

Rancang Bangun Sistem Kendali Penanaman Tumbuhan Hortikultura di Dalam Ruangan Tertutup

Jumiyatun¹, Ardi Amir², Rachmiati Ndobe³, Supriyadi⁴

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tadulako¹²³⁴

Email: jum@untad.ac.id, ardi.amir88@gmail.com, ndobeamy@gmail.com, supriyadijol@gmail.com

ABSTRACT

The aim from this research is to design a device who can make grow and fash horticultural plant in inside a room without side-effect of sun-light with arduino mega as the brain who had control all of the system with the power for monitoring and control the light, temperature of the room, soil damp and watering the plans. Substitute the sun-light for photosynthesis process exploit LED grow light is red and blue color, while for temperature detection inside the room used temperature sensor DHT22, chiller as a freeze tool and for detection a sum soil damp less than 280, the motor pump will active for doing watering the plans. Lettuce-plan and leady vegetable who has product from different system appropriate with combination/domination ligh who has already used, for lettuce-plan dominate with blue light and dominan red light produce lettuce is not good enough while for light combination blue and red, lettuce-plan who has produce looking good, the are many leaf-sum, is nit brittle, and growth very fast. For leafy vegetable from three combination/dominate light who used for produce in the same condition is growth very fast, has tall stem, and small, the less leafe sum (distance) and the leave color is yellow.

Keyword : LED Grow, Motor-Pump, Soil Moisture Sensor, Temperature Sensor.

INTISARI

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membuat sebuah alat yang dapat mempercepat pertumbuhan tanaman hortikultura di dalam ruangan tertutup tanpa pengaruh cahaya matahari dengan menggunakan Arduino Mega sebagai otak yang mengatur keseluruhan sistem yang dilengkapi dengan kemampuan untuk memantau dan mengontrol pencahayaan, suhu ruangan, kelembaban tanah dan proses penyiraman. Pengganti cahaya matahari untuk proses berfotosintesis memanfaatkan cahaya LED grow berwarna merah dan biru, sedangkan untuk mendeteksi suhu di dalam ruangan menggunakan sensor suhu DHT22, chiller sebagai pendingin dan untuk mendeteksi kelembaban tanah menggunakan sensor soil moisture, jika sensor mendeteksi nilai rata-rata kelembaban tanah kurang dari sama dengan DA 280 maka motor pump akan aktif untuk melakukan penyiraman. Tumbuhan selada dan kangkung yang dihasilkan dari sistem ini berbeda-beda sesuai dengan kombinasi/dominan cahaya yang digunakan, untuk tumbuhan selada dominan cahaya biru dan dominan cahaya merah menghasilkan selada yang kurang baik sedangkan untuk kombinasi cahaya merah dan biru, selada yang dihasilkan terlihat lebih segar, jumlah daun banyak, tidak rapuh, dan pertumbuhannya cepat. Untuk tumbuhan kangkung dari tiga kombinasi/dominan cahaya yang digunakan menghasilkan kondisi yang hampir sama yaitu pertumbuhannya sangat cepat, batangnya meninggi dan kerdil, jumlah daun sedikit (berjarak) dan warna daun kekuning-kuningan.

Kata kunci : LED grow, motor pump, sensor soil moisture, sensor suhu

I. PENDAHULUAN

Meningkatnya populasi penduduk dunia akan menyebabkan kebutuhan akan tempat tinggal dan kebutuhan vital lainnya, terutama pangan seperti sayuran yang akan meningkat pula. Indonesia merupakan Negara agraris yang sedang berkembang pesat baik pembangunan di

daerah perkotaan maupun kawasan industri. Hal ini menyebabkan berkurangnya lahan bercocok tanam yang membutuhkan lahan yang cukup luas dan kualitas yang bagus. Kota Palu merupakan daerah yang terletak di bagian utara khatulistiwa dan salah satu kota tropis terkering di Indonesia sehingga proses pertumbuhan tanaman untuk

lahan terbuka kurang maksimal. Untuk itu diperlukan alternatif lain untuk media penanaman sayuran yang sehat seperti rumah tanaman (*greenhouse*).

Rumah tanaman (*greenhouse*) merupakan tempat yang ideal untuk budidaya tanaman sayuran, buah, atau tanaman hortikultura lainnya seperti selada dan kangkung. Sistem tanam di dalam ruangan tertutup yang menggunakan tanah sebagai media tanamnya dimana unsur hara yang tersedia di dalam tanah akan diserap oleh tanaman untuk pertumbuhannya, sedangkan intensitas cahaya, suhu ruangan, kelembaban udara berkaitan dengan faktor di luar tanaman dalam mendukung pertumbuhannya.

Menurut Marsela Tracy, *et al.* (2014) Jurnal yang berjudul "Sistem Kendali Cahaya Rumah Kaca Cerdas Pada Budidaya Bunga Krisan" membahas tentang Kekurangan cahaya matahari akan mengganggu proses fotosintesis dan pertumbuhan, meskipun kebutuhan cahaya tergantung pada kebutuhan tumbuhan. Selain itu kekurangan cahaya akan menimbulkan gejala *etiolasi*, yaitu batang akan tumbuh lebih kecil namun lemah dan daunnya berukuran kecil, tipis dan berwarna pucat (tidak hijau). Gejala *etiolasi* tersebut disebabkan oleh kurangnya cahaya atau tanaman berada di tempat yang gelap [1].

Cahaya merah dan biru merupakan cahaya utama yang dibutuhkan dalam pertumbuhan tanaman, hal ini dikarenakan kedua cahaya tersebut merupakan sumber energi utama untuk asimilasi CO₂ dalam fotosintesis. Cahaya merah memiliki gelombang cahaya yang paling efisien untuk fotosintesis sedangkan cahaya biru sangat diperlukan untuk memicu pertumbuhan tanaman dan memicu pembungaan (Nurunisa Dzikrina, *et al.*, 2018) [2].

II. LANDASAN TEORI

A. Tumbuhan Selada dan Kangkung

Selada (*Lactuca sativa* L) adalah tanaman yang termasuk dalam famili Asteraceae, yang

memiliki daun bergerigi, berombak, berwarna hijau segar dan juga berwarna merah. Tumbuhan ini memiliki banyak kandungan gizi yaitu serat, provitamin A (karotenoid), kalium dan kalsium. Umumnya tumbuhan selada memiliki ukuran panjang 20-25 cm dan lebar 15 cm atau lebih [3].

Syarat tumbuh ideal untuk tumbuhan selada berkualitas tinggi adalah suhu 20-30°C, sedangkan suhu yang lebih tinggi dari 30°C dapat menghambat pertumbuhan dan menyebabkan rasa pahit pada daun dan kelembaban udara serta kelembaban tanah yang dibutuhkan antara 80-100% [4]. Syarat tumbuh lainnya adalah memiliki tingkat keasaman tanah pH 5-6.5, tumbuhan ini dapat tumbuh pada jenis tanah lempung berdebu, berpasir dan tanah yang masih mengandung humus.

Sinar matahari merupakan sumber energi yang diperlukan dalam proses berfotosintesis, cahaya merupakan faktor penting dalam pertumbuhan selada, karena penyerapan unsur hara akan berlangsung optimal jika pencahayaannya berlangsung antara 8-12 jam/hari [5].

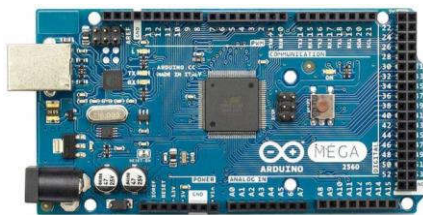
Kangkung darat (*Ipomea Reptans* Poir) merupakan tanaman musiman, yang mengandung gizi cukup tinggi, yaitu vitamin A, C, protein, kalsium, fosfor, kolesterol dan zat besi. Tanaman kangkung memiliki sistem perakaran tunggang dan cabang-cabang akarnya menyebar kesemua arah, menembus tanah sampai kedalaman 60 cm atau lebih. Tanaman ini memiliki tangkai daun melekat pada buku-buku batang dan diketiak daunnya terdapat mata jensi yang dapat tumbuh menjadi percabangan baru.

Kangkung darat dapat tumbuh pada daerah yang beriklim panas dan dingin, pada musim hujan tanaman kangkung pertumbuhannya sangat cepat dan subur. Tanaman ini membutuhkan lahan yang terbuka atau

mendapatkan sinar matahari yang cukup. Suhu ideal tumbuhan kangkung adalah 25-300C dengan tingkat keasaman pH 5,5-6,5.

B. Arduino Mega 2560

Arduino adalah pengendali mikro *single-board* yang bersifat *open-source*, diturunkan dari *wiring platform*, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. *Hardware*-nya memiliki prosesor Atmel AVR dan *software*-nya memiliki bahasa pemrograman sendiri. Arduino dapat mengenali lingkungan sekitarnya melalui berbagai jenis sensor dan dapat mengenali lampu, motor, dan berbagai jenis aktuator lainnya [6]. Arduino mampu *support* mikrokontroler yang dapat dikoneksikan dengan komputer menggunakan kabel USB.



Gambar 1 Arduino Mega 2560

C. Sensor Soil Moisture

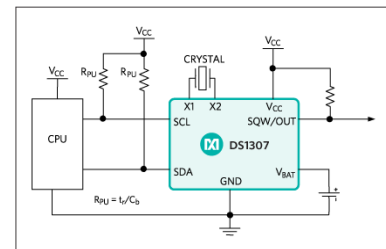
Soil moisture adalah sensor sederhana dengan dua lengan yang dibuat dari yaitu stainless steel serta dapat membaca nilai kelembaban berdasarkan tingkat resistansi listrik yang dimiliki tanah. Salah satu lengan *soil moisture* berfungsi untuk mengantarkan listrik ke dalam tanah dan lengan lainnya berfungsi sebagai penangkap aliran listrik yang bergerak melalui tanah [7].



Gambar 2. Sensor Soil Moisture

D. Modul RTC DS1307

DS1307 adalah sebuah IC (*Integrated Circuit*) jenis RTC (*Real Time Clock*) yang biasa digunakan untuk aplikasi timer pada peralatan-peralatan elektronik, khususnya mikrokontrol.

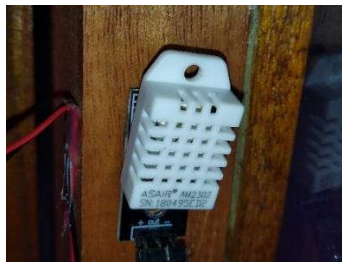


Gambar 3. Skema RTC DS1307

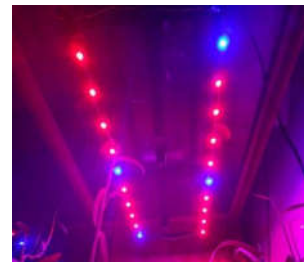
DS1307 membutuhkan sebuah kristal 32768 Hz untuk *clock*, VCC 5V, Vbat 3 Volt, dan dua buah resistor *pull-up* pada output SDA dan SCL yang terhubung dengan mikrokontroler. Pin digunakan untuk menyuplai tegangan pada saat tegangan dari VCC tidak ada, sehingga IC in masih dapat bekerja pada saat tidak tegangan dari VCC karena Vbat menggunakan tegangan dari baterai jam/CMOS 3 Volt.

E. Sensor DHT 22

Sensor DHT 22 adalah sensor yang dapat difungsikan mendeteksi perubahan suhu dan kelembaban dengan keluaran berupa data digital sehingga tidak memerlukan proses ADC (Saptadi A.H, *et al*). Sensor ini sebenarnya terdiri dari komponen pendeteksi kandungan air, pendeteksi suhu dan mikropengendali 8 bit dalam satu kemasan. Berdasarkan pengujian yang pernah dilakukan DHT22 memiliki akurat yang lebih baik dari pada DHT11. sedangkan DHT11 memiliki rentang galat yang lebih besar dibandingkan dengan DHT22 (saptadi, 2014) mengatakan pengukuran suhu dan kelembaban dapat dilakukan dengan teknik *multichannel* data logger.



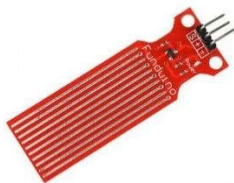
Gambar 4. Sensor DHT22



Gambar 6. LED Grow

F. Sensor Level Air

Sensor *level* air adalah alat yang digunakan untuk memberikan sinyal ke alarm atau automation panel bahwa permukaan air telah mencapai *level* tertentu. Sensor akan memberikan *signal dry contact* (NO/NC) ke panel. *Detector* ini bermanfaat memberikan alert atau untuk menggerakkan perangkat automation lainnya. Alat ini telah dilengkapi dengan built-in *buzzer* yang berbunyi pada saat terjadi trigger.



Gambar 5. Sensor Level Air

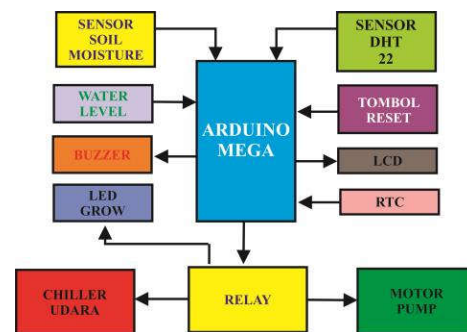
G. LED Grow

LED *grow* adalah suatu semikonduktor yang memancarkan cahaya monokromik atau bisa diartikan sebagai diode yang memancarkan cahaya bila dialirkan arus listrik [8]. Semikonduktor adalah material yang dapat bertindak sebagai *konduktor* (pengantar arus listrik) dan *isolator* (penahan arus listrik). Lampu LED memancarkan cahaya dari pergerakan elektron pada material. Lampu LED terdiri dari material semikonduktor yang memancarkan gelombang cahaya yang dapat dilihat oleh mata manusia dan memancarkan dalam jumlah besar.

III. METODE PENELITIAN

Perancangan Alat

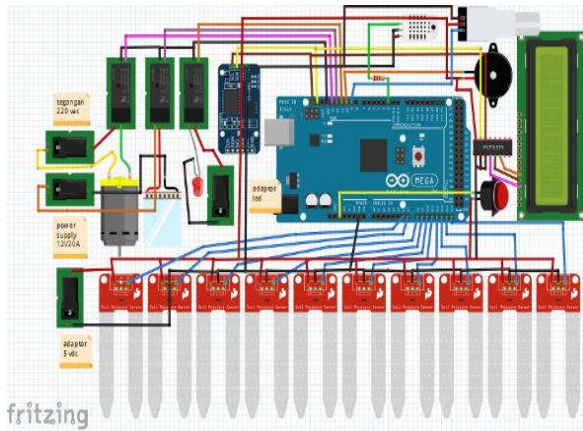
Konsep perancangan alat pada penelitian ini digambarkan dalam bentuk diagram blok pada gambar 7.



Gambar 7. Diagram Blok Perancangan Alat

Rangkaian Keseluruhan Sistem

Sistem alat ini menggunakan Arduino Mega sebagai otak yang mengatur keseluruhan sistem dalam alat, semua sinyal-sinyal input akan diproses dan akan mengeluarkan output sesuai program yang telah ditanamkan di dalamnya [9].



Gambar 8. Rangkaian Keseluruhan Alat

Keterangan :

RTC digunakan untuk mengatur *ON/OFF* LED *grow* berdasarkan waktu yang telah ditentukan dimana LED *ON* selama 22 jam dan *OFF* selama 2 jam dari pukul 11.00 – 13.00.

Sensor Suhu DHT22 berfungsi mendeteksi suhu di ruangan tertutup, dimana data dari sensor suhu akan dikirim ke *board* Arduino yang telah ditanamkan logika program, jika suhu kurang dari 20°C maka *chiller* akan *OFF* dan jika lebih besar sama dengan 20°C *chiller* akan *ON* yang untuk diproses dan ditampilkan pada LCD.

Sensor soil moisture berfungsi untuk mendeteksi kelembaban tanah. Pada Arduino telah ditanamkan logika program yang apabila total kelembaban tanah kurang dari atau sama dengan 280 maka motor *pump* akan *ON*.

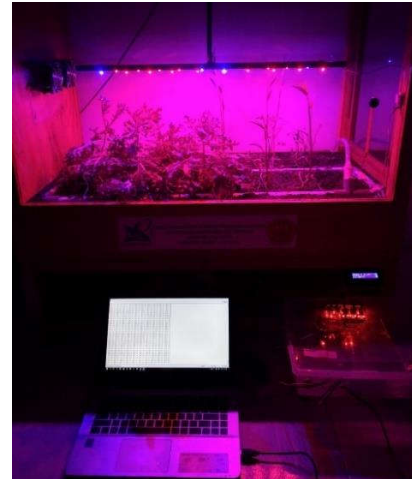
Sensor level air berfungsi mendeteksi air di dalam penampungan. Pada Arduino Mega telah ditanamkan logika program, jika sensor tidak mengenai air di penampung maka *buzzer* akan bunyi.

Chiller bekerja untuk mendinginkan suhu di ruangan tertutup, saat sensor suhu mendeteksi suhu di atas suhu optimum maka *chiller* akan berfungsi.

Bentuk Media Tanam

Rancang bangun sistem kendali penanaman tumbuhan hortikultura di dalam ruangan tertutup

diketahui dapat menjalankan fungsinya untuk mempercepat pertumbuhan selada dan kangkung.



Gambar 9. Bentuk Media Tanam

Keterangan :

Panjang media tanam : 100 cm
Lebar media tanam : 54,4 cm
Tinggi media tanam : 190,3 cm
Tempat lampu : 70x22 cm

IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pengujian Sensor Suhu dan Termometer di Dalam Ruangan

Pengujian terhadap sensor suhu dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui keakuratan sensor suhu dengan membandingkannya dengan termometer.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor Suhu dan Termometer

1. Sabtu						2. Minggu				
No	Pukul	Sensor Suhu °C	Termometer °C	Kesalahan	Kesalahan ²	Pukul	Sensor Suhu °C	Termometer °C	Kesalahan	Kesalahan ²
1.	06.00	29,2	28,5	0,7	0,49	06.00	29,1	28,5	0,6	0,36
2.	07.00	29,2	28,5	0,7	0,49	07.00	29,1	28,5	0,6	0,36
3.	08.00	29,2	28,5	0,7	0,49	08.00	29,6	29	0,6	0,36
4.	09.00	29,2	28,5	0,7	0,49	09.00	29,6	29	0,6	0,36
5.	10.00	29,6	29	0,6	0,36	10.00	30,5	30	0,5	0,25
6.	11.00	29,6	29	0,6	0,36	11.00	30,5	30	0,5	0,25
7.	12.00	29,6	29	0,6	0,36	12.00	30,2	29,8	0,4	0,16
8.	13.00	29,9	29,3	0,6	0,36	13.00	30,4	30	0,4	0,16
9.	14.00	30,5	30	0,5	0,25	14.00	31,7	31	0,7	0,49
10.	15.00	30,9	30,5	0,4	0,16	15.00	31,7	31	0,7	0,49
11.	16.00	31,5	31	0,5	0,25	16.00	31,5	30,8	0,7	0,49
12.	17.00	31,5	31	0,5	0,25	17.00	31,5	30,8	0,7	0,49
13.	18.00	31,5	31	0,5	0,25	18.00	31,5	30,8	0,7	0,49
14.	19.00	31,4	31	0,4	0,16	19.00	31,3	30,5	0,8	0,64
15.	20.00	31,7	31	0,7	0,49	20.00	31,3	30,5	0,8	0,64
16.	21.00	31,2	30,5	0,7	0,49	21.00	30,8	30	0,8	0,64
17.	22.00	31	30,2	-0,2	0,04	22.00	30,8	30	0,8	0,64
18.	23.00	31	30,2	-0,2	0,04	23.00	30,5	30	0,5	0,25
19.	24.00	31	30,2	-0,2	0,04	24.00	30,5	30	0,5	0,25
		Total						Total		
		0,31						0,41		

$$MSE = \frac{\sum Kesalahan^2}{n}$$

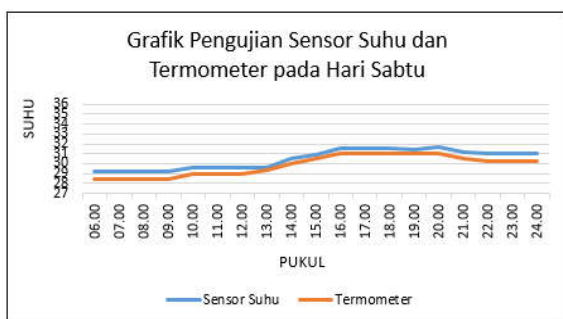
Keterangan : MSE = Mean Square Error
n = jumlah percobaan

Sumber:

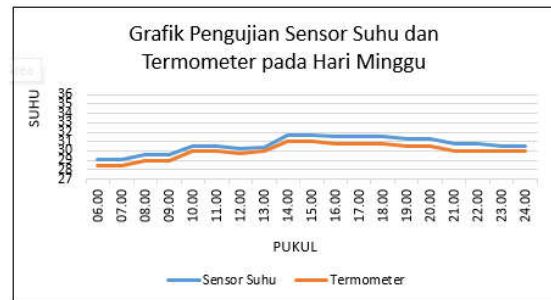
Andriyanto, Untung Sus, dan Basith Abdul. Metode dan Peramalan Aplikasi, Edisi Kedua, Jakarta : Erlangga. 2010 [10].

Nilai MSE (Mean Square Error) pada pengukuran suhu pada tabel 1 menggunakan sensor suhu dengan pembading termometer yaitu nilai pada hari sabtu 0,31 dan minggu 0,41

Hasil pengujian sensor suhu dan termometer di peroleh nilai MSE yang cukup baik karena nilai tersebut sudah mendekati nol sehingga sensor suhu dianggap memiliki keakuratan yang cukup baik.



Gambar 10. Grafik pengujian sensor suhu dan termometer pada hari sabtu



Gambar 11. Grafik pengujian sensor suhu dan termometer pada hari minggu

Pengujian di Dalam dan di Luar Ruangan Menggunakan Termometer

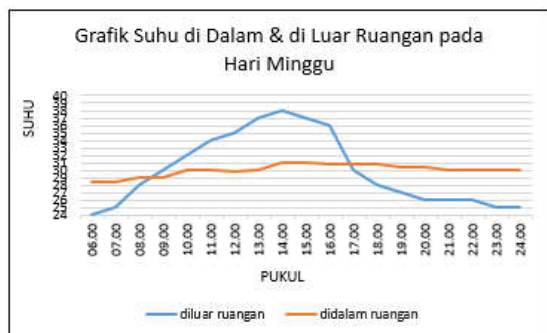
Pengujian dilakukan agar mengetahui perbedaan dan pengaruh suhu terhadap pertumbuhan tumbuhan di dalam dan di luar ruangan dengan menggunakan termometer sebagai pendeteksi.

Tabel 2. Hasil Pengujian Suhu di Dalam dan di Luar Ruangan pada Hari Sabtu dan Minggu

1. Sabtu					2. Minggu					
No	Pukul	Di dalam ruangan°C	Di luar ruangan°C	Kesalahan ²	Pukul	Di dalam ruangan°C	Di luar ruangan°C	Kesalahan ²		
1.	06.00	28,5	24	4,5	20,25	06.00	28,5	24	4,5	20,25
2.	07.00	28,5	26	2,5	6,25	07.00	28,5	25	3,5	12,25
3.	08.00	28,5	28	0,5	0,25	08.00	29	28	1	1
4.	09.00	28,5	30	-1,5	2,25	09.00	29	30	-1	1
5.	10.00	29	33,5	-4,5	20,25	10.00	30	32	-2	4
6.	11.00	29	35	-6	36	11.00	30	34	-4	16
7.	12.00	29	35	-6	36	12.00	29,8	35	-5,2	27,04
8.	13.00	29,3	34	-4,7	22,09	13.00	30	37	-7	49
9.	14.00	30	35	-5	25	14.00	31	38	-7	49
10.	15.00	30,5	37	-6,5	42,25	15.00	31	37	-6	36
11.	16.00	31	35	-4	16	16.00	30,8	36	-5,2	27,04
12.	17.00	31	30	1	1	17.00	30,8	30	0,8	0,64
13.	18.00	31	27	4	16	18.00	30,8	28	2,8	7,84
14.	19.00	31	27	4	16	19.00	30,5	27	3,5	12,25
15.	20.00	31	26	5	25	20.00	30,5	26	4,5	20,25
16.	21.00	30,5	26	4,5	20,25	21.00	30	26	4	16
17.	22.00	30,2	26	4,2	17,64	22.00	30	26	4	16
18.	23.00	30,2	26	4,2	17,64	23.00	30	25	5	25
19.	24.00	30,2	26	4,2	17,64	24.00	30	25	5	25



Gambar 12. Grafik suhu di dalam dan di luar ruangan pada hari Sabtu



Gambar 13. Grafik suhu di dalam dan di luar ruangan pada hari minggu

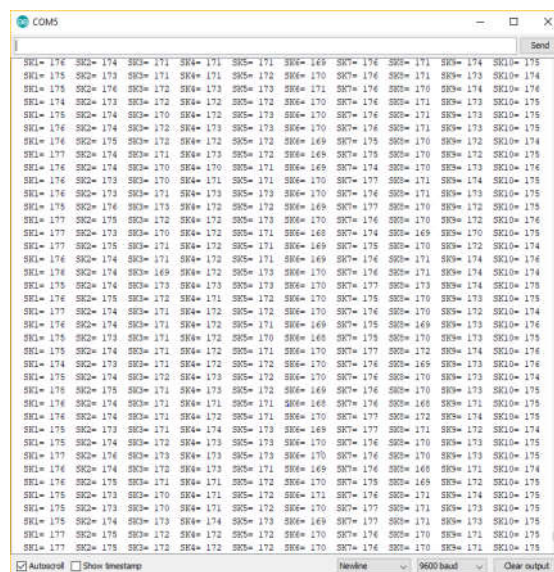
Pengujian Sensor Soil Moisture

Pengujian terhadap sensor *soil moisture* dilakukan untuk mengetahui apakah sensor berfungsi dengan baik, dengan pengujian sensor pada tiga kondisi tanah yaitu tanah kering, kurang basah dan basah.

Tabel 3. Data Analog Sensor Soil Moisture

NO	Kondisi Tanah	Rata-rata Nilai Data Analog (DA) Sensor
1	Basah	DA 140 – DA 339
2	Lembab	DA 340 – DA 475
3	Kering	DA 476 – DA 1023

Jumlah sensor *soil moisture* yang digunakan pada penelitian ini adalah 10 buah dengan meletakkan sensor ke masing-masing tumbuhan yang di tanam.



Gambar 14. Tampilan Serial Monitor Sensor *Soil Moisture*

Nilai rata-rata kelembaban tanah yang digunakan pada tumbuhan selada dan kangkung adalah kurang dari sama dengan 280, adapun rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$\text{Nilai rata-rata} = \frac{\sum \text{nilai sensor kelembaban}}{\text{Jumlah Sensor yang digunakan}}$$

Kondisi di Dalam dan di Luar Ruangan

Tumbuhan	Di Dalam Ruangan	Di Luar Ruangan
Selada	- Suhu stabil antara 28°C-32°C (tidak dapat stabil kurang dari sama dengan 30°C). - Pencahaya dapat dikontrol. - Pertumbuhan cepat - Tidak mudah diserang hama - Kelembaban tanah dapat dikontrol.	- Suhu berubah-ubah, pencahayaan tidak stabil dan tidak dapat di kontrol. - Pertumbuhan tumbuhan lambat, daun mudah gugur. - Mudah terserang hama dan - Kelembaban tanah tidak dapat dikontrol sehingga melakukan penyiraman 2 kali sehari
Kangkung	- Suhu stabil antara 28°C-32°C (tidak dapat stabil kurang dari sama dengan 30°C). - Pencahaya dapat dikontrol tetapi batang kangkung meninggi dengan daun berjarak yang di sebabkan pencahayaan kurang. - Daun kekuning-kuningan. - Tidak mudah diserang hama, kelembaban tanah dapat dikontrol.	- Suhu berubah-ubah, pencahayaan tidak stabil dan tidak dapat di kontrol. - pertumbuhan tumbuhan lambat - Daun menguning - Mudah terserang hama dan kelembaban tanah tidak dapat dikontrol sehingga melakukan penyiraman 2 kali sehari.

IV. KESIMPULAN

Pada penelitian yang dilakukan, kombinasi cahaya LED merah dan biru berpengaruh lebih baik terhadap proses pertumbuhan dari pada hanya menggunakan LED merah atau LED biru saja. Tumbuhan yang dihasilkan dari kombinasi cahaya LED merah dan biru untuk tumbuhan selada yaitu segar, batang besar, jumlah daun lebih banyak, dan batang daun tidak rapuh, sedangkan tumbuhan kangkung jumlah daun lebih banyak tetapi daun kekuning-kuningan, antar daun berjarak dan batang meninggi. Tumbuhan selada dan kangkung membutuhkan cahaya yang cukup banyak dan stabil.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Marsela, T., Sadjad, R.S., & Achmad, A. 2013. "Sistem Kendali Intensitas Cahaya Rumah Kaca Cerdas pada Budidaya Bunga Krisan". Skripsi. Makassar: Universitas Hasanudin.
- [2] Nurunisa D., Sasongko A.B., & Indrianto A. 2018. "Pengaruh Warna Cahaya Light Emitting Diodes Intensitas Rendah dan Cekaman Dingin Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Anggrek *Phalaenopsis* Hibrida" dalam *Jurnal Biota*. Yogyakarta. Volume 4(1) : 41-48.
- [3] Komala Fajar. 2017. "Otomatisasi Pengendalian Pencahayaan Untuk Tanaman Selada (*Lactuca Sativa L.*) Dengan Sistem Tanaman Hidroponik di dalam *Greenhouse*". Skripsi. Yogyakarta : Universitas Negeri Yogyakarta
- [4] Putra R.R., Mercuriani S.I., & Semiarti E. 2016. "Pengukuran Cahaya dan Temperatur Terhadap Pertumbuhan Tunas dan Profil Protein Tanaman Anggrek *Phalaenopsis amabilis* Transgenik Pembawa Gen *Ubipro::PaFT*" dalam *Jurnal Bioeksperimen*. Yogyakarta. Volum 2(2): 79-90.
- [5] Restiani A.R., Triyono, S., Tusi, A., & Zahab, R. 2015. "Pengaruh Jenis Lampu Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Produksi Tanaman Selada (*Lactuca sativa L*) dalam Sistem Hidroponik Indor" dalam *Jurnal Teknik Pertanian*. Lampung. Volume 4(3): 219-226.
- [6] Talaumbanua M., Purwantana B., & Sutiarso L. 2014. "Rancang Bangun Aktuator Pengendali Iklim Mikro Di Dalam *Greenhouse* Untuk Pertumbuhan Tanaman Sawi" dalam *jurnal Agritech*. Yogyakarta. Volume 34(2): 213-222.
- [7] Husdi. 2018. "Monitoring Kelembaban Tanah Pertanian Menggunakan *Soil Moisture* Sensor FC-28 dan Arduino Uno" dalam *Jurnal Ilmiah*, Gorontalo. Volume 10(2):237-243.
- [8] Irawan L. 2017. Pengaruh Ekstrak Alang-alang (*Imprata Cylindrica L*) dan Teki (*Cyperus Rotundus L*) Terhadap Pertumbuhan Gulma pada Pertanaman Selada (*Lactuca sativa L*). Skripsi.
- [9] Kadir Abdul. 2015. "Buku Pintar Pemrograman Arduino". MediaKom. Yogyakarta.
- [10] Adriyanto, Untung Sus & Basith Abdul, 2010. Metode dan Peramalan Aplikasi, Edisi Kedua, Jakarta : Erlangga.