

KONTROL DAN MONITORING BUDIDAYA SAYURAN DENGAN METODE AEROPONIK BERBASIS MIKROKONTROLER

Control and Monitoring Aeroponic on A Vegetable Plant Cultivation Based on Microcontroller

Adiopratama Faisal W¹, Asep Mulyana, S.T., M.T.², Aris Hartaman, S.T., M.T.³

^{1,2,3} Prodi D3 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Ilmu Terapan, Universitas Telkom

¹falldownemperor@gmail.com,

²asepmulyana@tass.telkomuniversity, ³arishartaman@tass.telkomuniversity

Abstrak

Aeroponik merupakan sistem budidaya tanaman yang menggunakan media udara sehingga bagi penggemar sayuran yang tidak memungkinkan penggunaan media tanah maupun air (hidroponik) merupakan jawaban yang tepat karena nutrisi sebagai pengganti unsur hara tanah terbuat dari bahan organik yang penggunaannya dilakukan dengan sistem pengabutan. Seperti halnya dalam budidaya yang lain, pada sistem aeroponik juga memerlukan persyaratan faktor lingkungan tertentu yaitu temperatur, kelembaban, kadar ph dan ketersediaan nutrisi.

Pada Proyek Akhir ini dibuat suatu alat untuk melakukan monitoring faktor lingkungan tersebut sekaligus melakukan pengendalian jika faktor lingkungan berada di luar batas-batas persyaratan sistem akan mengembalikan ke dalam batas-batas faktor lingkungan secara otomatis. Sistem ini menggunakan sensor DHT11 untuk memonitor temperatur dan kelembaban, sensor ph digital, dan sensor ketinggian permukaan (ketersediaan) larutan nutrisi. Sedangkan sebagai kendali utama menggunakan arduino. Mega2560, yang dilengkapi dengan modul WiFi esp8266 untuk mengirimkan data hasil monitoring maupun notifikasi ke smart phone yang sudah terinstal aplikasi monitoring di atas platform *Blynk*. Sebagai backup, untuk monitoring sistem dilengkapi pula dengan LCD 16 x 2.

Dari hasil pengujian yang dilakukan secara fungsional, sistem mampu melakukan monitoring dan pengendalian secara otomatis sesuai yang direncanakan. Adapun akurasi hasil pengukuran faktor lingkungan : temperatur 99,65%, kelembaban 91,3%, kadar ph 98,4%, dan ketinggian larutan nutrisi 94,98%.

Kata Kunci : Aeroponik, Sistem kontrol dan Monitoring, Sawi,Blynk

Abstract

Aeroponics is a future agricultural system, this is because the process of planting can be done anywhere without using a large area. For an organic vegetables enthusiast, planting a vegetable plant using the aeroponic method is the right answer because nutrition that used to substitute the nutrient from soil does not contain organic ingredients. In addition, a clean environment and sterile planting media is a guarantee to not use any pesticides. The average planting time that required for plant in the aeroponic method takes 3 weeks due to the requirements of the environmental factors of each vegetable planted by the aeroponic method.

In this Final Project will make a device that is integrated with microcontroller Mega2560, which can do the process of observing and controlling of environmental factors that determine the final result of the vegetable plant that being planted on the aeroponic method. The process of designing a tool will use 3 types of sensors for the process of observing the humidity level, temperature, pH level of nutrient solution, and the height of the nutrient solution in the storage tank. The results of the observation process will be displayed into a monitoring application that built on a mobile application called Blynk to facilitate the observation process. If there is an incorrect value that are not in the range of values that listed in environmental factors, then the control process can adjust the value by components that have been adjusted to the form of control.

From the results of the tests conducted, it was pointed out that the device that have been built could do observations process on environmental factors with a total accuracy of the sensor readings of around 96.09%. The results of the appearance of the data on the LCD and the observation application built on the Blynk platform have no different readings. The control process carried out can maintain the requirements of environmental factors according to the existing range. The planting time is only takes 2 weeks from the seeds until plants ready to harvest.

Key Word : Aeroponic, Control and Monitoring Process, and Blynk

1. Pendahuluan

Saat ini tren urban farming sedang meningkat beberapa tahun belakangan ini. Tren ini muncul atas pertanyaan akan bagaimana melakukan aktivitas pertanian di perkotaan dengan memanfaatkan lahan yang sempit. Tentunya dengan memanfaatkan teknologi pertanian yang tepat disesuaikan dengan suhu lingkungan dan komoditas yang ingin dikembangkan. Salah satu, jenis penerapan urban farming merupakan aeroponik.

Aeroponik merupakan salah satu jenis modifikasi hasil dari metode hidroponik. Aeroponik dapat diartikan bercocok tanam di udara. Pada sistem ini, akar tanaman yang tumbuh tegak dibiarkan menggantung. Sehingga, nutrisi diberikan dengan cara disemprotkan langsung ke arah akar tanaman[6]. Untuk proses penyemprotan nutrisinya membutuhkan pompa bertekanan tinggi[6]. Oleh karena itu, tanaman yang ditumbuhkan dengan aeroponik dapat tumbuh lebih cepat dibanding hidroponik biasa karena aerasi yang ideal ini[8]. Persyaratan pada sistem aeroponik di dasarkan pada persyaratan dari jenis tanaman yang akan di tanam. Pada Proyek Akhir ini, tanaman yang akan di tanam adalah sayuran sawi. Sawi yang memiliki nama latin *Brassica sinensis L.* merupakan salah satu jenis sayuran yang umum di jajakan di pasar[7]. Pada proses pertumbuhannya sawi memiliki memiliki persyaratan khusus berdasar faktor lingkungan seperti tingkat suhu udara berkisar antara 16 – 30°C dan nilai kelembaban berkisar antara 80 – 90 %, dan kadar pH sebesar 6,0 -7,0[7].

Faktor dari kadar pH, nilai kelembaban, dan tingkat suhu udara sangat mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Proses pengamatan dan pengendalian faktor tersebut yang umum dilakukan masih memiliki kekurangan seperti waktu pengamatan yang tidak berkala, dan telatnya waktu pengamatan dan pengendalian sehingga nilai dari faktor tersebut telah berada diatas maupun dibawah nilai rentang faktor. Hal ini dapat menyebabkan hasil panen yang kurang memuaskan. Oleh karena itu, pada proyek akhir ini akan dirancang suatu alat yang dapat melakukan proses kontrol dan monitoring pada faktor lingkungan dari budidaya sayuran sawi pada metode aeroponik yang akan melakukan pengamatan secara berkala dan melakukan pengendalian jika terjadi perubahan nilai yang tidak sesuai dengan rentang nilai dari faktor pertumbuhan budidaya sayuran.

2. Dasar Teori

2.1 Aeroponik

Aeroponik berasal dari kata aero yang berarti udara dan ponus yang berarti daya. Sehingga, aeroponik dapat diartikan sebagai bercocok tanam di udara[1]. Aeroponik pertama kali dikembangkan oleh Dr. Franco Massantini di University of Pia, Italia[5]. Di Indonesia, perintis aeroponik secara komersial adalah Amazing Farm pada tahun 1998 di Lembang (Bandung)[5]. Sistem aeroponik merupakan langkah yang tepat dalam pembudidayaan tanaman sebab dari teknik ini tanaman akan mendapat dua hal yaitu nutrisi serta oksigen secara bersamaan[2]. Aeroponik sendiri merupakan suatu bentuk dari hasil modifikasi hidroponik terbaru. Teknik ini menempatkan akar

sedemikian rupa sehingga akar tampak menggantung[9].

Cara pemberian nutrisi pada metode aeroponik sendiri adalah dengan menyemprotkan butiran air yang telah bercampur dengan nutrisi cair yang disemprot menggunakan pompa bertekanan tinggi dan beberapa set nozzle pengkabutan atau sprinkler agar butiran yang dihasilkan bisa sangat halus atau dalam bentuk kabut. Penggunaan sprinkler juga dapat menjamin ketepatan waktu penyiraman, jumlah air dan dapat menciptakan uap air di udara sekeliling tanaman serta memberikan lapisan air pada akar, sehingga menurunkan suhu sekitar daun dan mengurangi evapotranspirasi [4]. Dengan demikian, proses respirasi pada akar dapat berlangsung lancar dan menghasilkan banyak energi yang berguna. Selain itu, pengelolaan yang terampil akan menghasilkan produksi yang dapat memenuhi kualitas, kuantitas, dan kontinuitas[4].

2.2 Keuntungan dan Kerugian Metode Aeroponik

Berikut merupakan penjelasan terkait keuntungan dan kerugian dari metode cocok tanam aeroponik

1. Keuntungan

- Tidak perlu lahan yang luas
- Banyak oksigen

Hal ini dikarenakan akar tanaman yang menggantung di udara sehingga sistem aeroponik cenderung lebih banyak menerima oksigen[2].

- Mengurangi Pathogen Berbahaya

Budidaya tanaman dengan metode aeroponik dapat mengurangi pertumbuhan pathogen berbahaya pada tanaman dikarenakan jarak antar tanaman agak berjauhan dan akar

yang tidak tergenangi oleh air sehingga pertumbuhan pathogen berbahaya dapat diminimalisir[2].

- Tidak Menggunakan Tanah
- Ramah Lingkungan

Sifat dari metode aeroponik yang menggunakan sedikit air sehingga dapat disimpulkan bahwa sistem cocok tanam dengan metode aeroponik sangat ramah lingkungan[2].

Kerugian

Hal yang menjadi kerugian dari sistem aeroponik adalah pola penyemprotan pemberian nutrisi yang tidak terkontrol. Oleh karena itu, penggunaan timer sebagai alat untuk pengontrolan waktu hidup dan mati dari sistem distribusi larutan nutrisi dapat menjadi sebagai sebuah solusi.

2.3 Sawi

Sawi atau (*Brassica sinensis L.*) masih memiliki hubungan famili dengan kubis, brokoli, dan lobak yakni *Famili Cruciferae*. Dikarenakan masih memiliki jenis famili yang sama maka sifat morfologis dari tanamannya hampir sama, terutama pada sistem perakaran, struktur batang, bunga, buah, maupun bijinya. Pada proses pertumbuhan dari sayuran sawi faktor lingkungan menjadi faktor dasar pertumbuhan. Faktor lingkungan yang di maksud adalah beberapa hal seperti rentang suhu udara berkisar antara 16 – 30°C, tingkat kelembaban berkisar antara 80 – 90%, dan rentang kadar pH rentang kadar pH sebesar 6,0 – 7,0[7].

2.3 Faktor Lingkungan Terhadap Pertumbuhan Sayuran

Pertumbuhan dan perkembangan sayuran tidak terlepas dari pengaruh faktor lingkungan yang meliputi kondisi iklim.

Setiap jenis sayuran menghendaki keadaan lingkungan yang sesuai untuk pertumbuhannya[20]. Diantara faktor lingkungan yang menjadi dasar pertumbuhan sayuran adalah faktor iklim dan faktor air dalam metode aeroponik faktor air berubah menjadi faktor larutan nutrisi.

A. Faktor Iklim

Temperatur

Setiap tanaman menghendaki suhu yang berbeda – beda untuk memperoleh pertumbuhan dan produksi yang optimum[21]. Efek dari suhu udara yang tidak sesuai dengan permintaan dari tanaman akan mengakibatkan hasil panen yang tidak optimal. Pada budidaya sayuran sawi dengan permintaan suhu udara berkisar antara 16 - 30°C[7]. Jika temperatur dibawah 16°C maka kemungkinan besar tanaman akan kekurangan unsur fosfor dikarenakan terhambatnya proses penyerapan larutan nutrisi oleh akar atau jika temperatur diatas 30°C saja tanaman akan cenderung lebih cepat stress.

Kelembaban

Faktor lingkungan kedua yang menjadi penunjang dalam pertumbuhan sayuran adalah kelembaban. Umumnya untuk tanaman sayuran memerlukan kelembaban sekitar 80%[21]. Pada budidaya sayuran sawi dengan permintaan tingkat kelembaban berkisar antara 80 – 90 % [7]. Jika tingkat kelembaban dibawah 80% akan menyebabkan tanaman cepat layu dikarenakan proses transpirasi lebih

cepat terjadi sedangkan bila kelembaban berada diatas 90% maka proses evaporasi akan terhambat sehingga akar tanaman mengalami penurunan daya isap air dan larutan nutrisi. Hal ini menyebabkan akar tanaman rawan terkena pembusukan.

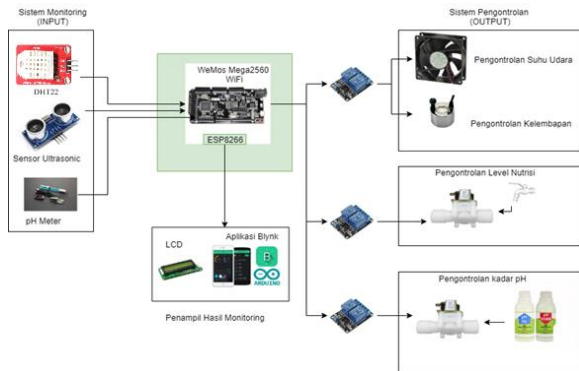
B. Faktor Larutan Nutrisi

Kadar pH Larutan Nutrisi

Jenis sayuran sawi memerlukan kadar pH dari larutan nutrisi berkisar antara 6,0 – 7,0[7]. Jika kadar pH dibawa 6,0 maka akan menyebabkan larutan nutrisi menjadi asam sehingga mengurangi ketersediaan asam fosfat, kalsium dan magnesium. dan jika kadar pH diatas 7,0 maka menyebabkan larutan nutrisi menjadi basa sehingga mengurangi ketersediaan zat besi, mangan, tembaga, zinc, dan boron.

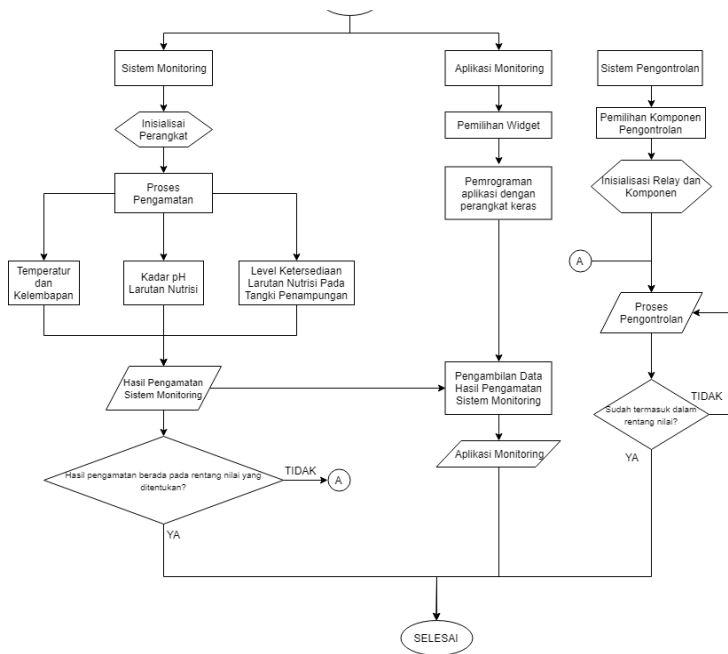
3. Perancangan Sistem

3.1 Gambaran Umum Sistem



Gambar 3. 1 Blok Diagram Sistem

3.2 Flowchart Perancangan Sistem



Gambar 3. 2 Flowchart Sistem

Berdasarkan Gambar 3.2 telah dilakukan perancangan dengan tahap – tahap sebagai berikut :

1. Pembuatan Sistem Monitoring

Dalam melakukan pembuatan sistem monitoring ada beberapa tahap yang dilakukan yaitu sebagai berikut :

A. Inisialisasi Perangkat

Tahap pertama dalam proses pembuatan sistem *monitoring* dilakukan proses inisialisasi perangkat yang akan digunakan pada sistem *monitoring*.

B. Proses Pengamatan

Pada tahap ini semua sensor yang digunakan akan bekerja dan melakukan proses pengamatan sesuai dengan perintah dari program yang ada pada sistem.

2. Pembuatan Aplikasi Monitoring

Langkah pengambilan data hasil pengamatan oleh sistem monitoring merupakan bagian dari proses sinkronisasi. Setelah aplikasi dan perangkat keras dapat terhubung. Maka dilakukan proses pengambilan data hasil pengamatan yang nantinya akan ditampilkan pada aplikasi.

3. Pembuatan Sistem Kontrol

Sistem pengontrolan seperti yang terlihat pada Gambar 3.2 akan bekerja jika nilai dari hasil pengamatan tidak berada dalam rentang nilai yang ditentukan. Dibawah ini merupakan penjelasan dari bagian yang ada pada sistem pengontrolan

A. Pemilihan Komponen Pengontrolan

Tahap pertama dalam proses pembuatan sistem kontrol dilakukan proses pemilihan komponen pengontrolan yang disesuaikan dengan langkah pengontrolan yang ideal sehingga menghasilkan proses pengontrolan yang optimal dan efisien .

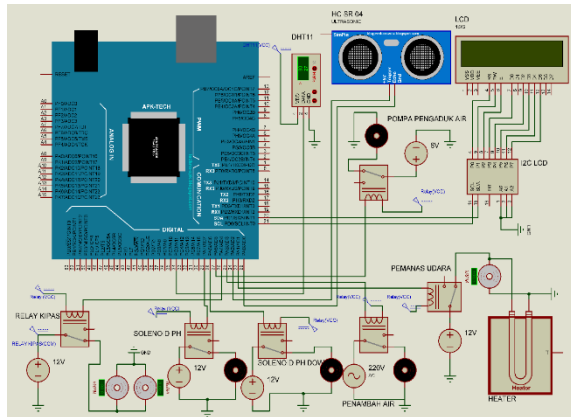
B. Inisialisasi Relay dan Komponen

Setelah komponen telah ditentukan. Langkah selanjutnya adalah menghubungkan tiap komponen tersebut ke relay agar dapat dikontrol oleh mikrokontroler. Untuk langkah inisialisasi disini merupakan proses pengecekan apakah masing masing relay dan komponen pengontrolan telah terhubung dengan mikrokontroler.

C. Proses Pengontrolan

Langkah terakhir dan sekaligus merupakan hasil dari proses pengontrolan adalah bahwa pada sistem yang akan dirancang telah terdapat suatu sistem yang dapat mengontrol jika terjadi ketidaksesuaian nilai dari hasil pengamatan sistem monitoring diluar dari rentang nilai yang telah ditentukan dalam program.

3.3 Perancangan Rangkaian Sistem



Gambar 3. 3 Desain Rangkaian Sistem

Hasil desain rangkaian sistem pada Gambar 3.3 menunjukkan komponen yang terkoneksi dengan mikrokontroler Mega2560. Isi dari perancangan rangkaian sistem merupakan komponen yang digunakan serta bentuk dari catuan daya. Sensor yang digunakan antara lain DHT22 yang terhubung dengan pin 32 dimana hasil output datanya akan dikirim ke mikrokontroler dan jika terjadi ketidak sesuai hasil bacaan dengan nilai setpoint yang ada pada program maka mikrokontroler akan memerintahkan relay untuk menggerakkan Kipas jika temperatur terlalu panas dan memerintahkan relay untuk menggerakkan heater jika temperatur terlalu dingin. Untuk pengamatan pada ketinggian larutan nutrisi menggunakan sensor ultrasonic HC – SR04 yang terhubung dengan mikrokontroler pada pin 22 untuk pin Trigger dan pin 24 untuk pin Echo, jika terjadi ketidaksesuaian hasil dengan nilai setpoint pada program maka mikrokontroler akan memerintahkan relay bekerja dan menggerakkan elemen solenoid untuk terbuka dan menambahkan air. LCD disini digunakan untuk menampilkan hasil informasi dari bacaan sensor untuk meringkas penggunaan kabel jumper maka digunakan modul I2C dengan tipe PCF8574 sehingga modul ini hanya menggunakan pin

SDA dan SCL pada mikrokontroler Mega2560.

3.4 Spesifikasi Sistem

Spesifikasi dari sistem pada Proyek Akhir ini adalah sebagai berikut :

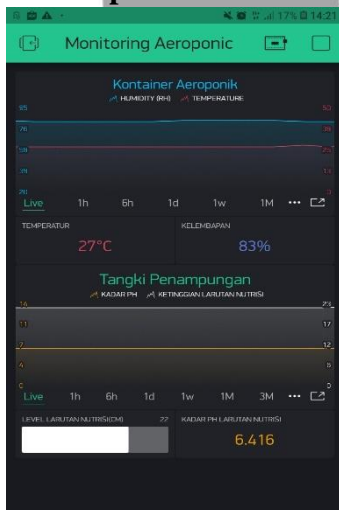
1. Nilai temperatur suhu udara yang dapat dibaca oleh sistem berkisar antara $-40 - 80^{\circ}\text{C}$.
2. Nilai kelembaban yang dapat dibaca oleh sistem berkisar antar $0 - 100\%$
3. Nilai kadar pH yang dapat dibaca oleh sistem berkisar antara $0 - 14$.
4. Pengukuran ketinggian larutan nutrisi yang dapat di ukur oleh sistem berkisar antara $0 - 25$ cm.
5. Relay sebagai aktuator akan bekerja jika hasil pembacaan nilai temperatur,kelembaban, kadar pH, dan ketinggian larutan nutrisi pada tangki penampungan berada diluar batas yang ditentukan. Batas yang dimaksud adalah :
 - a. Temperatur : $\leq 16^{\circ}\text{C}$ dan $\geq 30^{\circ}\text{C}$
 - b. Kelembaban : $\leq 80\%$ dan $\geq 90\%$
 - c. Kadar pH : $\leq 6,0$ dan $\geq 7,0$
 - d. Ketinggian Larutan Nutrisi: ≤ 18 cm
6. Jika temperatur bernilai $\leq 16^{\circ}\text{C}$ sistem akan mengaktifkan pemanas atau heater dan apabila tempertur bernilai $\geq 30^{\circ}\text{C}$ maka sistem akan mengaktifkan fan.
7. Jika kelembaban bernilai $\leq 80\%$ sistem akan mengaktifkan mist maker dan apabila kelembaban bernilai $\geq 90\%$ maka sistem akan mengaktifkan heater.
8. Jika kadar pH bernilai $\leq 6,0$ maka sistem akan mengaktifkan solenoid yang ada pada botol larutan basa

KOH untuk menaikkan kadar pH apabila kadar pH bernilai $\geq 7,0$ maka sistem akan mengaktifkan *solenoid* yang ada pada botol larutan Asam Fosfat untuk menurunkan kadar pH.

9. Jika ketinggian larutan nutrisi berada dibawah 18cm maka sistem akan mengaktifkan *solenoid* yang terhubung dengan kran air untuk menambah air sehingga ketinggian larutan nutrisi pada tangki penampungan naik.
10. Proses pengaturan dasar kerja sistem diatur oleh mikrokontroler WeMos Mega2560 yang telah di masukan program yang dibuat pada aplikasi Arduino IDE.
11. Aplikasi monitoring yang dibangun diatas platform aplikasi IOT berbasis *mobile* bernama *Blynk*. Aplikasi monitoring akan menampilkan data hasil bacaan sistem monitoring

4. Hasil dan Pengujian

4.1 Realisasi Aplikasi Monitoring



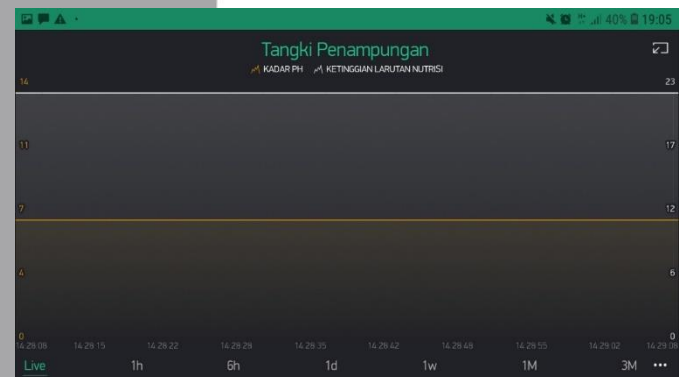
Gambar 4. 1 Hasil Realisasi Aplikasi Monitoring

Hasil aplikasi monitoring pada Gambar 4.1 menampilkan informasi dari tingkat temperatur, kelembaban pada kontainer aeroponik dan ketinggian

larutan nutrisi, kadar pH larutan nutrisi pada tangki penampungan larutan nutrisi. Semua informasi tersebut berasal dari data hasil sistem monitoring yang sebelumnya telah di kirimkan oleh ESP8266 ke *Blynk*. Selain menampilkan informasi terdapat juga widget grafik yang berguna untuk menampilkan hasil data dalam rentang waktu yang bervariasi ditunjukkan pada Gambar 4.2 dan Gambar 4.3



Gambar 4. 2 Grafik Kontainer Aeroponik



Gambar 4.3 Grafik Tangki Penampungan

4.2 Pengujian Waktu Koneksi Pengiriman Data

Dalam proses pengiriman data hasil sistem monitoring ke aplikasi monitoring membutuhkan koneksi internet, bentuk koneksi internet yang dipergunakan adalah koneksi internet yang berasal dari tethering handphone. Jenis jaringan seluler yang digunakan adalah jaringan HSDPA. Berikut merupakan hasil dari pengujian koneksi yang telah dilakukan

Tabel 4.1 Delay Pengiriman Data

No	Delay Wi-Fi Thetering
1	23,39s
2	18,58s
3	22,77s
4	24,02s
5	22,58s
6	19,24s
7	23,58s
8	21,87s
9	23,47s
10	19,92s
Rata – rata Delay (Detik)	21,94

Dari hasil pengujian waktu koneksi pengiriman data yang ada pada tabel 4.2 didapat bahwa penggunaan Wi-Fi thetering Handphone dengan jaringan HSDPA didapat rata rata delay sebesar 21,94 detik yang dilakukan pada 10 kali percobaan.

4.3 Pengujian Sensor Monitoring
4.3.1 Pengujian Sensor pH

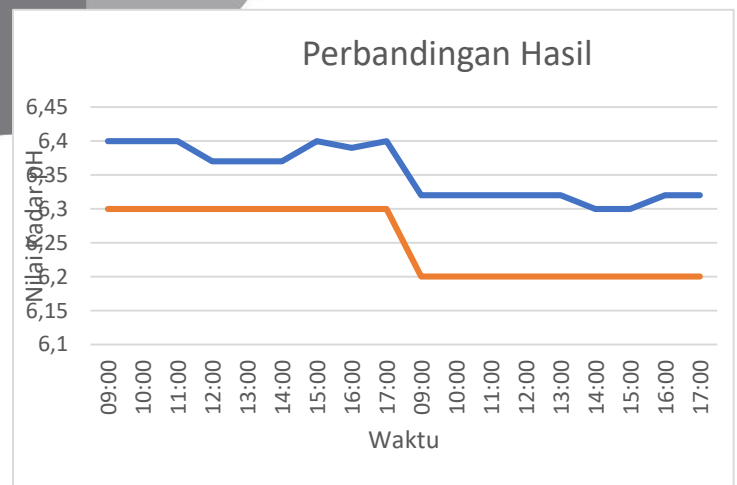
Pada pengujian sensor pH dilakukan dengan membandingkan hasil bacaan nilai sensor pH dengan pH meter. Proses pengujian dilakukan dalam selama selama 2 hari dengan rentang waktu 9 jam per harinya. Pengujian pada sensor pH di lakukan untuk menentukan tingkat kesalahan atau error dari pengukuran sensor yang dibandingkan dengan alat ukur lain. Dibawah berikut merupakan hasil pengujian yang telah dilakukan.

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Sensor pH

No	Waktu	Nilai Sensor pH	Nilai pH Meter
1	09:00 Hari Ke-1	6,40	6,3
2	10:00 Hari Ke-1	6,40	6,3
3	11:00 Hari Ke-1	6,40	6,3

4	12:00 Hari Ke-1	6,37	6,3
5	13:00 Hari Ke-1	6,37	6,3
6	14:00 Hari Ke-1	6,37	6,3
7	15:00 Hari Ke-1	6,40	6,3
8	16:00 Hari Ke-1	6,39	6,3
9	17:00 Hari Ke-1	6,40	6,3
10	09:00 Hari Ke-2	6,32	6,2
11	10:00 Hari Ke-2	6,32	6,2
12	11:00 Hari Ke-2	6,32	6,2
13	12:00 Hari Ke-2	6,32	6,2
14	13:00 Hari Ke-2	6,32	6,2
15	14:00 Hari Ke-2	6,30	6,2
16	15:00 Hari Ke-2	6,30	6,2
17	16:00 Hari Ke-2	6,32	6,2
18	17:00 Hari Ke-2	6,32	6,2

Gambar 4.4 Grafik Hasil Pengujian Sensor pH



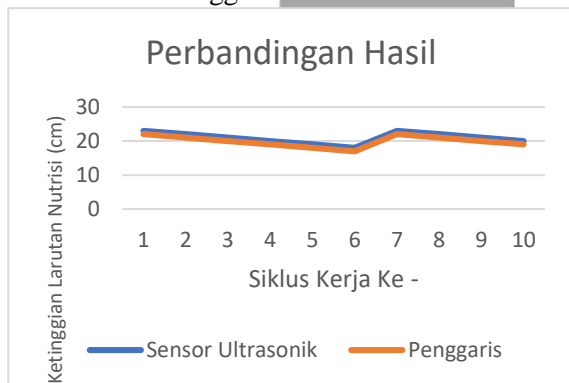
4.3.2 Pengujian Sensor Ketinggian Larutan Nutrisi

Dalam pengujian keakuratan pengukuran ketinggian larutan nutrisi, hasil pengukuran oleh sensor ultrasonic di bandingkan dengan alat ukur manual yaitu penggaris. Proses pengujian dilakukan berdasarkan perubahan nilai bacaan sensor ultrasonik dengan jumlah sample sebanyak 10x perubahan bacaan sensor. Pengujian ini berguna untuk menentukan seberapa besar penyimpangan nilai pengukuran sensor dengan alat ukur manual.

Tabel 4.3 Pengujian pengukuran Sensor Ultrasonik

No	Sensor Ultrasonik	Penggaris
1	23cm	22cm
2	22cm	21cm
3	21cm	20cm
4	20cm	19cm
5	19cm	18cm
6	18cm	17cm
7	23cm	22cm
8	22cm	21cm
9	21cm	20cm
10	20cm	19cm

Gambar 4.5 Grafik Hasil Pengujian Sensor Ketinggian Larutan Nutrisi



4.3.1 Pengujian Sensor Temperatur dan Kelembaban

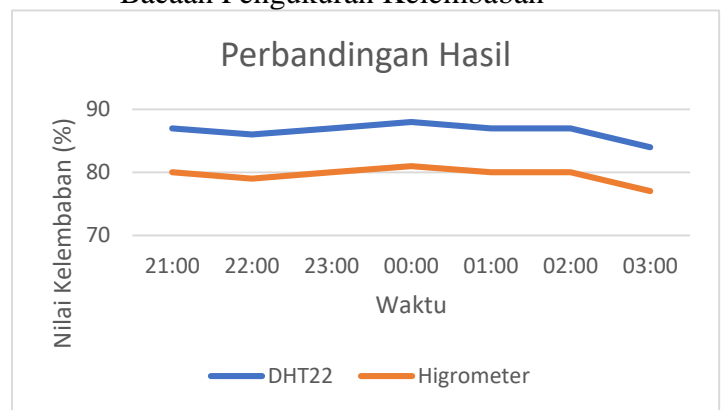
Dalam pengujian keakuratan nilai kelembaban dan suhu udara, hasil pengukuran oleh sensor DHT22 di bandingkan dengan alat ukur analog bernama

higrometer. Alat ukur hygrometer merupakan alat yang dapat melakukan pengukuran kelembaban dan temperatur. Proses pengujian dilakukan dalam rentang waktu selama 7 jam. Pengujian ini berguna untuk menentukan besaran penyimpangan nilai pengukuran sensor dengan alat ukur higrometer.

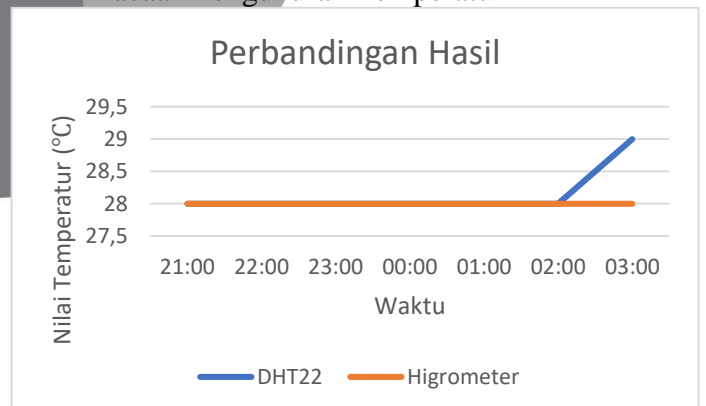
Tabel 4.4 Perbandingan Sensor DHT 22 Dengan Higrometer

No	Waktu	DHT 22		Higrometer	
		Kelembaban	Temperatur	Kelembaban	Temperatur
1	21:00	87%	28°C	80%	28°C
2	22:00	86%	28°C	79%	28°C
3	23:00	87%	28°C	80%	28°C
4	00:00	88%	28°C	81%	28°C
5	01:00	87%	28°C	80%	28°C
6	02:00	87%	28°C	80%	28°C
7	03:00	84%	29°C	77%	28°C

Gambar 4.6 Grafik Perbandingan Hasil Bacaan Pengukuran Kelembaban



Gambar 4.7 Grafik Perbandingan Hasil Bacaan Pengukuran Temperatur



5. Kesimpulan Dan Saran

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan analisis dapat disimpulkan :

1. Sistem yang dibuat dapat mengamati dan melakukan pengendalian dari kadar pH larutan nutrisi, tingkat kelembaban dan suhu udara, dan ketersediaan larutan nutrisi pada tangki penampungan secara berkala.
2. Aplikasi monitoring yang dibangun dapat mempermudah proses pengamatan dimanapun dan kapanpun. Karena dapat diakses melalui *handphone*.
3. Hasil pengujian penampilan data pada aplikasi *monitoring* yang dibangun diatas *platform Blynk* menampilkan hasil yang sama dengan apa yang ditampilkan pada LCD.
4. Waktu yang dibutuhkan untuk mengirim data hasil sistem *monitoring* kepada aplikasi *monitoring* menggunakan *Wi-Fi Thetering* didapat rata rata hasil sebesar 21,94 detik
5. Hasil pengukuran sensor pH menunjukkan bahwa sensor bekerja dengan benar dan efisien, karena nilai *error* yang didapat adalah 1,6% dengan tingkat keakuratan sebesar 98,4%. Pengukuran ini didapat dengan membandingkan hasil pengukuran oleh sensor pH dengan alat ukur pH meter.
6. Hasil pengukuran sensor temperatur menunjukkan bahwa sensor bekerja dengan benar dan efisien, karena nilai *error* yang didapat adalah 0,35% dengan tingkat keakuratan sebesar 99,65%. Pengukuran ini didapat dengan membandingkan hasil pengukuran oleh sensor DHT22 dengan alat ukur higrometer.
7. Hasil pengukuran sensor kelembaban menunjukkan bahwa sensor bekerja dengan benar dan efisien, karena nilai *error* yang didapat adalah 8,70% dengan tingkat keakuratan sebesar 91,3%. Pengukuran ini didapat dengan membandingkan hasil pengukuran oleh sensor DHT22 dengan alat ukur hygrometer.
8. Hasil pengukuran ketinggian larutan nutrisi pada tangki penampungan menunjukkan bahwa sensor bekerja dengan benar dan efisien, karena nilai *error* yang didapat adalah

5,02% dengan tingkat keakuratan sebesar 94,98%. Pengukuran ini didapat dengan membandingkan hasil pengukuran oleh sensor ultrasonik dengan alat ukur penggaris.

9. Hasil pengujian sistem pengontrolan temperatur menunjukkan *fan* lebih banyak aktif dibandingkan dengan *heater* karena temperatur selalu berada pada kondisi $>28^{\circ}\text{C}$.
10. Hasil pengujian sistem pengontrolan kelembaban menunjukkan *heater* dan *blower* aktif saat kelembaban $> 85\%$ dan *mist maker* aktif saat kelembaban $< 85\%$.
11. Hasil pengujian sistem pengontrolan ketinggian larutan nutrisi menunjukkan *solenoid* mengalirkan air saat ketinggian larutan nutrisi $< 18\text{cm}$ hingga mencapai 23cm.
12. Hasil pengujian sistem pengontrolan kadar pH larutan nutrisi menunjukkan *solenoid* naik kadar pH lebih sering aktif dibanding *solenoid* turun kadar pH karena kadar pH yang terbaca tidak pernah $>7,0$

5.2 Saran

Berikut adalah saran pengembangan dari Proyek Akhir ini :

1. Proses pengontrolan yang dijalankan baiknya ditambahkan proses pengontrolan secara manual agar rentang nilai *setpoint* tidak disesuaikan dengan satu jenis sayuran saja.
2. Pengontrolan tingkat temperatur dapat ditambahkan suatu elemen pendingin agar nilai temperatur dapat mencapai dibawah 25°C .
3. Aplikasi monitoring dapat ditingkatkan fungsionalitasnya seperti melakukan pengontrolan melalui aplikasi, menambahkan fitur peringatan jika terjadi ketidaksesuaian rentang nilai.

Daftar Pustaka

- [1] Hendra, Heru Agus., *Bertanam Sayuran Hidroponik ala Paktani Hydrofarm*, Jakarta, 2014
- [2] Setiawan, Hendra., *Kiat Sukses Budidaya Cabai Hidroponik*, Yogyakarta, 2017
- [3] Alviani, Puput., *Bertanam Hidroponik untuk pemula*, Jakarta, 2015
- [4] Firmansyah, Dhony., *4 Cermin Flora*, Penerbit Gramedia, Jakarta, 2011
- [5] Linga, Pinus., *Hidroponik : Bercocok Tanam Tanpa Tanah*, Niaga Swadaya, 1984
- [6] Liferdi L., Cahyo Saparinto. *Vertikultur Tanaman Sayur*, Penebar Swadaya Group, 2016
- [7] Sutanto, Teguh., *Rahasia Sukses Budidaya Tanaman Dengan Metode Hidroponik*, Bibit Publisher, 2015
- [8] Istiqomah, Siti., *Menanam Hidroponik*, Azka Press
- [9] Tim Penulis PS, *Agribisnis Tanaman Sayur*, Niaga Swadaya
- [10] Pracaya, *Bertanam Sayuran Organik Di Kebun, Pot, dan Polibag*, Penebar Swadaya, Jakarta, 2007