

Rancang Bangun Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Pengkondisian *Green House* berbasis *Internet Of Things* Terintegrasi *Whatsapp*

Allen Galuh Setra
Telkom University Kampus Jakarta
Kota Tangerang, Indonesia
Allengaluhsetra@student.telkomuniversity.ac.id

M. Roihan
Telkom University Kampus Jakarta
Jakarta, Indonesia
Roihani@Telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Orang-orang yang menanam tumbuhan umumnya memerlukan waktu, energi, dan air yang lebih banyak untuk melakukan penyiraman dengan melakukan penyiraman secara manual. *Greenhouse* dengan teknologi modern dapat menciptakan kontrol secara otomatis seperti pada alat penyiram tanaman. Dengan demikian, waktu yang dihabiskan untuk menyiram tanaman lebih sedikit dibanding sistem manual. Selain itu, pengguna dapat menghemat air yang selama ini terbuang sia-sia karena tidak tahu kondisi kebutuhan air pada tanaman. Sistem penyiraman tanaman otomatis dengan sensor kelembaban tanah, kelembaban udara dan suhu digunakan untuk mengontrol lingkungan tanaman. Dengan berkembangnya internet hampir di seluruh dunia, memberikan perubahan pada aktivitas manusia sehari-hari. Teknologi *Internet Of Things* (IOT) memungkinkan objek saling terhubung dan berkomunikasi satu sama lain. Pada alat penyiraman tanaman otomatis, IOT menghubungkan perangkat sensor dan pompa air untuk dapat dimonitor melalui jaringan internet. IOT dibangun dengan *NodeMCU ESP8266* yang memungkinkan akses melalui internet. Perancangan hardware menggunakan mikrokontroler *NodeMCU ESP8266* sebagai metode pengendalian. Data kemudian dikirim secara *online* ke *Whatsapp* yang berfungsi sebagai pemberitahuan pengguna berupa notifikasi. Sistem juga menerapkan sistem *switching* pada *power* untuk menyalakan *NodeMCU*. *Power* yang digunakan berupa listrik dari PLN menggunakan adaptor 12 V DC dan baterai 18650 yang apabila listrik PLN mengalami kendala atau sedang mati akan langsung *switching power* ke baterai 2 buah yang disusun secara seri.

Kata kunci: *NodeMCU ESP8266*, Tumbuhan, *Power Switching*, *Mikrocontroller*

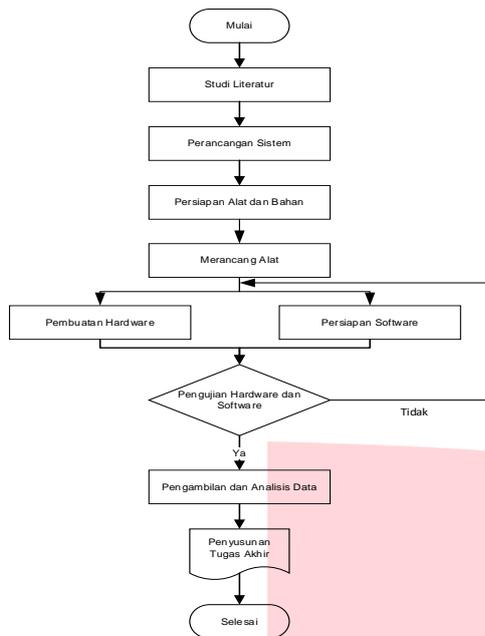
I. PENDAHULUAN

Internet of Things atau bisa dikenal dengan IoT adalah gagasan bahwa semua objek di dunia dapat berkomunikasi antar satu dengan yang lain sebagai bagian dari sistem terintegrasi menggunakan Internet sebagai penghubungnya. IoT juga merupakan sebuah konsep yang dapat memperluas manfaat dari konektivitas Internet yang selalu aktif, memungkinkan kita mengintegrasikan mesin, perangkat, dan komponen lainnya dengan aktuator atau sensor jaringan untuk mengumpulkan data dan mengelola kinerjanya sendiri, memungkinkan sistem untuk berintegrasi dan melakukan operasi mengenai informasi baru yang didapat secara mandiri. Dengan adanya permasalahan yang telah dijelaskan, kemudian akan dirancang system penyiraman yang dapat

bekerja secara otomatis sesuai dengan kondisi greenhouse. Parameter yang dapat dikontrol untuk tanaman ini adalah kelembaban tanah, kelembaban udara dan suhu di sekitar greenhouse. Rancangan alat penyiram tanaman otomatis ini menggunakan teknologi Internet of Things (IoT), yang akan terintegrasi dengan *Whatsapp*, sehingga dapat dimonitor dari jarak jauh melalui aplikasi mobile tersebut.

II. METODE

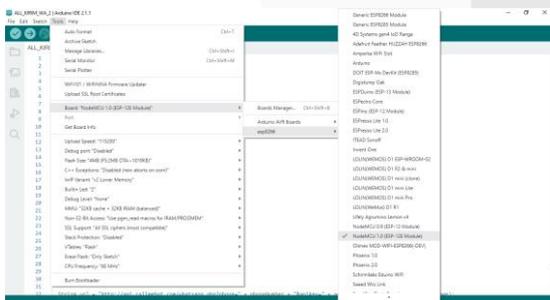
Studi Pustaka, Mempelajari juga memahami materi diambil dari skripsi jurnal, ataupun tugas akhir, serta buku ilmiah yang mempunyai keterkaitan dengan penelitian yang dilakukan. Perancangan Alat, Melakukan perancangan dan sistem yang akan digunakan sebelum diimplementasikan, pada perancangan ini dilakukan juga pemilihan komponen untuk menunjang pengimplementasian sistem. Implementasi Sistem, Dari perancangan yang telah dibuat akan diimplementasikan berupa prototipe dari sistem. Uji Coba Alat, Metode ini merupakan uji coba alat yang dilakukan pada tanaman untuk melihat apakah sistem yang telah diimplementasikan sudah berjalan dengan baik dan sensor yang diintegrasikan sudah bekerja. Analisa Pada metode ini merupakan analisis sistem, hasil yang di dapat, setelah melakukan uji coba alat tersebut untuk menentukan beroperasi atau tidaknya sistem tersebut yang sudah dibuat.



III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pemrograman *NodeMCU* dengan sensor dan koneksi wifi.

Untuk melakukan pemrograman pada *NodeMCU*, dapat dilakukan dengan menggunakan software Arduino IDE. Pada Arduino IDE, diperlukan pemilihan Board *NodeMCU* dengan benar, pada menu tools default belum ada board *NodeMCU* sehingga harus mengunduh terlebih dahulu library dari *NodeMCU* untuk memunculkan board *NodeMCU* pada menu tools, setelah mengunduh board *NodeMCU* maka memilih menu Tools -> Boards -> ESP8266 -> *NodeMCU* 1.0 (ESP-12E Module). Kemudian, mengklik Processor *NodeMCU*. Berikut adalah gambar pemilihan board untuk pemrograman board Arduino Mega 2560. Gambar Pemilihan board *NodeMCU* 1.0 (ESP-12E Module).

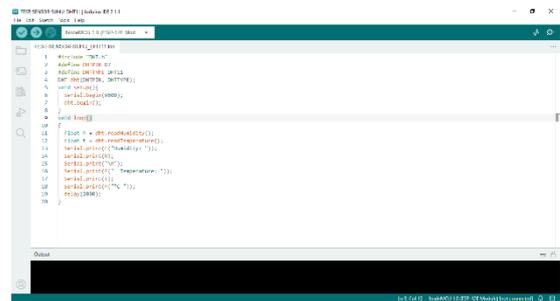


Gambar 4. 1. Tampilan menu tools dan board pada Arduino IDE

2. Pemrograman *NodeMCU* dengan DHT11.

Pemrograman *NodeMCU* dengan sensor DHT11 dilakukan untuk menguji performa *NodeMCU* dan sensor DHT11. Pin sinyal sensor DHT11 disambungkan ke pin D7 *NodeMCU*. Disini digunakan tipe data float untuk mengukur kelembaban udara. Pada pemrograman dilakukan program input dengan float h: `dht.readHumidity()`;

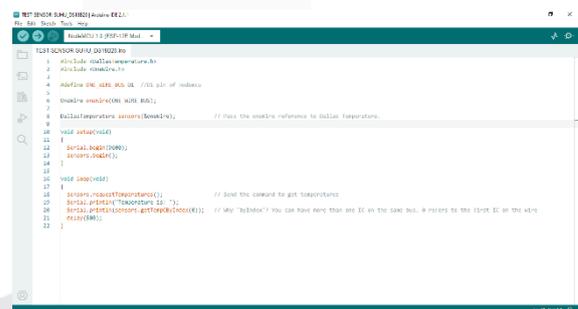
Sensor DHT11 yang digunakan berjumlah 3 sehingga pin yang digunakan adalah 3V, GND, dan D7. Berikut adalah tangkapan layar program pembacaan sensor DHT11 pada arduino IDE.



Gambar 4. 2. Tampilan Pemrograman DHT11

3. Pemrograman *NodeMCU* dengan DS18B20.

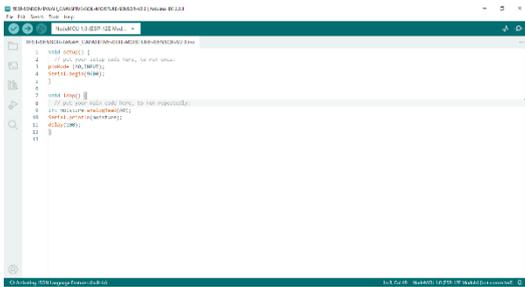
Pemrograman *NodeMCU* dengan sensor DS18B20 dilakukan untuk menguji performa *NodeMCU* dan sensor DS18B20. Sensor ini digunakan untuk mengukur suhu. Sebelum dijalankan program dilakukan pengunduhan terlebih dahulu library untuk sensor DS18B20 untuk dapat menjalankannya. Pin sinyal sensor DS18B20 disambungkan ke pin D1 *NodeMCU*. Sensor DS18B20 yang digunakan berjumlah 3 sehingga pin yang digunakan adalah 3V, GND, dan D1. Berikut adalah tangkapan layar program pembacaan sensor DS18B20 pada arduino IDE.



Gambar 4. 3. Tampilan Pemrograman DS18B20

4. Pemrograman *NodeMCU* dengan Capacitive Soil Moisture Sensor

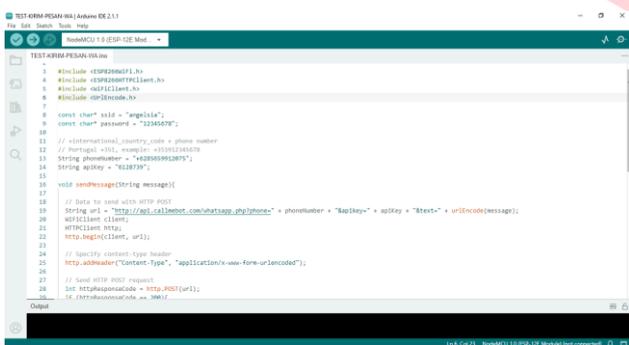
Pemrograman *NodeMCU* dengan Capacitive Soil Moisture Sensor dilakukan untuk menguji performa *NodeMCU* dan Capacitive Soil Moisture Sensor. Pin sinyal Capacitive Soil Moisture Sensor disambungkan ke pin Analog *NodeMCU*. Disini digunakan tipe data integer untuk mengukur kelembaban tanah. Pada pemrograman dilakukan program input dengan `int moisture=analogRead(A0)`; Sensor Capacitive Soil Moisture Sensor yang digunakan berjumlah 3 sehingga pin yang digunakan adalah 3V, GND, dan A0. Berikut adalah tangkapan layar program pembacaan sensor Capacitive Soil Moisture Sensor pada arduino IDE.



Gambar 4. 4. Tampilan Pemrograman Capacitive Soil Moisture Sensor

5. Pemrograman Koneksi Wifi dan Whatsapp pada NodeMCU

Pemrograman *NodeMCU* untuk melakukan sambungan koneksi wifi dan *Whatsapp* dilakukan untuk menguji *NodeMCU ESP8266* untuk mengirim data ke *Whatsapp*. Berikut adalah tangkapan layar program koneksi wifi dan *Whatsapp* pada *NodeMCU ESP8266*. Gambar 3.11. adalah program uji koneksi WiFi



Gambar 4. 5. Tampilan Pemrograman koneksi wifi dengan whatsapp

6. Integrasi Whatsapp dengan NodeMCU menggunakan Arduino IDE

Untuk mengintegrasikan *NodeMCU* dengan *Whatsapp*, pengguna harus mendapatkan CallMeBot IP Key dengan cara menambahkan nomor telepon yang sudah disediakan oleh *Whatsapp* untuk mendapatkan CallMeBot IP Key nya. Setelah menambahkan nomor, maka dilakukan registrasi pada *Whatsapp* agar mendapatkan bot yang nantinya digunakan untuk menghubungkan dengan *NodeMCU* dengan menghubungi nomor yang sudah ditambahkan sebelumnya dengan kalimat "I allow callmebot to send me messages". Setelah itu tunggu hingga botnya membalas dengan mengirimkan IP Key.

Setelah mendapatkan IP Key maka *Whatsapp* sudah dapat diintegrasikan dengan *NodeMCU* dengan melakukan pemrograman pada Arduino IDE.

Sebelum memulai pemrograman unduh terlebih dahulu library yang akan digunakan untuk memprogram *NodeMCU* nantinya.

Kemudian, *NodeMCU ESP8266* dapat melakukan pengiriman data dengan *Whatsapp*. Untuk pengiriman data, *NodeMCU ESP8266*

dapat mengirimkan request ke HTTPS URL *Whatsapp* untuk mengambil update, yaitu `getUpdates`. Berikut syntax pengambilan data dengan *Whatsapp*.

```
String url = "http://api.callmebot.com/Whatsapp.php?phone=" +
  phoneNumber + "&apikey=" + apiKey + "&text=" +
  urlEncode(message);
WiFiClient client;
HTTPClient http;
http.begin(client, url);
```

sebelum data dikirim akan dilakukan pengecekan terlebih dahulu dengan `HTTP.POST` apakah koneksi baik untuk mengirimkan data. Berikut merupakan syntax untuk pengecekan koneksi pada Arduino IDE.

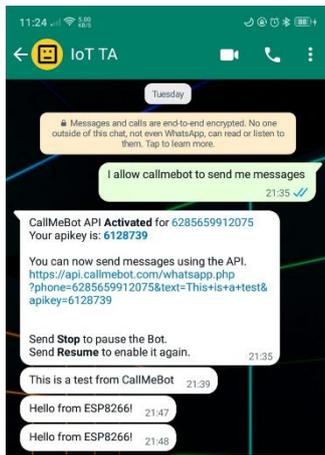
```
int httpResponseCode = http.POST(url);
if (httpResponseCode == 200){
  Serial.print("Message sent successfully");
}
else{
  Serial.println("Error sending the message");
  Serial.print("HTTP response code: ");
  Serial.println(httpResponseCode);
}
```

Selanjutnya, *NodeMCU ESP8266* dapat mengirim data dengan mengirimkan request ke HTTPS URL *Whatsapp* untuk mengirim pesan, yaitu `sendMessage`. Berikut syntax pengambilan data dengan *Whatsapp*.

```
sendMessage("Tulisan Pengiriman data!");
```

Dengan menggunakan Bot *Whatsapp*, *NodeMCU ESP8266* dapat mengirim data dari *Whatsapp*. Dengan demikian, *NodeMCU ESP8266* dapat menggunakan Bot *Whatsapp* untuk mengirim data *Whatsapp*.

Berikut merupakan tampilan pada *Whatsapp* penulis yang sudah terintegrasi pada *NodeMCU*.



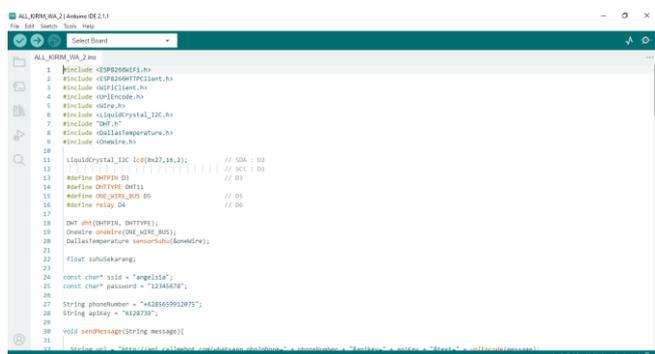
Gambar 4. 6. Tampilan pada Software Whatsapp

Pemrograman *NodeMCU* dengan seluruh komponen Pemrograman dimulai dengan memasukkan hasil library yang telah diunduh untuk masing-masing komponen baik sensor, LCD, relay, maupun untuk integrasi pada *Whatsapp*. Dilakukan pengisian input pin pada masing-masing komponen yang memerlukan data baik pin analog maupun digital. Setelah itu penginputan tipe data pada masing-masing komponen untuk memanggil hasil pada akhir pemrograman.

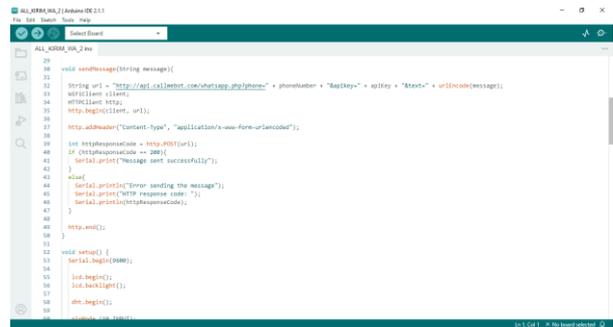
Setelah itu diintegrasikan *NodeMCU* dengan *Whatsapp* dengan memasukkan SSID dan password yang satu jaringan antara *Whatsapp* pengguna dengan *NodeMCU* agar dapat saling terhubung. Pada void loop yang programnya berjalan berulang-ulang diinputkan data untuk sensor agar dapat memicu relay untuk aktif menyalakan pompa. Data nilai yang dimasukkan disesuaikan dengan kondisi yang ada. Pada data ini menentukan apakah kondisi tanah basah atau kering sehingga pompa dapat menyala apabila kondisi tanah kering. Dan relay akan menonaktifkan pompa apabila nilai data sudah pada keadaan kondisi tanah basah.

Data tersebut juga akan ditampilkan secara *realtime* pada LCD sehingga pengguna dapat melihat data situasi pada kondisi saat itu. Data yang ditampilkan pada LCD adalah suhu, kelembaban tanah, dan kelembaban udara.

Berikut merupakan gambar tampilan Arduino IDE dengan program yang sudah dibuat oleh penulis.



Gambar 4. 7. Tampilan Pemrograman Seluruh Sistem 1



Gambar 4. 8. Tampilan Pemrograman Seluruh Sistem 2



Gambar 4. 9. Tampilan Pemrograman Seluruh Sistem 3



Gambar 4. 10. Tampilan Pemrograman Seluruh Sistem 4

7. Implementasi Catu Daya

Implementasi ini menghubungkan dua *power* atau tenaga yaitu listrik PLN dari adaptor 12 V DC dan baterai 18560 2 buah yang disusun secara seri. Kedua *power* tersebut terhubung dengan relay 5 pin pada pin Normally Open untuk adaptor 12 V DC dan Normally Close untuk baterai 18560. Dari relay akan terhubung ke negatif pompa setelah. Dan dari pompa akan dihubungkan ke *NodeMCU*.



Gambar 4. 11. Implementasi Rangkaian Catu Daya

Pengujian ini dilakukan terhadap NodeMCU yang berfungsi sebagai kontroler dan Capacitive Soil Moisture Sensor sebagai media pendeteksi dan pengukuran kelembaban tanah. Pengujian ini dilakukan dengan menyalakan koneksi NodeMCU dan Capacitive Soil Moisture Sensor, dimana Capacitive Soil Moisture Sensor ini akan mendeteksi nilai dari kelembaban tanah secara real time. Data yang terbaca ditampilkan pada Serial Monitor. Berikut hasil pengujian diberikan pada gambar 4.16.



Gambar 4. 16. Pengujian capacitive soil moisture sensor

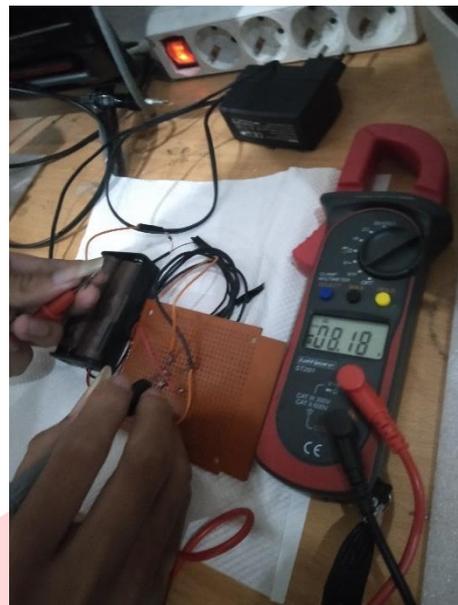
13. Pengujian Capacitive Soil Moisture Sensor

Pengujian ini dilakukan dengan mengukur tegangan yang masuk pada saat mendapatkan listrik dari PLM maupun dari baterai. Pengukuran tegangan dilakukan menggunakan multimeter. Hal ini dilakukan untuk meminimalisir kerusakan pada saat komponen dan mikrokontroler terhubung. Berikut hasil pengujian diberikan pada gambar 4.17.



Gambar 4. 17. Pengujian catu daya dengan adaptor listrik

Terlihat pada gambar bahwa terdapat tegangan menggunakan adaptor listrik sebesar 12,27 Volt.



Gambar 4. 18. Pengujian catu daya dengan baterai

Terlihat pada gambar bahwa terdapat tegangan menggunakan baterai sebesar 8,18 Volt. Dari kedua pengujian didapat bahwa sistem switching pada catu daya aman digunakan untuk mikrokontroler dan komponen pada sistem.

14. Pengujian Terintegrasi seluruh Sistem

Pengujian ini merupakan pengujian keseluruhan sistem yang terintegrasi dengan seluruh komponen yaitu *NodeMCU ESP8266* sebagai kontroler dan pengirim data ke *Whatsapp*, Sensor DHT11, Capacitive soil moisture sensor dan DS18B20 sebagai pendeteksi, LCD sebagai penampil data *realtime*, relay sebagai trigger pengaktifan pompa, dan *Whatsapp* sendiri sebagai aplikasi pemberi notifikasi kepada pengguna.



Gambar 4. 19. Pengujian terintegrasi seluruh sistem

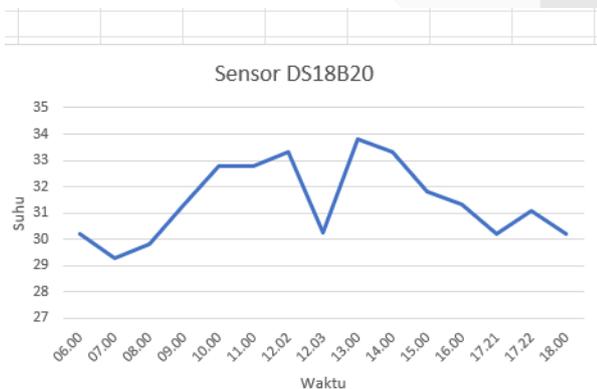
Pengujian sistem terintegrasi ini dilakukan dengan menggabungkan sistem yang telah diimplementasikan dengan tanaman dan penampungan air. Sensor DHT11, Capacitive soil moisture sensor dan sensor DS18B20 diletakkan pada tanah tanaman. Pipa dihubungkan pada pompa antara penampungan air dan tanaman. Pengujian dimulai dengan kondisi sensor tidak terdeteksi dan sesuai dengan respon dari Aplikasi *Whatsapp*

yang tidak mengirimkan notifikasi apapun. Saat sensor terdeteksi, Aplikasi *Whatsapp* otomatis memberi notifikasi peringatan tentang penyiraman pada tanaman yang memiliki kondisi tanah kering. Berikut merupakan gambaran pengujian pada sistem.

Tabel 4. 1. Hasil pengujian seluruh sistem

17 Agustus 2023				
Waktu	Suhu	Kelembaban udara	Kelembaban tanah	Relay
06.00	30,20	73	464	Off
07.00	29,30	80	482	Off
08.00	29,80	78	502	Off
09.00	31,30	75	539	Off
10.00	32,80	71	554	Off
11.00	32,80	69	571	Off
12.02	33,30	69	634	ON
12.03	30,23	68	435	Off
13.00	33,80	71	461	Off
14.00	33,30	70	483	Off
15.00	31,80	75	532	Off
16.00	31,30	73	571	Off
17.21	30,20	75	621	ON
17.22	31,08	70	487	Off
18.00	30,20	79	504	Off

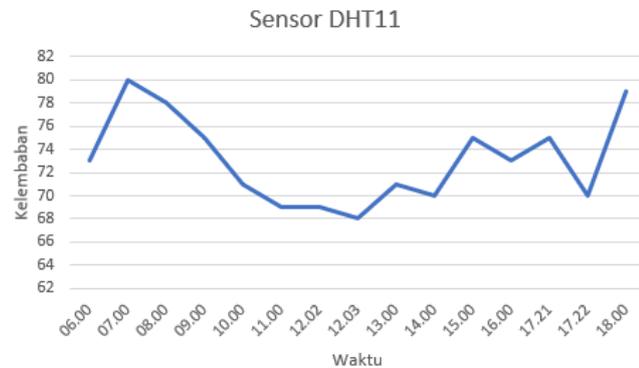
Dari hasil pengujian telah didapat hasil sebagai berikut yang menandakan sistem dapat bekerja dengan baik pada sistem.



Gambar 4. 20. Grafik suhu

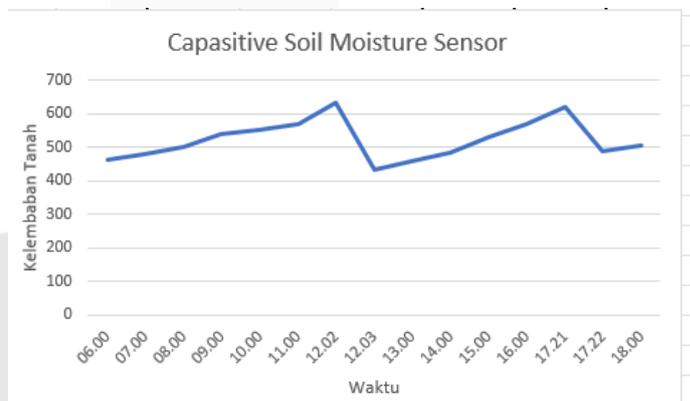
Dari grafik suhu yang diukur dari pukul 06.00 hingga 18.00 didapat bahwa suhu terlihat stabil dan mengalami kenaikan

konstan dari pukul 07.00 sampai pukul 12.00. pada pukul 12.00 atau tengah hari mengalami penurunan suhu drastis sehingga sistem melakukan penyiraman, setelah itu suhu stabil dan penurunan konstan sampai pukul 18.00.



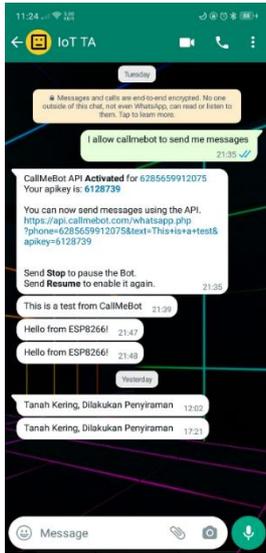
Gambar 4. 21. Grafik kelembaban udara

Dari grafik kelembaban udara yang diukur dari pukul 06.00 hingga 18.00 didapat bahwa kelembaban udara mengalami kenaikan drastis pada pukul 06.00 ke pukul 07.00, setelah itu kelembaban udara mengalami penurunan konstan hingga titik pada pukul 12.03 yang membuat sistem melakukan penyiraman. Sama halnya pada pukul 17.22 juga sistem melakukan penyiraman.



Gambar 4. 22. Grafik kelembaban tanah

Dari grafik kelembaban tanah yang diukur dari pukul 06.00 hingga 18.00 didapat bahwa nilai konstan hanya mengalami penurunan pada pukul 12.03 dan 17.22. setelah itu kelembaban tanah akan turun secara konstan sampai sistem mendeteksi kekeringan.

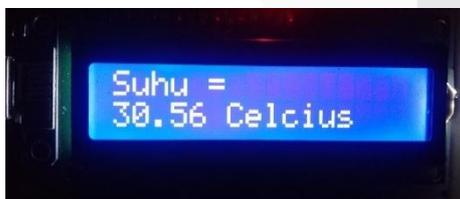


Gambar 4. 23. Hasil notifikasi pada Whatsapp

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan pada 17 Agustus 2023 dari pukul 06.00 – 18.00 WIB, didapat bahwa terdapat dua kali penyiraman yang dilakukan pada pukul 12.02 dan 17.21, pada waktu itu juga didapat notifikasi pada Whatsapp yang menunjukkan telah dilakukan penyiraman pada tanaman sebanyak dua kali. Dari hasil ini juga didapat bahwa alat telah berjalan dengan baik.

15. Analisa Hasil Pengujian

Pada pengujian sistem terpisah, komponen-komponen sistem diuji untuk melihat fungsi komponen tersebut. Pada pengujian *NodeMCU* terhadap sensor, komponen tersebut dapat bekerja dengan baik. Hal ini terlihat dari hasil pembacaan dari program yang ada di Serial Monitor dan tampilan pada LCD, dimana Sensor berhasil mendeteksi suhu, kelembaban tanah, dan kelembaban udara dan hasil pengujian ini menunjukkan keberhasilan. Dengan demikian, pengujian ini dinyatakan berhasil. Berikut merupakan hasil tampilan pengukuran sensor pada LCD.



Gambar 4. 24. Hasil data realtime suhu pada LCD



Gambar 4. 25. Hasil data realtime kelembaban udara pada LCD



Gambar 4. 26. Hasil data realtime kelembaban tanah pada LCD

Pada pengujian Connection WiFi dan Bot *Whatsapp* juga mendapatkan hasil yang sesuai. Dilihat dari *NodeMCU* yang berhasil terhubung dengan koneksi internet, dalam pengujian ini menggunakan Hotspot Smartphone dan berhasil terhubung dengan Bot *Whatsapp*. Selain itu *NodeMCU* juga dapat mengirim pesan berupa telah melakukan penyiraman dengan notifikasi *Whatsapp*.

Setelah dilakukannya pengujian terpisah, keseluruhan sistem diuji dengan pengujian Terintegrasi. Keseluruhan sistem dipasang dan dikoneksikan mengacu sesuai dengan FlowChart yang terlampir sebelumnya. Pengujian ini menggunakan tanaman dan penampungan air yang telah saling terhubung pada sistem, kondisi ditempatkan pada tanaman yang memiliki tanah kering dan basah, sensor berhasil mendeteksi nilai dari suhu, kelembaban udara, dan kelembaban tanah yang mengaktifkan relay untuk menyalakan pompa dan menyiram tanaman, selain itu *NodeMCU* juga berhasil mengirimkan notifikasi berupa pesan ke *Whatsapp* Ketika tanaman sudah dilakukan penyiraman. *NodeMCU* juga berhasil menampilkan data *realtime* pada LCD sehingga dapat dilihat oleh pengguna untuk mengetahui kondisi pada saat itu.

IV. Kesimpulan

Pada proyek akhir ini mendapat kesimpulan yaitu : Sistem dapat melakukan penyiraman secara otomatis pada metode penanaman pada saat keadaan tanah dalam kondisi kering maka, relay akan mengaktifkan pompa dan jika tanah dalam keadaan lembap atau lebih dari basah maka relay akan memberikan sinyal kepada pompa untuk menonaktifkan relay. Sistem akan mengirimkan data setiap 10 detik. Sistem penyiraman otomatis yang terintegrasi dengan whatsapp ini menggunakan APIkey sebagai komunikasinya. Dimana kita meregstrasikan kontak Whatsapp pada nomor yang telah disediakan, dan nomor tersebut akan mengirimkan apikey. Apikey yang didapat merupakan credential penting agar sistem saling terhubung dan berkomunikasi 2 arah. Hasil pengujian system dengan Whatsapp terbukti berhasil dengan dapat dikirimkan notifikasi saat telah dilakukan penyiraman, yang mana sensor mendeteksi tanah kering dan mengaktifkan relay untuk menyalakan pompa.

V. REFERENSI

- [1] W. R. F. F. M. D. Noverta Effendi, "Perancangan sistem penyiraman tanaman otomatis menggunakan sensor kelembapan tanah berbasis IoT," *Jurnal Computer Science and Information Technology*, vol. 3, no. 2, pp. 91-98, 2022.
- [2] J. C. C. Daffa Eka Nadindra, "Sistem IoT Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis Arduino Dengan Kontrol Whatsapp," *SKANIKA: Sistem Komputer dan Teknik Informatika*, vol. 5, no. 1, pp. 102-114, 2022.
- [3] S. N. Astriana Rahma Putri, "Perancangan Alat Penyiram Tanaman Otomatis pada Miniatur Greenhouse Berbasis IOT," *Seminar Nasional Inovasi dan Aplikasi Teknologi di Industri 2019*, pp. 155-159, 2019.
- [4] J. S. WAKUR, "ALAT PENYIRAM TANAMAN OTOMATIS MENGGUNAKAN ARDUINO UNO," *POLITEKNIK NEGERI MANADO, MANADO*, 2015.
- [5] M. BHAGASKORO, "ANALISIS PAKET DATA DAN PERHITUNGAN KECEPATAN OBJECT DENGAN MENGGUNAKAN MODUL NODEMCU ESP8266 DAN SENSOR ULTRASONIC DENGAN LOCALHOST," *Universitas Lampung, Bandar Lampung*, 2021.
- [6] A. Y. M. DANA, "RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN HUMIDITY PADA MINIPLANT GREENHOUSE HIDROPONIK BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO," *Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya*, 2015.
- [7] M. G. Defriza, "RANCANG BANGUN SISTEM PENGUKURAN pH, SUHU DAN KELEMBAPAN TANAH MENGGUNAKAN METODE FUZZY LOGIC BERBASIS IoT (INTERNET OF THINGS)," *Universitas Lampung, Bandar Lampung*, 2023.
- [8] A. R. RAMADAN, "SMART GREENHOUSE DENGAN METODE FUZZY MAMDANI BERBASIS INTERNET OF THINGS," *UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM, MALANG*, 2021.
- [9] S. M. KIRANI, "RANCANG BANGUN KEAMANAN RUMAH MENGGUNAKAN SENSOR PANAS TUBUH BERNOTIFIKASI VIA WHATSAPP BERBASIS ARDUINO," *INSTITUT TEKNOLOGI TELKOM JAKARTA, JAKARTA*, 2022.

