

## Sistem Kontrol Kelembaban Tanah dan Penyiraman Otomatis Pada Tanaman Seledri (*Apium graveolens L.*) Yang Dipengaruhi Oleh Suhu Berbasis Mikrokontroler

Ghina Athaya Adhana, Rahmat Rasyid\*

Laboratorium Fisika Material, Departemen Fisika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas  
Kampus Unand Limau Manis, Padang, 25163, Indonesia

### Info Artikel

#### Histori Artikel:

Diajukan: 24 Juli 2023  
Direvisi: 4 September 2023  
Diterima: 15 September 2023

#### Kata kunci:

DHT11  
Mikrokontroler  
Seledri  
Sistem kontrol  
*Soil moisture capacitive*

#### Keywords:

DHT11  
Microcontroller  
Celery  
Control system  
Capacitive soil moisture

#### Penulis Korespondensi:

Rahmat Rasyid  
Email:  
[rahmadrasyid@fmipa.unand.ac.id](mailto:rahmadrasyid@fmipa.unand.ac.id)

### ABSTRAK

Telah dirancang suatu sistem kontrol kelembaban tanah dan penyiraman otomatis pada tanaman seledri (*Apium graveolens L.*) yang dipengaruhi oleh suhu berbasis mikrokontroler. Sistem ini berfungsi untuk menyiram tanaman secara otomatis berdasarkan batas kelembaban tanah yang telah ditentukan pada program. Sistem akan memberikan informasi pada LCD saat kelembaban tanah lebih besar dari 75%. Sistem terdiri dari sensor DHT11 sebagai pendeteksi suhu dan kelembaban udara, sensor *soil moisture capacitive* untuk mendeteksi kelembaban tanah, satu buah *relay* sebagai saklar pompa air mini untuk menyiram tanaman, LED merah dan hijau sebagai lampu indikator sesuai dengan hasil pengukuran sensor *soil moisture capacitive* dan LCD untuk menampilkan suhu, kelembaban udara serta kelembaban tanah. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat dapat berfungsi dengan baik, jika kelembaban tanah <75% pompa hidup kemudian lampu LED merah menyala dan kelembaban tanah  $\geq 75\%$  pompa mati serta lampu LED hijau menyala sehingga tidak terjadi penyiraman. Kelembaban udara tertinggi yang didapatkan yaitu 83% dan suhu terendah 23°C dengan kondisi tanaman terlihat tidak layu (warna hijau segar, batang tegak tegar) sedangkan suhu tertinggi yang didapatkan yaitu 30°C dan kelembaban udara terendah 77% dengan kondisi tanaman layu (daun menguning, bercak hitam pada daun, batang melembek).

*A system of soil moisture control and automatic watering has been designed for celery (*Apium graveolens L.*) which is influenced by temperature based on a microcontroller. This system functions to water the plants automatically based on the soil moisture limit that has been determined in the program. The system will provide information on the LCD when the soil moisture is greater than 75%. The system consists of a DHT11 sensor as a temperature and humidity detector, a capacitive soil moisture sensor to detect soil moisture, a relay as a mini water pump switch for watering plants, red and green LEDs as indicator lights according to the measurement results of capacitive soil moisture sensors and LCD to display temperature, air humidity and soil moisture. The test results show that the tool can function properly, if the soil moisture is <75% the pump is on then the red LED light is on and the soil moisture is  $\geq 75\%$  the pump is off and the green LED light is on so watering does not occur. The highest humidity was 83% and the lowest temperature was 23°C with the condition that the plants looked not wilted (fresh green color, the stems were upright), while the highest temperature was 30°C and the lowest humidity was 77% with the conditions withered plants (yellowing leaves, black spots on leaves, softened stems).*

Copyright © 2024 Author(s). All rights reserved

## I. PENDAHULUAN

Pertanian merupakan salah satu bagian penting dalam mencukupi kebutuhan primer masyarakat Indonesia. Rendahnya pendayagunaan teknologi di daerah membuat para petani harus melakukan peninjauan ekstra dalam pengolahan lahan, irigasi hingga hasil panen. Cuaca menjadi salah satu aspek ketergantungan petani dalam melakukan kegiatan dalam menanam hingga memanen hasil (Lizumi & Ramankutty, 2015). Penggunaan teknologi dapat memudahkan para petani dalam memantau kondisi suhu, kelembaban udara dan kelembaban tanah pada kondisi cuaca yang tidak dapat diprediksi.

Seledri merupakan tumbuhan yang memiliki berbagai macam kegunaan. Seledri tidak hanya digunakan untuk bahan masakan, namun juga salah satu tumbuhan obat (Haryoto, 2009). Daun seledri memiliki berbagai macam kandungan diantaranya, vitamin A, vitamin B, vitamin C, kalsium, zat besi, fosfor, dan masih banyak lagi (Adi, 2006). Tidak hanya untuk masyarakat lokal, permintaan seledri di tingkat internasional pun kian meningkat. Rendahnya lahan pertanian di luar negeri menyebabkan tingkat permintaan seledri terus meningkat. Selain itu, faktor iklim di luar negeri yang kurang cocok seperti musim dingin dan musim gugur membuat kebutuhan sayuran masyarakat luar negeri bergantung dari negara-negara lain (Kusmarwiyah & Erni, 2011). Seledri dapat tumbuh di suhu 24°C-30°C, namun pertumbuhan seledri akan lebih baik pada rentang suhu sekitar 16°C-24°C di dataran tinggi atau pegunungan dan akan memproduksi hasil panen yang besar (Yusniar, 2021).

Prayitno (2017) telah melakukan sistem monitoring suhu, kelembaban, dan pengendali penyiraman tanaman hidroponik menggunakan *Blynk* Android. Hasil dari pengujian yang telah dilakukan didapatkan bahwa kualitas jaringan internet sesuai dengan *delay* rata-rata 1242 ms ke server *blynk* dan memerlukan waktu 1 sampai 2 menit untuk pengiriman data.

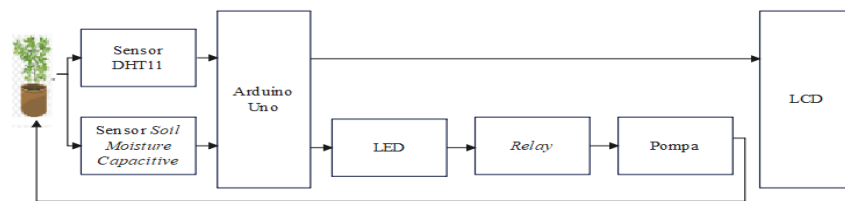
Jasa Afroni (2019) merancang *prototype* sistem pengontrol suhu dan kelembaban tanah pada budidaya seledri dengan panel surya berbasis arduino. Hasil dari perancangan tersebut yaitu pompa akan mati apabila kelembaban tanah >75% dan akan hidup jika kelembaban tanah <65%. Selain itu, kipas mati jika suhu <23°C dan akan hidup kembali secara otomatis apabila suhu >24°C.

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, penulis merancang suatu alat yang mampu memonitor suhu, kelembaban udara, kelembaban tanah dan penyiraman otomatis pada tumbuhan seledri. Perancangan sistem ini menggunakan tanaman seledri yang ditanam dalam *polybag* dan ditempatkan pada halaman rumah. Budidaya seledri tidak selalu pada lahan yang luas tetapi juga dapat diaplikasikan pada lahan sempit seperti pekarangan menggunakan pot atau *polybag* (Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jambi, 2012). Sistem ini menggunakan sensor DHT11 untuk mengukur suhu dan kelembaban udara disekitar tanaman dan sensor *soil moisture capacitive* untuk mengukur tingkat kelembaban tanah, semakin rendah kelembaban udara maka kelembaban tanah semakin rendah agar dapat dilakukan penyiraman secara otomatis dan sebaliknya semakin tinggi kelembaban udara maka kelembaban tanah juga semakin tinggi sehingga tidak terjadinya penyiraman otomatis. Semua perangkat dikontrol menggunakan mikrokontroler ATmega328p pada modul Arduino dan data ditampilkan melalui program pada komputer.

## II. METODE

### 2.1 Perancangan Diagram Blok Sistem

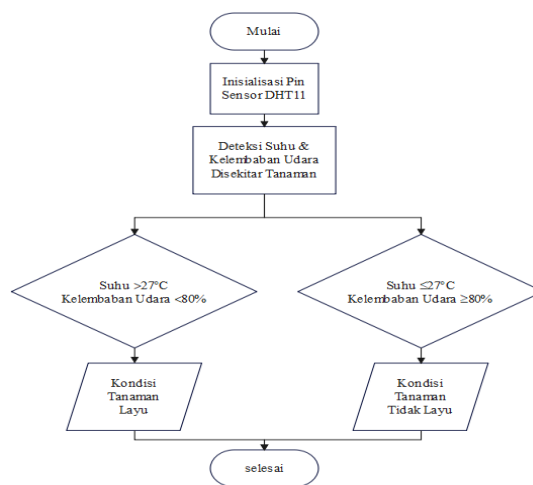
Prinsip kerja rancangan diagram blok sistem ini yaitu tanaman seledri sebagai objek akan diletakkan berdekatan dengan sensor DHT11 dan sensor *soil moisture capacitive* akan ditanamkan ke tanah. Kemudian sensor DHT11 akan mendeteksi suhu dan kelembaban udara disekitar seledri tersebut sedangkan sensor *soil moisture capacitive* mendeteksi kelembaban tanah. Hasil dari kedua sensor selanjutnya dikirimkan ke mikrokontroler arduino uno. LED menerima sinyal dari mikrokontroler dan data dikirimkan melalui mikrokontroler arduino uno untuk menentukan kerja *relay* dalam mengaktifkan pompa sebagai penyiram otomatis. Hasil pengolahan data berupa suhu, kelembaban udara, kelembaban tanah akan ditampilkan di LCD 16x2.



Gambar 1 Diagram Blok Sistem

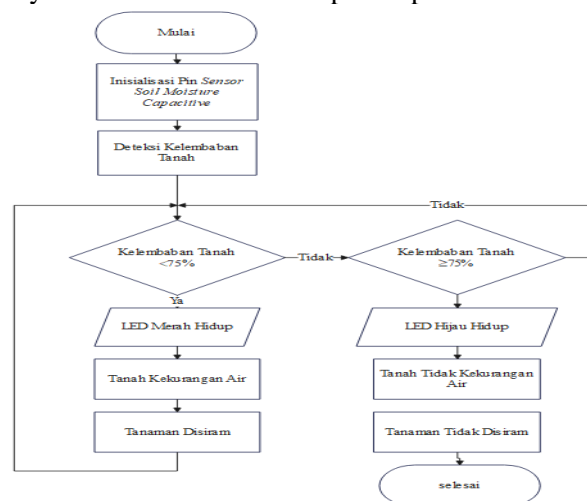
## 2.2 Perancangan Perangkat Lunak Sistem

Diagram alir perangkat lunak sistem suhu dan kelembaban udara dapat dilihat pada Gambar 2. Sistem yang terdiri sensor DHT11 dimulai dengan menginisialisasi sensor DHT11 ke Arduino Uno yang kemudian mendeteksi suhu serta kelembaban udara yang di sekitar tanaman. Apabila suhu  $>27^{\circ}\text{C}$  dan kelembaban udara  $<80\%$  maka tanaman layu, sedangkan apabila suhu  $\leq 27^{\circ}\text{C}$  dan kelembaban udara  $\geq 80\%$  kondisi tanaman tidak layu.



Gambar 2 Diagram Alir Program Kontrol Sistem Suhu dan Kelembaban Udara

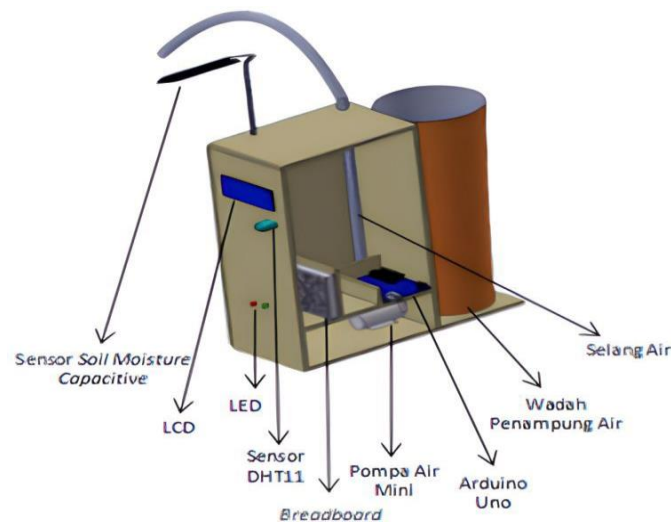
Gambar 3 merupakan diagram alir alat penyiraman tanaman seledri secara otomatis. Pada proses awal dilakukan inisialisasi sensor *soil moisture capacitive*. Sensor mendeteksi kelembaban tanah. Apabila kelembaban tanah  $<75\%$  maka lampu LED merah hidup yang mengindikasikan bahwa tanah kekurangan air dan tanaman perlu disiram. Apabila kelembaban tanah  $\geq 75\%$  maka lampu LED hijau akan hidup yang mengindikasikan bahwa tanah tidak kekurangan air dan tanaman tidak perlu disiram. Keluaran program berupa besarnya kelembaban tanah ditampilkan pada LCD.



Gambar 3 Diagram Alir Program Kontrol Sistem

### 2.3 Cara Kerja Alat Keseluruhan

Gambar 4 merupakan rangkaian keseluruhan alat. Pengujian cara kerja alat keseluruhan dilakukan dengan menghubungkan keseluruhan rangkaian. Sensor *soil moisture capacitive* dimasukkan ke tanah pada pot tanaman seledri. Sensor DHT11 diposisikan berdekatan dengan tanaman seledri. Pompa air pada alat diletakkan ke dalam air yang digunakan untuk menyiram tanaman seledri. Kemudian diatur pada program batas persentase kelembaban tanah ketika kondisi tanaman seledri tidak membutuhkan dan membutuhkan air sesuai dengan ketetapan yang telah ditentukan untuk dapat menghidupkan pompa.



Gambar 4 Rangkaian Keseluruhan

Sensor DHT11 mendeteksi suhu dan kelembaban udara disekitar tanaman. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan selama penelitian berlangsung, jika suhu  $>27^{\circ}\text{C}$  dan kelembaban udara  $<80\%$  tanaman layu (daun menguning, bercak hitam pada daun, batang melembe), sedangkan apabila suhu  $\leq 27^{\circ}\text{C}$  dan kelembaban udara  $\geq 80\%$  tanaman tidak layu (warna hijau segar, batang tegak tegar). Informasi terkait kondisi tanaman yang layu dan tidak layu disarikan dari hasil pengamatan peneliti melalui mata telanjang (*eye-bowling*) selama penelitian berlangsung. Data berupa suhu dan kelembaban udara yang dihasilkan oleh sensor ditampilkan pada LCD. Sensor *soil moisture capacitive* mendeteksi kelembaban tanah pada tanaman seledri, apabila kelembaban tanah  $<75\%$  maka pompa air akan hidup dan lampu LED merah menyala. Apabila kelembaban tanah  $\geq 75\%$  maka secara otomatis lampu LED hijau akan menyala yang mengindikasikan bahwa tanah pada tanaman dalam keadaan basah serta pompa mati. Data berupa persentase kelembaban tanah dan kondisi tanah tanaman seledri ditampilkan pada LCD. Keadaan tidak layu tanaman seledri dilihat berdasarkan warna hijau segar dan batang tegak tegar sedangkan keadaan layu tanaman seledri dilihat berdasarkan keadaan daun yang menguning, terdapat bercak hitam pada daun, dan batang melembe (Harta Hadi dkk., 2019). Suhu dan kelembaban udara yang diterima tanaman berpengaruh terhadap penampilan tanaman seledri. Struktur morfologi tanaman seledri yang baik dapat dilihat dari kerenyahan daun yang cukup baik serta warna daun hijau tua (Arlingga dkk., 2014). Sistem bekerja berdasarkan kondisi kelembaban tanah, suhu, dan kelembaban udara di sekitar tanaman seledri.

### 2.4 Pengujian Kinerja Alat dan Pengambilan Data

Pada Kinerja pengujian alat pada sistem secara keseluruhan yaitu dengan melihat pengaruh suhu dan kelembaban udara di sekitar tanaman serta kelembaban tanah pada tanaman seledri. Kemudian melihat pengaruh kelembaban tanah terhadap kerja *relay* dan pompa yang nantinya akan melakukan penyiraman secara otomatis. Untuk menghitung akurasi pada sistem, digunakan formula yang dapat dilihat pada Persamaan (1).

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{jumlah data yang diprediksi secara benar}}{\text{jumlah prediksi yang dilakukan}} \quad (1)$$

Keakuratan dari sistem dapat ditentukan dari persentase kesalahan antara nilai sebenarnya dengan nilai terlihat. Besar persentase kesalahan pada pengujian suatu alat ukur ditentukan dengan Persamaan (2).

$$XY = \left| \frac{Y_n - X_n}{Y_n} \right| \times 100\% \quad (2)$$

Persamaan (2) menunjukkan nilai persentase kesalahan,  $Y_n$  merupakan nilai sebenarnya pada alat pembanding dan  $X_n$  merupakan nilai yang terbaca pada alat ukur.

### III. HASIL DAN DISKUSI

#### 3.1 Hasil Pengujian Sensor DHT11

Pengujian sensor DHT11 dilakukan dengan mengukur suhu dan kelembaban udara yang berada di sekitar tanaman seledri. Pembacaan suhu dan kelembaban udara pada sensor DHT11 yang telah dipasangkan ke dalam mikrokontroler Arduino dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1** Hasil Pengujian Sensor DHT11

No.	Sensor DHT11		Hygrometer		Error (%)	
	Suhu (°C)	Kelembaban Udara (%)	Suhu (°C)	Kelembaban Udara (%)	Suhu	Kelembaban Udara
1.	30,0	76,0	30,5	76,0	1,6	0
2.	30,0	76,0	30,3	76,0	1,0	0
3.	30,0	76,0	29,6	76,0	1,4	0
4.	29,0	76,0	29,2	76,0	0,7	0
5.	29,0	76,0	28,8	77,0	0,7	1,3
6.	29,0	76,0	28,3	77,0	2,5	1,3
7.	28,0	77,0	27,9	77,0	0,3	0
8.	28,0	77,0	27,7	78,0	1,1	1,3
9.	27,0	77,0	26,4	78,0	2,3	1,3
10.	26,0	77,0	25,8	79,0	0,8	2,5
11.	25,0	78,0	25,1	79,0	0,4	1,3
12.	25,0	78,0	24,7	79,0	1,2	1,3
13.	24,0	78,0	24,5	79,0	2,0	1,3
14.	24,0	79,0	24,3	80,0	1,2	1,3
15.	24,0	79,0	23,6	80,0	1,7	1,3
16.	23,0	81,0	23,0	82,0	0	1,2
17.	23,0	83,0	23,4	83,0	1,7	0
18.	23,0	84,0	23,1	85,0	0,4	1,2
19.	22,0	84,0	22,4	85,0	1,8	1,2
20.	22,0	86,0	22,5	85,0	2,2	1,2
21.	20,0	87,0	20,6	88,0	2,9	1,1
22.	19,0	87,0	19,5	88,0	2,6	1,1
23.	17,0	88,0	17,3	88,0	1,7	0
24.	16,0	90,0	16,5	89,0	3,0	1,1
<i>Error Rata-rata (%)</i>					1,5	0,9

Berdasarkan hasil pengujian di atas dapat dilihat semakin tinggi nilai suhu maka nilai kelembaban semakin rendah. Perbandingan sensor DHT11 dengan *hygrometer* didapatkan *error* suhu sebesar 1,5% dan *error* kelembaban udara 0,9%.

#### 3.2 Hasil Pengujian Sensor Soil Moisture Capacitive

Pengujian sensor ini dilakukan dengan menancapkan sensor kedalam tanah untuk mengetes apakah sensor dapat berjalan dengan baik sebelum diaplikasikan ke sistem. Untuk melakukan pengujian ini dibutuhkan alat ukur pembanding yaitu *soil meter* ETP302 yang dapat mengukur kadar air dalam tanah agar hasil yang didapat lebih presisi.

**Tabel 2** Hasil Pengujian Sensor *Soil Moisture Capacitive*

No.	Sensor <i>Soil Moisture Capacitive</i> (%)	Alat Ukur (%)	Error (%)
1	58,26	59,12	1,45
2	56,50	56,67	0,29
3	56,30	56,10	0,35
4	55,13	56,32	2,11
5	52,59	53,44	1,59
6	51,71	51,60	0,21
7	50,15	50,68	1,04
8	80,12	80,87	0,92
9	78,49	80,36	2,32
10	73,90	73,54	0,48
11	73,70	73,40	0,40
12	71,80	72,18	0,52
13	69,24	69,79	0,78
14	67,62	68,53	1,32
15	64,47	64,89	0,64
Error Rata-rata (%)			0,96

Berdasarkan hasil pada tabel, dapat dilihat *error* rata-rata pada percobaan yang telah dilakukan, didapatkan *error* rata-rata <1% (0,96%). Pada pengujian ini kelembaban tanah telah disesuaikan dengan apa yang diinginkan di dalam program. Jika kelembaban tanah kecil dari 75% maka tanah dalam kondisi kekurangan air dan kelembaban tanah lebih dari 75% maka tanah dalam keadaan masih basah.

### 3.3 Hasil Pengujian Sistem Keseluruhan

Tabel 3 merupakan hasil pengujian sistem keseluruhan.

**Tabel 3** Hasil Pengujian Sistem Keseluruhan

Suhu (°C)	Kelembaban Udara (%)	LED (Merah/Hijau)	Kelembaban Tanah (%)	Keterangan Pompa	Keterangan Kondisi Tanah	Keterangan Kondisi Tanaman
30	77	Merah	66,42	Hidup	Kekurangan air	Layu
30	77	Merah	63,13	Hidup	Kekurangan air	Layu
29	78	Merah	64,75	Hidup	Kekurangan air	Layu
28	79	Hijau	78,31	Mati	Masih Basah	Layu
27	80	Merah	73,66	Hidup	Kekurangan air	Tidak Layu
26	80	Merah	70,11	Hidup	Kekurangan air	Tidak Layu
25	81	Merah	65,54	Hidup	Kekurangan air	Tidak Layu
25	81	Merah	63,20	Hidup	Kekurangan air	Tidak Layu
25	81	Hijau	77,53	Mati	Masih Basah	Tidak Layu
24	82	Merah	73,87	Hidup	Kekurangan air	Tidak Layu
24	82	Merah	68,99	Hidup	Kekurangan air	Tidak Layu
24	83	Merah	59,60	Hidup	Kekurangan air	Tidak Layu
23	83	Hijau	81,78	Mati	Masih Basah	Tidak Layu
23	83	Hijau	80,14	Mati	Masih Basah	Tidak Layu
23	83	Hijau	79,24	Mati	Masih Basah	Tidak Layu
24	82	Hijau	79,68	Mati	Masih Basah	Tidak Layu
25	82	Hijau	77,43	Mati	Masih Basah	Tidak Layu
25	81	Merah	74,22	Hidup	Kekurangan air	Tidak Layu
26	81	Merah	70,19	Hidup	Kekurangan air	Tidak Layu
27	81	Merah	67,56	Hidup	Kekurangan air	Tidak Layu
28	79	Merah	61,72	Hidup	Kekurangan air	Layu
29	79	Hijau	76,73	Mati	Masih Basah	Layu
29	78	Merah	72,23	Hidup	Kekurangan air	Layu
30	77	Merah	69,15	Hidup	Kekurangan air	Layu

Pengujian ini dilakukan dengan menghubungkan seluruh komponen yaitu sensor DHT11, sensor *soil moisture capacitive*, relay, LCD, serta pompa air. Pengujian dilakukan selama 24 jam, dimulai dari jam 13.00 wib. Selanjutnya program yang telah diuji untuk masing-masing komponen digabungkan. Pengujian dilakukan untuk mendapatkan data berupa suhu, kelembaban udara disekitar tanaman menggunakan sensor DHT11 sehingga dapat dilakukan pengamatan tentang kondisi tanaman seledri. Pengujian juga dilakukan untuk mendapatkan data berupa kelembaban tanah dari sensor *soil moisture capacitive* serta kondisi tanah pada tanaman seledri. Program keseluruhan yang telah bisa di *compile* akan di-*upload* ke rangkaian keseluruhan. Semua pengujian terhadap data yang didapat pada Tabel 3 telah berhasil dibuktikan.

Dapat dilihat pada Tabel 3 didapatkan hasil kelembaban tanah tertinggi yaitu 81,78% ditandai dengan pompa mati dan kondisi tanah masih basah. Berdasarkan pengujian yang dilakukan kelembaban tanah terendah yang didapatkan yaitu 59,60% dengan kondisi pompa hidup dan tanaman kekurangan air. Suhu dan kelembaban udara hasil yang diperoleh yaitu suhu terendah berada pada suhu 23°C dan kelembaban udara paling tinggi 83% dengan kondisi tanaman yang tidak layu, kemudian suhu tertinggi 30°C dan kelembaban udara 77% kondisi tanaman tampak layu. Keadaan tidak layu tanaman seledri dilihat berdasarkan warna hijau segar, batang tegak tegar sedangkan keadaan layu tanaman seledri dilihat berdasarkan keadaan daun yang menguning, terdapat bercak hitam pada daun, dan batang melembek (Harta Hadi dkk., 2019). Hasil pengujian seluruh komponen pada sistem diketahui bahwa hasil pembacaan sensor DHT11 dan sensor *soil moisture capacitive* telah berhasil dilaksanakan, dimana sensor tersebut dapat mendeteksi suhu, kelembaban udara, dan kelembaban tanah pada tanaman seledri. Berdasarkan pengujian analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem kontrol kelembaban tanah dan penyiraman otomatis pada tanaman seledri (*Apium graveolens L.*) yang dipengaruhi oleh suhu berbasis mikrokontroler telah berhasil di rancang. Alat yang telah dirancang dengan sensor DHT11 dapat menampilkan suhu dan kelembaban udara serta sensor *soil moisture capacitive* dapat menampilkan kelembaban tanah pada LCD dan mengaktifkan pompa air sesuai dengan batas kelembaban tanah yang telah ditetapkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adi, P. (2006). *36 Resep Tumbuhan Obat untuk Menurunkan Kolesterol*. Penebar Swadaya.
- Arlingga, B., Syakur, A., Mas, H., Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Tadulako, M., & Dosen Program Studi Agroteknologi Fakultas, S. (2014). *The Effect of Shading Percentage and Liquid Organic Fertilizer Dosage on the Growth of Celery (Apium graveolens L.)*.
- Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Jambi. (2012). *Teknologi Budidaya Seledri Dalam Pot*. [https://balitsa.litbang.pertanian.go.id/ind/image/Leaflet Baru/LB-031.pdf](https://balitsa.litbang.pertanian.go.id/ind/image/Leaflet%20Baru/LB-031.pdf)
- Harta Hadi, I. K. P., Pratiwi Pudja, I. A. R., & Arda, G. (2019). Pengaruh Ketebalan Plastik Polietilen Densitas Rendah Sebagai Bahan Pengemas terhadap Mutu Daun Seledri (*Apium graveolens L.*) Selama Penyimpanan Dingin. *Jurnal BETA (Biosistem Dan Teknik Pertanian)*, 8(2), 240. <https://doi.org/10.24843/jbeta.2020.v08.i02.p07>
- Haryoto. (2009). *Bertanam Seledri Secara Hidroponik*. Kanisius.
- Iizumi, T., & Ramankutty, N. (2015). How do weather and climate influence cropping area and intensity? *Global Food Security*, 4, 46–50. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2014.11.003>
- Jasa Afroni, M. (2019). *Prototipe Sistem Pengontrol Temperatur Suhu Dan Kelembaban Tanah Pada Budidaya Seledri Dengan Panel Surya Berbasis Arduino*.
- Kusmarwiyah, R., & Erni, S. (2011). *Pengaruh Media Tumbuh Dan Pupuk Organik Cair Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Seledri (Apium graveolens L.)* (Vol. 4, Issue 2).
- Prayitno, W. A. (2017). *Sistem Monitoring Suhu, Kelembaban, Dan Penyiraman Tanaman Hidroponik Menggunakan Blynk Android*. 1(4), 292–297.
- Yusniar, M. (2021). *Smart Greenhouse Tanaman Seledri Berbasis Raspberry PI Menggunakan Internet of Things (IoT)*. Universitas Muhammadiyah Surabaya.