pada pertumbuhan, produksi, dan kualitas buah (Amaru et al., 2013).

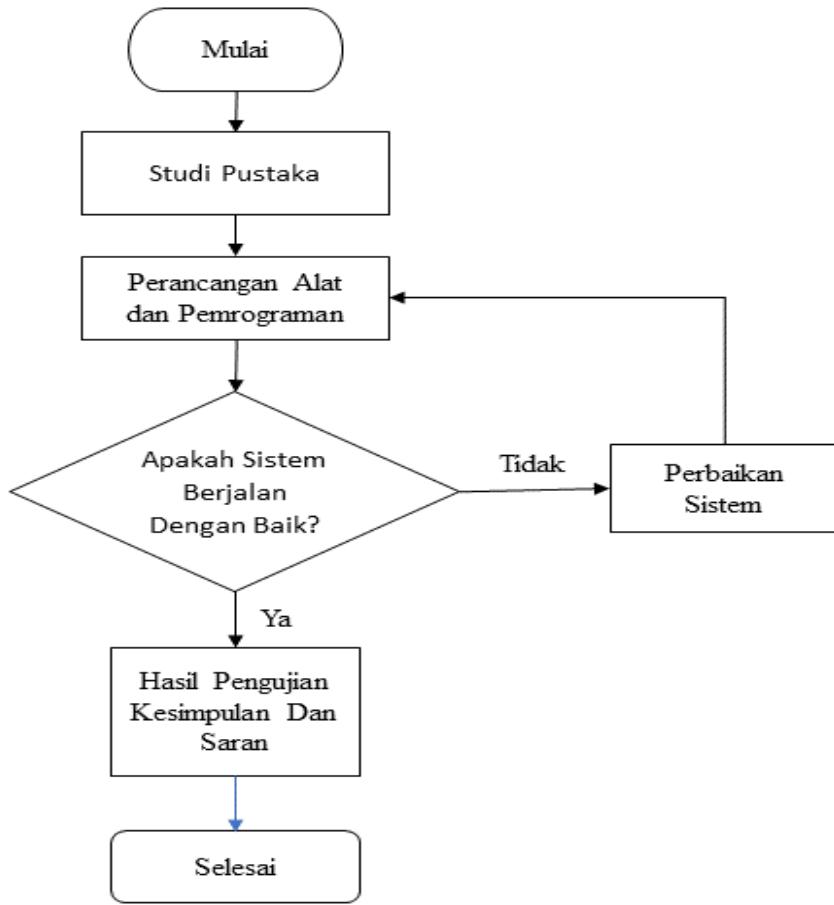
Lahan tanaman terong pada salah satu daerah di Kabupaten Klaten belum terjangkau oleh aliran listrik. Sehingga dibutuhkan solusi alternatif yaitu dengan pemanfaatan energi dari cahaya matahari. Letak geografis Indonesia, tidak terkecuali daerah Klaten, memiliki potensi cahaya matahari karena berada pada area garis khatulistiwa, dengan instensitas sinar matahari sekitar 4,8 kWh/m² per hari (Prasetyo et al., 2022). Intensitas cahaya matahari yang baik sangat tepat untuk memanfaatkan energi matahari sebagai energi alternatif.

Berdasarkan permasalahan di atas sehingga melatarbelakangi penelitian ini untuk merancang sebuah sistem yang dapat meringankan pekerjaan petani dalam melakukan penyiraman secara otomatis dan akurat sesuai dengan kebutuhan tanaman terong dengan sumber listrik tenaga surya. Sistem ini menggunakan sensor *soil moisture* untuk membaca kelembaban tanah. Sensor suhu udara dan sensor pH tidak digunakan dalam sistem ini karena temperatur udara daerah Prambanan rata-rata 28°C–30°C dan masuk dalam wilayah tanah jenis regosol kelabu yang memiliki pH 6-7 (Pemerintah Kabupaten Klaten, 2019). Sistem ini dapat melakukan penyiraman otomatis yang dikontrol oleh mikrokontroler dan menggunakan sumber listrik dari Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sebagai sumber listrik.

Metode Penelitian

Gambar 1 merupakan gambaran dalam metode penelitian ini. Perancangan alat dan pemrograman dilakukan setelah studi pustaka yang bersumber dari jurnal maupun buku. Kemudian tahapan evaluasi untuk melakukan perbaikan pada

sistem, apabila terdapat kesalahan maupun ketidaksesuaian sistem yang telah dirancang. Tahapan terakhir dengan melakukan pengujian.



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

Komponen *Hardware* dan *Software*

Komponen *hardware* dan *software* yang digunakan untuk merancang sistem penyiraman otomatis yang diterapkan pada lahan tanaman terong yaitu:

Komponen *Hardware*

Komponen *hardware* yang digunakan dalam perancangan sistem penyiraman otomatis ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 1 Komponen *Hardware*

Nama Komponen	Gambar
Power Supply Adapter 5.5mm	
Arduino Uno ATMega328	

Kabel jumper



Soil moisture sensor YL-69



Modul Real Time Clock (RTC) DS3231



LCD I2C



Pompa Air P-WH236C



Panel Surya Polycrystalline



Watt Meter



Volt Ampere Meter DC



Baterai VRLA



SCC (*Solar Charge Controller*)



Komponen Software

Komponen *software* yang digunakan untuk melakukan perancangan dan pemrograman pada sistem penyiraman otomatis ini ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 2 Komponen Software

Nama Komponen Software	Fungsi	Gambar
Fritzing	merancangan peralatan elektronika.	

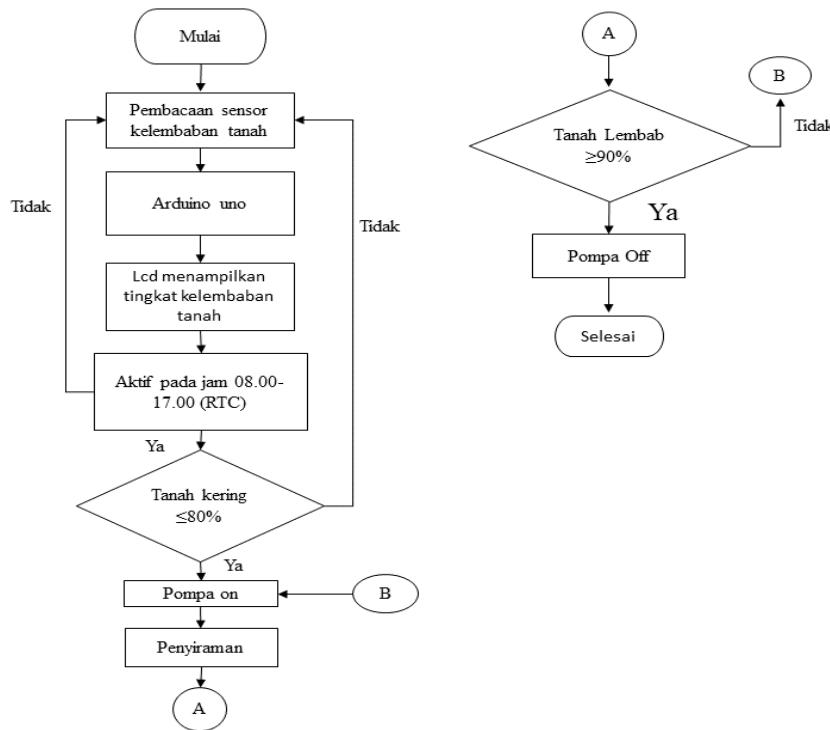
Arduino IDE

Untuk membuat dan
mengunggah kode
program ke arduino



Diagram Alir Sistem

Pada Gambar 2 menunjukkan cara kerja sistem alat, di mulai saat menghidupkan sistem sensor *soil moisture* mendeteksi tingkat kelembaban tanah kemudian di proses oleh Arduino uno dan di tampilkan pada LCD dalam bentuk presentase, selanjutnya RTC akan menginput waktu.



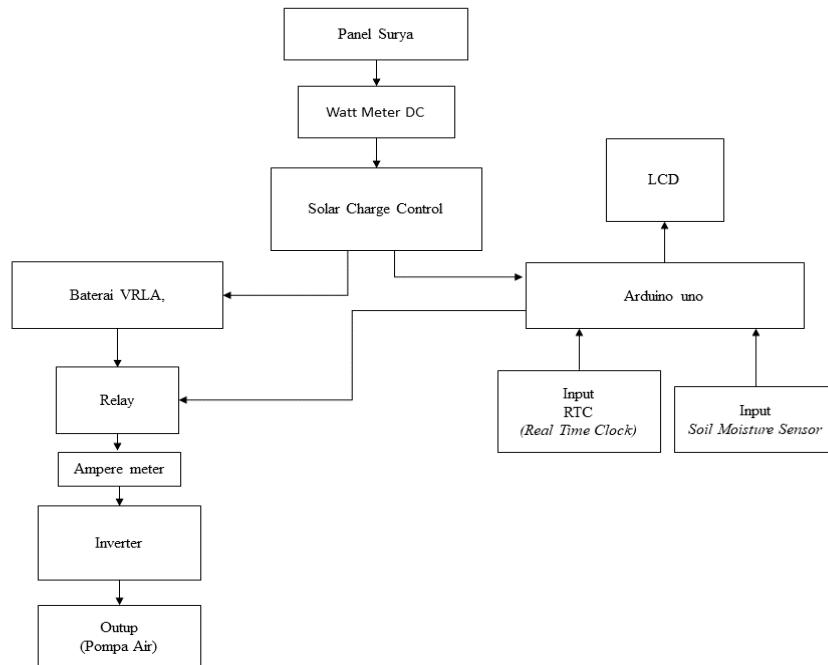
Gambar 2 Diagram Alir Sistem

Jika waktu menunjukkan pukul 08.00-17.00 dan kelembaban tanah dibawah 80% pompa akan hidup untuk melakukan penyiraman, apabila kelembaban tanah sudah diatas 90% pompa akan mati.

Hasil dan Pembahasan

1. Perancangan Hardware

Gambar 3 merupakan gambaran perancangan *hardware* secara umum. Mulai dari sumber daya untuk menghidupkan sistem sampai alat bekerja dan menghasilkan *output*.

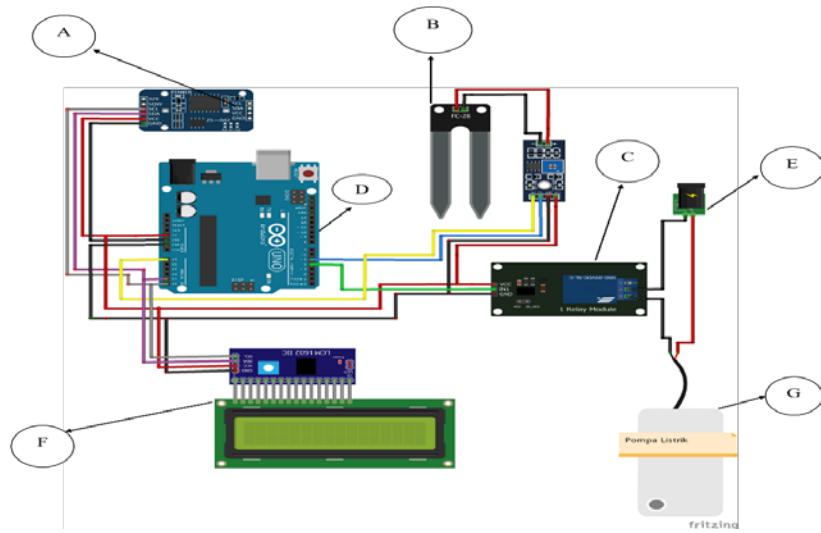


Gambar 3 Blok Perancangan *Hardware*

Sumber listrik dari sistem ini dihasilkan oleh panel surya yang menerima cahaya matahari kemudian akan disimpan pada baterai. Sebelum masuk ke baterai tegangan daya dikontrol oleh SCC (*Solar Charge Controller*). Selanjutnya tegangan DC 12 V pada baterai diubah menjadi AC 220 V menggunakan inverter, tegangan AC 220 V digunakan untuk menghidupkan pompa air.

2. Perancangan Elektronika Sistem

Perancangan elektronika sistem ini menggunakan software fritzing. mikrokontroler Arduino Uno ATmega328 sebagai pusat kendali sistem. Arduino terhubung dengan *soil moisture* sensor sebagai *input sensor* dan relay yang terhubung dengan pompa air sebagai aktuator. Alat ini menggunakan PLTS untuk menyuplai kebutuhan listrik Gambar 4 merupakan rangkaian elektronika dari alat ini,



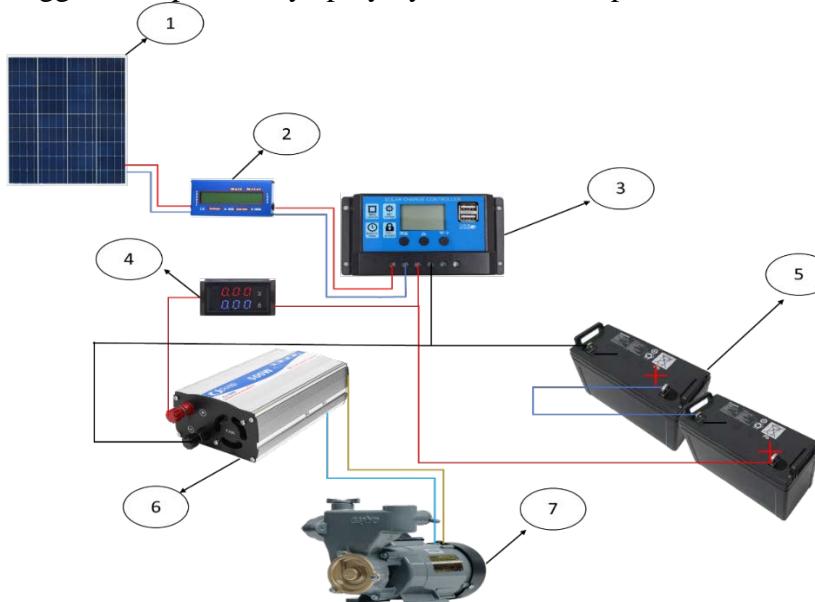
Gambar 4 Rangkaian Elektronika

Keterangan Gambar :

- A. Modul RTC
- B. Sensor *Soil moisture*
- C. Modul Relay
- D. Arduino uno
- E. Output Inverter
- F. LCD I2c
- G. Pompa air P-WH236C

3. Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Gambar 5 merupakan perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya yang menjadi sumber listrik pada sistem penyiraman otomatis. PLTS ini menggunakan panel surya polycrystalline 100 Wp.



Gambar 5 Perancangan PLTS

Keterangan Gambar :

- 1.Panel Surya Polycrystalline
- 2.Watt Meter
- 3.SCC (*Solar Charge Controller*)
- 4.Volt Meter Ampere DC
- 5.Baterai VRLA
- 6.Inverter
- 7.Pompa air

PLTS dilengkapi dengan 2 baterai VRLA 12 V yang dirangkai seri menjadi 24 V dan Inverter 500 Watt untuk mengubah arus DC 24 V dari baterai menjadi arus AC 220 V untuk menghidupkan pompa.

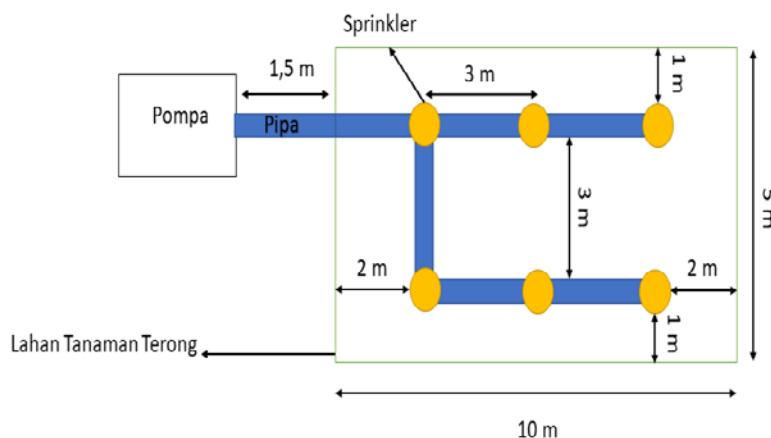
4. Perancangan Sistem Penyiraman

Sistem Penyiraman tanaman terong menggunakan sistem irigasi sprinkler, perancangan desain disesuaikan dengan luasan lahan dan baris tanaman. Sistem irigasi sprinkler ini menggunakan sprinkler MTA-31955796 yang mempunyai spesifikasi sebagai berikut:

Tabel 3 Spesifikasi Sprinkler

Radius Spray	Tekanan	Flow air
1-3 Meter	2,5-5,5 bar	1,6-11,4 L/m

Sistem penyiraman otomatis pada lahan tanaman terong dengan panjang lahan 10 m dan lebar 5 m menggunakan sprinkler MTA-31955796. Perancangan sistem penyiraman ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6 Perancangan Sistem Penyiraman

Dari perancangan sistem penyiraman maka dibutuhkan 6 buah sprinkler dengan jarak antar sprinkler 3 m dan jarak pompa dari sumber air 1,5 m untuk melakukan penyiraman maksimal pada lahan tanaman terong tersebut. Perancangan sistem penyiraman ditunjukkan pada Gambar 6.

5. Pengujian pemrograman Sistem Penyiraman Otomatis

Pengujian pemrograman pada sistem penyiraman tanaman secara otomatis ini dengan cara memprogram pengendali utama yaitu Arduino Uno mikrokontroler ATMega328 menggunakan aplikasi Arduino IDE

dengan pemrograman bahasa C. pemrograman yang ditanamkan pada pengendali utama berupa perintah yang diberikan kepada sensor *soil moisture* untuk membaca kelembaban tanah, RTC untuk menentukan waktu, LCD untuk menampilkan nilai kelembaban tanah, dan relay sebagai saklar elektronik yang menghubungkan Arduino dengan pompa. Tabel 4 merupakan hasil pemrograman yang di *input* menggunakan Arduino IDE.

Tabel 4 Hasil Pemrograman

```

#include <RTClib.h> //Library RTC DS3231
RTC_DS3231 rtc;
char t[32];

#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h> //Library LCD
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2); //Alamat LCD (0x27) dan ukuran LCD (16x2)

#define SENSOR_A0 //Deklarasi pin sensor pada pin A0
#define pompa_4 // Deklarasi pin pompa pada pin D4
#define jam now.hour()
#define menit now.minute()

float nilai_sensor;
float n_persen;

void setup() {
  Serial.begin (9600); //Deklarasi kecepatan transfer data
  pinMode(pompa, OUTPUT); //pin pompa sebagai output

  Wire.begin();
  rtc.begin(); //Mulai RTC
  rtc.adjust(DateTime(F(__TIME__))); //Setting waktu otomatis

  lcd.begin();
  lcd.backlight(); // mengaktifkan lampu latar LCD

  //Menampilkan Pesan Pada LCD
  lcd.setCursor(4,0); //kolom dan baris
  lcd.print("PENYIRAM");
  lcd.setCursor(4,1); //kolom dan baris
  lcd.print("OTOMATIS");
  delay(2000); // Jeda menampilkan tulisan pada LCD.
  lcd.clear(); // Tulisan pada LCD dihapus.

}

void loop() {
  //Menampilkan Pesan Pada LCD
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("Waktu:");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print(t);
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("Persen:");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print(n_persen);
  lcd.setCursor(11,1);
  lcd.print("N");
  delay(1000);

  //Deklarasi waktu dengan RTC
  DateTime now = rtc.now();
  sprintf(t, "%02d:%02d", now.hour(), now.minute());
  Serial.print(F("waktu: "));
  Serial.println(t);
  delay(1000);

  // Perintah mengubah nilai analog menjadi persen
  nilai_sensor = analogRead(A0);
  n_persen = map(analogRead(A0), 900, 620, 0, 100); //Nilai sensor batas atas dan batas bawah
  if (n_persen >= 100){n_persen = 100;
  }

  else if (n_persen<0)
  {
  n_persen=0;
  }

  Serial.print("Nilai Analog: "); //hasil nilai analog yang ditampilkan pada serial monitor
  Serial.println(nilai_sensor);
  Serial.print("Persentase: "); //hasil konversi persentase yang ditampilkan pada serial monitor
  Serial.println(n_persen);
  delay(1000);

  if( jam>8 && jam<17
  {
  goto perintah;
  }
  else if ( jam<8 && jam>17)
  {
  goto standby;
  }

  perintah:
  if(n_persen < 80 && n_persen > 80) // Perintah menghidupkan pompa saat kelembapan kurang dari dan lebih dari 80%
  {
  digitalWrite(pompa,HIGH);
  }

  else if (n_persen > 90) // Perintah mematikan pompa saat kelembapan lebih dari 90%
  {
  digitalWrite(pompa,LOW);
  }

  standby:
  digitalWrite(pompa, LOW);
}

```

Sistem yang telah diprogram ini dapat melakukan penyiraman tanaman secara otomatis pada saat waktu menunjukan pukul 08.00-17.00 dan kelembaban tanah dibawah 80% pompa akan hidup untuk melakukan penyiraman, apabila kelembaban tanah sudah diatas 90% pompa akan mati, sistem tidak melakukan penyiraman diluar jam 08.00-17.00. Sistem

ini dapat menampilkan persentase tingkat kelembaban tanah dan waktu pada LCD.

6. Perakitan Komponen Sistem Penyiraman Otomatis

Setelah melakukan proses pemrograman sistem penyiraman otomatis menggunakan *software*, perlu dilakukan perakitan seluruh komponen hardware yang digunakan untuk sistem penyiraman otomatis. Perakitan komponen hingga dapat melakukan penyiraman otomatis dengan merakit sensor maupun aktuator yang dihubungkan ke mikrokontroler sesuai dengan desain rangkaian elektronik. Soket sensor dan aktuator dihubungkan dengan Arduino uno menggunakan kabel jumper agar sensor dapat diprogram sehingga sensor dapat mengirim hasil pembacaan sebagai input Arduino uno kemudian diproses menjadi output untuk ditampilkan dalam LCD dan mengontrol kerja aktuator

7. Kalibrasi Sensor *Soil Moisture*

Setelah melakukan proses pemrograman selanjutnya melakukan proses kalibrasi sensor dengan cara menancapkan sensor soil moisture dan alat ukur *soil moisture* di sampel tanah yang sama dan diberi air secara bertahap mulai dari kelembaban tanah 80% sampai 90%. Kemudian membandingkan hasil pembacaan sensor soil moisture dengan alat ukur kelembaban tanah. Setelah dibandingkan didapatkan hasil untuk menentukan kesalahan dari sensor soil moisture. Proses pengujian pada kelembaban tanah 80% ditunjukkan pada Gambar 7. Kemudian pengujian sampai kelembaban tanah 90% ditunjukkan pada Gambar 8



Gambar 7 Pengujian Sensor 80 % Gambar 8 Pengujian Sensor 90%

Pada tabel 5 merupakan data hasil pengujian kelembaban tanah hasil dari selisih alat ukur soil moisture dengan sensor soil moisture.

Tabel 5 Hasil Pengujian *Soil Moisture* Sensor

Alat Ukur <i>Soil Moisture</i>	Sensor <i>Soil Moisture</i>	Selisih
80%	82,44%	2,44%
90%	85,65%	4,35%

Berdasarkan data yang dikumpulkan pada Tabel 5 dilakukan pemrograman ulang untuk mengeset sensor *soil moisture* karena selisih hasil dari pembacaan sensor belum akurat, dengan cara menginput data angka analog awal yang muncul ditanah kering dengan kadar air 0%. Untuk mendapatkan tanah kering harus dilakukan proses pengovenan terlebih dahulu kemudian diukur menggunakan alat ukur *soil moisture*. Hasil yang muncul setelah dilakukan proses kalibrasi dari data analaog pembacaan tanah kering ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6 Hasil Data Analog

Data Nilai Analog Tanah Kering	Presentase <i>Soil Moisture</i>
2783	0.72 %
2785	0.6%

Dari hasil pemrograman kalibrasi ulang angka yang muncul sudah mendekati angka 0%, meskipun angka tidak akurat 0% sensor sudah bisa dikatakan terkalibrasi.

8. Pengujian Keseluruhan Sistem Penyiraman Otomatis

Pengujian ini dilakukan setelah tahap kalibrasi sensor dan pemrograman waktu pada modul RTC untuk mengetahui apakah sistem penyiraman otomatis dapat melakukan penyiraman sesuai tingkat kelembaban tanah yang dibutuhkan tanaman terong 80%-90%. Hasil pengujian keseluruhan sistem penyiraman otomatis dapat dilihat pada Tabel 7

Tabel 7 Pengujian Keseluruhan Sistem Penyiraman Otomatis

Waktu RTC	Kelembaban Tanah	Relay
09.00	83%	OFF
13.00	70%	ON
16.00	79%	ON
23.00	81%	OFF

Pada Tabel 7 didapatkan hasil dari keseluruhan sistem penyiraman otomatis telah bekerja sesuai dengan pemrograman dan kelembaban tanah yang dibutuhkan tanaman terong. Sistem bekerja ketika kelembaban tanah di bawah 80 % dan waktu menunjukan pukul 08.00-17.00 maka Arduino uno memberi perintah relay ON dan pompa kemudian hidup untuk melakukan penyiraman. Perintah relay OFF dan pompa terputus dengan sumber listrik untuk menghentikan penyiraman apabila kelembaban tanah sudah diatas 90%.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari pengujian sistem penyiraman otomatis berbasis Arduino uno dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Mendesain sistem penyiraman otomatis menggunakan *software* fritzing hingga dapat menghasilkan sebuah desain awal perangkat elektronik .
2. Perakitan komponen hingga sistem dapat melakukan penyiraman otomatis dengan merakit sensor maupun aktuator yang dihubungkan ke mikrokontroler sesuai dengan desain rangkaian elektronik.

3. Pemrograman mikrokontroler penyiraman otomatis dilakukan meliputi beberapa tahapan yaitu:
 - a. Menganalisa masalah yang terjadi pada penyiraman lahan terong, mencari solusi untuk memecahkan masalah tersebut kemudian membuat sebuah program sebagai solusi permasalahan dalam penyiraman lahan terong.
 - b. Melakukan tahap pengujian dan evaluasi terhadap pemrograman hingga komponen-komponen tersebut dapat berjalan sesuai dengan pemrograman yang dimasukan ke mikrokontroler.
4. Sistem dapat berfungsi dengan baik, apabila kelembaban tanah di bawah 80 % dan waktu menunjukan pukul 08.00-17.00 maka Arduino uno memberi perintah relay ON dan pompa kemudian hidup untuk melakukan penyiraman. Perintah relay OFF dan pompa terputus dengan sumber listrik untuk menghentikan penyiraman apabila kelembaban tanah sudah diatas 90%. Sistem penyiraman otomatis ini bekerja pada jam 08.00-17.00 diluar jam tersebut sistem tidak melakukan penyiraman.

Daftar Pustaka

- Amaru, K., Suryadi, E., Bafdal, N., & Punden Asih, F. (2013). *Study of Soil Moisture and Water Requirements of Some Varieties of Hybrid DR UNPAD* (Vol. 1, Issue 1).
- Badan Pusat Statistik Indonesia, & Kepala Cabang Dinas (KCD). (2021). *Produksi Tanaman Sayuran 2021*.
- Djuandi, F. (2011). *Pengenalan Arduino*. <http://www.arobotineveryhome.com>
- Hablul Barri, M., Aji Pramudita, B., & Pandu Wirawan, A. (2022). *Sistem Penyiram Tanaman Otomatis dengan Sensor Soil Moisture Dan Sensor DHT11* (Vol. 1, Issue 1). <http://e-journals.unmul.ac.id/index.php/TE>
- Hari Setyono, B. D., Munaeni, W., Putri Sari, Y., Bintang Panunggul, V., Angraini Fajar Utami, maya, Yusra, S., Hendri Putranto, A., & Arina Fahmi, D. (2023). *Akuaponic For Urban Farming: Mewujudkan Petani Inovatif 5.0*. TOHAR MEDIA.
- Kharisma, M., Sugriwan, I., & Agung Harnawan. (2019). Pembuatan Alat Ukur Multi Kanal Kelembaban Tanah Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. *Jurnal Fisika FLUX*, 1. <https://ppjp.ulm.ac.id/jurnal/index.php/f>
- Muklis, A. A., & Ilmi, U. (2020). Rancang Bangun Alat Penyiram Tanaman Cabe Rawit Berbasis Mikrokontroller. *Jurnal Teknika*, 12(1).
- Nadzif, H., Andrasto, T., & Aprilian, D. S. (2019). *Sistem Monitoring Kelembaban Tanah dan Kendali Pompa Air Menggunakan Arduino dan Internet*.
- Pandu Pertiwi, Z. (2018). Prototype Penyiram Tanaman Hias Dengan Soil Moisture Sensor Berbasis Arduino. *Jurnal Informatika, Manajemen Dan Komputer*, 10(1), 2580–3042.

- Pats Yahwe, C., & Fid Aksara. (2016). *Rancang Bangun Prototype System Monitoring Kelembaban Tanah Melalui SMS Berdasarkan Hasil Penyiraman Tanaman*. 2(1), 97–110.
- Pemerintah Kabupaten Klaten. (2019). *Gegografi Dan Topografi Kabupaten Klaten*. Laman Pemerintahan.
- Prasetyo, A., Ramadani, R., Yahya, M. R., & Mustika Yasi, R. (2022). *Implementasi Panel Surya sebagai Sumber Energi Listrik untuk Monitoring Lahan Pertanian*.
- Rahmat Tullah, S., & Hendra Setyawan, A. (2019). *Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno Pada Toko Tanaman Hias Yopi* (Vol. 9, Issue 1).
- Rizky Tira Noviansyah. (2021). Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Pada Tanaman Kamboja Jepang menggunakan ESP 8266 Dan Construct 2. In *Portaldatadata.org* (Vol. 2, Issue 4).
- Wasito, M., Lardi, S., Hakim, T., & Lubis, N. (2022). *Agribisnis Budaya Tanaman Terong Ungu*. www.dewanggapublishing.com