

# **RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL OTOMATIS SENSOR KELEMBABAN TANAH PADA MEDIA TANAM POLYBAG**

**Deivana Kamagi<sup>1</sup>, David P.Rumambi<sup>2</sup>, Leo H. Kalesaran<sup>2</sup>**

- 1). Mahasiswa Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sam Ratulangi Manado
- 2). Dosen Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sam Ratulangi Manado

## ***Abstact***

*Soil Moisture is the amount of water stored between the pores of the soil. Soil moisture conditions are very dynamic, this is caused by absorption through the soil surface of transpiration and percolation. Knowing the differences in surface soil moisture can help optimize soil management in a field, so that productivity can be maintained. Water obtained by the soil consists of two ways, namely naturally from rainwater and artificial processes such as irrigation. One of the factors that affect soil moisture is watering. Watering is something that cannot be released in maintaining soil moisture. One effort that can be done is to provide irrigation water, namely by using an automatic system based on a microcontroller using sensors to do watering according to water needs without having to use human power/operators. This research was conducted at the Greenhouse of the Faculty of Agriculture, University of Sam Ratulangi for one day. Data collection was carried out at intervals of two hours with three treatments namely A 70% humidity standard, B 80% humidity standard, C 90% humidity standard indicating that the irrigation system using the Arduino Uno microcontroller can detect changes/decreases in soil moisture in the experimental polybags, and can respond and command watering activities to restore relative humidity conditions.*

*Keyword : soil moisture, humidity, automatic control*

*Email correspondent : leokalesaran@unsrat.ac.id*

## **Abstrak**

Kelembaban Tanah adalah jumlah air yang tersimpan di antara pori-pori tanah. Kondisi kelembaban tanah sangat dinamis, hal ini disebabkan oleh penguapan melalui permukaan tanah tranpirasi dan perkolasi. Mengetahui perbedaan kelembaban tanah permukaan dapat membantu mengoptimalkan pengelolaan tanah dalam suatu lahan, sehingga produktifitas dapat dipertahankan. Air yang di dapatkan oleh tanah terdiri dari dua cara, yaitu secara alami dari air hujan dan proses buatan seperti irigasi. Salah satu faktor yang mempengaruhi kelembaban tanah yaitu penyiraman. Penyiraman adalah suatu hal yang tidak bisa dilepaskan dalam mempertahankan suatu kelembaban tanah. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan pemberian air irigasi yaitu dengan menggunakan sistem otomatis berbasis

mikrokontroler penggunaan sensor untuk melakukan penyiraman sesuai dengan kebutuhan air tanpa harus menggunakan tenaga manusia/operator. Penelitian ini dilakukan di rumah Greenhouse Fakultas Pertanian Universitas Sam Ratulangi selama satu hari. Pengambilan data dilakukan selang waktu dua jam dengan tiga perlakuan yaitu A standar kelembaban 70%, B standar kelembaban 80%, C standar kelembaban 90% menunjukkan bahwa sistem irigasi menggunakan mikrokontroler arduino uno dapat mendeteksi terjadinya perubahan/penurunan kelembaban tanah di dalam polybag percobaan, serta dapat merespon dan memerintahkan aktivitas penyiraman untuk memulihkan kondisi kelembaban relatif.

Kata kunci : sensor kelembaban, kelembaban, kontrol otomatis

Email respondensi : leokalesaran@unsrat.ac.id

## **PENDAHULUAN**

Perkembangan teknologi dari zaman ke zaman kini berkembang semakin pesat baik dari sektor industri, rumah tangga, pertanian dan lain-lain. Perkembangan yang ada selalu membawa kita pada suatu kemudahan baru yang menggantikan cara-cara lama yang dianggap kurang efisien dengan cara baru dengan teknologi yang semakin memudahkan, salah satunya dalam mempertahankan kelembaban tanah.

Kelembaban tanah adalah jumlah air yang tersimpan di antara pori – pori tanah (Jamulya and Suratman 1983). Kondisi kelembaban tanah sangat dinamis, hal ini disebabkan oleh penguapan melalui permukaan tanah transpirasi dan perkolasi. Mengetahui perbedaan kelembaban tanah permukaan dapat membantu mengoptimalkan pengelolaan tanah dalam suatu penggunaan lahan, sehingga produktifitas dapat dipertahankan (Suyono dan Sudarmadil, 1997). Kelembaban sangat bergantung terhadap pasokan air dalam tanah. Air yang didapatkan oleh tanah terdiri dari

2 cara, yaitu secara alami dari air hujan, dan proses buatan seperti irigasi. Salah satu faktor yang paling mempengaruhi kelembaban tanah yaitu penyiraman. Penyiraman adalah suatu hal yang tidak bisa dilepaskan dalam mempertahankan suatu kelembaban tanah. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan pemberian air irigasi yaitu dengan menggunakan sistem otomatis berbasis mikrokontroller untuk melakukan penyiraman sesuai dengan kebutuhan air tanpa harus menggunakan tenaga manusia/operator. Penggunaan sensor yang dapat mengetahui kelembaban dalam tanah diyakini sebagai salah satu solusi menarik dalam mempertahankan kelembaban tanah dan mengetahui perubahan-perubahan kelembaban dalam tanah. Sensor ini terdiri dari berbagai tipe, salah satu yang sering di gunakan adalah sensor kelembaban tanah. Sensor kelembaban tanah adalah sensor yang dapat mendeteksi kelembaban. Sensor ini sangat sederhana, tetapi sangat ideal untuk memantau suatu kelembaban tanah.

## Tujuan Penelitian

Mengkaji pola perubahan kelembaban tanah pada media tanam dalam *polybag* menggunakan sistem kontrol Arduino uno.

## Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah dapat menjadi alternatif bagi para petani dan masyarakat dalam pemanfaatan teknologi sehingga dapat mengurangi tenaga kerja manusia.

## METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di rumah Greenhouse Fakultas Pertanian Universitas Sam Ratulangi Manado pada Kamis 10 November 2022.

## Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah Pompa 12v, *Relay*, Sensor Kelembaban Tanah, Arduino Uno, Saklar, Kabel Arduino, *Black housing*, Selang Drip Irigasi, Kabel Jumper, *LCD*, *SDcard module*, *RTC Module*, *Buzzer*, Termometer Digital, Triplex, Ember, Wadah, Polybag uk. 25x25, Laptop, Gelas Ukur, Kabel USB, Adaptor. Bahan yang digunakan adalah Air dan Tanah.

## Metode Penelitian

Penelitian ini dirancang menggunakan metode eksperimental dengan tiga perlakuan yaitu standar RH 70%, RH 80% dan RH 90% kelembaban tanah.

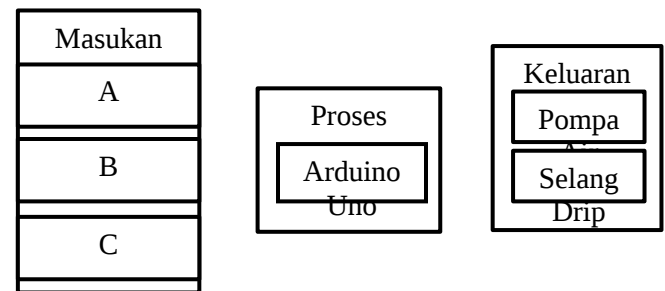
## Variabel Pengamatan

Dalam penelitian ini variabel yang di amati adalah perubahan kebutuhan air irigasi disamping itu juga faktor

pendukung yaitu suhu udara di dalam ruangan

## Prosedur Kerja

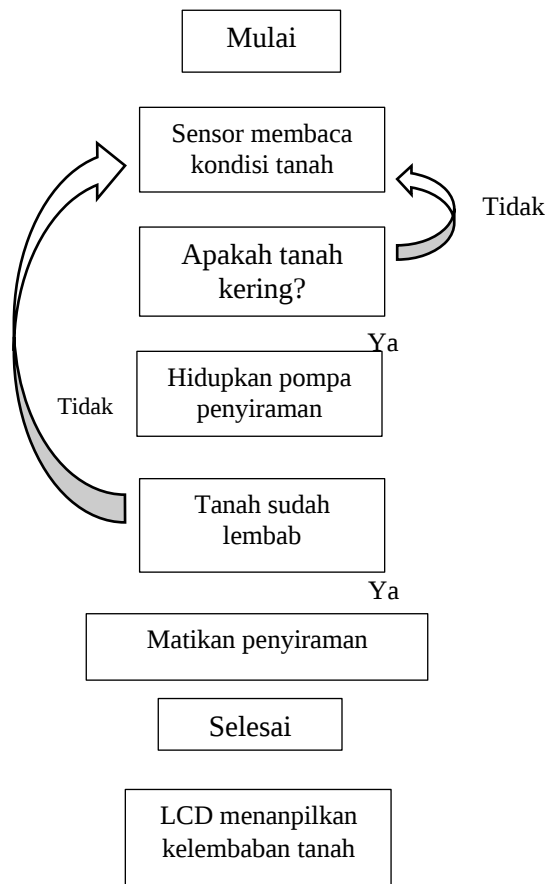
1. Menyiapkan alat dan bahan  
Pada tahap ini dilakukan proses pengumpulan alat dan bahan untuk membuat sistem kontrol dan sistem irigasi tetes.
2. Perancangan sistem Sistem control.  
Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*) Pada penelitian ini terlebih dulu melakukan perancangan blok diagram dari keseluruhan sistem yang akan di bangun.



Keterangan : A = Sensor Kelembaban A, B= Sensor Kelembaban B, C= Sensor Kelembaban C

Gambar 1. Diagram Blok Sistem

Perancangan Perangkat Lunak (*Software*) Sistem Instrumentasi yang berbasis mikrokontroler memerlukan urutan instruksi yang disebut program. Program sistem alat penyiraman tanaman ini ditulis dalam bahasa pemrograman IDE Arduino. Perancangan perangkat lunak dimulai dari perancangan diagram alir. Berdasarkan prinsip kerja sistem yang direncanakan maka diagram alir program dapat dilihat pada Gambar 2. Dibawah ini



Gambar 2. Diagram Alir Proses Pengukuran Kelembaban Tanah.

Saat sistem dijalankan, sensor kelembaban tanah akan mendeteksi kondisi tanah, jika kondisi tanah kering kelembabannya maka pompa air hidup untuk menyiram tanaman. Jika sensor kelembaban tanah mendeteksi tanah sudah lembab maka pompa air akan mati, dan *Output* Nilai kelembaban tanah akan ditampilkan pada LCD.

#### 1. Irigasi tetes

Pada tahap ini dilakukan perancangan sistem irigasi tetes

pada masing-masing *polybag* dan wadah dengan pompa, selang dan drip untuk irigasi.

#### 2. Media tanam

Siapkan tanah dengan jenis andosol sebanyak 9 liter. Kemudian dikeringkan dengan cara dijemur dibawah sinar matahari, tanah yang sudah kering di bagi menjadi 3 bagian masing-masing 3 liter dan dimasukkan kedalam masing-masing *polybag* yang berukuran 25x25

#### 3. Pemasangan sistem kontrol dan sistem irigasi tetes

Pada tahap ini yaitu pemasangan sistem kontrol dan sistem irigasi tetes sehingga berhubungan langsung dengan *polybag*.

#### 4. Pengairan

Pada tahap awal pengairan tanah diberikan air sampai tanah dalam keadaan jenuh atau 100% dan dilanjutkan pada waktu yang telah ditentukan untuk mencapai standar kelembaban tanah 70% perlakuan A, standar kelembaban tanah 80%perlakuan B dan standar kelembaban tanah 90% untuk perlakuan C.

#### 5. Pengukuran

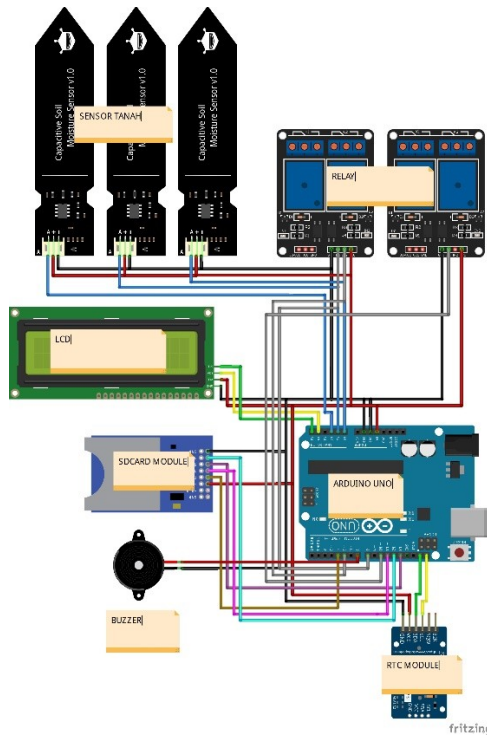
Pada tahap ini pengukuran dilakukan setiap waktu yang di tentukan dan waktu yang dibutuhkan sehingga bisa memenuhi kelembaban tanah yang ditentukan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan dari penelitian ini meliputi *overview*

pengujian alat atau pengecekan secara umum, analisis pada proses *controlling* serta *monitoring* dan perubahan kelembaban (RH) pada tanah.

### Overview Pengujian



Gambar 3. Skema Sistem Kontrol Otomatis

Pengujian program dilakukan untuk mengetahui apakah konfigurasi program terhadap perangkat keras melalui port-port mikrokontroler telah berjalan sesuai fungsinya dan perangkat keras tersebut sudah bekerja sesuai dengan perancangan cara kerja alat yang telah dibuat. Pengujian kinerja sensor dilakukan dengan memasang langsung sensor kelembaban tanah pada media tanah.

Pengujian relay dilakukan untuk mengetahui apakah relay dapat merespon sinyal keluaran dari mikrokontroler. Respon relay dalam penelitian ini adalah berkondisi 1

apabila kelembaban berada dibawah batas bawah sistem bekerja dan dan berkondisi 0 apabila kelembaban berada di atas batas sistem tidak bekerja.

Pembacaan nilai sensor kelembaban tanah dalam sinyal ADC yaitu antara 0-1023 bit, namun untuk pembacaan kelembaban tanah sebagai data maka diubah menjadi nilai *presentase* (%) dengan *presentase* nilai sensor yaitu A = RH 70%, B = RH 80%, dan C = RH 90%. Sistem hanya akan bekerja jika keadaan tanah dinyatakan terjadi penurunan pada kelembaban atau pembacaan sensor berada dibawah batas-batas yang telah ditentukan.

### Penggunaan Air Irigasi

Pada tabel.1 di bawah ini menunjukkan jumlah air yang digunakan setiap penyiraman pada tanah saat sensor beroperasi dan mendeteksi terjadinya penurunan kelembaban tanah yang lebih rendah dari standar kelembaban tanah acuan.

Tabel.1 Jumlah Air Yang Digunakan (Disiram) Pada Tanah Saat Sensor Beroperasi

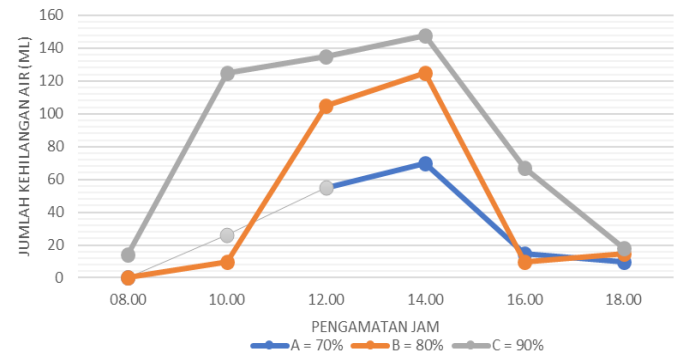
Waktu Operasi Sensor	Air yang digunakan (ml)			Durasi Penyiraman (detik)			Suhu (°C)
	A	B	C	A	B	C	
6:00	1500	1500	1500	60	60	60	24
8:00	0	0	14	0	0	8	29
10:00	0	10	125	0	5	25	31
12:00	55	105	135	14	20	31	33
14:00	70	125	148	16	25	35	35
16:00	15	10	67	5	7	15	29
18:00	10	15	18	4	5	10	23
Total	1650	1765	2007	99	122	184	-

Keterangan: A = Perlakuan Kelembaban Tanah Acuan 70%;

B = Perlakuan Kelembaban Tanah Acuan 80%, dan

C = Perlakuan Kelembaban Tanah Acuan 90%.

Data pada Tabel 1 di atas jika dikonversi ke dalam bentuk kurva (gambar 4.), maka dapat dilihat suatu pola (bentuk) kurva jumlah air yang disiram ke tanah di dalam *polybag* pada saat-saat sensor beroperasi, yakni pada jam 06:00, jam 08:00, jam 10:00, jam 12:00, jam 14:00, jam 16:00, dan jam 18:00. Dari Gambar 4 dapat dilihat dengan jelas bahwa titik puncak jumlah air penyiraman yang digunakan pada ketiga perlakuan, atau dapat juga dinyatakan sebagai titik puncak evaporasi, terjadi pada waktu yang sama, yaitu pada jam 14:00. Hal ini berhubungan dengan waktu ketika matahari mencapai titik kulminasi tertinggi di permukaan bumi dan memberi radiasi yang terbesar. Pada perlakuan A (kelembaban acuan sebesar 70%), volume air yang disiram (dikeluarkan melalui emiter) sebagai instruksi modul *relay* berdasarkan hasil pembacaan sensor yang ditancapkan ke dalam tanah percobaan dan dihubungkan ke sistem irigasi mikrokontroler arduino uno, adalah sebesar 70 ml, sedangkan pada perlakuan B (kelembaban acuan 80%) sebesar 125 ml, dan pada perlakuan C (kelembaban acuan 90%) sebesar 148 ml.

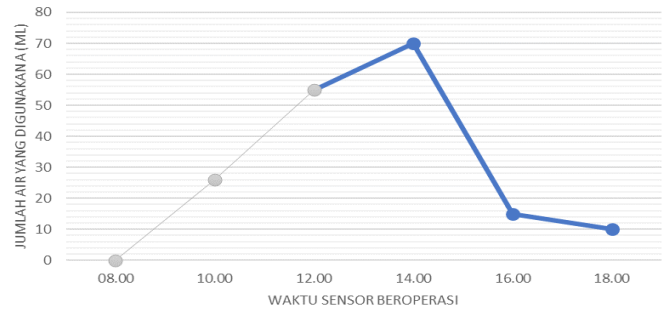


Gambar 4. Kurva Jumlah Air Yang Digunakan (Disiram) Pada Tanah Di Dalam *Polybag* Saat Sensor Beroperasi

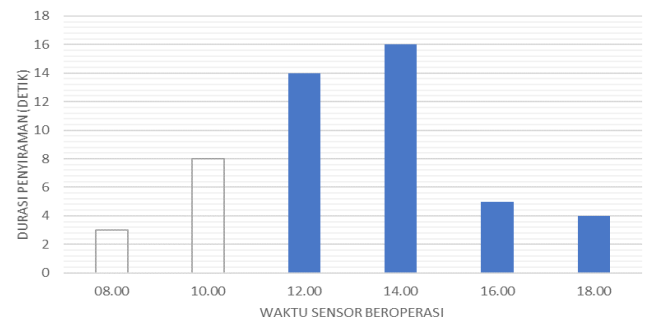
Berdasarkan Tabel 1 dapat juga dihitung bahwa jumlah total air yang digunakan untuk penyiraman pada perlakuan A yang dioperasikan hingga jam 18:00 adalah sebesar 1650 ml, pada perlakuan B sebesar 1765 ml, dan pada perlakuan C sebesar 2007 ml. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai RH acuan, semakin besar volume air yang digunakan oleh sistem untuk penyiraman tanah dalam upaya mengembalikan kelembaban tanah di dalam *polybag* hingga menjadi 100%. Hasil ini tentu mengundang pertanyaan yakni: Mengapa durasi penyiraman pada perlakuan C selalu lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan B maupun perlakuan A, karena secara teoritis, dapat diasumsikan bahwa kondisi ataupun pengaruh lingkungan sekitar seperti radiasi matahari, temperatur sekeliling, dan pergerakan angin yang dapat berpengaruh terhadap laju evaporasi, dapat diasumsikan sama bagi ketiga perlakuan, sehingga total kebutuhan air untuk mengembalikan kelembaban

tanah di dalam *polybag* seharusnya juga relatif sama walaupun saat terjadinya respon penyiramannya tidak secara bersamaan karena adanya perbedaan kelembaban acuan. Secara logika umum, seharusnya karena respon penyiraman pada perlakuan C terjadi pada saat kelembaban masih relatif tinggi, maka durasi penyiramannya lebih singkat, dan sebaliknya jika respon penyiraman terjadi pada saat kelembaban yang lebih rendah maka durasi penyiramannya lebih lama. Fenomena itu belum dapat dijelaskan dan menjadi faktor pembatas dalam penelitian ini, karena untuk mengkaji dan memahami lebih mendalam misalnya tentang ada atau tidaknya aspek tertentu dalam penyusunan *coding* sistem penyiraman yang tidak menjadi bagian dalam penelitian ini.

Pada Perlakuan A: kelembaban acuan 70%, modul *relay* memberi instruksi penyiraman dimulai pada jam 12:00, yang berarti bahwa pada saat sistem dioperasikan pada jam 08:00, dan jam 10:00, kondisi kelembaban tanah percobaan masih berada di atas kelembaban acuan sebesar 70%, tetapi pada saat sistem beroperasi pada jam 12:00, sensor telah membaca bahwa kelembaban tanah percobaan telah mencapai 70% atau kurang dari posisi tersebut sehingga instruksi penyiraman dilakukan. Kurva volume penyiraman air oleh sistem untuk perlakuan kelembaban acuan 70% dapat diamati pada gambar 3, dan durasi (waktu yang digunakan) pada saat sistem melakukan penyiraman pada setiap jam operasi dapat dilihat pada gambar 5.



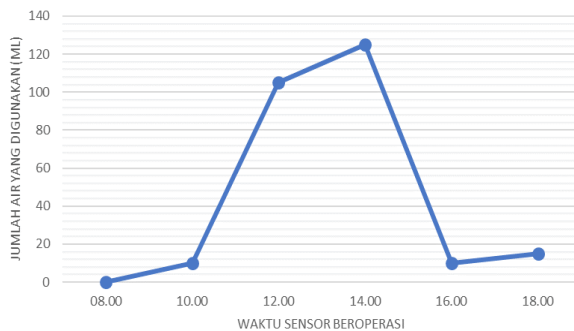
Gambar 5. Grafik Volume Air Yang Digunakan Pada Perlakuan A: Kelembaban Acuan 70%.



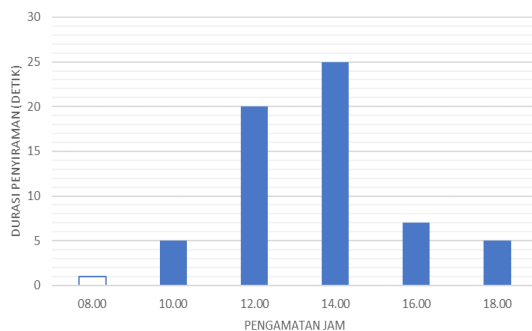
Gambar 6. Grafik Durasi Penyiraman Perlakuan A: Kelembaban Acuan 70%

Pada gambar 5, dapat diamati bahwa respon/aktivitas penyiraman untuk Perlakuan A, mulai terjadi pada jam 12:00 dengan durasi penyiraman sebagaimana ditunjukkan pada gambar 6, yakni selama 14 detik, selanjutnya pada jam 14:00 yang mencapai puncak volume penyiraman tertinggi sebanyak 70 ml dengan durasi penyiramannya 16 detik, dan pada jam 16:00 sebesar 15 ml dengan durasi 5 detik, dan akhirnya pada jam 18:00 dengan volume penyiraman sebesar 10 ml dengan durasi 4 detik .

Pada perlakuan B: kelembaban acuan 80%, dapat dilihat bahwa instruksi penyiraman oleh *relay* sebagaimana ditunjukkan pada gambar 7 dan gambar 8, mulai terjadi saat operasi alat pada jam 10:00 dengan volume penyiraman sebesar 10 ml selama 5 detik, kemudian pada jam 12:00 sebesar 105 ml dengan durasi 20 detik, dan pada jam 14:00 mencapai puncak dengan penyiraman sebesar 125 ml selama 25 detik, diikuti pada jam 16:00 sebanyak 10 ml selama 7 detik, serta pada jam 18:00 sebesar 15 ml dengan durasi 5 detik.



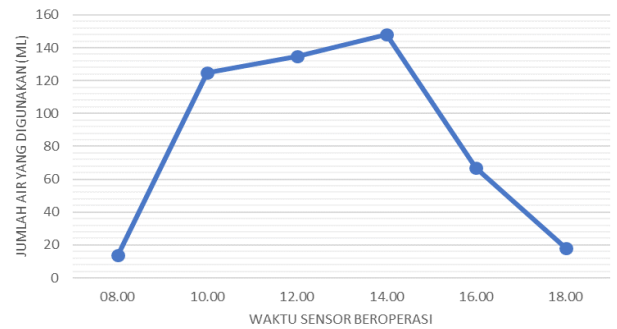
Gambar 7. Grafik Volume Air Yang Digunakan Pada Perlakuan B: Kelembaban Acuan 80%



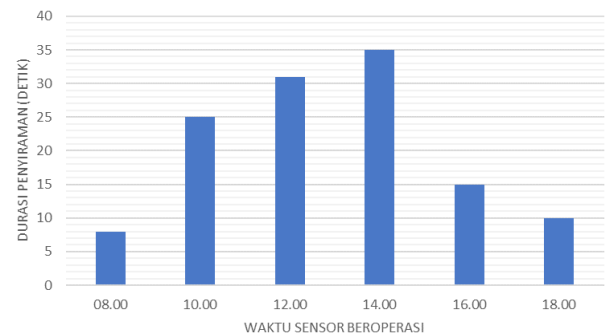
Gambar 8. Grafik Durasi Penyiraman Perlakuan B: Kelembaban Acuan 80%

Pada perlakuan C: kelembaban acuan 90%, dapat dilihat bahwa instruksi penyiraman oleh *relay* sebagaimana ditunjukkan pada gambar

9 dan gambar 10, mulai terjadi saat operasi alat sejak pada jam 08:00 dengan volume penyiraman sebesar 14 ml selama 8 detik, pada jam 10:00 sebesar 125 ml selama 25 detik, kemudian pada jam 12:00 dengan volume 135 ml selama 31 detik, dan mencapai puncak penyiraman pada jam 14:00 sebesar 148 ml dengan durasi 35 detik, dan pada jam 16:00 sebesar 67 ml selama 15 detik, serta pada jam 18:00 sebesar 18 ml dengan durasi 10 detik.



Gambar 9. Grafik Volume Air Yang Digunakan Pada Perlakuan C: Kelembaban Acuan 90%

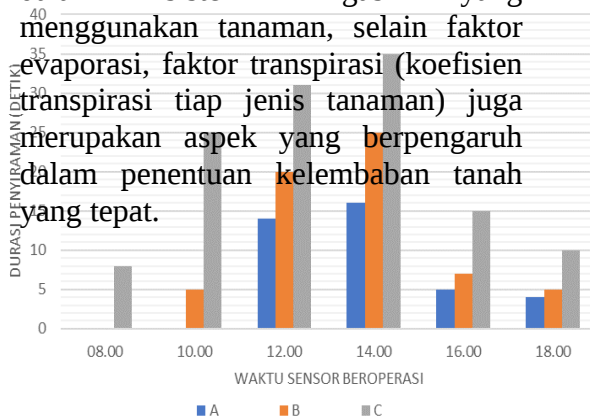


Gambar 10. Grafik Durasi Penyiraman Perlakuan C: Kelembaban Acuan 90%.

Dengan kondisi seperti dalam penelitian ini, yakni semakin cepat sistem respon penyiraman (perlakuan kelembaban acuan tertinggi, yakni 90



persen), maka semakin besar volume air penyiraman dan diikuti dengan semakin besar pula durasi penyiramannya. Fenomena ini membawa logika berpikir bahwa semakin tinggi kelembaban acuan yang ditentukan akan semakin besar penggunaan air penyiraman, dan sebaliknya jika dikaitkan dengan produktivitas air, maka penggunaan kelembaban acuan yang tinggi akan berpotensi menurunkan produktivitas air. Walaupun demikian, percobaan-percobaan yang dilakukan dalam penelitian ini masih terbatas pada kajian penggunaan mikrokontroler arduino uno dalam merespon penurunan kelembaban tanah tanpa menggunakan tanaman, padahal, dalam sistem irigasi yang menggunakan tanaman, selain faktor evaporasi, faktor transpirasi (koefisien transpirasi tiap jenis tanaman) juga merupakan aspek yang berpengaruh dalam penentuan kelembaban tanah yang tepat.



Gambar 11. Grafik Durasi Penyiraman Perlakuan A, B dan C

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem irigasi menggunakan mikrokontroler arduino uno dapat mendeteksi terjadinya perubahan/penurunan kelembaban tanah di dalam *polybag* percobaan, serta dapat merespon dan memerintahkan aktivitas penyiraman untuk memulihkan kondisi kelembaban relatif (RH) tanah mencapai kondisi kelembaban acuan dengan durasi tertentu. Semakin tinggi RH acuan yang ditetapkan pada sistem, semakin cepat respon penyiraman dilakukan, serta semakin besar volume air yang diberikan, semakin lama durasi penyiramannya.

### Saran

1. Dalam penggunaan komponen peralatan mikrokontroler arduino uno, penting untuk mengevaluasi daya tahan bahan penyusun/ bahan pembuatannya untuk memastikan bahwa peralatan yang digunakan memiliki ketahanan yang cukup agar dapat diimplementasi dalam waktu tertentu yang diharapkan.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengkaji dan memahami lebih jauh tentang fenomena yang terjadi dalam penelitian ini, yaitu durasi penyiraman selalu berbanding lurus dengan volume air penyiraman.

### DAFTAR PUSTAKA

Anonim. 2012. Mikrokontroler. Diakses pada 27 juni 2019

- Buckman, & Brady. 1982. Ilmu Tanah. Bharata Karya Aksara. Jakarta. Diakses pada 21 mei 2019
- Gunawan & M. Sari. 2018. Rancang Bangun Alat Penyiram Tanaman Otomatis Menggunakan Sensor Kelembaban Tanah. *Journal of Electrical Technology*, 3, x1. Diakses pada 10 november 2022
- Hanafiah, K., A. 2007. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Rajawali Pers. Jakarta. Diakses pada 1 Agustus 2022
- Jamulya & Suratman Wiro Suprodjo, (1983). Pengantar Geografi Tanah, Diklat Kuliah Permeabilitas Tanah. Yogyakarta: Fakultas Geografi UGM. Diakses pada 3 Agustus 2022
- Kelembaban tanah, 2015, [eprints.ums.ac.id/14532/BAB\\_1.pdf](http://eprints.ums.ac.id/14532/BAB_1.pdf), Diakses pada 25 November 2022
- Palupi, D. N. 2018. Digital Digital Repository Universitas Universitas Jember Jember. Diakses pada 28 November 2022
- Pasaribu, I.S., S. Sumono, S.B. Daulay & E. Susanto. (2013). Analisis efisiensi irigasi tetes dan kebutuhan air tanaman semangka (*Citrullus Vulgaris* S.) pada tanah ultisol. *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian*. Di akses pada 20 mei 2019
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 26 tahun 2006 tentang Irigasi. Diakses pada 21 Mei 2019
- Prastowo. (2010a). Teknologi Irigasi Tetes. Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Bogor. Diakses pada 1 Juni 2019
- Satria Bimo Mursalim, dkk. 2020. <http://ejournal.uigm.ac.id/index.php/IG/article/view/1072/0> . Diakses pada 30 November 2022
- Sentrabudidaya. 2015. “Manfaat sistem irigasi tetes untuk tanaman”. *Pertanian*. Diakses pada 2 Agustus 2022
- Setiapermas & M.N., Zamawi. (2015). Pemanfaatan Jaringan Irigasi Tetes di dalam Budidaya Tanaman Hortikultura. Dalam I. Djatnika, M. J. Syah, D. Widiastoety, M. P. Yufdy, S. Prabawati, S. Pratikno, & O. Luftiyah (Ed.), *Inovasi Hortikultura Pengungkit Peningkatan Pendapatan Rakyat*. Jakarta: IAAR Press. Diakses pada 25 November 2022
- Suyono & Sudarmadil, (1997). Hidrologi dasar. Diktat kuliah. Fakultas geografi, UGM. Yogyakarta. Diakses pada 25 November 2022
- Teknik Elektronika., 2015, Pengertian dan fungsi Relay, <http://teknikelektronika.com/pengertian-Relay-fungsi-Relay/>,

Diakses pada 2 November  
2022