



## Rancang Bangun Sistem Kontrol Pertumbuhan Sayuran di Dalam Ruangan dengan Sistem Tanam Aeroponik

**Fuad El Khair<sup>1</sup>, Rian Ferdian<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Sistem Komputer, Universitas Andalas, Indonesia

### INFORMASI ARTIKEL

#### Sejarah Artikel:

Diterima Redaksi: 9 April 2020

Revisi Akhir: 29 April 2020

Diterbitkan Online: 30 April 2020

### KATA KUNCI

Vegetables, aeroponic, HC-SR04 Sensor, DHT22 Sensor, Grow Light Emitting Diode (LED)

### KORESPONDENSI

Telepon: +62 (0751) 12345678

E-mail: [rian.ferdian@it.unand.ac.id](mailto:rian.ferdian@it.unand.ac.id)

### A B S T R A C T

Vegetables are the commodity that consumed daily by people as the source of nutrition. But in its cultivations, the farmer uses production input such as fertilizers and pesticides that could bring bad impact to consumer's health. For that reason, planting in our own is one of the best solutions to get vegetables with good quality, clean, and good for health. But the limitation of lands become a new problem in planting our vegetables at home. To solve this problem, the writers made a vegetable growth control system that use aeroponic planting system. This planting system is one way to plant vegetables in the air without using lands. In this system, the writer did temperature control, moist control, spraying nutrients, and built a lighting system. Components that applied for this system are HC-SR04 sensor to detect the height of the remaining nutrient fluid, DHT22 sensor to identify the value of temperature and moisture, grow LED light as the substitute of sunlight in the night for the photosynthesis process, and a fan to keep the temperature in the planting room stay in the optimal temperature. In conventional planting, it takes about 40-60 days for a plant to grow, meanwhile aeroponic farming is faster and takes about 30-40 days. The research shows that plants that used the devices in planting reach the height of 22,24 cm, meanwhile the highest height for the plant that used conventional way is 14 cm. Factors that affect plant growth are weather, temperature, air moisture, and lighting.

## 1. PENDAHULUAN

Sayuran merupakan komoditas yang dikonsumsi sehari-hari oleh masyarakat sebagai sumber gizi. Namun dalam proses budidayanya petani memberikan input produksi berupa pupuk dan pestisida yang terkadang berlebihan untuk menjamin produksi dan kualitas sayuran yang dihasilkan. Menurut beberapa penelitian, produksi sayuran yang menggunakan pestisida dan pupuk kimia sintetis dalam jangka panjang akan berdampak terhadap kesehatan konsumen[1]. Sudah saatnya kita bertindak arif dan bijaksana dalam menggunakan bahan-bahan tersebut. Untuk itu, menanam sendiri sayuran yang akan dikonsumsi adalah salah satu solusi terbaik untuk mendapatkan tanaman yang berkualitas, bersih dan sehat bagi kesehatan.

Keterbatasan lahan pertanian merupakan masalah baru dalam menanam sendiri sayuran di rumah. Namun hal itu sudah bisa teratasi dengan banyaknya penelitian di bidang pertanian. Salah satunya adalah sistem tanam aeroponik. Aeroponik merupakan salah satu cara bercocok tanam sayuran di udara tanpa penggunaan tanah. Biasanya panen tanaman sayuran secara konvensional selama 40-60 hari. Sedangkan dengan aeroponik menjadi lebih cepat yaitu sekitar 30-40 hari[2]. Namun demikian, meskipun ditanam di dalam atau di luar kondisi lingkungan juga harus diperhatikan. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi diantaranya suhu, kelembaban, cahaya, dan nutrisi. Suhu dan kelembaban sangat perlu diperhatikan dalam pertumbuhan tanaman.

Pertumbuhan selada akan optimal pada kisaran suhu udara 25 °C – 32 °C dan kelembaban berkisar antara 65% - 78%[3]. Dalam masa pertumbuhan, tanaman memerlukan cahaya terutama untuk fotosintesis. Pada umumnya tanaman aeroponik memang tidak terkena paparan sinar matahari langsung, artinya kebanyakan petani aeroponik meletakkan tanamannya ditempat yang memiliki atap. Pemberian nutrisi yang terjadwal juga mempengaruhi untuk pertumbuhan tanaman.

Dengan adanya sistem aeroponik, masalah keterbatasan lahan pertanian dirumah sedikit teratasi. Namun pada saat sekarang ini, banyak masyarakat yang tidak memiliki banyak waktu untuk melakukan aktivitas bercocok tanam. Untuk kemudahan dan kenyamanan masyarakat, disini sistem aeroponik yang dibuat dapat melakukan penyiraman pada akar tanaman secara berkala dengan menggunakan *micro-sprayer*. Suhu dan kelembaban yang mempengaruhi pertumbuhan sayuran akan dikontrol secara otomatis dengan kipas, sehingga masyarakat tidak perlu melakukan perawatan yang kompleks terhadap sayuran, dan sayuran pun dapat tumbuh dengan sehat.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Aeroponik

Aeroponik merupakan suatu cara bercocok tanam sayuran di udara tanpa penggunaan tanah, nutrisi disemprotkan pada akar tanaman air yang berisi larutan hara lalu disemburkan dalam bentuk kabut hingga mengenai akar tanaman [4]. Sebenarnya

aeroponik merupakan modifikasi dari hidroponik (sama-sama memberdayakan air). Perbedaan mendasarnya dari segi media tanam, dimana aeroponik, akar tanaman dibiarkan menggantung di udara. Sedangkan pada hidroponik menggunakan air sebagai media tanam. Lalu dari segi pemberian nutrisi, dimana aeroponik dilakukan dengan cara menyemprotkannya (seperti kabut) pada akar tanaman yang menggantung di udara. Sedangkan pada hidroponik dilakukan dengan cara melarutkannya pada media air.

## 2.2. Arduino Mega

Arduino adalah suatu perangkat prototipe elektronik berbasis mikrokontroler yang *flexible* dan *open-source*, perangkat keras dan perangkat lunaknya mudah digunakan. Perangkat ini ditunjukkan bagi siapapun yang tertarik atau memanfaatkan mikrokontroler secara praktis dan mudah. Bagi pemula dengan menggunakan *board* ini akan mudah mempelajari pengendalian dengan mikrokontroler, bagi desainer pengontrol menjadi lebih mudah dalam membuat prototipe ataupun implementasi. Demikian juga bagi para hobi yang mengembangkan mikrokontroler. Arduino dapat digunakan untuk mendeteksi lingkungan dengan menerima masukan dari berbagai sensor (misalnya : cahaya, suhu, inframerah, ultrasonik, tekanan) [5][7]. Berikut gambar Arduino Mega 2560.



Gambar 1. Arduino Mega 2560

## 2.3. Sensor DHT22

DHT22 adalah salah satu sensor suhu dan kelembaban yang juga dikenal sebagai sensor AM2302. Sensor ini hampir sama seperti DHT11 dan juga memiliki empat kaki. Sensor DHT22 ini memiliki beberapa kelebihan yaitu sebagai data hasil pengukuran sensor sudah berupa sinyal digital dengan konversi dan perhitungan dilakukan oleh MCU 8-bit. Sensor terkalibrasi secara akurat dengan kompensasi suhu di ruang penyesuaian dengan nilai koefisien kalibrasi tersimpan dalam memori OTP terpadu. Rentang hasil pengukuran suhu dan kelembaban sensor DHT22 lebih lebar. Sensor mampu mentransmisikan sinyal hasil pengukuran melewati kabel yang panjang hingga 20 meter, sehingga cocok untuk ditempatkan di mana saja. Jika menggunakan kabel yang panjang di atas 2 meter, sensor memerlukan buffer kapasitor  $0,33\mu\text{F}$  antara kaki tegangan sumber (Vs) dengan kaki ground (Ground). Kaki-kaki DHT22 dapat dilihat pada Gambar 2



Gambar 2. Konfigurasi Kaki DHT22

## 2.4. Sensor HC-SR04

Sensor ultrasonik adalah sensor yang bekerja atas dasar gelombang suara. Mula-mula, gelombang suara dipantulkan oleh suatu bagian pengirim yang dinamakan Trigger. Kemudian gelombang suara pantulan akan ditangkap oleh bagian penerima yang disebut Echo. Waktu yang diperlukan saat gelombang suara dikirim hingga diterima kembali dapat digunakan untuk

menghitung jarak antara pengirim objek yang memantulkan suara [6].



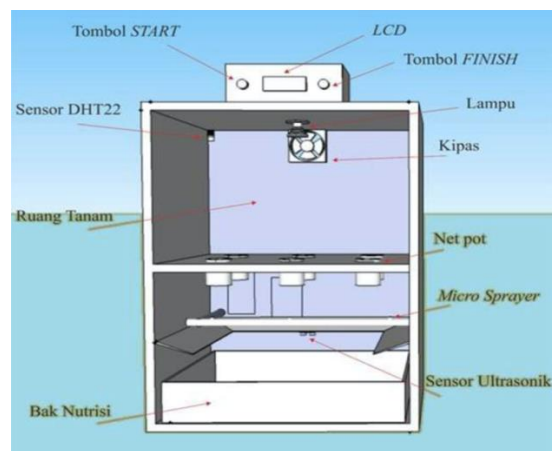
Gambar 3. HC-SR04

## 3. METODOLOGI

Penelitian ini merupakan jenis penelitian *experimental research* (penelitian percobaan). Subjek penelitian diberikan suatu perlakuan, kemudian dipelajari apa pengaruh perlakuan yang diberikan terhadap sistem dan subjek tersebut. Subjek penelitian merupakan tanaman aeroponik dan perlakuan yang diberikan yaitu pengontrolan suhu, kelembaban, pompa, dan lampu.

### 3.1. Rancangan Alat

Perancangan umum sistem dilakukan dengan menggambarkan rancangan perangkat keras sistem secara keseluruhan. Perancangan umum sistem terdapat pada Gambar 4, pada rancangan tersebut terdiri dari sebuah lemari yang berbentuk persegi yang memiliki tinggi 100cm, panjang kebelakang 50cm, dan lebar kesamping 70cm. Beberapa komponen seperti Arduino Mega, sensor DHT22, sensor HC-SR04, lampu grow LED, pompa, kipas, buzzer, LCD, dan relay. Bentuk rancangan alat dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Rancangan Arsitektur Alat

### 3.2. Perancangan Perangkat Keras

Perangkat keras dari sistem ini terdiri dari Sensor DHT22, RTC, Arduino Mega, HC-SR04, Relay, Pompa, LCD, Lampu LED, Buzzer, dan Kipas. Perancangan perangkat keras dari sistem ini dapat dilihat pada Gambar 5.

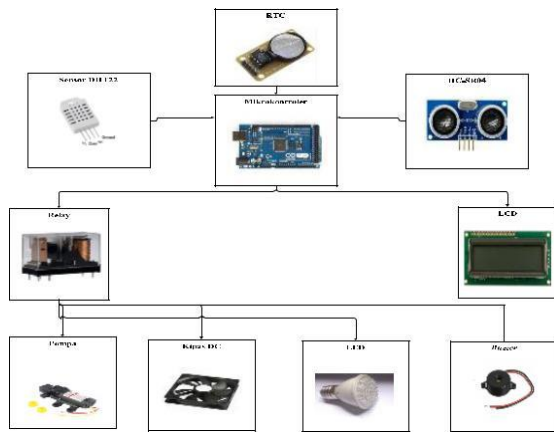
Gambar 5. Rancangan Perangkat Keras

Berdasarkan Gambar 5. masing-masing perangkat keras ini memiliki fungsi sebagai berikut :

#### 1. Sensor DHT22

Sensor DHT22 berfungsi untuk mendeteksi nilai suhu dan kelembaban yang ada di dalam ruang tanam.

<https://doi.org/10.25077/chipset.1.01.5-9.2020>



## 2. Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik berfungsi sebagai pendeteksi ketinggian cairan nutrisi yang tersisa pada bak penampung cairan nutrisi.

## 3. Arduino

Arduino berfungsi sebagai pusat pengolahan dan pengendalian sistem yang dibuat. Arduino akan diisi modul-modul program untuk melakukan pembacaan terhadap *input* yang masuk sampai perintah terpenuhi, dan memberikan instruksi-instruksi untuk mengaktifkan pin-pin *output*.

4. RTC yang digunakan dalam penelitian ini adalah RTC dengan IC *DS1302*. Penggunaan RTC pada sistem yang dirancang bertujuan untuk menginternalisasikan waktu secara *real time* layaknya jam pada kenyataan.

## 5. LCD

LCD berfungsi untuk menampilkan informasi yang diperoleh dari sensor, dan memberikan informasi apakah sistem sedang *running* atau *stop*.

## 6. Relay

Relay dapat mengaktifkan pompa, lampu led, dan kipas dc sesuai dengan kondisi yang telah ditentukan.

## 7. Pompa

Pompa berfungsi menyedot air dari dalam bak cairan nutrisi dan menyalurkannya ke *micro sprayer* agar cairan nutrisi berbentuk kabut dan dapat diserap oleh akar tanaman.

## 8. LED

Lampu penerangan diperlukan untuk memberikan penyinaran yang berfungsi untuk fotosintesis tanaman pada malam hari.

## 9. Kipas

Kipas ini berfungsi untuk membantu menjaga suhu komponen agar tetap terjaga pada suhu optimal.

## 10. Buzzer

Buzzer ini berfungsi sebagai notifikasi untuk bak nutrisi.

### 3.3. Rancangan Proses

Perancangan alat ini menggunakan RTC, sensor DHT22, dan sensor HC-SR04. RTC, sensor DHT22, dan sensor HC-SR04 mengirimkan inputan ke mikrokontroler. Mikrokontroler mengolah inputan dari RTC, sensor DHT22, dan sensor HC-SR04 untuk ditampilkan outputnya ke LCD. LCD berguna untuk mempermudah monitoring keadaan suhu dan kelembaban pada ruang tanam serta keadaan tinggi nutrisi pada bak nutrisi. Pewaktu atau RTC ini digunakan untuk mengontrol waktu berdasarkan kapan tanaman membutuhkan nutrisi sehingga tidak perlu mengontrol secara manual. Dimana, Timer yang dirancang

untuk waktu pemberian nutrisi diset untuk waktu aktif 30s dan untuk waktu mati 10 menit. Untuk berfotosintesisnya, pada siang hari memanfaatkan cahaya matahari dan pada malam harinya memanfaatkan cahaya matahari dan pada malam harinya memanfaatkan cahaya *grow led*. Lampu *grow led* yang mulai hidup pada jam 6 sore sampai jam 6 pagi. Sensor DHT22 sebagai pembaca kondisi suhu dan kelembaban udara pada tanaman yang dibudidayakan. Kipas akan hidup jika suhu  $>32$  derajat celsius atau kelembaban  $>78\%$  sampai suhu atau kelembaban tersebut kembali ke rangenya. Selain itu menggunakan sensor ultrasonik yang digunakan untuk mengetahui keadaan nutrisi yang tersisa pada bak nutrisi. Dimana, jika ketinggian bak nutrisi  $<5$  cm. Maka, *buzzer* akan hidup.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Implementasi Perangkat Keras

Implementasi perangkat keras terdiri dari sebuah lemari yang berbentuk persegi yang memiliki tinggi 100cm, panjang kebelakang 50cm, dan lebar kesamping 70cm. Beberapa komponen seperti Arduino Mega, sensor DHT22, sensor HC-SR04, lampu grow LED, pompa, kipas, buzzer, LCD, dan *relay*. Pada Gambar 6 dan 7 diperlihatkan hasil implementasi perangkat keras tampak depan, tampak belakang, dan tampak atas. Kesimpulan menyatakan hasil akhir penelitian. Kesimpulan ditulis dalam paragraf, bukan dalam urutan nomor.



Gambar 6. Tampak Depan



Gambar 7. Tampak Belakang

Pada Gambar 6. menampilkan implementasi perangkat keras tampak depan. Perangkat keras berupa LCD dan kotak komponen. Terdapat dua bagian pada lemari yaitu bagian ruang tanam dan bagian bak penampung nutrisi. Pada Gambar 7. menampilkan implementasi perangkat keras tampak belakang yang berupa pompa dc.

### 4.2. Pengujian Sensor Suhu DHT22

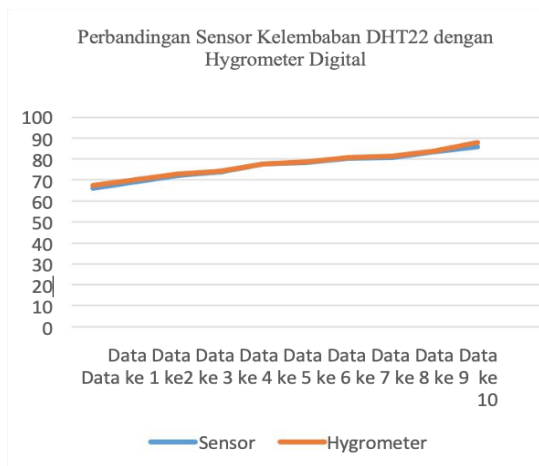
Pengujian sensor suhu DHT22 dilakukan untuk melihat respon dari sensor terhadap suhu, sehingga diperoleh besarnya suhu selama proses penanaman. Pengujian dilakukan dengan cara menghubungkan sensor ke mikrokontroler, sensor akan membaca nilai suhu ruang tanam selama proses penanaman. Pengujian ini bertujuan untuk melihat tingkat keakuratan pembacaan sensor suhu DHT22.

Implementasi perangkat keras terdiri dari sebuah lemari yang berbentuk persegi yang memiliki tinggi 100cm, panjang kebelakang 50cm, dan lebar kesamping 70cm. Beberapa komponen seperti Arduino Mega, sensor DHT22, sensor HC-SR04, lampu grow LED, pompa, kipas, buzzer, LCD, dan relay. Pada Gambar 6, dan 7 diperlihatkan hasil implementasi perangkat keras tampak depan, tampak belakang, dan tampak atas. Kesimpulan menyatakan hasil akhir penelitian. Kesimpulan ditulis dalam paragraf, bukan dalam urutan nomor. Selanjutnya didapat data pada sensor suhu DHT22 dan pada termometer digital. Kemudian membandingkan nilai suhu terbaca oleh sensor DHT22 dengan alat ukur besaran yaitu termometer digital. Dapat dilihat pada tabel 1 perbandingan pembacaan suhu menggunakan sensor DHT22 dengan termometer digital.

Tabel 1. Perbandingan Pembacaan Suhu Menggunakan Sensor DHT22 dengan Termometer Digital

Percobaan ke -	Sensor DHT22 (°C)	Termometer Digital (°C)	Selisih Pengukuran (°C)	Error (%)
1	22,6	23,9	1,3	5,43
2	24,0	24,7	0,7	2,83
3	25,9	26,0	0,1	0,38
4	27,4	28,8	1,4	4,86
5	28,3	29,1	0,8	2,74
6	29,6	29,8	0,2	0,67
7	30,6	31,6	1,0	3,16
8	31,9	32,3	0,4	1,23
9	32,7	33,6	0,9	2,67
10	33,2	33,7	0,5	1,48
	Rata-rata Pengukuran	Selisih	0,73 °C	
	Rata-rata Error		2,545 %	

Grafik pengukuran suhu menggunakan sensor DHT22 dan alat ukur *hygrometer* digital dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8 Perbandingan Sensor Kelembaban DHT22 dengan Hygrometer Digital

Pada grafik analisa diatas adalah pengujian sensor kelembaban DHT22 dengan *hygrometer* digital dalam mengukur kelembaban di ruang tanam yang menunjukkan perbedaan yang tidak terlalu jauh, dimana hasil pengujian dari kedua media ukur masih stabil dapat dilihat pada grafik dengan selisih yang tidak jauh bedanya, yakni dengan selisih paling tinggi 1,8 %.

Implementasi perangkat keras terdiri dari sebuah lemari yang berbentuk persegi yang memiliki tinggi 100cm, panjang

kebelakang 50cm, dan lebar kesamping 70cm. Beberapa komponen seperti Arduino Mega, sensor DHT22, sensor HC-SR04, lampu grow LED, pompa, kipas, buzzer, LCD, dan relay. Pada Gambar 6, dan 7 diperlihatkan hasil implementasi perangkat keras tampak depan, tampak belakang, dan tampak atas. Kesimpulan menyatakan hasil akhir penelitian. Kesimpulan ditulis dalam paragraf, bukan dalam urutan nomor. Selanjutnya didapat data pada sensor suhu DHT22 dan pada termometer digital. Kemudian membandingkan nilai suhu terbaca oleh sensor DHT22 dengan alat ukur besaran yaitu termometer digital. Dapat dilihat pada tabel 1 perbandingan pembacaan suhu menggunakan sensor DHT22 dengan termometer digital.

4.3. Pengujian *Microsprayer*

Pengujian ini dilakukan untuk melihat kemampuan *micro sprayer* dalam melakukan penyemprotan nutrisi agar tanaman mendapatkan nutrisi. Pengujian dilakukan dengan cara melihat kondisi busa setelah *micro sprayer* melakukan penyemprotan nutrisi, apakah dalam kondisi lembab atau kurang lembab. Jika dikeadaan lembab, maka akar sudah mendapatkan nutrisi. Jika dikeadaan kurang lembab, maka akar kurang mendapatkan nutrisi. Pengujian ini bertujuan untuk melihat apakah tanaman mendapatkan nutrisi atau tidak.

Tabel 2. Pengujian *Micro Sprayer*

Penyemprotan	Tanaman 1	Tanaman 2	Tanaman 3
0	lembab	lembab	Lembab
10	lembab	lembab	Lembab
20	lembab	lembab	Lembab
30	lembab	lembab	Lembab
40	lembab	lembab	Lembab
50	lembab	lembab	Lembab

Berdasarkan Tabel 2. Dapat dilihat bahwa dari 6 kali percobaan penyemprotan, kondisi busa tetap lembab. Hal tersebut menandakan bahwa akar tanaman selalu mendapatkan nutrisi.

4.4. Pengujian *HC-SR04*

Pengujian HC-SR04 dilakukan untuk melihat respon dari sensor terhadap ketinggian bak nutrisi, sehingga diperoleh besarnya tinggi bak nutrisi selama proses penanaman. Pengujian dilakukan dengan cara mengukur tinggi bak nutrisi dengan mistar selama proses penanaman. Pengujian ini bertujuan untuk melihat tingkat keakuratan pembacaan sensor jarak HC-SR04. Pengujian dilakukan dengan cara meletakkan alat ukur mistar didalam bak nutrisi. Pengujian dilakukan dengan cara membandingkan hasil pada sensor dengan mistar. Selanjutnya didapat data pada sensor HC-SR04 dan pada mistar.

Tabel 3 Perbandingan Pembacaan Tinggi Bak Nutrisi Menggunakan Sensor HC-SR04 dengan Mistar

Percobaan ke -	Sensor HC-SR04 ( Cm )	Mistar ( Cm )	Selisih Pengukuran ( Cm )	Error (%)
1	4	4,4	1,0	22,7
2	6	6,7	0,7	10,4
3	7	8,0	1,0	12,5
4	9	9,8	0,8	8,16
5	11	12,0	1,0	8,33
6	12	13,2	1,2	9,09
7	16	16,4	0,4	2,43
8	20	20,5	0,5	2,44

<b>9</b>	23	23,9	0,9	3,76
<b>10</b>	25	25,7	0,7	2,72
	Rata-rata Selisih		0,82 cm	
	Pengukuran			
	Rata-rata Error		8,253 %	

Kemudian membandingkan nilai tinggi bak nutrisi terbaca oleh sensor HC-SR04 dengan alat ukur yaitu mistar. Dapat dilihat pada Tabel 3 perbandingan pembacaan tinggi bak nutrisi menggunakan HC-SR04 dengan mistar.

#### 4.5. Pengujian Hasil Tinggi Tanaman

Berikut pada Gambar 9 grafik perbandingan tinggi tanaman secara sistem alat dengan sistem konvensional.



Gambar 9. Perbandingan Tinggi Tanaman Secara Sistem Alat dengan Sistem Konvensional

Didasarkan Gambar 9 menunjukkan alat yang digunakan untuk menanam sayuran sudah bekerja sesuai dengan yang diharapkan untuk membudidayakan tanaman. Alat 1 adalah sistem hidroponik tanpa menggunakan LED hanya penyemprotan saja. Alat 2 adalah sistem hidroponik dengan LED dan penyemprotan otomatis dan kipas. Alat 3 adalah sistem hidroponik dengan penyemprotan tanpa kipas. Sedangkan alat 4 disini adalah cara konvensional yang masih manual. Hal ini dibuktikan dengan adanya pertumbuhan disetiap harinya secara signifikan dan tanaman dapat hidup dari awal pemindahan hingga waktu panen yang telah ditentukan. Grafik dari gambar 9 datanya ambil setiap hari. Hasil tanaman tertinggi mencapai 22,4 cm dengan menggunakan alat, sedangkan hasil tanaman tertinggi saat ditanam dengan cara konvensional adalah 14 cm.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil pengujian kipas menunjukkan bahwa pengaruh kipas terhadap suhu kurang efisien, sedangkan pengaruh kipas terhadap kelembaban cukup efisien. Sistem telah dapat melakukan penyemprotan pada akar menggunakan *micro sprayer*, dengan keadaan pompa DC akan hidup secara berkala dan memanfaatkan RTC sebagai pewaktu dalam penyemprotan akar tanaman. Lampu grow LED dalam proses selama penanaman berguna, dimana lampu tersebut dapat merangsang pertumbuhan tinggi tanaman atau sebagai pengganti cahaya matahari dalam pertumbuhan tanaman. Hasil pengujian selama 7 hari menggunakan lampu grow led tinggi rata-rata tertingginya 0,67 cm. Sedangkan hasil pengujian tidak menggunakan lampu grow led tinggi rata-rata tertingginya 0,33 cm. Berdasarkan pengujian sistem keseluruhan didapatkan tinggi tanaman tertinggi dengan menggunakan sistem alat sebesar 22,4 cm. Sedangkan tinggi tanaman tertinggi dengan menggunakan sistem konvensional sebesar 14 cm. Hasil Pengujian yang telah dilakukan dalam penelitian ini menunjukkan belum bekerja secara optimal, hal ini disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya yaitu : Faktor Cuaca, Suhu Udara, Kelembaban Udara, Faktor Cahaya

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agustina, Lily. 2011. Budidaya Sayuran Organik. Jurnal Universitas Brawijaya Malang.
- [2] Prawoto, Benny. 2012. Pengelolaan Proses Produksi dan Pasca Panen Selada Secara Aeroponik dan Hidroponik Deep Flow Technique. Jurnal Institut Pertanian Bogor.
- [3] Aditiya, M, Y, E., Hari, W. 2013. Sistem Pengamatan Suhu dan Kelembaban Rumah Berbasis Mikrokontroler Atmega8. Jurnal Teknik Elektro.
- [4] Sutiyo, Y. 2003. Aeroponik: Sayuran Budi Daya Dengan Sistem Pengabutan. Jakarta: Penebar Swadaya.
- [5] Saputra, Agus. 2012. Sistem Informasi Nilai Akademik untuk panduan skripsi, Elexmedia Komputindo.
- [6] Kadir, Abdul. 2015. Buku Pintar Pemrograman Arduino. Media Kom: Yogyakarta.
- [7] Andesta, D., & Ferdian, R. (2018, September 29). Sistem Keamanan Sepeda Motor Berbasis Mikrokontroler dan Modul GSM. JITCE (Journal of Information Technology and Computer Engineering), 2(02), 51-63. <https://doi.org/https://doi.org/10.25077/jitce.2.02.51-63.2018>.
- [8] Badidi, J., Asri, E., & Aisuwarya, R. (2018, March 29). Rancang Bangun Robot Tank Otomatik Pendeteksi Halangan dengan Kendali Fuzzy Logic. JITCE (Journal of Information Technology and Computer Engineering), 2(01), 7-18. <https://doi.org/https://doi.org/10.25077/jitce.2.01.7-18.2018>.