SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK III - Surabaya, 11 Maret 2023
Ruang Seminar Gedung A, Kampus Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2023.4263

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Mesin Penyiraman Otomatis pada Tanaman Cabai dengan Modul Nodemcu ESP8266 Berbasis Internet of Things (IoT)

Asepta Surya Wardhana, Astrie Kusuma Dewi, Hellmy Fadhil

Airlangga, Natasya Aisah Septiani, Javier Umar Ravy

Teknik Instrumentasi Kilang, Politeknik Energi dan Mineral Akamigas

e-mail : aseptasw@esdm.go.id

ABSTRACT

This technology is designed to automatically water chili plants. Chili cultivation necessitates specific attention since if these plants do not have favorable conditions, they will not thrive. The recommended soil moisture level for chili plants is 60% to 70%. The method used utilizes soil moisture sensors to detect soil moisture in real time. If the soil moisture in chili plants does not match the set point (<60% and >70%) then the microcontroller will respond to the moisture sensor readings and set the pump from the water reservoir to be active for 10 seconds. In the water reservoir there is also an ultrasonic sensor HC - SR04 which is useful for detecting the water level of the reservoir and will provide input to the microcontroller if the water in the water reservoir runs out, the microcontroller will respond to the input of the ultrasonic sensor and set the pump to turn off until the water the water reservoir is refilled. A plant watering system that can be monitored on an LCD and a Mobile device with the Blynk application that can display soil conditions whether moist, normal, or dry according to the readings from the soil moisture sensor and can provide notifications when the water in the water reservoir runs out. From the results of the humidity control test, a minimum value of 320 is obtained for wet conditions, 591 for normal conditions, and 630 for dry conditions.

Keywords: *Soil moisture sensor; ultrasonic sensor; NodeMCU Esp 8266; microcontroller.*

ABSTRAK

Teknologi ini dirancang untuk menyiram tanaman cabai secara otomatis. Budidaya cabai memerlukan perhatian khusus karena jika tanaman ini tidak memiliki kondisi yang menguntungkan, mereka tidak akan

berkembang. Tingkat kelembaban tanah yang dianjurkan untuk tanaman cabai adalah 60% sampai 70%. Metode yang digunakan memanfaatkan sensor soil moisture akan mendeteksi kelembaban tanah secara real time. Bila kelembaban tanah pada tanaman cabai tidak sesuai dengan set point (<60% dan >70%) maka microcontroller akan merespon hasil pembacaan sensor moisture dan mengatur pompa dari tandon air untuk aktif selama 10 detik. Pada tandon air juga terdapat sensor ultrasonik HC – SR04 yang berguna untuk mendeteksi ketinggian air tandon dan akan memberikan inputan ke microcontroller apabila air pada tandon air habis maka microcontroller akan merespon inputan sensor ultrasonik dan mengatur pompa untuk mati sampai air pada tandon air terisi kembali. Sistem penyiram tanaman yang dapat dimonitor pada LCD dan perangkat Mobile dengan aplikasi Blynk yang dapat menampilkan kondisi tanah apakah lembab, normal, atau kering sesuai dengan pembacaan dari sensor kelembaban tanah serta dapat memberikan notifikasi apabila air pada tandon air habis. Dari hasil pengujian pengontrolan kelembaban dihasilkan nilai minimum 320 kondisi basah, nilai 591 untuk kondisi normal, dan nilai 630 untuk kondisi kering.

Kata kunci: Soil moisture sensor; ultrasonic sensor; NodeMCU Esp 8266; microcontroller.

PENDAHULUAN

Pemeliharaan dan penataan lahan pertanian perlu dipantau kestabilan dengan teknologi tepat guna secara baik agar hasil yang diperoleh dapat optimal [1]. Pemberian pupuk dan penyiraman secara otomatis telah dikembangkan pada tanaman organik sehingga memudahkan dalam mengkondisikan tanaman [2]. Cabai atau (Capsicum annuum) merupakan bahan baku herbal yang tidak dapat dilepaskan dalam kebutuhan sehari-hari, sehingga penulis fokus pada tanaman cabai dalam penelitian ini. Tanaman ini biasa digunakan untuk melengkapi kebutuhan nutrisi dan mineral untuk Kesehatan serta pertumbuhan. Produksi cabai membutuhkan pengawasan secara khusus sehingga dapat berkembang dengan baik. Apabila kelembaban tanah tidak mencukupi, tanaman cabai akan lambat berbuah atau tidak sama sekali. Tanaman cabai umumnya memiliki kadar air tanah yang ideal pada kisaran 60% - 80% pada suhu lingkungan 18°-30° untuk pertumbuhan yang optimal [3] sehingga perlu dilakukan kontrol dalam menjaga kelembabannya [4].

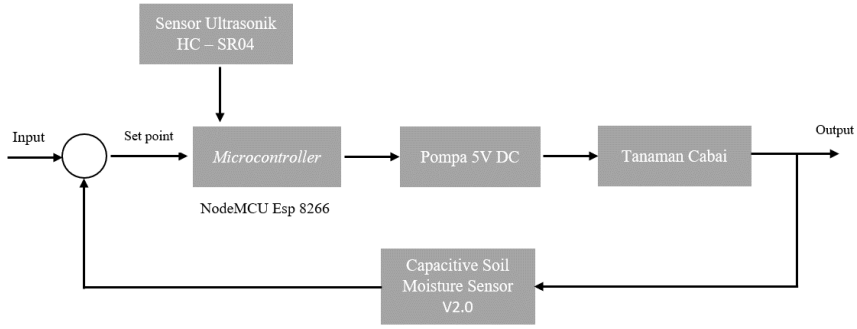
Pada penelitian ini menggunakan sensor *soil moisture* untuk mendeteksi kelembaban tanah secara *real time*. Apabila kelembaban tanah pada tanaman cabai tidak sesuai dengan *set point* (<60% dan >70%) maka *microcontroller* akan merespon hasil pembacaan sensor *moisture* dan mengatur pompa dari tandon air untuk aktif selama 10 detik. Penggunaan microcontroller Arduino telah umum dan handal digunakan pada beberapa teknologi dalam pengendalian kondisi level air [2], [5], pengendalian greenhouse pada tanaman cabai [6], pengendalian temperatur menggunakan PID [7] dan pengendalian irigasi pada tanaman [8]. Pada tandon air juga terdapat sensor ultrasonik HC – SR04 yang berguna untuk mendeteksi ketinggian air tandon dan akan memberikan *inputan* ke *microcontroller* apabila air pada tandon air habis maka *microcontroller* akan merespon masukan sensor ultrasonik dan mengatur pompa untuk mati sampai air pada tandon air terisi kembali. Penggunaan ultrasonic sangat baik untuk mendeteksi ketinggian level air [9] dan mudah dalam pengambilan datanya [5]. Penggunaan aplikasi untuk memudahkan monitoring diterapkan pada sistem penyiraman tanaman yang dapat dimonitor pada LCD dan perangkat *Mobile* dengan aplikasi *Blynk* [10] yang menampilkan kondisi tanah lembab, normal, atau kering sesuai dengan pembacaan dari sensor kelembaban tanah serta dapat memberikan notifikasi apabila air pada tandon air habis.

Dengan latar belakang tersebut maka akan dibuat sebuah mesin penyiraman cabai otomatis dengan memanfaatkan sensor kelembaban tanah, yang akan diproses oleh mikrokontroler kemudian dikirim ke LCD dan aplikasi Blynk untuk menampilkan nilai kelembaban tanah. Manfaat penelitian ini antara lain kemudahan menyiram tanaman secara otomatis dan kemajuan ilmu instrumentasi elektronik, khususnya di bidang penyiraman tanaman. Mesin ini juga dapat digunakan oleh orang-orang yang ingin menanam cabai di dalam ruangan atau di kebun kecil di depan teras mereka atau di ruang tertutup lainnya. Penulis menggunakan sensor kelembaban tanah, sensor ultrasonik, dan mikrokontroler sebagai pengendali utama alat. Teknologi ini dirancang

untuk menyiram tanaman cabai secara otomatis dan dapat dipantau secara *real time* menggunakan perangkat *smartphone.*

METODE

Menyiram tanaman adalah elemen penting dari perawatan tanaman agar mereka tumbuh subur. Mesin penyiraman otomatis ini menggunakan sensor kelembaban tanah, dan akan menyiram secara otomatis ketika kondisi tanah kering, seperti yang digambarkan pada Gambar 1. Sistem penyiraman ini dirancang untuk memudahkan penyiraman tanaman dan menghemat air dengan mengidentifikasi kelembaban tanah. Penyiraman air dapat dilakukan secara terjadwal dan dapat diprogram sesuai kebutuhan jenis tanamannya. Biasanya, sensor kelembaban ditempatkan di tanah, kemudian sensor akan mendeteksi kelembaban tanah tersebut. Tiga kondisi akan ditentukan berdasarkan pengukuran sensor: tanah dengan kelembaban kering, tanah dengan kelembaban normal, dan tanah dengan kelembaban tinggi. Pompa air akan secara otomatis menyala dan menyiram air jika hasil pengukuran sensor kelembaban tanah kering. Disisi lain, pompa akan mati secara otomatis jika tanah basah. Pada tandon air juga terdapat sensor ultrasonik HC – SR04 yang berguna untuk mendeteksi ketinggian air tandon dan akan memberikan inputan ke microcontroller apabila air pada tandon air habis maka microcontroller akan merespon inputan sensor ultrasonik HC – SR04 dan mengatur pompa untuk mati sampai air pada tandon air terisi kembali.

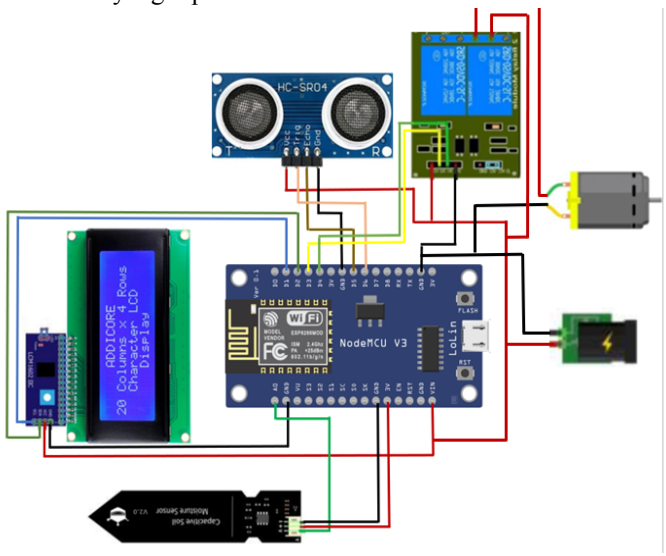


Gambar 1. Blok Diagram Sistem Penyiraman

NodeMCU adalah papan listrik berbasis chip ESP8266 yang dapat melakukan aktivitas mikrokontroler dan koneksi internet (WiFi). Ada beberapa pin I/O, yang dapat digunakan untuk *monitoring* dan kontrol IoT. Arduino IDE yang merupakan *compiler*-nya Arduino dapat digunakan untuk memprogram NodeMCU ESP8266. Komponen sensor yang digunakan adalah capacitive soil moisture sensor v2.0. Sensor kelembaban tanah kapasitif analog mengukur tingkat kelembaban tanah menggunakan sensor kapasitif, di mana kapasitansi bervariasi sesuai dengan jumlah air di dalam tanah [11]. Kapasitansi diubah menjadi level tegangan mulai dari 1,2 hingga 3,0 volt. Sensor Kelembaban Tanah Kapasitif memiliki manfaat karena terbuat dari bahan tahan korosi, sehingga menghasilkan masa pakai yang lama. Pemancar (transmitter) dan penerima (receiver) membentuk sensor ultrasonik (receiver). Tujuan dari sensor ultrasonik adalah untuk mendeteksi benda atau benda yang ada di depannya [12]. HC-SR04 adalah sensor ultrasonik yang dapat digunakan untuk mendeteksi jarak antara penghalang dan sensor. Trig sebagai Trigger adalah fungsi dari pin HC-SR04. Sinyal ultrasonik dihasilkan menggunakan pin ini. Selain itu, Echo berfungsi sebagai Penerima/Indikator. Sinyal pantulan ultrasonik dideteksi menggunakan pin ini.

Sistem penyiraman otomatis ini memiliki prinsip kerja, yaitu sensor kelembaban tanah sebagai input yang akan membaca serta mengukur tingkat kelembaban tanah dan sensor ultasonik sebagai input yang akan membaca serta mengukur level pada tandon air penyiraman otomatis. Serta mikrokontroler yang dipakai untuk memproses input dari sensor kelembaban dan sensor

ultasonik kemudian akan memberikan perintah on atau off kepada pompa. Mikrokontroller akan menghasilkan Output berupa data pada serial monitor yang ditampilkan dalam software arduino IDE pada komputer (PC), LCD 2 x 16 dan juga aplikasi Blynk pada smartphone. Adapun gambaran sistem secara umum yang diperlihatkan dalam Gambar 2.



Gambar 2. Wiring Diagram Penyiraman Otomatis

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Sensor Kelembaban Tanah

Sensor kelembaban tanah yang di pakai adalah Capacitive Soil Moisture Sensor V 2.0. Pengujian pada Soil Moisture Sensor bertujuan untuk mendapatkan karakteristik dari soil moisture sensor yang digunakan. Pengujian soil moisture sensor dilakukan dengan menghubungkan pin analog input A0 pada NodeMCU Esp 8266 dengan pin odutput dari Soil Moisture Sensor untuk didapatkan besaran nilai analog yang dibaca oleh ADC pada NodeMCU Esp 8266 melalui pin analog input (A0). Pada sensor kelembapan tanah ini diprogram terdapat 3 kondisi yaitu tanah yang memiliki kelembaban kering dengan range pengukuran lebih dari 621, tanah yang memiliki kelembaban normal dengan range pengukuran antara 621 sampai 577 serta tanah yang memiliki kelembaban yang basah dengan range pengukuran kurang dari 577. Hasil dari pengujian tersebut akan dijadikan acuan bagi soil moisture sensor untuk membaca tingkat kelembaban tanah aktual. Untuk melakukan pengujian tersebut, masing - masing komponen dihubungkan sesuai dengan rangkaian pada gambar 3. Hasil pengukuran soil moisture sensor ultrasonic HR-SR04 di serial monitor dapat dilihat pada tabel 1.

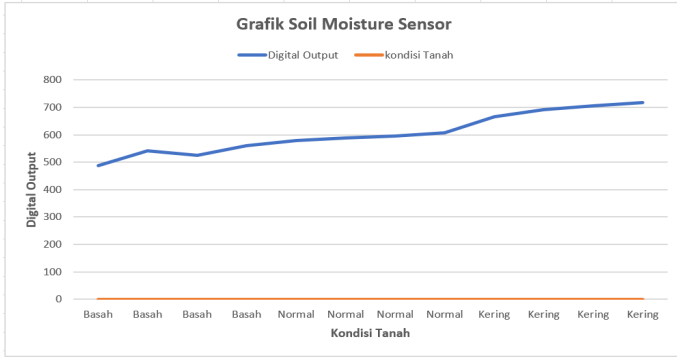


Gambar 3. Alat penyiraman Otomatis dan Sensor ultrasonik

Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor Kelembaban Tanah

No	Digital Output	Kondisi Tanah	Output LCD	Output Blynk
1	487	Basah	Kondisi tanah basah	Basah
2	541	Basah	Kondisi tanah basah	Basah
3	526	Basah	Kondisi tanah basah	Basah
4	560	Basah	Kondisi tanah basah	Basah
5	579	Normal	Kondisi tanah normal	Normal
6	588	Normal	Kondisi tanah normal	Normal
7	596	Normal	Kondisi tanah normal	Normal
8	608	Normal	Kondisi tanah normal	Normal
9	666	Kering	Kondisi tanah kering	Kering
10	691	Kering	Kondisi tanah kering	Kering
11	706	Kering	Kondisi tanah kering	Kering
12	717	Kering	Kondisi tanah kering	Kering

Pada gambar 4 terlihat trend perubahan kondisi saat basah menjadi normal dan kering. Kondisi tanah dan keluran dari sensor akan berubah sesuai dengan pemberian air pada tanah.

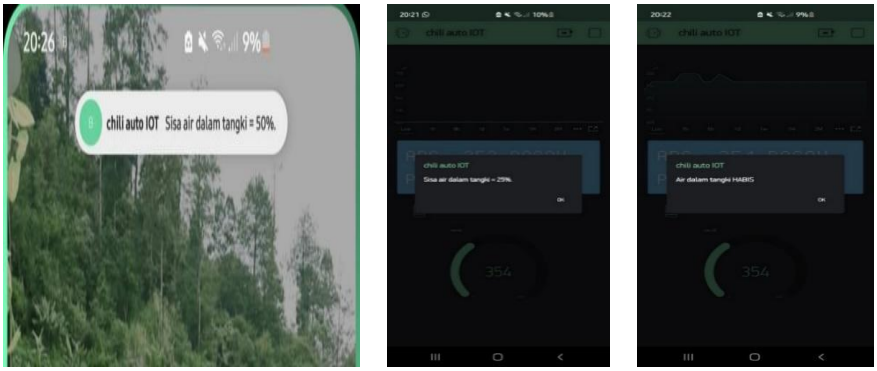


Gambar 4. Grafik Soil Moisture Sensor

Pengujian Sensor Ultrasonik HC – SR04

Sensor ultrasonic HC-SR04 merupakan input level air pada tangki dari sistem. Pada pengujian sensor ultrasonic HC-SR04 terdapat 2 pin yang dihubungkan dengan Arduino Uno yaitu pin trigger yang dihubungkan dengan pin D6 dan pin echo yang dihubungkan dengan pin D5 pada

perangkat NodeMcu esp 8266. Pada gambar 5 ditunjukkan hasil pembacaan sensor ultrasonik HC-SR04.



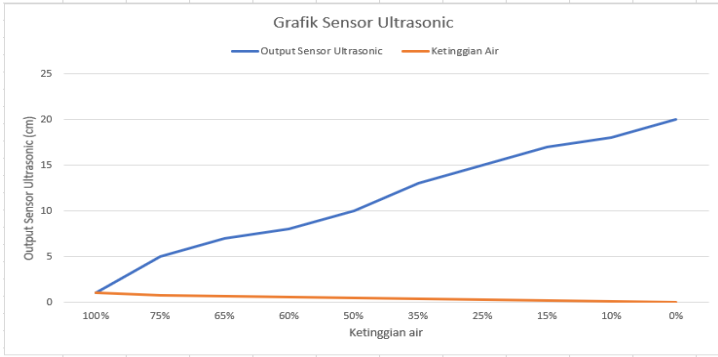
Gambar 5. Notifikasi pada aplikasi *Blynk Smartphone*

Program yang disematkan menggunakan ouput pembacaan sensor ultrasonik HC-SR04 yaitu memberi notifikasi ketinggian level berada pada 50%, 25%, 10% dan 0% pada aplikasi Blynk. Apabila air pada tandon air pada keadaan habis, maka mikrokontroller akan otomatis mematikan pompa dan terdapat output pembacaan pada LCD yang menuliskan "Reservoir kosong". Hasil pengukuran sensor ultrasonic HC-SR04 di serial monitor dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik HC – SR04

No	Pengukuran sensor ultrasonic (cm)	Kondisi Pompa	Output LCD	Output Blynk
1	1	ON	----------	-
2	5	ON	----------	-
3	7	ON	----------	-
4	8	ON	----------	-
5	10	ON	----------	Sisa air dalam tangki = 50%
6	13	ON	----------	-
7	15	ON	----------	Sisa air dalam tangki = 25%
8	17	ON	----------	-
9	18	ON	----------	Sisa air dalam tangki = 10%
10	20	OFF	-Reservoir kosong-	Air dalam tangki HABIS

Pada gambar 6 ditunjukan bahwa dengan kondisi pengukuran sensor yang makin besar maka kondisi pada tangki air menjadi sedikit. Dengan menurunnya jumlah air maka akan dilakukan pengisian kembali secara otomatis.



Gambar 6. Grafik Sensor Ultrasonic

Uji Performa Sistem Kontrol Penyiraman Otomatis

Sebelum proses kontrol dilakukan perlu adanya pengukuran kelembapan tanah pada tanaman cabai dengan menggunakan soil moisture sensor setiap 1 jam untuk mengetahui perubahan yang terjadi pada kelembapan tanah di tanaman cabai tersebut. Pengukuran kelembapan tanah tanpa kontrol ini dilakukan selama 10 jam dari jam 07.00 WIB sampai 16.00 WIB. Hal ini dilakukan dengan penyiraman pada tanah tersebut 1 kali pada pagi hari pukul 07.00 WIB dan dibiarkan selama 10 jam untuk mengamati perubahan kelembapan tanah pada tanaman cabai selama adanya sinar matahari. Hasil pengamatan kelembapan tanah pada tanaman cabai tanpa kontrol dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Perubahan kelembaban tanah tanpa dikontrol

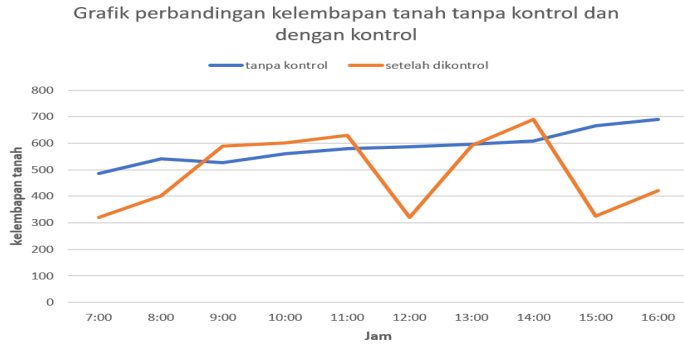
No	Pukul (Jam)	Digital Output
1	07.00	487
2	08.00	541
3	09.00	526
4	10.00	560
5	11.00	579
6	12.00	588
7	13.00	596
8	14.00	608
9	15.00	666
10	16.00	691

Tabel diatas menjelaskan tentang kondisi kelembapan tanah pada tanaman cabai tanpa dikontrol dalam waktu 10 jam, mulanya tanah disiram terlebih dahulu pada pukul 07.00 WIB dan terbaca oleh soil moisture sensor dengan nilai 487 yang menandakan bahwa tanah tersebut dalam kondisi basah. Ini menjelaskan bahwa penyiraman air ke tanah tersebut mempengaruhi kondisi tanah. Nilai kelembapan tanah pada tanaman cabai setelah dikontrol dalam range kondisi tanah yang dibutuhkan oleh tanaman cabai yakni kondisi tanah basah (<577), kondisi tanah normal (577 – 621), dan kondisi tanah kering (>621). Ketika soil moisture sensor membaca nilai kelembapan tanah tidak sesuai dengan yang di set pada program yaitu pada kondisi tanah kering (>621), maka pompa air pada tandon akan aktif untuk mengalirkan air dari tandon ke tanaman cabai. Pompa akan aktif selama 10 detik, ini dikarenakan agar kondisi kelembapan tanah yang awalnya kering kembali menjadi basah.

Pompa air pada tandon akan selalu siap menyala (ON) ketika sensor ultrasonik mendeteksi adanya air pada tandon (0-20 cm). Begitupun sebaliknya pompa air pada tandon akan mati (OFF) ketika sensor ultrasonik mendeteksi air pada tandon habis (>20 cm) walaupun soil moisture sensor mendekteksi kelembapan tanah pada tanaman cabai pada kondisi kering (>621). Mesin penyiraman akan bekerja sesuai kebutuhan dari media tanaman. Pada tabel 4 ditunjukkan variasi perubahan kelembaban tanah dengan ketinggian air. Pompa akan berhenti jika kondisi tanah basah dan sebaliknya akan menyala saat tanah kondisinya kering sesuai dengan pengaturan batas kelembaban.

Tabel 4. Perubahan nilai kelembaban tanah dan ketinggian air dengan kontrol

No	Pukul (Jam)	Digital Output	Kondisi tanah	Ketinggian air	Pompa
1	07.00	321	Basah	100%	OFF
2	08.00	402	Basah	100%	OFF
3	09.00	589	Normal	100%	OFF
4	10.00	602	Normal	100%	OFF
5	11.00	630	Kering	90%	ON
6	12.00	320	Basah	90%	OFF
7	13.00	591	Normal	90%	OFF
8	14.00	691	Kering	80%	ON
9	15.00	325	Basah	80%	OFF
10	16.00	421	Basah	80%	OFF



Gambar 7. Grafik perbandingan kelembaban tanah sebelum dikontrol dan setelah dikontrol



Gambar 8. Grafik kelembaban tanah pada aplikasi Blynk selama dua hari

Pada gambar 7 menunjukkan trend pebandingan kondisi kelembaban tanah sebelum dikontrol dan setelah dilakukan pengontrolan. Hasil dari trend ini kemudian ditampilkan ke monitoring melalui HP dan dipantau selama dua hari seperti pada gambar 8. Dari hasil penelitian ini maka mesin penyiramaan ini efektif dan memudahkan pengguna dalam mengendalikan kondisi kelembaban tanah dan dalam pengoperasian mesin dapat diimplementasikan ke obyek tanaman lain karena set point kelembaban dapat diatur sesuai kebutuhan.

KESIMPULAN

Setelah proses pembuatan alat, percobaan, pengujian alat di dapatkan bahwa alat berjalan dengan baik. Sensor ultasonik saat pengujian sensor berjalan sesuai perintah jika level air berada lebih dari 20 cm maka pompa otomatis akan off dan memberikan notifikasi pada aplikasi Blynk dan LCD jika reservoir habis. Dalam keadaan ini alat penyiraman otomatis akan berhenti menyiram sampai tangki terisi kembali. Begitu juga sensor kelembaban juga berjalan dengan baik dan sesuai perintah untuk menampilkan nilai kelembaban tanah sesuai dengan kondisi tanah secara real time, apakah kering, lembab atau basah sesuai dengan pembacaan dari sensor kelembaban tanah dalam bentuk niai pada LCD dan aplikasi Blynk. Dari hasil pengujian pengontrolan kelembaban dihasilkan batasan nilai 320-421 untuk kondisi basah, nilai 591-602 untuk kondisi normal, dan nilai 630-691 untuk kondisi kering.

Intensitas cahaya matahari mempengaruhi kondisi tanah, ketika pagi hari keadaan atau kondisi tanah basah sehingga alat penyiraman otomatis dalam keadaan mati atau OFF. Ketika cuaca cerah atau menjelang siang hari kondisi tanah dalam kondisi kering sehingga alat penyiraman otomatis nyala atau ON untuk menyiram tanaman cabai sampai tanah dalam kondisi basah. Maka dapat disimpulkan bahwa Alat penyiraman otomatis berbasis IoT ini dapat berjalan dengan baik dan dapat digunakan, sehingga mempermudah pekerjaan manusia dalam hal menyiram tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

[1] H. Gustia, "Pengaruhpenambahan Sekam Bakar Pada Media Tanam Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Sawi (Brassica Juncea L.)," *E-Journal Widya Kesehatan dan Lingkungan*, vol. 1, no. 1, 2013.

[2] D. Shofa, D. T. Dewi, I. M. Faris, I. F. Baharudin, H. Mitasari, and A. Satito, "Rancang Bangun Mesin Pemberi Pupuk Cair Otomatis Hemat Daya Berbasis Iot untuk Budidaya Tanaman Organik," *Jurnal Rekayasa Mesin*, vol. 16, no. 1, p. 109, 2021, doi: 10.32497/jrm.v16i1.2062.

[3] Suhendri, B. Irawan, and T. Rismawan, "Sistem Pengontrolan Kelembaban Tanah Pada Media Tanam Cabai Rawit Menggunakan Mikrokontroler Atmega16 Dengan Metode Pd (Proportional & Derivative)," *Jurnal Coding*, vol. 03, no. 3, pp. 11–22, 2015.

[4] A. Ferdianto, "Pengendalian Kelembaban Tanah Pada Tanaman Cabai Berbasis Fuzzy Logic," vol. 1, no. 1, p. 86, 2018.

[5] A. K. Dewi, A. A. B. A. Sahaya, and S. Wahid, "Level and Temperature Monitoring System in Blending Process Using Zigbee Wireless Sensor Network," in *In 1st Borobudur International Symposium on Humanities, Economics and Social Sciences (BIS-HESS 2019)*, 2020, pp. 372–375.

[6] A. Minariyanto, M. Mardiono, and S. W. Lestari, "Perancangan Prototype Sistem Pengendali Otomatis Pada Greenhouse Untuk Tanaman Cabai Berbasis Arduino Dan Internet Of Things (IoT)," *Jurnal Teknologi*, vol. 7, no. 2, pp. 121–135, 2020, doi: 10.31479/jtek.v7i2.50.

[7] A. S. Wardhana, H. A. Azizah, and C. N. Hamdani, "Pengujian Sistem Pengendalian Temperatur pada Prototipe Heat Exchanger Berbasis PID," *Jurnal Otomasi Kontrol dan Instrumentasi*, vol. 13, no. 2, pp. 81–91, 2021, doi: 10.5614/joki.2021.13.2.3.

[8] Suwito, M. Ashari, M. Rivai, and M. A. Mustaghfirin, "Implementation of water pressure control on drip irrigation systems using a centrifugal water pump driven by a brushless DC

motor," *AIP Conference Proceedings*, vol. 2021, no. October 2018, pp. 1–7, 2018, doi: 10.1063/1.5062724.

[9] R. Sulistyowati, H. A. Sujono, and A. K. Musthofa, "Design and field test equipment of river water level detection based on ultrasonic sensor and SMS gateway as flood early warning," *AIP Conference Proceedings*, vol. 1855, 2017, doi: 10.1063/1.4985517.

[10] A. K. Dewi, A. S. Wardhana, A. Pratama, and W. A. Nugraha, "Alat Deteksi Kebocoran Gas Rumah Tangga Berbasis Internet of Things," vol. 2, no. 2, pp. 56–65, 2021.

[11] R. Gill and A. N. Hasan Albaadani, "Developing a Low Cost Sensor Node using IoT Technology with Energy Harvester for Precision Agriculture," in *In 2021 2nd International Conference on Smart Electronics and Communication (ICOSEC)*, 2021, pp. 187–194, doi: 10.1109/icosec51865.2021.9591849.

[12] A. K. Muzaki, A. S. Wardhana, and A. K. Dewi, "Pengendalian dan Monitoring Level Air pada Tangki Pemisah Dua Fasa dengan Metode Internal Model Control," in *In Prosiding Seminar Nasional Teknologi Energi dan Mineral*, 2021, vol. 1, no. November, pp. 1078–1087.