

RANCANG BANGUN METODE TANAM AEROPONIK DENGAN PENGABUTAN MIST MAKER DAN LED GROW LIGHT

¹ Batubara Mochammad Iqbal, ² Sotyohadi, ³ M. Ibrahim Ashari

^{1,2,3} Teknik Elektro S1 ITN Malang, Malang, Indonesia

¹ iqbalsimbara@gmail.com, ² sotyohadi@lecturer.itn.ac.id, ³ ibrahim_ashari@lecturer.itn.ac.id

Abstrak— Pertanian merupakan salah satu unsur penting untuk memenuhi kebutuhan pangan serta menjadi sorotan khususnya di Negara Indonesia yang berstatus sebagai Negara berkembang. Untuk menyikapi hal tersebut maka dari teknologi pertanian pun telah melakukan pengembangan, pembudidayaan tanaman tanpa menggunakan tanah dan dengan tempat yang tidak luas sebagai media tanam dengan Teknologi aeroponik.

Aeroponik ialah air yang berisi larutan hara disemurkan dalam bentuk kabut hingga mengenai akar tanaman disini saya menggunakan sensor ph air, mist maker, RTC dan LCD untuk memudahkan penggunaan. Sistem aeroponik dengan metode pengkabutan ini dilatar belakangi oleh masyarakat yang ingin bercocok tanam tetapi tidak mempunyai lahan yang luas (terbatas) dan juga mudah dalam melakukan perawatan tanaman.

Hasil percobaan aeroponik menggunakan mist maker untuk pertumbuhan sayuran aeroponik memiliki keunggulan dari segi penggunaan air lebih efisien, penggunaan unsur hara lebih sedikit dan tanaman lebih mudah menyerap nutrisi karena molekul air lebih kecil. Dibandingkan dengan menggunakan metode tanam penyemprot (sprinkler).

Kata Kunci: *Sensor ph air, Mist maker, RTC, LCD.*

I. PENDAHULUAN

Salah satu masalah utama yang dihadapi Indonesia di bidang pertanian adalah berkurangnya lahan pertanian akibat beralih fungsi menjadi pemukiman. Maka untuk mencukupi kebutuhan pasar yang cukup banyak diperlukan inovasi dalam mengembangkan sistem produksi sumber pangan tersebut. Salah satunya adalah dengan aeroponik.

Telah dilakukan suatu penelitian untuk proses budidaya tanaman menggunakan aeroponik oleh (Subandi Ayub, dkk. 2016), dimana penelitian ini menggunakan metode butiran cairan halus (*droplet*) berupa kabut. Dari penelitian ini memiliki kelemahan dimana pompa air yang digunakan masih bertekanan rendah sehingga hasil kabut yang dikeluarkan oleh penyemprot (*sprinkler*) kurang halus. Akan tetapi dengan menggunakan sistem ini dapat memperlihatkan

hasil dengan tinggi batang sayuran yang mencapai 7 cm dan dimensi daun yang mencapai 4 cm, sehingga terjadi peningkatan hasil jika dibandingkan dengan metode tanam di media tanah. [8]

Penelitian lain yang dilakukan oleh (Asniati, dkk. 2019), pada sistem tanam aeroponik menggunakan sistem kendali mikro ATMega2560, yang difungsikan untuk mendeteksi suhu dan kelembapan. Hanya saja pada penelitian ini belum dilengkapi dengan sensor PH yang dapat mengukur nilai keasaman dan basa dari cairan yang disemprotkan ke tanaman. Akan tetapi dengan sistem penyiraman Aeroponik secara otomatis menggunakan kendali mikro yang dapat mendeteksi suhu dan kelembapan, sistem mampu melakukan proses penyiraman tanaman secara otomatis sehingga kadar air yang dibutuhkan tanaman dapat terkendali. Dari penelitian ini, dihasilkan waktu panen yang pendek dalam durasi 1 bulan. [1]

Berdasarkan beberapa penelitian yang telah dilakukan, belum ada yang meneliti menggunakan metode pengabutan untuk teknik tanam aeroponik. Sehingga muncullah suatu gagasan untuk merancang sistem tanaman aeroponik dengan menggunakan alat mist maker sebagai pembentuk pengabutan. Berdasarkan paparan latar belakang di atas maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang sistem pengabutan dengan mist maker?
2. Bagaimana merancang monitoring led grow light dan pengendalian pengabutan dengan kendali mikro?

Adapun tujuan penelitian ini adalah

- Diharapkan dapat menghemat pemanfaatan air.
- Diharapkan dapat menghemat pemanfaatan pupuk dan zat hara, sehingga hasil dan kualitas tanam dapat mening.

II. KAJIAN PUSTAKA

A. Sensor pH Meter

Alat ukur sensor pH digunakan untuk menunjukkan tingkat keasaman atau alkalinitas suatu larutan. Koefisien aktivitas ion hidrogen tidak dapat diukur secara eksperimental, sehingga nilainya didasarkan pada perhitungan teoretis. Nilai pH bukanlah nilai absolut, dan nilai pH antara 0-14. PH sifat asam antara 0-7, dan pH sifat basa antara 7-14. Misalnya, pH air jeruk dan air aki antara 0-7, sedangkan air laut dan pemutih bersifat basa (disebut juga basa), dengan pH 7-14. Air murni (air suling) bersifat netral atau memiliki pH 7. [4](Karangan Jufriadi, dkk, 2019).

B. Arduino

Arduino adalah papan mikrokontroler yang berbasis ATmega328. Arduino UNO berisi dukungan untuk mikrokontroler dengan mudah menghubungkannya melalui kabel USB, menyediakannya dengan adaptor AC ke DC atau semua yang anda butuhkan untuk memulai dengan baterai. ATmega328 pada Arduino Uno memiliki bootloader, yang memungkinkan kita mengunggah program ke ATmega328 tanpa menggunakan pemrogram perangkat keras eksternal.[3](Ichwan Muhammad, dkk, 2013)

C. Module RTC DS3231

RTC (Real Time Clock) adalah chip IC yang berfungsi menghitung waktu secara akurat mulai dari detik, menit, jam, hari, tanggal, bulan dan tahun. Untuk menjaga atau menyimpan data waktu yang telah dihidupkan modul memiliki sumber listrik sendiri yaitu baterai jam tombol, dan keakuratan data waktu yang ditampilkan menggunakan osilator kristal eksternal.[2] (Dwi Juhan Suryanto Muhamad, 2018).

D. Mist maker

Mesin kabut(Mist maker) merupakan alat yang dapat menghasilkan embun atau uap yang tidak bersifat dingin maupun panas. Pada perangkat ini, transduser piezoelektrik dengan frekuensi resonansi 1,6 MHz menghasilkan energi yang cukup tinggi untuk melepaskan molekul uap air ke udara. Partikel air dalam kabut berukuran lebih kecil dari 5 mikro atau lebih kecil, sehingga kemungkinan besar tidak akan terjadi kondensasi pada permukaan atau media yang digunakan. Transduser bergetar, mengubah air menjadi tetesan, yang kemudian menguap menjadi partikel seperti kabut.[6] (Najmurokhman A, dkk,2017).

E. LCD

LCD (liquid crystal display) adalah layar elektronik yang diproduksi dengan teknologi logika CMOS yang prinsip kerjanya bukan untuk menghasilkan cahaya, tetapi untuk memantulkan cahaya sekitar ke iluminator depan atau iluminator belakang transmisi. LCD berperan sebagai penampil data berupa karakter, huruf, angka atau grafik.[7] (Natsir. M, dkk,2019)

F. Modul I2C Backpack LCD

2C / TWI LCD adalah modul yang digunakan untuk mengurangi jumlah pin pada LCD. Modul ini memiliki 4 pin yang akan dihubungkan ke Arduino. Arduino uno mendukung komunikasi I2C dengan modul LCD I2C, sehingga hanya dapat menggunakan 2 pin (yaitu analog input pin 4 (SDA) dan analog input pin 5 (SCL)) untuk mengontrol LCD karakter 16x2 dan 20x4.[7] (Natsir. M, dkk,2019)

G. LED

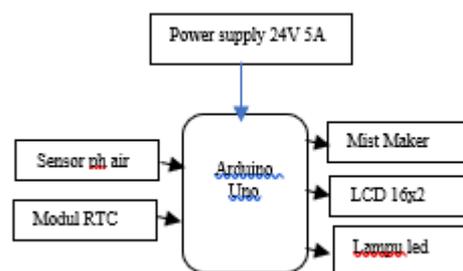
Solar Oasis pertama kali menemukan lampu light-emitting diode (LED) untuk pertumbuhan tanaman pada tahun 2002. Rentang warna cahaya LED sangat lebar, dan setiap LED memiliki panjang gelombangnya sendiri. Rentang panjang gelombang cahaya yang digunakan sebagai lampu pertumbuhan tanaman adalah 380 nanometer (nm) (disebut sinar ultraviolet) sampai 880 nm (disebut sinar infra merah). Tanaman membutuhkan cahaya tampak, yang spektrumnya antara 400 nm-700 nm.[5] (Mujadin Anwar, 2015).

III. METODOLOGI PENELITIAN

Pada bagian ini akan membahas mengenai perancangan hardware, software, prinsip kerja, dan perancangan sistem. Pada perancangan ini akan membahas rangkaian skematik dari setiap komponen serta modul serta koneksi dari setiap port modul tersebut. Serta membahas juga fungsi dari setiap modul dan port yang terkoneksi agar sesuai dengan perencanaan awal alat. Pembahasan difokuskan pada desain skematik seperti pada blok diagram alat.

A. Perancangan Sistem

Dalam mendesain dan merancang sistem ini, diagram blok dan prinsipnya akan ditampilkan.



Gambar 1. Blok Diagram Sistem

Keterangan Komponen Alat

- Sensor PH air berfungsi sebagai pendeteksi atau penginderaan ph keasamaan air dan kebasaaan air untuk tanaman
- Mikrokontroler ATmega 328, berfungsi sebagai pengontrol pada modul rtc, sensor ph yaitu adalah inputan dari arduino dan mist maker, LCD, dan lampu led grow light yaitu adalah output dari arduino yang akan dilanjutkan ke instruksi untuk di program.

- c. Modul RTC berfungsi sebagai penghitung waktu yang dimulai dari detik, menit, jam, hari, tanggal, bulan, hingga tahun sebagai pengontrol mist maker.
- d. Power supply 24V berfungsi untuk memenuhi tegangan yang dibutuhkan oleh mist maker/mesin kabut.
- e. Mist maker sebagai proses pengabutan yang dibutuhkan tanaman.
- f. LED berfungsi untuk memberikan pencahayaan pada malam hari.
- g. LCD berfungsi untuk menampilkan karakter huruf ph air dan waktu pada RTC bahwa sistem telah berjalan dengan sesuai atau terindikasi.

B. Perancangan Mekanik

Alat ini memiliki kontrol yang diterapkan untuk tanaman aeroponik untuk mengontrol keluaran kabut pada tanaman. komunikasi sistem tersebut menggunakan module RTC yang terpasang di berguna mengontrol on/off mesin pengkabut. Sensor pH sebagai pembacaan pH untuk tanaman sesuai apa tidak

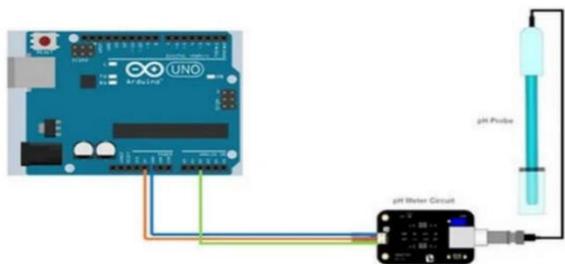


Gambar 2. Mekanik Alat

C. Perancangan Perangkat Keras

1. Sensor PH Meter SKU SEN0161

Pada Pada perancangan ini, digunakan untuk mendeteksi keasamaan dan kebasaaan larutan pada air yang akan diproses oleh Arduino.



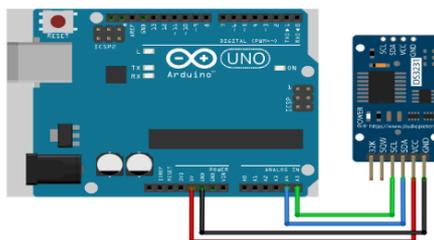
Gambar 3. Perancangan Sensor PH air

Tabel 1. Konfigurasi Pin Sensor PH air

Sensor ph	Arduino uno
VCC	5v
GND	GND
DATA	Pin A2

2. Modul real time clock DS3231

Modul ini difungsikan mengatur pewaktu untuk keluaran pada mist maker.



Gambar 4. Perancangan Modul RTC DS3231

Tabel 2. Konfigurasi Pin Modul RTC DS3231

RTC	Arduino Uno
VCC	5V
GND	GND
SDA	Pin A4
SCL	PIN A5

3. Modul Mist maker

Mist maker digunakan untuk melakukan proses pembuatan pengembunan yang embunnya itu sendiri akan diserap oleh akar tanaman.



Gambar 5. Perancangan mist maker

4. LED

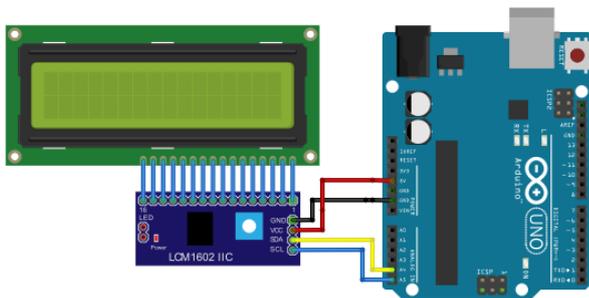
LED merah dan biru dipakai sebagai pengganti sinar matahari pada saat malam hari karena klorofil menyerap cahaya merah dan biru sehingga fotosintesis dapat optimal pada malam hari.



Gambar 6. Perancangan LED

5. Liquid Crystal Display

LCD 16 x 2 digunakan untuk menampilkan karakter huruf dan angka bahwa sistem telah aktif atau membaca nilai ph air dan waktu.



Gambar 7. Perancangan Liquid Crystal Display

Tabel 3. Konfigurasi LCD

Arduino uno	LCD
VCC	VCC
GND	GND
SDA	A4
SCL	A5

D. Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak (software) terdiri dari program pembacaan nilai-nilai dari sensor ph air, Modul RTC DS3231, Mist maker, LED, LCD dengan I2C dan program keseluruhan. Perancangan perangkat lunak menggunakan software Arduino IDE yaitu software bawaan dari Arduino.

IV. SIMULASI DAN ANALISA

Pengujian yang akan dilakukan adalah pengujian masing-masing blok rangkaian. Setelah semua blok rangkaian diuji dan bekerja dengan baik, pengujian selanjutnya adalah pengujian keseluruhan system.

Pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

- Pengujian sensor PH air
- Pengujian Module RTC DS 3231
- Pengujian Buzzer
- Pengujian LCD 16 x 2
- Pengujian keseluruhan

A. Pengujian Sensor PH Meter SKU SEN0161

Pengujian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui tingkat keakuratan sensor pH meter air dalam mendeteksi pH air untuk tanaman dan dilakukan uji pembacaan dengan menggunakan serial monitor pada Arduino IDE.

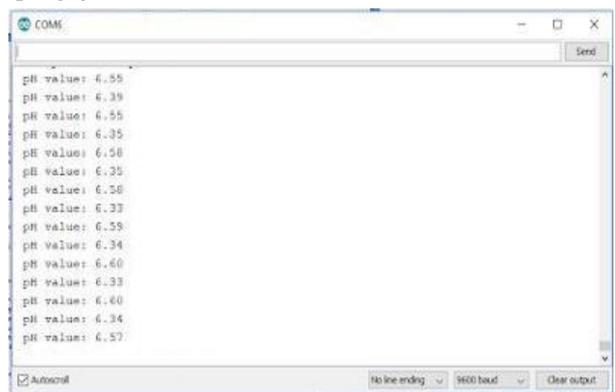
Peralatan yang digunakan :

- Sensor PH Meter SKU SEN0161
- Mikrokontroller ATmega 328
- Software Arduino IDE
- Kabel jumper
- Kabel data USB
- Laptop

Langkah pengujian :

- Cek pin *Sensor PH Meter*, lalu hubungkan dengan pin VCC ke 5V pada Arduino dan GND ke GND pada Arduino, setelah itu hubungkan pin SDA dengan A4 pada mikrokontroller, hubungkan pin SCL dengan pin A5 pada mikrokontroller.
- Lalu hubungkan kabel data USB dari Mikrokontroller Arduino ke laptop.
- Selanjutnya memprogram pada Arduino IDE mengcompile lalu mengupload.

Hasil pengujian :



Gambar 8. Hasil Pengujian Sensor PH meter

Hasil pengujian untuk sensor ph air menunjukkan nilai yang sesuai dibutuhkan oleh tanaman.

B. Pengujian Modul RTC DS3231

Pengujian ini dilakukan dengan tujuan menghitung waktu yang dimulai untuk pengaktifan pada mist maker, jika sudah tepat dengan waktu yang telah ditentukan maka mist maker akan aktif dan memulai melakukan proses pengkabutan.

Peralatan yang digunakan :

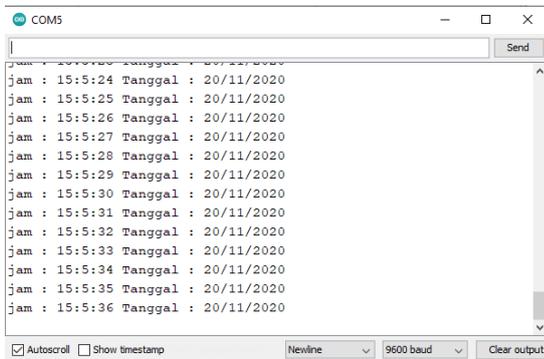
- Modul RTC DS3231
- Mikrokontroller Atmega 328P
- Software Arduino IDE
- Kabel jumper
- Kabel data USB
- Laptop

Langkah pengujian :

- Mengecek masing-masing pin lalu menghubungkan VCC dengan 5V, GND dengan GND. Untuk Mikrokontroller Atmega 328, pin A4 terhubung dengan pin SDA dan pin A3 terhubung dengan pin SCL Untuk Mikrokontroller Atmega 32P.

- Lalu menghubungkan kabel data USB pada Mikrokontroler Arduino 328P ke laptop.
- Memprogram pada Arduino IDE lalu mengcompile dan mengupload.
- Selanjutnya Mengecek apakah modul RTC sudah terpairing dengan benar atau belum dengan cara mengirim data melalui serial monitor yang terdapat di Arduino IDE.

Hasil pengujian :



Gambar 9. Hasil Pengujian Module RTC DS3231

Analisa Pengujian :

Dari hasil percobaan diatas dapat disimpulkan bahwa program maupun perangkat keras Module RTC DS3231 berjalan dengan baik.

D. Pengujian LED

Pengujian ini dilakukan untuk memastikan apakah LED yang terpasang dapat menyala dengan sebagaimana mestinya.

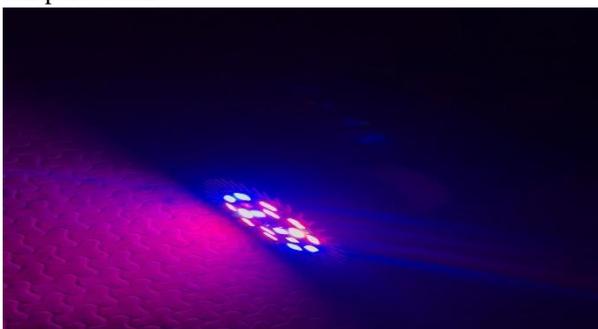
Peralatan yang digunakan :

- LED
- Kabel listrik
- Fitting lampu

Langkah pengujian :

- Untuk LED biru dan merah, hubungkan pada fitting positif (+) dan fitting negatif (-).
- Selanjutnya Hubungkan kabel listrik dengan steker listrik.

Hasil percobaan :



Gambar 10. Hasil Pengujian LED saat keadaan on



Gambar 11. Hasil Pengujian LED off

Analisa pengujian :

Pada pengujian LED jika dalam keadaan normal on LED biru dan merah akan menyala sebaliknya jika dalam keadaan tidak aktif LED biru dan merah berlogika off.

E. Pengujian Mist Maker

Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah mist maker sesuai dengan fungsi yang dibutuhkan.

Peralatan yang digunakan :

- Power supply 24V
- Mist maker
- Kabel listrik
- Jack audio

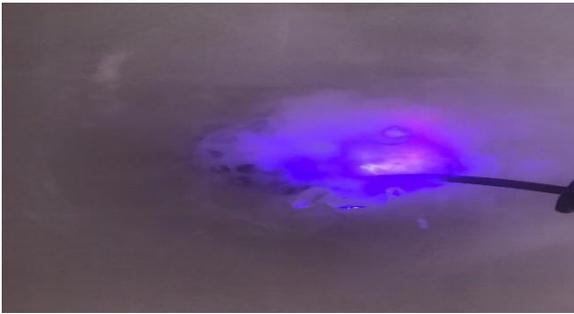
Langkah pengujian :

- Hubungkan kutub positif (+) power supply ke kutub (+) mist maker dan kutub negatif (-) power supply ke kutub negatif(-) mist maker.
- Lalu hubungkan kabel listrik dari power supply ke mist maker dengan jack audio.

Hasil percobaan :



Gambar 12. Hasil Pengujian mist maker keadaan off



Gambar 13. Hasil Pengujian mist maker keadaan on

Analisa pengujian :

Pada pengujian mist maker pada saat mist maker aktif lampu akan menyala dan pada saat mist maker mati maka lampu akan mati. Aktif tidaknya mist maker dilihat dari pewartu rtc.

F. Pengujian LCD 16 x 2

Pengujian LCD bertujuan untuk memastikan apakah dapat digunakan dengan sebagaimana mestinya atau tidak.

Langkah pengujian :

- Hubungkan LCD dengan I2C dengan pairing benar, hubungkan kabel konektor ke I2C VCC dengan 5V GND dengan GND, lalu SDA dengan pin analog A4 (SDA) dan SCL dengan pin analog A5 (SCL).
- Lalu hubungkan Kabel data USB dari komputer ke mikrokontroler Arduino.
- Kemudian program pada Arduino IDE lalu mengcompile dan mengupload program tersebut.



Gambar 14. Hasil Pengujian LCD 16 x 2

G. Pengujian Keseluruhan

Pengujian sistem keseluruhan diatas ini bertujuan untuk memastikan sistem perancangan yang telah dibuat dapat bekerja sesuai dengan sebagaimana mestinya dan dapat berfungsi sesuai dengan layak berdasarkan perancangan yang telah dibuat sejak awal, baik dari sisi hardwarenya ataupun dari softwarenya.

Langkah pengujian :

- Menghubungkan seluruh rangkaian komponen
- Lalu memastikan daya yang digunakan ke tiap komponen sudah tersupply semua.
- Selanjutnya menjalankan sistem yang terdapat di aeroponik.

Analisa Pengujian:

Dari hasil pengamatan data-data yang telah didapatkan merupakan pengujian keseluruhan sensor dan modul. Penulis melakukan pengujian terhadap sistem aeroponik menggunakan keadaan waktu yang berbeda dan berulang ulang kali, mulai dari mendeteksi ph air untuk tanaman dalam keadaan normal yang telah sesuai sampai dengan keadaan yang belum sesuai, dapat dilihat dari pengujian air untuk tanaman aeroponik sendiri masih berubah ubah nilai Ph nya. sensor Ph air akan membaca ph yang terkandung didalam air yang dibutuhkan oleh tanaman. Jika nilai air terlalu asam atau basa melebihi batas atau kurang maka air yang digunakan untuk tanaman harus ditambahkan cairan agar kembali sesuai kebutuhan yang dibutuhkan oleh tanaman. proses pengkabutan tanaman sendiri dilakukan dengan pembacaan pewartu pada modul RTC hingga terjadilah output yang menghasilkan berupa kabut-kabut kecil yang berukuran 50nm. Pada saat Semua sistem di aktifkan, sensor ph air dan akan mulai membaca ph air dan pewartu yang telah di setting untuk memulai proses pengkabutan yang dibutuhkan oleh tanaman. Pada saat malam hari agar tetap terjadi proses fotosintesis untuk terwujudkan menghasilkan hasil yang lebih optimal maka lampu led grow light akan menyala sebagai pengganti matahari pada saat malam hari.

V. KESIMPULAN

Setelah dilakukan perancangan, pengujian, dan analisa data, maka dapat disimpulkan diantaranya, yaitu :

1. Media tanam untuk metode tanam aeroponik dengan pengkabutan mist maker dengan luas media maksimal 50 centimeter(cm) membutuhkan mist maker 1 mata/tunggal dengan ukuran sebesar 20mm.
2. Sistem dinilai sudah bekerja dengan baik, dari segi hardware maupun software sesuai dengan yang di harapkan.
3. Keakuratan pembacaan Sensor PH Meter bekerja dengan baik, keakuratan dalam membaca air terdeteksi dengan cukup akurat, jika nilai yang di baca sensor melebihi nilai ketentuan maka harus ada yg di tambahkan di dalam air tersebut.
4. RTC sebagai penghitung waktu untuk memulai pengaktifan pada mist maker, jika sudah tepat dengan waktu yang telah ditentukan maka mist maker akan aktif dan memulai melakukan proses pengkabutan.
5. Lampu LED merah dan biru diaktif pada saat malam hari sebagai pengganti matahari.
6. LCD sudah bekerja dengan baik menampilkan karakter huruf sesuai kondisi ph pada air.

Saran

Dalam pembuatan tugas penelitian ini penulis tidaklah mungkin lepas dari kesalahan dan kekurangan, baik dalam penulisan dan penjelasan laporan maupun dari segi perancangan dan pembuatan alat, agar mengurangi hal tersebut maka kedepannya tugas penelitian ini dapat dipelajari dan dapat dijadikan batu loncatan sebagai salah satu referensi agar kedepannya sistem yang dikembangkan akan menjadi jauh lebih baik. Maka dari itu penulis menyarankan :

- a. Dapat menambahkan internet of things(iot) untuk lebih memudahkan dalam melakukan monitoring sensor dari jarak jauh.
- b. Dapat menambahkan sensor lain agar alat bisa mendeteksi dengan lebih akurat.
- c. Melakukan riset lebih terhadap sensor ph air agar mendapat hasil yang lebih baik.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Asniati, Muchyar Hasiri Ery, Yanti Rizki, 2019. Sistem kontrol otomatis penyiram tanaman dengan metode budidaya tanaman system aeroponik menggunakan mikrokontroler atmega2560. Jurusan teknik informatika, Universitas Dayanu Ikhsanuddin Baubau Sulawesi Tenggara.
- [2] Dwi Juhan Suryanto Muhamad, Rijanto Tri, 2018. rancang bangun alat pencatat biaya pemakaian energy listrik pada kamar kos menggunakan modul global system for mobile communications(gsm) 800L berbasis Arduino uno. Volume 8 Nomor 1 Tahun 2019, 47-55. Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya.
- [3] Ichwan Muhammad, Gustiana Husada Milda, Ar Rasyid M. Iqbal. 2013. pembangunan prototype system pengendali peralatan listrik pada platform android. Jurusan Teknik Informatika Institut Teknologi Nasional Bandung.
- [4] Karangan Jufriadi, Sugeng Bambang, Sulardi, 2019. Uji keasamaan air dengan alat sensor ph di stt migas balikpapan. Volume 2 Nomor 1. Balikpapan: Sekolah Tinggi Teknologi Migas Balikpapan.
- [5] Mujadin Anwar, 2015. Prototipe Chamber Pengaturan Suhu, Kelembaban dan Growing LED Tanaman Aeroponic Jurnal AL-AZHAR INDONESIA SERI SAINS DAN TEKNOLOGI, Vol. 3, No. 1, Maret 2015 Fakultas Sains dan Teknologi, Komplek Masjid Agung Al Azhar Kebayotan Baru Jakarta Selatan .
- [6] Najmurrokhman.A, Kusnandar, Amrulloh, 2011. Prptoptipe pengendali suhudan kelembapan untuk cold storagemenggunakan mikrokontroler atmega328 dan sensor dht11. Fakultas Teknik, Universitas Jenderal Achmad Yani.
- [7] Natsir. M, Rendra Dwi Bayu, Anggara Acep Derby Yudha, 2019. Implementasi Iot Untuk Sistem Kendali Ac Otomatis Pada Ruang Kelas Di Universitas Serang Raya. Jurnal Prosisko Vol. 6 No. 1 Maret 2019. Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Serang Raya.
- [8] Subandi Ayub, Widodo Muhammad, 2016. Rancang Bangun Sistem Aeroponik Secara Otomatis Berbasis Mikrokontroler. Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Komputer Indonesia.