

Sistem Monitoring Suhu dan Pengairan Otomatis Pada Tanaman Stroberi Berbasis Website

Ahmad Farizi
Program Studi Teknik Komputer
Jurusan Teknologi Informasi Politeknik
Negeri Jember, Indonesia
Jl. Mastrip Kotak Pos 164 Jember
ozifarizi242@gmail.com

Bekti Maryuni Susanto
Program Studi Teknik Komputer
Jurusan Teknologi Informasi Politeknik
Negeri Jember, Indonesia
Jl. Mastrip Kotak Pos 164 Jember
bekti@polije.ac.id

Ery Setiyawan Jullev Atmadji
Program Studi Teknik Informatika
Jurusan Teknologi Informasi Politeknik
Negeri Jember
Jl. Mastrip Kotak Pos 164 Jember
ery@polije.ac.id

Agus Hariyanto
Program Studi Teknik Komputer
Jurusan Teknologi Informasi Politeknik
Negeri Jember, Indonesia
Jl. Mastrip Kotak Pos 164 Jember
agus_hariyanto@polije.ac.id

Elly Antika
Program Studi Teknik Informatika
Jurusan Teknologi Informasi Politeknik
Negeri Jember
Jl. Mastrip Kotak Pos 164 Jember
elly_antika@polije.ac.id

Abstract— Strawberry plants need a certain amount of soil moisture to thrive. In the process of watering strawberry plants, farmers have to go to the garden every day to do watering and monitor the condition of the garden manually, the process of watering manually is like using a bucket and a pitcher, this process is a waste of energy and time, if the farmer's house is far from the garden, farmers or cultivators must make observations when the time is right for watering according to the soil conditions of the strawberry plant. This research implements a website-based automatic temperature monitoring and irrigation system where the website can be accessed via the public Internet network, not only on the local network. The results of observations on the growth of strawberry plants showed that plants that were given automatic irrigation based on the Internet of Things (IoT) grew better when compared to plants that were given manual irrigation.

Keywords—strawberry; monitoring; temperature; watering; microcontroller; Internet of Things.

Abstrak— Tanaman stroberi membutuhkan kelembapan tanah tertentu agar dapat berkembang dengan baik. Pada proses penyiraman tanaman stroberi, petani harus pergi ke kebun setiap hari untuk melakukan penyiraman dan memonitoring kondisi kebun secara manual, proses penyiraman secara manual seperti menggunakan ember dan teko kocor, proses ini sangatlah membuang tenaga dan juga waktu, apabila rumah petani jauh dari kebun tersebut, petani atau pembudidaya harus melakukan pengamatan kapan waktu yang tepat untuk melakukan penyiraman sesuai dengan kondisi tanah dari tanaman stroberi. Penelitian ini mengimplementasikan sistem monitoring suhu dan pengairan otomatis berbasis website dimana website dapat diakses melalui jaringan publik Internet bukan hanya di jaringan lokal. Hasil pengamatan pertumbuhan tanaman stroberi

menunjukkan bahwa tanaman yang diberikan pengairan otomatis berbasis Internet of Things (IoT) tumbuh lebih baik jika dibandingkan dengan tanaman yang diberikan pengairan secara manual.

Keywords—stroberi; monitoring; suhu; pengairan; mikrokontroler; Internet of Things.

PENDAHULUAN

Tanaman stroberi merupakan tanaman buah musiman yang telah berkembang dengan cepat dan dapat dipanen setiap musim serta memiliki nilai ekonomi yang cukup tinggi. Tanaman stroberi dapat tumbuh dan berproduksi dengan baik pada daerah-daerah yang mempunyai kondisi iklim dengan suhu udara optimum antara 17-20 °C, kelembapan udara (RH) 80-90%, penyinaran matahari 8-10 jam per hari, curah hujan berkisar antara 600-700 mm per tahun. Untuk memenuhi kondisi tersebut tanaman stroberi perlu disiram setiap hari. Proses penyiraman tanaman stroberi dilakukan oleh petani dengan pergi ke kebun setiap hari. Penyiraman dilakukan dengan menggunakan ember dan teko kocor. Selain menyiram petani atau pembudidaya harus melakukan pengamatan kelembapan tanah untuk menentukan kapan waktu yang tepat untuk melakukan penyiraman sesuai dengan kondisi tanah dari tanaman stroberi. Akan tetapi pengamatan yang dilakukan tidak akurat karena tidak menggunakan alat ukur yang valid dan reliabel.

ESP32 diperkenalkan oleh Sistem Espressif yang merupakan penerus mikrokontroler ESP8266. ESP32 merupakan chip mikrokontroler daya rendah yang terintegrasi dengan Wi-Fi dan bluetooth. ESP32 kompatibel dengan perangkat seluler dan aplikasi IoT (Internet of Things). Mikrokontroler ini dapat bertindak sebagai sistem mandiri yang lengkap atau dapat dioperasikan sebagai perangkat pendukung untuk mikrokontroler host. Seperti yang

dilakukan oleh [1] menggunakan ESP32 sebagai server untuk menampilkan suhu, kelembapan relatif, kelembapan udara dan level penampung air. Kelemahan pada penelitian ini server ESP32 hanya bisa diakses pada jaringan lokal dan tidak bisa diakses melalui jaringan publik Internet. Untuk itu diperlukan sebuah sistem monitoring suhu dan pengairan otomatis yang bisa diakses melalui jaringan publik Internet.

Sistem monitoring kelembapan tanah melalui SMS dikembangkan oleh [2] pada tanaman cabai dan tomat. SMS mampu memebrikan informasi kelembapan tanah kepada user meskipun user berada pada daerah yang tidak ada layanan Internet. Namun, informasi yang diberikan kepada user terbatas karena hanya dikirimkan melalui SMS. Selain itu interaksi antara user dan sistem juga kurang dan juga membutuhkan biaya yang cukup besar untuk pengiriman SMS.

Sistem pemantauan tingkat kejenuhan tanah pada tanaman stroberi dilakukan oleh [3] menggunakan mikrokontroller ESP8266. Sensor membaca tingkat kelembapan tanah dan curah hujan pada media tanam stroberi berukuran 30x30cm. Selanjutnya mikrokontroller akan mengirimkan data suhu dan curah hujan ke database Antares. Fuzzyfikasi dilakukan untuk menentukan keputusan penyiraman pada alat. Kelemahan pada alat ini tidak tersedianya user interface untuk menampilkan informasi kepada user. Selain itu jika ingin menambahkan media tanam baru harus dilakukan perubahan pada sisi perangkat lunaknya. Selain ESP32 dan ESP8266, Arduino Uno juga dapat digunakan untuk mengukur suhu dan kelembapan menggunakan sensor DHT11[4]. Namun kelemahan dari sistem ini tidak terhubung langsung ke Internet maupun website untuk menampilkan informasi kepada user.

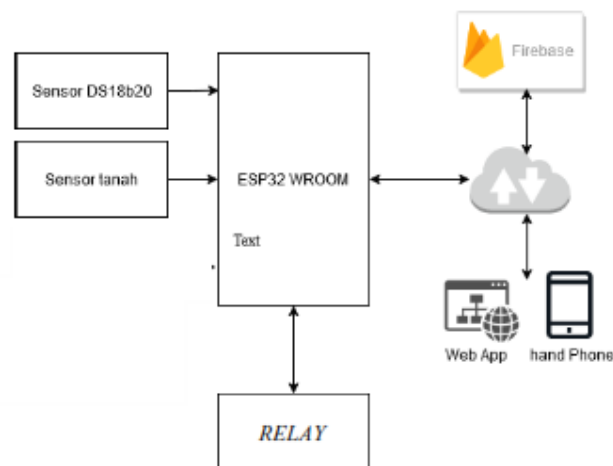
Teknologi Internet of Things (IoT) dapat digunakan untuk melakukan monitoring tanaman pada lahan pertanian[5]. Sistem diimplementasikan pada sebuah greenhouse yang menggunakan teknologi Zigbee. Modul Wi-Fi menggunakan ESP8266 dan sensor DHT11 untuk mengukur suhu dan kelembapan. Data-data hasil pengukuran ditampilkan pada serial monitor yang tentu saja sulit untuk dipahami oleh user awam.

Penelitian ini mengimplementasikan sistem monitoring suhu dan pengairan otomatis berbasis website dimana website dapat diakses melalui jaringan publik Internet bukan hanya di jaringan lokal. Pengukuran suhu dan kelembapan menggunakan sensor DS18B20 yang terhubung dengan mikrokontroler ESP32WROOM. Selanjutnya data dari mikrokontroler dikirim ke server yang terletak pada penyedia hosting dan domain. Untuk mengakses website menggunakan nama domain sehingga bisa diakses melalui jaringan publik Internet.

METODE PENELITIAN

Sistem monitoring suhu dan pengairan otomatis berbasis website terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu komponen sistem kontrol untuk mengukur suhu dan melakukan pengairan otomatis, komponen yang kedua server hosting dan domain yang digunakan untuk menampilkan informasi hasil pembacaan suhu dan kelembapan tanah. Website dapat juga digunakan untuk memberikan perintah penyiraman pada media tanaman stroberi. Pengamatan dilakukan pada tanaman stroberi pada dua kondisi, yaitu tanaman stroberi yang diberikan pengairan secara manual

dan yang kedua tanaman stroberi yang diberikan pengairan berdasarkan hasil pembacaan sensor kelembapan tanah. Perkembangan kedua tanaman stroberi dibandingkan untuk menentukan tingkat efisiensi sistem monitoring dan pengairan otomatis tanaman stroberi.



Gambar 1 Rancangan sistem monitoring suhu dan pengairan otomatis

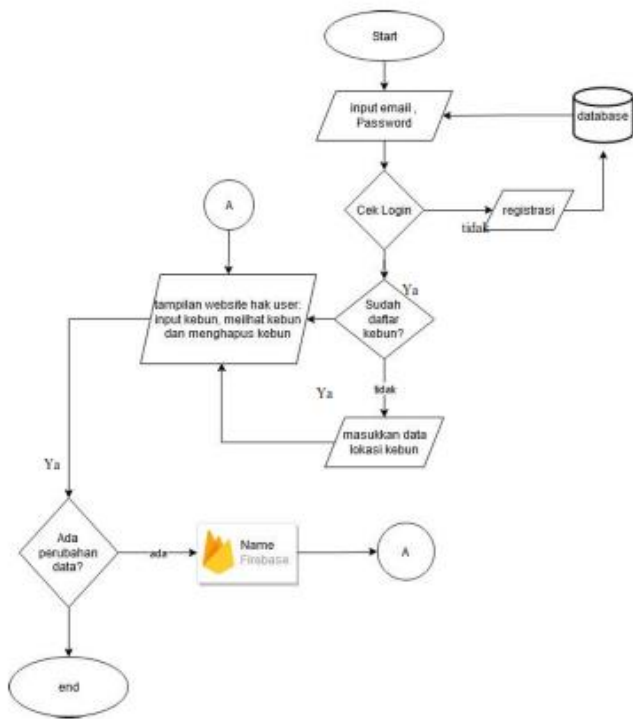
Gambar 1 menunjukkan rancangan sistem monitoring suhu dan pengairan otomatis pada tanaman stroberi. Dua buah sensor terhubung pada mikrokontroler ESP32WROOM yang sudah terintegrasi dengan Wi-Fi untuk terhubung ke jaringan Internet. Sensor yang digunakan untuk mengukur suhu dan kelembapan relatif yaitu DS18B20 sedangkan sensor yang digunakan untuk mengukur kelembapan tanah adalah moisture sensor. Data hasil pengukuran sensor dikirim ke firebase cloud database secara real time untuk ditampilkan pada website.



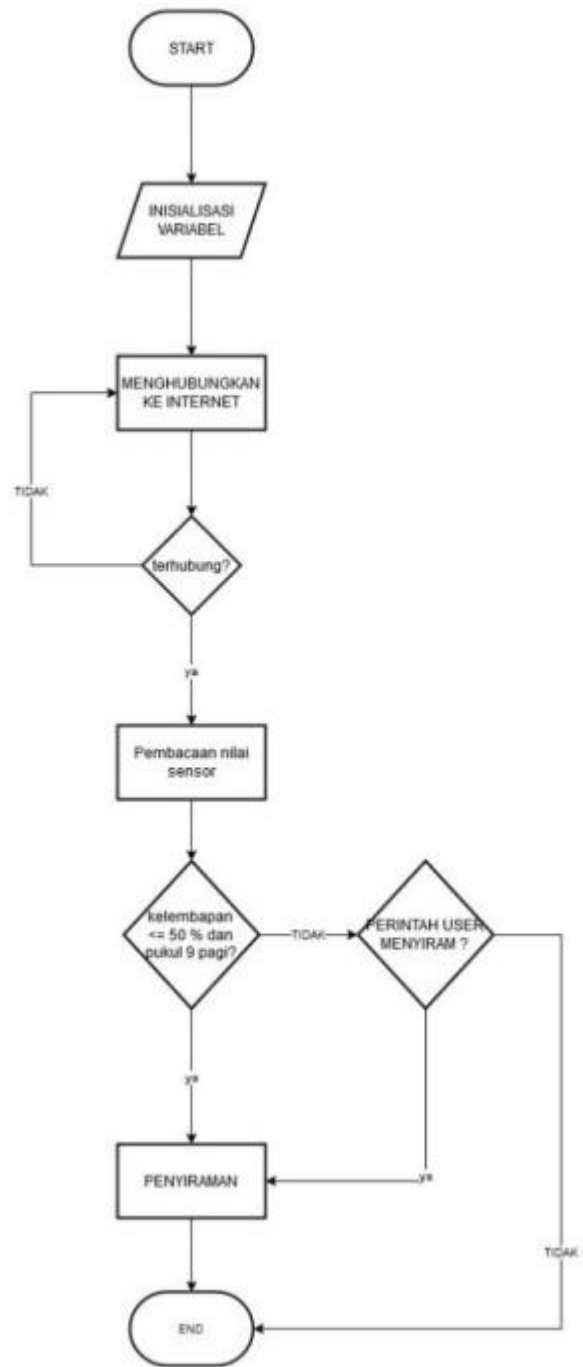
Gambar 2 Media tanaman stroberi

Gambar 2 menunjukkan desain media tanaman stroberi yang berukuran 75 cm x 45 cm x 15 cm. Penentuan ukuran ini berdasarkan wawancara yang dilakukan kepada petani stroberi. Ada 3 buah tanaman stroberi pada media tanam tersebut. Media tanam dibuat menggunakan kayu yang dilengkapi dengan sistem pengairan menggunakan pipa pvc 1/2 dim dan dilengkapi dengan solenoid valve. Mikrokontroler ESP32WROOM akan mengaktifkan solenoid valve ini jika hasil pembacaan kelembapan tanah kurang dari 50%.

Gambar 3 menunjukkan flowchart penampilan data pada website. Gambar 4 menunjukkan flowchart penyiraman otomatis yang dilakukan ketika hasil pembacaan sensor kelembapan tanah menunjukkan hasil kurang dari sama dengan 50%. Selain itu pengguna dapat memberikan perintah penyiraman melalui website. Untuk dapat memebrikan perintah penyiraman melalui website pengguna harus terdaftar terlebih dahulu.



Gambar 3 Flowchart penampilan data pada website



Gambar 4 flowchart sistem penyiraman otomatis

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Sistem monitoring suhu dan pengairan otomatis berbasis website ini menggunakan firebase cloud database sebagai databsnya. Data hasil pengukuran sensor suhu dan kelembapan tanah akan dikirimkan ke firebase cloud database oleh mikrokontroller ESP32WROOM yang terintegrasi dengan WI-Fi. Selanjutnya data pada firebase cloud database akan ditampilkan pada website yang menggunakan nama domain sehingga bisa diakses secara publik.

Pengguna dapat menambahkn kebun stroberi melalui antar muka website sehingga tidak perlu mengubaj kode program website. Framework laravel digunakan untuk

mengembangkan website monitoring suhu dan pengairan otomatis ini.

```
var config = {
  apiKey:      "{{ Auth::user()->apikey }}",
  authDomain:  "{{ Auth::user()->authdomain }}",
  databaseURL:  "{{ Auth::user()->databaseurl }}",
  storageBucket:  "{{ Auth::user()->storageurl }}",
};
firebase.initializeApp(config);
var database = firebase.database();
var lastIndex = 0;
// Get Data
firebase.database().ref('kebun/{{ Auth::user()->name }}').on('value', function (snapshot) {
  var value = snapshot.val();
```

Gambar 5. Menghubungkan website dengan firebase cloud database

Gambar 5 menunjukkan penggalan program untuk menampilkan data firebase pada website sehingga pengguna mendapatkan informasi tentang hasil pembacaan sensor dan juga status solenoid valve untuk melakukan penyiraman. gambar 6 Inisialisasi Variabel yang dimana akan menampung nilai berupa tipe data String, Integer, Boolean, memasukan library, menginisialisasi nomor pinout sensor. Library yang di gunakan berupa library sensor DS18B20, library firebase, menginisialisasi pin buzzer, relay yang akan di hubungkan dengan Selenoid Valve serta pemberian inisialisa untuk mengirim data ke firebase menggunakan JSON. Setelah penginisialisasi variabel maka program yang akan di baca adalah void setup atau Function setup, berikut gambar 4.17 potongan program inialisasi pin mode dan penghubung mikrokontroler pada firebase.

```
#include <NTPTClient.h>
#include <WiFi.h>
#include <WiFiUdp.h>
#include <WiFiManager.h>
#include <FirebaseESP32 WROOM.h>
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>
#define ONE_WIRE_BUS 5
#define buzzer 21
#define FIREBASE_HOST "https://tafarizidefault.firebaseio.com"
#define FIREBASE_AUTH "pbFyKi3zuUjRd26hDb4tAgeVBfVJcMu9Acx16peM"
const int tanah1 = 34;
const int Relay1 = 18;
const int Relay2 = 19;
String Pompaon = "ON";
String Pompaoff = "OFF";
String path = "/kebun";
String orang = "/customer";
String kebun = "/2";
const long utcOffsetInSeconds = 3600*7;
WiFiUDP ntpUDP;
NTPTClient timeClient(ntpUDP, "pool.ntp.org", utcOffsetInSeconds);
FirebaseData firebaseData;
OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS);
DallasTemperature sensorSuhu(oneWire);
```

Gambar 6 Inisialisasi variabel dan deklarasi pin

Gambar 7 menunjukkan penggalan program pembacaan sensor dan penyiraman otomatis. Function penyiraman dan pembacaan tanah dapat di jelaskan sebagai berikut:

- Void Siram adalah fungsi yang mengatur penyiraman secara manual atau emergency, dalam fungsi ini bisa dikatakan fungsi yang menerima perintah dari website yang dikirim oleh user dan diterima oleh mikrokontroler dan akan menghidupkan dan mematikan air sesuai perintah dari user.
- Void pewaktu adalah fungsi yang mengatur penyiraman yang diatur sesuai dengan anjuran yaitu jam 9 pagi dan 3 sore dalam fungsi ini terdapat code program waktu NTP server sesuai dengan inisialisi di fungsi setup

- Void Pembacaan Sensor adalah fungsi pembaca dan mengirimkan data sensor ke firebase, yang di maksud pembacaan sensor adalah pembacaan pada sensor suhu dengan menggunakan modul DS18B20 dan pembacaan nilai tanah dengan modul Soil Moisture.

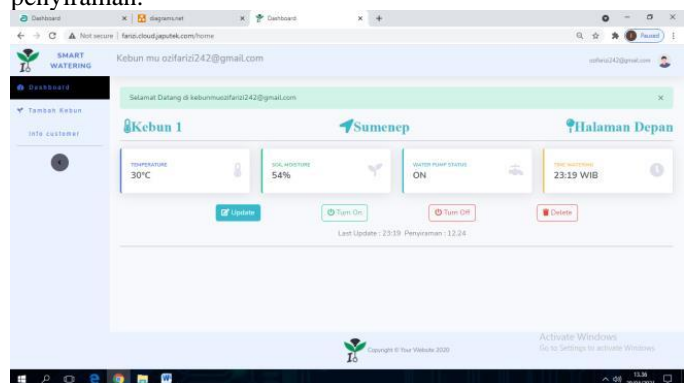
```
void Waktu(){
  timeClient.update();
  String waktu = "";
  waktu += timeClient.getHours();
  waktu += ":";
  waktu += timeClient.getMinutes();
  Serial.print("waktu sekarang = ");
  Serial.println(waktu);
  Firebase.setString(firebaseData, path + orang + kebun + "/timenow", waktu);
  Firebase.getString(firebaseData, path + orang + kebun + "/rtc");
  Serial.print("data-firebase = ");
  Serial.println(firebaseData.stringData());
  if (rtc == waktu ){
    digitalWrite(Relay1, LOW); digitalWrite(Relay2, LOW);
  }
}

void siram () {
  Firebase.getString(firebaseData, path + orang + kebun + "/status");
  if (firebaseData.stringData() == "ON"){
    Serial.println ("POMPA HIDUP");digitalWrite(Relay1, LOW);
  }
  if (firebaseData.stringData() == "OFF"){
    Serial.println ("POMPA MATI"); digitalWrite(Relay1, HIGH);
  }
}

void Pembacaan_Sensor(){
  int sensor_tanah = analogRead(tanah1);
  int persen = map(sensor_tanah, 4100, 2100, 100, 0);
  Serial.print("kelembapan tanah : ");
  if (persen >= 50 ){
    digitalWrite(Relay1, LOW);
    Firebase.setInt(firebaseData, path + orang + kebun + "/tanah1", persen);
    sensorSuhu.requestTemperatures();
    float suhu = sensorSuhu.getTempCByIndex(0);
    Firebase.setInt(firebaseData, path + orang + kebun + "/suhu", suhu);
  }
```

Gambar 7. Penggalan program pembacaan sensor dan penyiraman otomatis

Gambar 8 menunjukkan hasil desain website monitoring suhu dan pengairan otomatis pada tanaman stroberi. Website dikembangkan menggunakan framework laravel. Pada website ini pengguna dapat memberikan perintah penyiraman secara manual jika hasil penyiraman otomatis tidak sesuai dengan hasil yang diharapkan atau terjadi kesalahan pada proram pengairan otomatis. Perintah penyiraman akan diterima oleh mikrokontroler yang kemudian akan mengaktifkan atau menonaktifkan solenoid valve untuk penyiraman.



Gambar 8 Hasil desain website monitoring suhu dan pengairan otomatis

Tabel 1 menunjukkan hasil pengujian penyiraman otomatis. Berdasarkan tabel tersebut dapat diperoleh informasi bahwa sistem penyiraman otomatis berhasil sesuai tujuan yang diharapkan. Penyiraman dilakukan pada pagi hari jam 9 dengan membaca nilai Network Time Protocol (NTP) dari server. Jika kondisi tanah kering yang ditunjukkan dengan nilai kelembapan relatif kurang dari atau sama dengan 50% maka solenoid valve akan membuka dan mengalirkan air ke media tanaman stroberi. Kondisi ini

ditandai dengan lampu led pada relay menyala. Sebaliknya jika pada jam 9 pagi terbaca nilai kelembapan relatifnya melebihi 50% maka solenoid valve akan menutup yang ditandai dengan lampu led pada relai mati.

Tabel 1 Hasil pengujian penyiraman otomatis

No	Nilai ADC	Persentase	Kondisi Kelembapan Tanah	Kondisi Led pada Relay	Kondisi Selenoid Valve
1	4095 – 3096	0% - 25%	Kering	Nyala	Buka
2	3095 -2096	26% - 50%	Kering	Nyala	Buka
3	2095 – 1096	51% - 75 %	Basah	Mati	Tutup
4	0 - 1095	75% - 100 %	Basah	Mati	Tutup

B. Pembahasan

Suhu udara berbanding terbalik dengan kelembapan udara relatif. Jika suhu tinggi maka kelembapan udara akan menurun bergitu juga sebaliknya saat suhu rendah maka kelembapan udara relatif tinggi[6]. Pada sistem monitoring suhu dan penyiraman otomatis ini suhu udara berkorelasi terbalik dengan kelembapan udara. Saat malam hari suhu udara cenderung rendah dan tingkat kelembapan tinggi sedangkan pada siang ahri suhu udara lebih tinggi dan kelembapan udara rendah. Penyiraman dilakukan pada pagi hari saat suhu udara mulai naik dan kelembapan udara mulai turun sehingga pada siang hari kelembapan udara tidak mengalami penurunan yang signifikan yang akan berdampak pada perkembangan tanaman stroberi.

Penggunaan ESP32WROOM meningkatkan efisiensi bahan yang digunakan karena ESP32WROOM sudah terintegrasi dengan WI-Fi sehingga tidak perlu lagi menggunakan LAN adapter seperti yang dilakukan oleh[7]. Penggunaan LAN adapter tentu saja akan meningkatkan biaya yang dikeluarkan untuk membuat alat monitoring suhu dan pengairan otomatis. Soil moisture sensor digunakan untuk mengukur kelembapan tanah. Sensor ini cukup efektif dan akurat dalam penerapannya. Namun sensor ini memiliki beberapa kelemahan diantaranya resolusi rendah, pemansan untuk penggunaan yang lama dan umur sensor yang pendek[8]. Kelemahan lain adalah sensor ini hanya mencakup area yang kecil sehingga dibutuhkan beberapa sensor bahkan banyak sensor moisture pada lahan yang luas untuk mendapatkan tingkat akurasi pengukuran yang tinggi.

Pemanfaatan Internet of Things (IoT) mempermudah dalam monitoring dan pengairan otomatis pada tanaman stroberi. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh [9],[10] dan [11]. Penggunaan web interface yang dibangun sendiri memudahkan untuk melakukan pengembangan sistem misalnya dengan menambah pengguna dan kebun tanpa harus melakukan perubahan terhadap source codenya. Berbeda dengan yang dilakukan oleh [12] yang menggunakan Thing Speak sebagai web interfacenya. Selain itu berdasarkan pengamatan pertumbuhan tanaman stroberi menunjukkan bahwa tanaman yang diberikan pengairan otomatis berbasis Internet of Things (IoT) tumbuh lebih baik jika dibandingkan dengan tanaman yang diberikan pengairan secara manual. Pengamatan ini dilakukan selama satu bulan. Tanaman stroberi yang diberikan engairna otomatis selama satu bulan sudah menghasilkan bunga sebanyak 1 buah

sedangkan tanaman stroberi yang diberikan pengairan secara manual selama satu bulan belum nampak bunganya.

KESIMPULAN DAN SARAN

Pemanfaatan Internet of Things (IoT) mempermudah dalam monitoring dan pengairan otomatis pada tanaman stroberi. Website sebagai media untuk mendapatkan informasi mengenai hasil pembacaan sensor dan status penyiraman dapat diakses secara publik di Internet tidak hanya pada jaringan lokal. Selanjutnya dapat dikembangkan dengan menerapkan secure socket layer (SSL) dan Message Queue Telemetry Transport (MQTT) untuk meningkatkan keamanan pengiriman data hasil pembacaan sensor.

REFERENSI

- [1] S. Bipasha Biswas and M. Tariq Iqbal, "Solar Water Pumping System Control Using a Low Cost ESP32 Microcontroller," *Can. Conf. Electr. Comput. Eng.*, vol. 2018–May, 2018.
- [2] L. . F. A. Caesar Pats Yahwe, Isnawaty, "Rancang Bangun Prototipe System Monitoring Kelembaban Tanah Melalui Sms Berdasarkan Hasil Penyiraman Tanaman System Monitoring Kelembaban Tanah Melalui Sms Berdasarkan Hasil Penyiraman Tanaman," *semanTIK*, vol. 2, no. 1, pp. 97–110, 2016.
- [3] R. S. I. Sari, A. L. Prasasti, and ..., "Rancang Alat Pemantauan Tingkat Kejenuhan Tanah Pada Tanaman Stroberi Untuk Otomatisasi Penyiraman Grikulan Berbasis Internet Of Things," *eProceedings ...*, vol. 7, no. 2, pp. 4927–4934, 2020.
- [4] Y. N. I. Fathulrohman and M. K. Asep Saepuloh, ST., "Alat Monitoring Suhu Dan Kelembaban Menggunakan Arduino Uno," *J. Manaj. Dan Tek. Inform.*, vol. 02, no. 01, pp. 161–171, 2018.
- [5] G. Naveen Balaji, V. Nandhini, S. Mithra, N. Priya, and R. Naveena, "IOT Based Smart Crop Monitoring in Farm Land," *Imp. J. Interdiscip. Res. Peer Rev. J.*, vol. 4, no. January, pp. 88–92, 2018.
- [6] W. Nudian, M. Dede, M. A. Widiawaty, Y. R. Ramadhan, and Y. Purnama, "Pemanfaatan Sensor Mikro DHT11-Arduino untuk Monitoring Suhu dan Kelembaban Udara," in *Seminar Nasional Pertemuan Ilmiah Tahunan II - Ilmu Lingkungan Hidup Tahun 2019*, 2019, pp. 1–13.
- [7] H. Husdi, "Monitoring Kelembaban Tanah Pertanian Menggunakan Soil Moisture Sensor Fc-28 Dan Arduino Uno," *Ilk. J. Ilm.*, vol. 10, no. 2, pp. 237–243, 2018.
- [8] A. A. Aniley, N. Kumar, and A. Kumar, "Soil temperature Sensors in Agriculture and the role of Nanomaterials in Temperature Sensors Preparation," *Int. J. Eng. Manuf. Sci.*, vol. 7, no. 2, pp. 2249–3115, 2017.
- [9] A. V. Mutyalamma, G. Yoshitha, A. Dakshyani, and B. V. Padmavathi, "Smart Agriculture to Measure Humidity, Temperature, Moisture, Ph. and Nutrient Values of the Soil using IoT," *Int. J. Eng. Adv. Technol.*, vol. 9, no. 5, pp. 394–398, 2020.
- [10] A. Sumarudin, A. L. Ghozali, A. Hasyim, and A. Effendi, "Implementation monitoring temperature, humidity and mositure soil based on wireless sensor network for e-agriculture technology," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 128, no. 1, 2016.
- [11] A. Hariyanto, B. M. Susanto, and E. Java, "DEVELOPMENT OF AGRICULTURE DATA CENTER BASED ON CLOUD OBJECT STORAGE," in *Proceeding of the 2nd International Conference on Food and Agriculture*, 2019, pp. 27–31.
- [12] J. M. S. Waworundeng, N. C. Suseno, and R. R. Y. Manaha, "Automatic Watering System for Plants with IoT Monitoring and Notification," *CogITO Smart J.*, vol. 4, no. 2, p. 316, 2019.