

PERANCANGAN APLIKASI IOT PENYIRAMAN TANAMAN BERDASARKAN MONITORING KELEMBABAN TANAH MELALUI SMARTPHONE

Leo Banus¹, Soebandi², Thommy Willay³

¹²³Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Widya Dharma Pontianak
e-mail: ¹leobanus230@gmail.com, ²soebandi@gmail.com, ³w.thommy@gmail.com

Abstract

The use of technology in learning can be applied in various fields of science, one of which is the Android-based IoT plant sprinkler application. Android-based IoT plant sprinklers applications can be interesting because they have automatic features in the application. For this reason, this research was conducted which aims to design an automatic plant watering application based on monitoring soil moisture via a smartphone. This research produced an Android-based IoT plant sprinkler application that can display soil moisture and control a tool in the form of an automatic plant sprinkler prototype. Using a soil moisture sensor works well. The water pump will start when the soil is dry and stop watering when the soil is normal or wet.

Keywords: Application, Design, Plant Sprinklers, Android, Kelembaban.

Abstrak

Pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran dapat diterapkan dalam berbagai bidang ilmu, salah satunya yaitu pada aplikasi penyiram tanaman IOT berbasis *Android*. aplikasi penyiram tanaman IOT berbasis *Android* dapat menjadi menarik kerana memiliki fitur otomatis pada aplikasi tersebut. Untuk itu, dilakukanlah penelitian ini yang bertujuan untuk merancang sebuah aplikasi penyiraman tanaman otomatis berdasarkan monitoring kelembaban tanah melalui smartphone. Penelitian ini menghasilkan sebuah aplikasi penyiram tanaman IOT berbasis *Android* yang dapat menampilkan kelembaban tanah dan mengontrol alat berupa *prototype* penyiram tanaman otomatis. Dengan menggunakan sensor kelembaban tanah dapat berjalan dengan baik. Pompa air akan hidup apabila tanah dalam keadaan kering dan berhenti menyiram apabila tanah dalam kondisi normal atau basah.

Kata kunci: Aplikasi, Perancangan, Penyiram Tanaman, *Android*, Moisture.

1. PENDAHULUAN

Internet Of Things (IOT) adalah sebuah istilah yang muncul dengan pengertian sebuah akses perangkat elektronik melalui media internet. Akses perangkat tersebut terjadi akibat hubungan manusia dengan perangkat atau perangkat dengan perangkat dengan memanfaatkan internet. Akses perangkat tersebut terjadi karena keinginan untuk berbagi data, berbagi akses, dan juga mempertimbangkan keamanan dalam aksesnya.

Internet Of Things (IOT) dimanfaatkan sebagai media pengembangan kecerdasan akses perangkat di dunia industri, di rumah tangga, dan beberapa sektor yang sangat luas dan beragam. Pada kasus ini penulis akan memanfaatkan *Internet Of Things* (IOT) di suatu media tanam untuk memonitoring kelembaban pada tanah disekitar tanaman.

Alat ini menggunakan sebuah sensor kelembaban tanah dan juga menggunakan sebuah pompa air yang akan di hubungkan pada sebuah *smartphone* berbasis *Internet of Things* (IOT) untuk mengetahui informasi mengenai kondisi kelembaban tanah.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan maka peneliti akan membuat sebuah “Perancangan Aplikasi Penyiraman Tanaman Otomatis Berdasarkan Monitoring Kelembaban Tanah Melalui Smartphone Berbasis Internet of Things (IoT)” yang berfungsi sebagai aplikasi monitoring kelembaban tanah dan alat yang dapat mengukur kelembaban tanah serta dapat menyiram tanaman apabila tanah dalam kondisi kering *Analog To Digital Conversion* (ADC) >1000 *RelativeHumidity* (RH) sehingga pemilik tanaman mudah mengetahui kelembaban tanah pada tanaman yang ditanam.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Metode penelitian

Metode penelitian yang dinilai sesuai dengan pelaksanaan penelitian tugas akhir ini adalah metode kualitatif. Selanjutnya pelaksanaanya akan dibagi melalui beberapa tahapan sebagai berikut:

2.1.1. Teknik Pengumpulan Data Menggunakan Studi Literatur

Pada tahap pengumpulan data menggunakan studi literatur ini, dilakukan pengumpulan teori terkait tugas akhir ini, diantaranya mengenal teori dasar mikrokontroler, komunikasi secara nirkabel dan pembangunan aplikasi berbasis *Android*.

2.1.2. Teknik Analisis Sistem

Teknik analisis sistem yang penulis gunakan adalah teknik berorientasi objek dengan dimodelkan menggunakan alat permodelan sistem Unified Modeling Language (UML) dalam menggambarkan proses kerja sistem dari aplikasi penyiram tanaman IoT dan kerja sistem dari mikrokontroler penyiram tanaman otomatis yang dirancang oleh penulis.

2.1.3. Teknik Perancangan Sistem

Perancangan sistem yang digunakan penulis pada kegiatan tugas akhir ini menggunakan beberapa bahasa pemrograman, yaitu penulis menggunakan bahasa pemrograman Arduino IDE untuk memprogram mikrokontroler pada alat penyiram tanaman otomatis yang akan dirancang dan penulis menggunakan Bahasa pemrograman *Blink* untuk perancangan aplikasi penyiram tanaman IoT.

2.2. Landasan Teori

a. Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan chip mikrokomputer yang secara fisik berupa sebuah IC (*Integrated Circuit*). Mikrokontroler biasanya digunakan dalam sistem yang kecil, murah dan tidak membutuhkan perhitungan yang sangat kompleks seperti dalam aplikasi di PC. Mikrokontroler banyak ditemukan dalam peralatan seperti *microwave*, *open*, *keyboard*, *CD player*, *VCR*, *remot control*, *robot*.^[1]

b. Arduino

Arduino adalah pengembangan dari *software wiring* yang berjalan di atas *platform* bersifat open-source dari *software* dan *hardware*. Perangkat kerasnya memiliki prosesor *Atmel AVR* dan *software* memiliki bahasa pemrograman sendiri.^[2]

c. Blynk

Blynk merupakan *platform* sistem operasi *iOS* maupun *Android* sebagai kendali pada modul Arduino, Raspberry Pi, ESP8266 dan perangkat sejenis lainnya melalui internet.^[3]

d. NodeMCU ESP8266

NodeMCU adalah mikrokontroler yang dilengkapi modul *wifi* ESP8266. Jika anda telah familiar dengan Arduino Board, maka anda tidak kesulitan menggunakan NodeMCU karena cara memprogramnya dapat dilakukan menggunakan *software* bawaan Arduino yaitu Arduino IDE.^[4]

e. Sensor Kelembaban Tanah (*Soil Moisture Sensor Module*)

Soil moisture sensor adalah sensor kelembaban yang dapat mendeteksi kelembaban dalam tanah. Sensor ini sangat sederhana, tetapi ideal untuk memantau taman kota, atau tingkat air pada tanaman pekarangan. Sensor ini terdiri dua *probe* untuk melewati arus melalui tanah, kemudian membaca resistansinya untuk mendapatkan nilai tingkat kelembaban.^[5]

f. Relay 5 Volt

Relay module adalah papn antar muka yang dapat mengontrol berbagai peralatan, dan peralatan lain dengan arus besar. Hal ini dapat dapat dikontrol secara langsung oleh *Micro-controller* (Arduino, 8051, AVR, PIC, DSP, ARM, ARM, MSP430, TTL logika) dimana *relay* ini berfungsi sebagai saklar otomatis.^[6]

g. Pompa Air

Pompa air yang digunakan untuk menghadirkan air terdiri dari dua macam, yakni pompa yang diletakkan di dalam air (*submerseable*) dan pompa yang diletakkan di atas air. Kedua pompa itu berfungsi untuk mengalirkan air dari satu tempat ke tempat lain. Pompa air *submerseable* harus diletakkan di dalam air atau lubang saluran masuk, minimal berada di dalam air. Pompa jenis ini memang dirancang kedap air dan tidak cepat panas kerana terus terendam di dalam air.^[7]

h. Liquid crystal Display (LCD) 16x2

Liquid Crystal Display (LCD) merupakan salah satu jenis *display* elektronik yang dibuat dengan teknologi *CMOS logic* yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada disekelilingnya terhadap front-line atau mentransmisikan cahaya *backlit*.^[8]

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Gambaran Umum Aplikasi

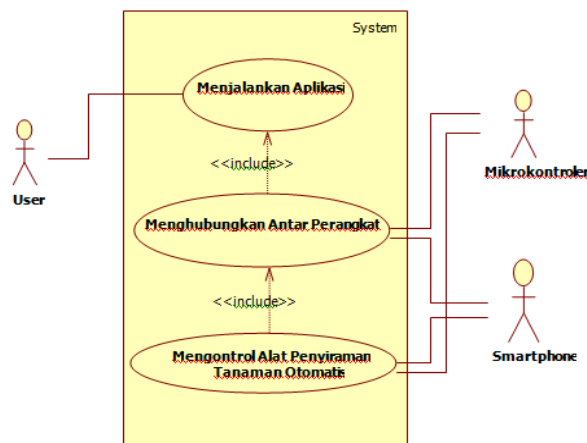
Aplikasi yang dikembangkan untuk perangkat *Android* ini memanfaatkan perangkat keras sensor suhu kelembaban tanah yang dapat mendeteksi kondisi kelembaban tanah kemudian diproses oleh mikrokontroler dan menjalankan perintah sesuai dengan koding yang sudah dibuat. Ketika kondisi tanah basah dengan suhu kelembaban ADC < 600 Rh pompa dalam keadaan *off* (tidak menyiram), ketika kondisi tanah normal dengan suhu kelembaban ADC > 600 & < 1000 Rh pompa masih dalam keadaan *off* (tidak menyiram) apabila kondisi tanah kering dengan suhu kelembaban ADC > 1000 Rh maka pompa akan dalam keadaan *on* (menyiram tanaman).

User terlebih dahulu melakukan pairing ke *hotspot* agar aplikasi dapat membaca *wifi module*. Pada layar awal User harus menyentuh *Button run* untuk masuk pada tampilan utama dari aplikasi penyiram tanaman IOT.

Pada tampilan utama aplikasi terdapat LCD untuk menampilkan status kondisi kelembaban tanah apakah dalam kondisi basah atau kering dan juga untuk menampilkan status kondisi pompa air apakah dalam kondisi *On/Off*, *SuperChart* untuk menampilkan grafik kelembaban tanah pada saat real time atau pun pada saat waktu tertentu sesuai dengan yang user inginkan, *Gauge* untuk menampilkan data kelembaban dalam nilai kelembaban tanah secara real sesuai dengan kondisi kelembaban tanah pada saat itu juga, *Button* untuk menghidupkan atau mematikan pompa air secara manual sesuai keinginan user.

3.2. Use Case Diagram

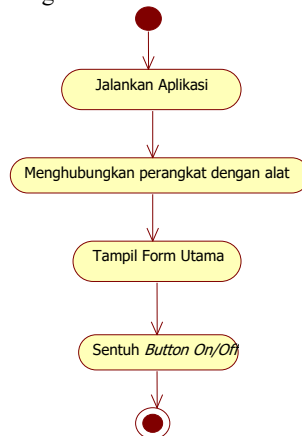
Interaksi antara User dengan sistem serta fungsionalitas yang diharapkan dari sebuah sistem dapat digambarkan dalam diagram *use case*. Dari diagram *use case* pada gambar 1, menjelaskan bahwa aplikasi dapat berjalan dengan cara user harus menjalankan aplikasi penyiraman tanaman otomatis terlebih dahulu dan mengkoneksikan *wifi* antara *smartphone Android* dengan alat penyiraman tanaman otomatis. Setelah aplikasi dijalankan akan tampil sebuah *form* utama dan selanjutnya user harus mengkoneksikan *smartphone Android* dengan perangkat *arduino* melalui koneksi *wifi* yang telah disediakan, pada menu utama terdapat sebuah *Button* yang digunakan untuk mengaktifkan alat penyiraman tanaman otomatis secara manual dan juga alat dapat bekerja secara otomatis sehingga alat akan otomatis mengontrol kelembaban tanah disekitar tanaman.



Gambar 1. Use Case Diagram

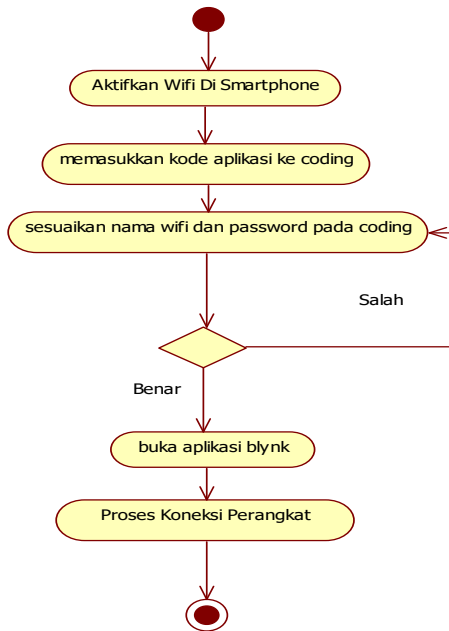
3.3. Diagram Aktivitas

Diagram aktivitas digunakan untuk menjelaskan setiap aktivitas yang terjadi antara pengguna dan sistem dalam penggunaan aplikasi penyiraman tanaman otomatis. Berikut ini *activity diagram* yang digunakan dalam perancangan aplikasi. Pada diagram aktivitas gambar 2, user harus menjalankan aplikasi terlebih dahulu dengan cara menekan *icon* aplikasi penyiraman tanaman otomatis dan mengkoneksikan *wifi* antara *smartphone Android* dengan alat penyiraman tanaman otomatis, kemudian akan tampil *form* utama yang menampilkan informasi tentang kondisi kelembaban tanah yang ada pada tanah sekitar tanaman, dan sebuah *Button* yang bisa digunakan untuk mengaktifkan pompa air secara manual apabila user ingin menyiram tanaman dengan cara manual

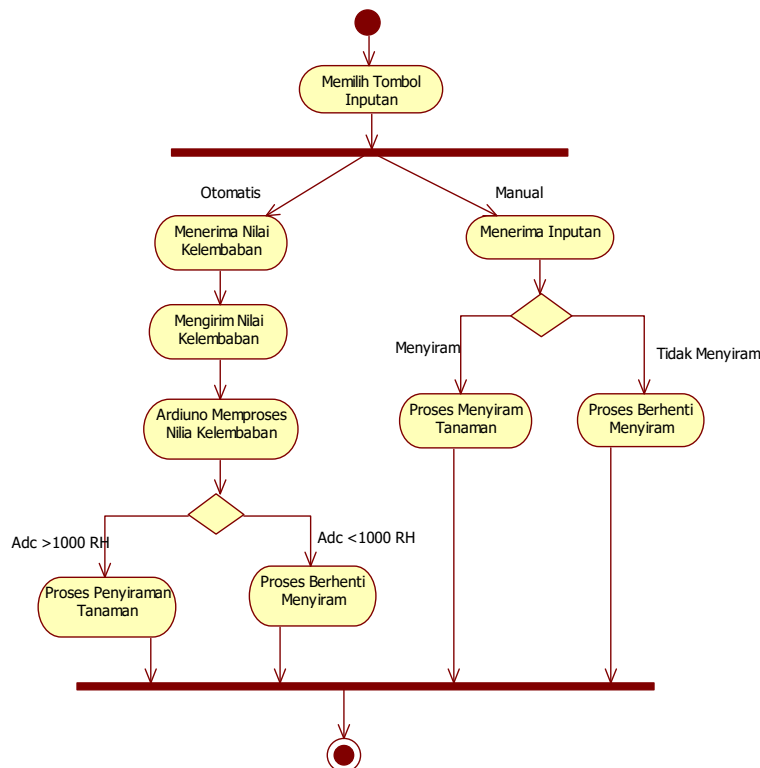


Gambar 2. Diagram Aktivitas Menjalankan Aplikasi

Pada gambar 3 untuk menghubungkan antara perangkat *smartphone Android* dengan alat, *user* harus mengaktifkan *wifi* di *smartphone Android* terlebih dahulu setelah itu memasukkan kode yang ada pada aplikasi *Blynk* ke dalam *coding* serta nama *wifi* dan *password* yang akan digunakan apabila salah maka masukkan ulang sampai benar setelah ditemukan maka alat dan *smartphone Android* akan terhubung melalui sebuah jaringan *wifi*.



Gambar 3. Diagram Aktivitas Menghubungkan Antar Perangkat



Gambar 4. Diagram Aktivitas Mengontrol Alat Penyiraman Tanaman Otomatis

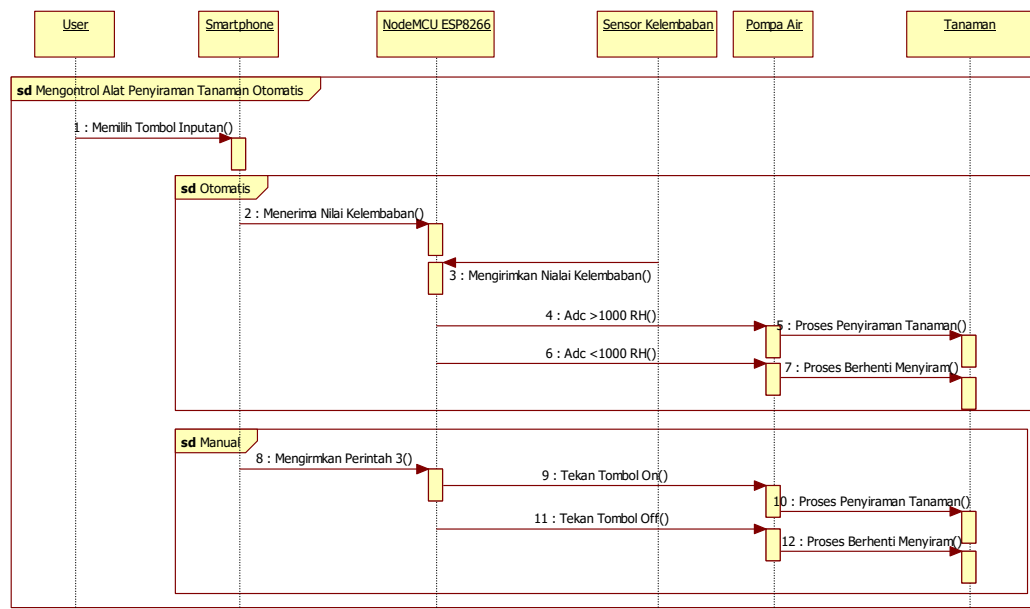
Pada gambar 4 Ketika *user* menyentuh *Button* manual *On/Off* maka *smartphone* akan mengirimkan nilai 1 ke-*arduino*, *arduino* akan mengaktifkan sensor dan sensor akan mengirimkan nilai kelembaban tanah yang didapat ke -*arduino*. Ketika nilai yang didapatkan lebih dari nol maka *arduino* akan menjalankan pompa air untuk menyiram tanaman. Ketika *Button On/Off* ditekan kembali maka akan mengirimkan nilai 2 pada *arduino* untuk menset nilai sensor menjadi nol dan proses berhenti menyiram. Aplikasi juga dapat mengontrol kelembaban tanah secara otomatis serta alat

juga dapat berjalan otomatis apabila alat mendeteksi kelembaban tanah kering *Analog To Digital Conversion* (ADC) >1000 *Relative Humidity* (RH) dan berhenti menyiram apabila tanah dalam kondisi normal *Analog To Digital Conversion* (ADC) <1000 *Relative Humidity* (RH) serta berhenti menyiram apabila tanah dalam kondisi basah *Analog To Digital Conversion* (ADC) <600 *Relative Humidity* (RH).

3.4. Sequence Diagram

Sequence diagram atau diagram urutan berfungsi untuk memperlihatkan interaksi yang terjadi pada saat menjalankan aplikasi penyiraman tanaman otomatis dan mikrontroller alat penyiraman tanaman otomatis. Berikut ini diagram aktivitas (*activity diagram*) yang digunakan dalam perancangan aplikasi dan mikrokontroller alat penyiraman tanaman otomatis.

Pada gambar 5 menjelaskan terjadinya proses mengontrol alat Penyiraman tanaman otomatis setelah *User* berhasil menghubungkan antar perangkat *smartphone* dengan program. Pertama, *User* memilih inputan yaitu otomatis dan manual, apabila *user* memilih otomatis maka alat akan bekerja secara otomatis dengan cara menerima nilai kelembaban yang dikirimkan dari sensor kelembaban ke modul arduino setelah itu arduino akan memproses nilai kelembaban yang diterima kemudian apabila nilai kelembaban tanah dalam keadaan kering *Analog To Digital Conversion* (ADC) >1000 *Relative Humidity* (RH) dan berhenti menyiram apabila tanah dalam kondisi normal *Analog To Digital Conversion* (ADC) <1000 *Relative Humidity* (RH) serta berhenti menyiram apabila tanah dalam kondisi basah *Analog To Digital Conversion* (ADC) <600 *Relative Humidity* (RH). *User* juga dapat mengontrol alat secara manual dnegan cara menyentuh *Button on/ff* yang ada di dalam aplikasi, apabila *Button on* disentuh maka pompa air pada alat akan melakukan proses penyiraman tanaman dan apabila *Button off* yang disentuh proses akan berhenti menyiram.



Gambar 5. Sequence Diagram Mengontrol Alat Penyiraman Tanaman Otomatis

3.5. Tampilan Interface

Terdapat tiga tampilan aplikasi yang dapat diakses oleh *user*, yaitu:

a. Tampilan Awal

Aplikasi akan menampilkan halaman awal sesaat setelah dibuka. Halaman awal memiliki satu *Button* yaitu *Button run* yang akan mengalihkan aplikasi ke halaman tampilan utama.

b. Tampilan Utama

Tampilan utama akan menampilkan tiga *tools* dan satu buah *Button* yang dapat diakses oleh *user* yaitu:

- 1) LCD untuk menampilkan status kondisi kelembaban tanah apakah dalam kondisi basah atau kering dan juga untuk menampilkan status kondisi pompa air apakah dalam kondisi *On/Off*.
- 2) SuperChart untuk menampilkan grafik kelembaban tanah pada saat real time atau pun pada saat waktu tertentu sesuai dengan yang *user* inginkan.
- 3) Gauge untuk menampilkan data kelembaban dalam nilai kelembaban tanah secara real sesuai dengan kondisi kelembaban tanah pada saat itu juga.
- 4) *Button* untuk menghidupkan atau mematikan pompa air secara manual sesuai keinginan *user*.



Gambar 6. Tampilan Utama

3.6. Alat Penyiraman tanaman Otomatis

Pada tahapan implementasi alat penyiram tanaman otomatis penulis akan menjelaskan proses-proses untuk dapat menggunakan alat penyiraman tanaman otomatis yang akan dijelaskan pada tahapan-tahapan berikut:



Gambar 7. Kondisi Alat Saat Mati

Pada gambar 7, merupakan kondisi alat pada saat mati atau belum ada dialiri sumber daya untuk menghidupkan alat tersebut dan semua komponen dalam kondisi mati.



Gambar 8, kondisi Alat Pertama Kali Dihidupkan

Pada gambar 8, merupakan kondisi alat pertama kali dihidupkan atau sudah ada dialiri sumber daya tetapi masih belum terkoneksi dengan *wifi* dan dengan aplikasi “penyiraman tanaman IOT” serta masih memproses koding yang dimasukkan ke alat penyiraman tanaman otomatis.



Gambar 9, Kondisi Alat Saat tanah Dalam Keadaan Basah

Pada gambar 9, merupakan kondisi alat yang telah terhubung ke *wifi* dan juga sudah terkoneksi ke aplikasi “Penyiram Tanaman IOT”, alat akan otomatis membaca kondisi tanah dalam keadaan basah maka pompa air tidak dalam kondisi menyiram.



Gambar 10, Kondisi Alat Saat tanah Dalam Keadaan Kering

Pada gambar 10, merupakan kondisi alat yang telah terhubung ke *wifi* dan juga sudah terkoneksi ke aplikasi “Penyiram Tanaman IOT”, alat akan otomatis membaca kondisi tanah dalam keadaan kering maka pompa air dalam kondisi menyiram.

3.7. Pengujian Koneksi Dan Jarak Wifi Smartphone *Android* Dengan ESP8266

Dari hasil pengujian table 1 dilakukan pengujian perangkat *wifi* pada *smartphone Android* dengan hambatan rumah dan benda padat lainnya dan pengujian ini dilakukan dengan tipe *smartphone Android* dengan sistem operasi yang berbeda-beda. Sehingga dapat di simpulkan jarak jangkauan efektif untuk melakukan pengontrolan adalah pada jarak 14 meter, jika jarak lebih dari 14 meter maka tidak dapat dilakukannya pengontrol terhadap alat penyiram tanaman otomatis.

Tabel 1. Pengujian Koneksi Dan Jarak Wifi Smartphone *Android* Dengan ESP8266

Nama smartphone	Sistem operasi	Jarak (m)	Keterangan
Samsung galaxy grand prime	Kitkat (4.4.4)	8	Sukses
		9	Sukses
		10	Sukses
		11	Sukses
		12	Terhambat
Samsung galaxy j5	Lolipop (5.1)	10	Sukses
		11	Sukses
		12	Sukses
		13	Sukses
		14	Terhambat
Xiaomi redmi 4a	Marshmallow (6.1)	10	Sukses
		11	Sukses
		12	Sukses
		13	Sukses
		14	Sukses
Samsung galaxy a8	Nougat (7.1.1)	10	Sukses
		11	Sukses
		12	Sukses
		13	Sukses
		14	Sukses
Xiaomi redmi note 9 pro	Q (10)	10	Sukses
		11	Sukses
		12	Sukses
		13	Sukses
		14	Sukses

3.8. Pengujian Aplikasi

Setelah melakukan pengujian pada aplikasi ”Penyiram Tanaman IOT”, penulis dapat menyimpulkan bahwa fungsi otomatis dari aplikasi dapat berjalan dengan baik untuk mengetahui data kelembaban tanah dan juga sensor dapat bekerja mengirimkan data ke arduino untuk diproses apabila tanah dalam kondisi kering maka pompa air akan otomatis hidup dan apabila tanah dalam kondisi basah maka pompa air akan otomatis berhenti menyiram. Serta *Button On/Off* dapat digunakan untuk menghidupkan atau mematikan pompa air secara manual sesuai keinginan *user*.

Tabel 2. Pengujian aplikasi

Interface	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
LCD	Dapat menampilkan kondisi kelembaban tanah dan pompa air.	LCD dapat menampilkan kondisi kelembaban tanah dalam RH tertentu dan kondisi pompa air dalam keadaan <i>off/on</i> .	Sukses
SuperChart	Dapat menampilkan grafik kelembaban.	SuperChart dapat menampilkan grafik kelembaban secara <i>live</i> atau pun dalam waktu tertentu.	Sukses
Gauge	Dapat menampilkan angka suhu kelembaban tanah.	Gauge dapat menampilkan suhu kelembaban tanah secara langsung sesuai dengan kondisi kelembaban saat itu juga.	Sukses
Button	Dapat mengontrol alat penyiram tanaman secara manual.	<i>Buton On/Off</i> dapat mengontrol alat penyiram tanaman secara manual lewat aplikasi “Penyiram Tanaman IOT” untuk menghidupkan atau mematikan pompa air.	Sukses

3.9. Pengujian Alat Penyiram Tanaman Otomatis

Setelah melakukan pengujian terhadap alat penyiram tanaman otomatis yang telah dibuat dapat disimpulkan bahwa pada saat mode *auto* dengan nilai kelembaban $adc > 1000$ rh dan keterangan kering maka pompa air akan menyiram (*on*), ketika nilai kelembaban $adc > 600$ & < 1000 rh dan keterangan normal maka pompa air akan berhenti menyiram (*off*), ketika nilai kelembaban $adc < 600$ rh dan keterangan basah maka pompa air dalam kondisi (*off*). Sedangkan untuk pengontrolan secara manual dapat dilakukan kapan saja untuk menyalakan atau mematikan pompa air.

Tabel 3. Pengujian Alat Penyiram Tanaman Otomatis

Mode	Nilai Kelembaban	Keterangan	Kondisi Pompa Air
Auto	$ADC > 1000$ RH	Kering	On
Auto	$ADC > 600$ & < 1000 RH	Normal	Off
Auto	$ADC < 600$ RH	Basah	Off
Manual (On)	-	-	On
Manual (Off)	-	-	Off

4. KESIMPULAN

Setelah penulis melakukan penginstalan perangkat lunak dan perangkat keras, pengujian terhadap aplikasi penyiraman tanaman otomatis berdasarkan monitoring kelembaban tanah melalui *smartphone* berbasis *internet of things* (IOT) dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a. Aplikasi yang dibuat dapat mengontrol alat untuk menyiram tanaman dan berhenti menyiram tanaman.
- b. Aplikasi yang dirancang bisa sinergi dengan *hardware* untuk membantu mempermudah aktivitas mengontrol kelembaban tanah dan penyiraman tanaman.
- c. Alat penyiram tanaman otomatis dapat menjalankan mode *auto* untuk menyiram atau tidak menyiram tanaman sesuai dengan kondisi kelembaban tanah yang telah ditentukan.

5. SARAN

Untuk pengembangan sistem ini, ada beberapa hal yang dapat penulis sarankan:

- a. Untuk pengembangan berikutnya disarankan agar aplikasi dapat dioperasikan pada perangkat IOS.
- b. Untuk pengembangan berikutnya penulis menyarankan untuk menambahkan beberapa fitur yaitu dapat menampilkan kesehatan tanaman.
- c. Dalam melakukan pengontrolan, alangkah baiknya aplikasi ataupun alat yang dibuat dapat mengontrol lebih dari satu pompa air untuk menyiram lebih dari satu tanaman.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penelitian ini, peneliti telah mendapatkan banyak bantuan berupa bimbingan, petunjuk, saran, nasihat, data, informasi, materi maupun dorongan moral dari berbagai pihak. Maka pada kesempatan ini peneliti mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah banyak memberikan dukungan kepada peneliti hingga selesainya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dharmawan, Hari Areif. (2017). *Mikrokontroler Konsep Dasar Dan Praktis*. UBMedia. Malang.
- [2] Alam, Hermansyah, Ikhsan Parinduri, Siti Nurhabibah Hutagalung, Johnson Efendi Hutagalung dan Mahrizal Masri. (2020). *Pembelajaran & Praktikum Dasar: Mikrokontroler AT8535, Arduino UNO R-3 BASCOM AVR, Arduino UNO 1.16 Dan Fritzing Electronic Design*. Yayasan Kita Menulis. Medan.
- [3] Handi, Hurriyatul Fitriyah dan Gembong Edhi Setyawan. (2019). *Sistem Pemantauan Menggunakan Blink Dan Pengendalian Penyiraman Tanaman Jamur Dengan Metode Logika Fuzzy*. Universitas Brawijaya. Malang.
- [4] Atmoko, Rachmad Andri. (2019). *Dasar Implementasi Protokol MQTT Menggunakan Python dan NodeMCU*. Mokosoft Media. Blitar.
- [5] Husdi. (2018). *Monitoring Kelembaban Tanah Pertanian Menggunakan Soil Moisture Sensor FC-28 Dan Arduino UNO*. Ilkom. Gorontalo.
- [6] Tani, Putra. (2018). *Arduino Uno Alat Penetas Telur: Alat Penetas Telur Berbasiskan Arduino Uno*. PutraTani. Jember.
- [7] Muharnanto. (2018). *Menghadirkan Pesona Air Di Taman*. Argo Media. Jakarta Selatan.
- [8] Sarmidi dan Sidik Idnu Rahmat. (2019). *Sistem Peringatan Dini Banjir Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Arduino Uno*. STMIK DCI. Tasikmalaya.