

# Pengendalian Otomatisasi Berbasis IoT untuk Sistem Aeroponik Horizontal

1<sup>st</sup> Ryndam Putera Anugrah

Fakultas Teknik Elektro

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

ryndamputraanugera@student.telkomu-  
niversity.ac.id

2<sup>nd</sup> Fairuz Azmi

Fakultas Teknik Elektro

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

worldliner@telkomuniversity.ac.id

3<sup>rd</sup> Agung Nugroho Jati

Fakultas Teknik Elektro

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

agungnugrohojati@telkomuniversity.ac-  
.id

**Abstrak**—Penelitian pada aeroponik sistem sangatlah penting dimana kualitas kadar sangat berpengaruh terhadap tanaman aeroponik, Aeroponik sitem adalah sistem bercocok tanam yang menggunakan udara sebagai medianya, sehingga pecinta sayuran yang menggunakan media tanah atau air (hidroponik) dapat berahli menggunakan media udara atau aeroponik dimana sistem ini mengunakan pengkabutan air yang disomprot langsung ke akar tanaman, Salah satu permasalahan utama aeroponik adalah kualitas air tanaman yang harus sesuai dengan kebutuhan tanaman. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas air tanaman yaitu suhu, kelembaban, pH air, ketinggian air nutrisi. Pada Tugas Akhir ini dibuat suatu alat untuk melakukan monitoring hasil sensor pada tanaman tersebut sekaligus melakukan pengendalian melalui website secara otomatis. Sistem ini menggunakan sensor DHT11 untuk memonitor hasil suhu dan kelembaban, sensor ph-4502C, dan sensor HCSR-04 ketinggian permukaan (ketersediaan) larutan nutrisi. Sedangkan sebagai kendali sensor ph menggunakan J. Dari hasil pengujian yang dilakukan secara fungsional, sistem mampu melakukan monitoring dan pengendalian secara otomatis sesuai dengan kadar yang sesuai dengan nutrisi yang ditetapkan. Adapun akurasi hasil pengukuran suhu 98,79%, kelembaban 97,07%, kadar ph 96,44%, ketinggian cairan nutrisi 98,63%, dan pada pengujian sistem otomatisasi dalam menyiram berdasarkan kadar pH rata-rata yang didapat adalah 6,41 sedangkan untuk yang berdasarkan ketinggian mendapatkan rata-rata 24,60.

**Kata kunci**—aeroponik, kontrol dan monitoring, Pakcoy, website

## I. PENDAHULUAN

Pada era modern seperti sekarang, teknologi internet sudah digunakan dimana saja. Semakin banyak orang yang menggunakan internet, tidak hanya pada komputer, laptop, telepon, benda-benda umum seperti jam, mesin cuci, kulkas, bahkan benda-benda lain juga sudah mampu untuk terhubung ke internet. Pengimplementasian sistem aeroponik yang dimodifikasi digunakan untuk mengevaluasi transpirasi tanaman secara keseluruhan, dikarenakan semakin banyaknya pembangunan rumah tinggal, maka lahan untuk melayani kebutuhan pangan juga semakin sedikit, orang pun menjadi kesusahan untuk melakukan hobi bercocok tanam dirumahnya dikarenakan sempitnya lahan yang tersedia untuk bercocok tanam[1].

Dengan melindungi sumber daya alam seperti tanah, air dan udara agar dapat bertahan hidup. Namun dengan bertambahnya jumlah penduduk dan penggunaan lahan untuk pembangunan perumahan, kualitas lahan telah menurun secara signifikan. Lahan terutama di perkotaan sudah tidak dapat digunakan lagi, dengan menggunakan

pupuk juga tidak cocok untuk kegiatan pertanian akibat perubahan iklim, urbanisasi dan faktor industri yang tidak menyuburkan tanah setelah pembangunan lahan, pembuangan limbah pabrik dan industri[2].

Karena tidak mungkin lagi menanam tanaman di perkotaan, media tanaman dapat diahlikan kemedi yang lebih bagus yang hanya menggunakan udara dan air, seperti hidroponik, aquaponik dan aeroponik rumahan akan dapat membantu permasalahan tersebut. Aeroponik tidak memerlukan media tanah sama sekali, dapat dilakukan di tempat yang sempit, menghemat air dan juga tanaman dapat memperoleh banyak oksigen karena akar yang berada di udara dan unsur hara dapat lebih hemat karena akar menyerap langsung, menerima unsur hara dari udara[2].

Namun, aeroponik memiliki beberapa kelemahan, yaitu kebutuhan arus konstan, sistem yang agak mahal jika ingin dibuat dan kebutuhan pemantauan serta pemeliharaan harian. Dengan adanya Control sistem IoT pada tanaman

aeroponik, maka perawatan dan pemantauan tanaman etiap hari dapat dibantu dengan menggunakan otomatisasi IoT. Dengan menggunakan alat yang dibuat oleh penyusun, tugas seperti memonitoring dan menyiram akar, menjaga nutrisi, tugas yang biasa dilakukan oleh manusia lainnya akan dilakukan secara otomatisasi oleh mikrocontroller.

## II. KAJIAN TEORI

### A. Aeroponik

Aeroponik adalah kegiatan pertanian yang dilakukan dengan menggunakan air yang disomprotkan diudara sebagai substrat untuk menggantikan media yang menggunakan tanah. Oleh karena itu, sistem aeroponik dapat memanfaatkan luas lahan yang terbatas. Dimana peran tanah akan diganti oleh udara dan juga air. Air yang dicampur dengan nutrisi dan disemprotkan ke pada akar tanaman. Akar tanaman harus gelap agar akar dapat menjalar dengan baik. Dengan metode seperti ini lebih hemat air dari teknik bercocok tanam menggunakan tanah dikarenakan air dan nutrisi dapat dengan mudah diatur.

Sistem aeroponik sebagian besar, diatur untuk mengontrol injeksi larutan nutrisi ke zona akar untuk pertumbuhan tanaman. Akar tumbuhan di sistem aeroponik dapat mengambil nutrisi yang tersedia dengan cepat dan menjalar lebih cepat dibawah kondisi yang dikontrol[2]. Kondisi ini termasuk dengan konsentrasi nutrisi, nilai cahaya, nilai keasaman air, Suhu, kelembapan, frekuensi penyiraman dan ketersediaan oksigen. Dengan

menggunakan komputer, maka semua kondisi tersebut lebih mudah diukur dan di kontrol[2].

## B. Jenis-jenis Sistem Aeroponik

Berdasarkan tingkat keunggulan teknologi yang digunakan, sistem aeroponik dikelompokkan menjadi 3 jenis, yaitu:

### 1. Sistem Komersial

Kebutuhan air tentu lebih sedikit karena terlebih dahulu diuapkan kemudian disemprotkan ke tanaman. Ini jelas menghemat air. Tidak seperti sistem aeroponik sistem konvensional[3].

### 2. Sistem Tekanan Tinggi Menengah

Sistem tekanan tinggi dan sedang menggunakan pompa bertekanan tinggi untuk mengirimkan nutrisi ke tanaman. Caranya, larutan nutrisi disemprotkan ke akar tanaman dengan pompa. Keuntungan lain dari sistem tekanan menengah-tinggi adalah suatu sistem yang dapat dirancang bersama dengan peralatan makromolekul khusus untuk tujuan pemurnian udara, air dan mensterilkan nutrisi[3].

### 3. Sistem Tekanan Rendah

Dari ketiga sistem tersebut, sistem tekanan rendah adalah yang paling sederhana dan paling mudah untuk dipraktikkan. Teknik ini menggunakan pompa kecil untuk menyemprotkan nutrisi ke tanaman. Namun, hasil yang diperoleh dengan cara ini kurang efisien[3].

## C. Tanaman Pakcoy

Dalam Perancangan Sistem aeroponik Ini menggunakan tanaman Pakcoy, Pakcoy (Brassica rapa L.) merupakan tanaman sayuran yang terdiri dari: keluarga kubis. Tanaman pakcoy berasal dari China dan Umumnya tanaman ini dibudidayakan setelah abad ke-5 di Cina selatan dan tengah serta Taiwan. Sayuran ini merupakan sayuran yang baru diperkenalkan ke Jepang dan masih satu keluarga dengan sayuran Cina. Saat ini pakcoy banyak dikembangkan di Filipina, Malaysia, Indonesia dan Thailand. Tanaman ini dapat tumbuh pada ketinggian 5-1.200M dpl, suhu 15-30°C dan kelembapan 80%-90%[4].

## D. Kebutuhan Kadar pH Pada Tanaman

Setiap tanaman membutuhkan Kadar pH yang berbeda-beda, agar bisa tumbuh maksimal, pemberian nutrisi juga harus tepat. Setelah mengetahui cara menghitung pH dan mengatur sesuai kebutuhan tanamannya.

Dalam Angka yang terdapat pada tabel pH adalah angka yang dibutuhkan agar penyerapan akar terhadap nutrisi aeroponik bisa maksimal[5]. Apabila angka pH yang anda dapatkan di atas dari yang ada ditabel, maka anda perlu menurunkannya. Dalam project Tugas Akhir ini menggunakan Tanaman Pakcoy dengan Kadar kebutuhan pH 7.0

## E. Program C++

Bahasa pemrograman C++ adalah bahasa pemrograman komputer yang dapat digunakan untuk membuat berbagai aplikasi (general purpose programming

language) dan merupakan evolusi dari bahasa pemrograman C++. Bahasa C++ kadang-kadang disebut "C dengan kelas". Memang, perbedaan utama antara bahasa C dan C++ terletak pada dukungan untuk pemrograman berorientasi objek. Bahasa C++ sudah mendukung pemrograman berbasis objek, sedangkan bahasa C tidak[6].

C++ merupakan bahasa pemrograman general-purpose yang berorientasi objek. Dibuat oleh Bjarne Stroustrup di Bell Labs pada tahun 1980. C++ mempunyai beberapa kelebihan yaitu terdapat fitur stack dimana terdapat sebuah kontainer penyimpanan tersendiri yang dapat didefinisikan[6], fungsi pointer yang dapat menangani manajemen memori secara otomatis sehingga dapat meningkatkan kecepatan eksekusi program, memiliki performa tinggi dan dapat di desain dalam bentuk bahasa C maupun berorientasi objek. C++ memerlukan sebuah variabel untuk menyimpan informasi, struktur kontrol yang disebut "code flow", sebuah struktur data untuk menyimpan kumpulan beberapa data dan sintaks sebagai penanda dari sebuah kode. Kumpulan-kumpulan tersebut disebut sumber kode. Sumber kode akan diolah oleh compiler. Terdapat 3 tahap pada compiler, Yang pertama adalah Preprocessor.

Pada tahap ini sumber kode akan dilakukan analisa proses setiap baris sumber kode dan melakukan pengecekan fungsi yang dimasukkan. Pada tahap kedua yaitu Compiler akan menerjemahkan sumber kode menjadi kode mesin yang spesifik untuk mesin yang digunakan. Lalu tahap terakhir Linker akan menggabungkan objek yang telah dibuat oleh compiler dengan library yang digunakan oleh sistem operasi yang sedang dijalankan. Setelah melalui proses tersebut, maka akan dihasilkan sebuah program yang dapat di eksekusi oleh sistem operasi[7].

## F. ESP32

ESP32 adalah mikrokontroler SoC (Sistem on Chip) yang kuat dengan Wi-Fi 802.11 b/g/n terintegrasi, versi Bluetooth mode ganda 4.2 dan berbagai periferal. Ini adalah penerus lanjutan dari chip 8266 terutama dalam penerapan dua inti yang memiliki clock dalam versi berbeda hingga 240 MHz. Dibandingkan dengan pendahulunya, selain fitur ini, ini juga menambah jumlah pin GPIO dari 17 menjadi 36, jumlah saluran PWM per 16 dan dilengkapi dengan memori flash 4MB[8].

Menyediakan data sebagai web server dan berkomunikasi dengan sistem host. terukur juga pada berbagai jenis tampilan langsung pada mikrokontroler dan untuk menunjukkan status data saat ini atau konfigurasi sistem untuk memeriksa langsung dari statusnya.

Dan dalam penelitian ini ESP32 juga akan menerima data perintah yang dapat mengatur relay yang terhubung pada pompa-pompa yang akan melakukan proses otomatisasi, sesuai dengan button dalam website.

## G. Sensor Suhu dan Kelembaban

Modul yang memiliki kompleks kelembaban dan suhu dengan output sinyal digital terkalibrasi, yang berarti bahwa modul sensor DHT11 adalah modul hybrid untuk deteksi kelembaban dan suhu. menyediakan output sinyal digital terkalibrasi. DHT11 memberi kita kelembaban dan tinggi ketepatan. nilai suhu dan memastikan keandalan

tinggi dan stabilitas jangka panjang.

Sensor ini memiliki *hygrometer* tipe resistif dan elemen pengukur suhu tipe NTC dengan mikrokontroler 8-bit built-in. Kasing ini menawarkan respons cepat dan hemat biaya dan tersedia dalam paket 4-pin tunggal. Modul DHT11 beroperasi pada komunikasi serial, khususnya komunikasi kabel tunggal[9].

Modul ini mengirimkan data sebanyak pulsa pelatihan dalam jangka waktu tertentu. Sebelum mengirim data ke ESP32, diperlukan beberapa instruksi inisialisasi dengan penundaan kali. Dan seluruh waktu pemrosesan sekitar 4ms. Antarmuka serial kabel tunggal membuat integrasi sistem menjadi cepat dan mudah. Ukuran yang kecil, konsumsi daya yang rendah serta kapasitas transmisi sinyal hingga 20 meter menjadikannya pilihan terbaik untuk banyak aplikasi, termasuk yang paling menuntut. Komponen adalah pinout baris tunggal 4-pin. akan lebih mudah terhubung dan paket khusus dapat ditawarkan berdasarkan kebutuhan pengguna[9].

#### H. Sensor Ultrasonic HC-SR04

HC-SR04 adalah modul ultrasonik yang dirancang pada untuk proyek sistem tertanam. Modul pengukuran rentang ultrasonik HCSR04 menyediakan fungsi pengukuran non-kontak 2 cm - 400. cm, akurasi jangkauan dapat mencapai 3mm. Modul terdiri dari pemancar ultrasonik, penerima dan rangkaian kontrol. Dasar-dasar penginderaan/manipulasi ultrasonik Peringatan ultrasonik sama dengan gelombang suara yang terdengar, kecuali pada frekuensi yang jauh lebih tinggi[10].

Sensor ultrasonik menggunakan pantulan suara di untuk menghitung waktu antara pengiriman dan penerimaan gelombang. Biasanya mengirimkan gelombang ke Pemancar dan menerima gelombang pantulan. Waktu yang dibutuhkan digunakan bersamaan dengan kecepatan normal suara di udara (340 ms<sup>-1</sup>) untuk menentukan jarak antara sensor dan rintangan. Sensor ultrasonik telah digunakan oleh sejumlah peneliti, untuk mendeteksi gerakan objek saat mendekatinya[11].

#### I. Sensor Module PH-4502C

Dalam mengukur sesuatu itu Pada dasarnya menggunakan sensor atau sebuah meteran, dalam bidang Komputer kebanyakan orang mengukur menggunakan sensor, Sensor adalah suatu alat atau perangkat (layar) yang dapat diubah bentuk fisiknya menjadi besaran listrik sehingga dapat diproses oleh suatu rangkaian listrik atau dapat diproses dalam suatu sistem rekayasa bilangan. Berdasarkan variabel sensorik, sensor dibagi menjadi dua jenis yaitu sensor kimia dan sensor fisik. Sensor kimia dimana sensor mendeteksi jumlah suatu bahan kimia dengan mengubah jumlah bahan kimia tersebut menjadi besaran listrik tergantung pada kekuatan reaksi kimia.

Sensor pH termasuk dalam sensor besaran kimia yaitu mengubah besaran zat kimia menjadi besaran listrik. Sensor pH 4502C memiliki 2 elektrode, yaitu elektrode kaca dan referensi. Elektrode kaca berfungsi mengukur ion yang terlarut dalam air sedangkan elektrode referensi berfungsi mengkonversi nilai yang dibaca oleh elektrode kaca menjadi besaran listrik. Semakin banyak nilai ion yang terdeteksi maka semakin asam air yang diukur[12].

#### J. Arduino UNO

Arduino UNO adalah sebuah mikrokontroler yang bersifat *open source*, Dimana Arduino dibuat untuk memudahkan pengguna dalam melakukan sebuah eksperimen dan membuat rancangan hardware berbasis mikrokontroler.

Salah satu Arduino yang bagus digunakan dalam melakukan mikrokontroler yaitu Arduino UNO Atmega 328 merupakan chip berbasis AVR-RISC 8-bit buatan Atmel yang memiliki memori flash ISP 32 KB dengan kemampuan baca/tulis, EEPROM 1 KB SRAM 2 KB [13].

Dalam pembuatan alat Aeroponik sistem ini Arduino digunakan untuk menghubungkan sensor Module PH-4502C untuk mengambil data sensor pH yang kemudian data sensor tersebut akan dikirim ke ESP32.

#### K. Internet of Things

*Internet of Things* (IoT) adalah infrastruktur global untuk masyarakat informasi, memungkinkan layanan dengan menghubungkan objek (fisik dan virtual) berdasarkan teknologi informasi dan komunikasi. tersedia dan dapat dioperasikan.

Definisi umum *Internet of things* didefinisikan sebagai: *Internet of things* (IOT) dimana Internet bukan hanya berbentuk jaringan komputer, pada era modern ini IoT telah berkembang menjadi jaringan perangkat dari semua jenis dan ukuran, baik kendaraan, ponsel pintar, peralatan rumah tangga, mainan, kamera, peralatan medis dan sistem industri, hewan, manusia, bangunan, semua terhubung, semua komunikasi dan berbagi informasi berdasarkan protokol yang ditetapkan untuk mencapai reorganisasi cerdas, penentuan posisi, penelusuran, keamanan, kontrol dan bahkan pemantauan online[13].

#### L. Website

*Website* adalah salah satu media dengan tingkat penyebaran yang sangat mudah, dikarenakan sangat mudah untuk diakses. Menyebarkan website diatur dari komponen sisi server pada jaringan. Pengguna aplikasi web dapat dengan mudah menyebarkan informasi tanpa perlu menggunakan aplikasi lain, selama pengguna dapat mengakses internet.

Arsitektur dasar aplikasi web diantaranya adalah browser, koneksi internet dan web server. Browser meminta "halaman website" dari server. Kombinasi konten dan intruksi pemformatan, dinyatakan dengan HTML.

Situs web adalah kumpulan halaman web yang dihubungkan bersama dalam domain atau subdomain tertentu yang menyediakan informasi yang dapat diakses oleh pengguna melalui server lokal atau online. Situs web biasanya dirancang untuk memberikan informasi tentang topik tertentu kepada pengguna, situs tersebut juga dapat digunakan untuk situs pembelian Toko bahkan penjualan produk secara online, bahkan melakukan pengontrol pusat pemantauan untuk IoT berbasis perangkat (*Internet of Things*)[15].

#### M. Pengambilan Sampel Data

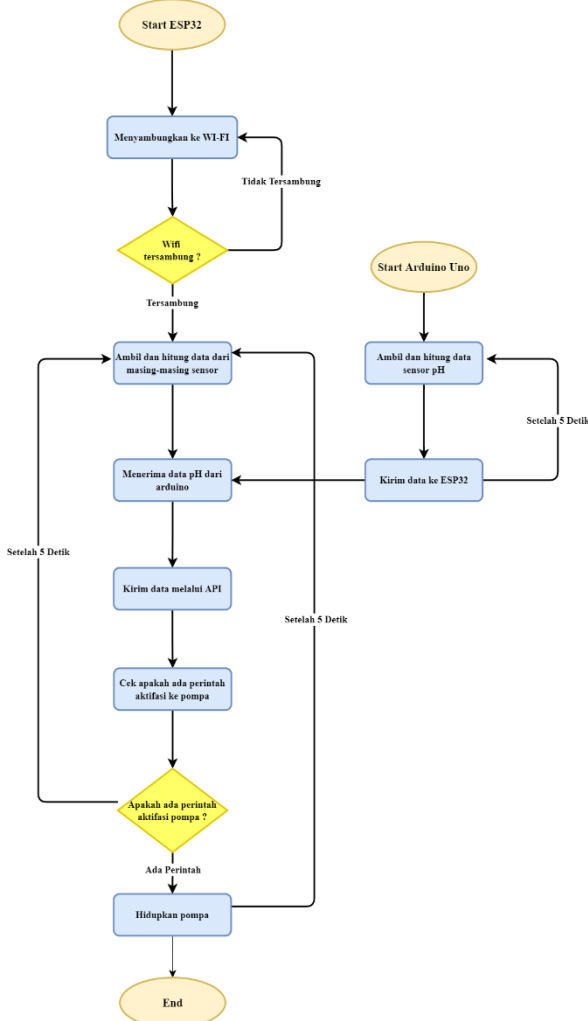
Dalam Penelitian ini akan dilakukan lah pengambilan sampel data sensor untuk mengukur tingkat standar kadar yang dibutuhkan objek, dan dalam penelitian ini object nya yaitu tanaman pakcoy dengan tingkat kebutuhan kadar

berkisar pH sebesar 6,0 – 7,0. dengan suhu air berkisar 15C - 30C kelembaban berkisar 80 – 90% RH dimana hasil ini didapat dari hasil survei langsung ke tempat pengelolaan budidaya Hidroponik dan Aeroponik untuk pengambilan hasil data ini dilakukan proses mewawancarai sebuah praktisi di Kawasan Bandung, yaitu Ibu Parlina Natalia pada tgl 15 januari yang dimana pihak yang diwawancarai ini sudah ahli dalam bidang ini.

Dari hasil wawancara disarankan untuk mengukur hasil dari pengukuran semua sensor yang akan digunakan, pada penelitian ini mulai dari sensor pH, sensor Suhu dan Kelembaban.

### III. PERANCANGAN SISTEM

#### A. Flow Chart Pengambilan Data



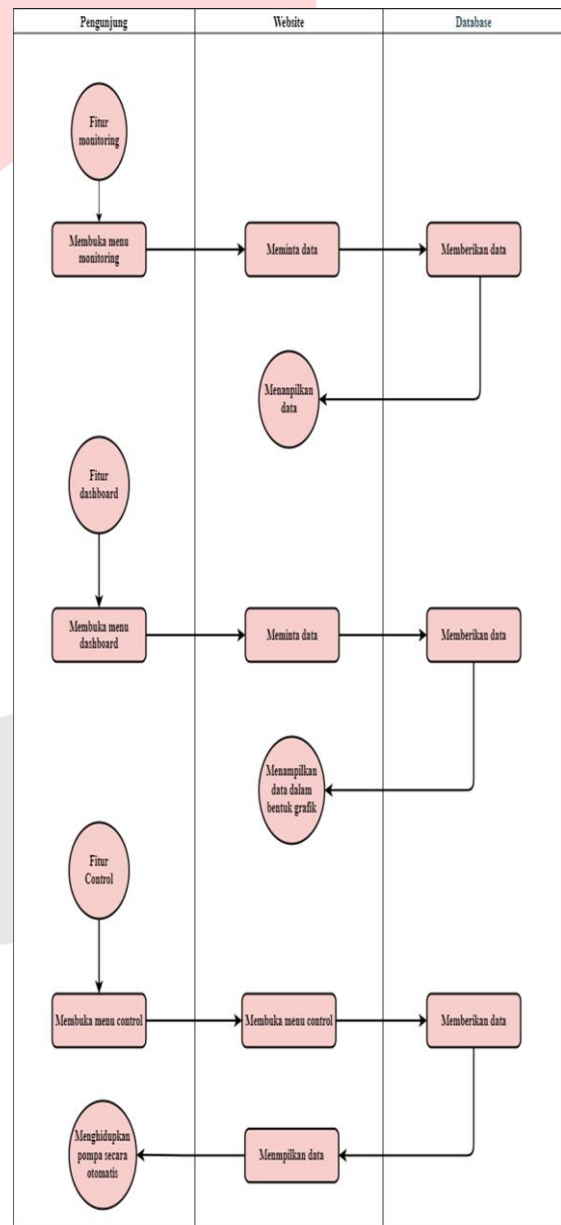
Gambar 1 (Flow Chart Sistem)

Berdasarkan flowchart pada Gambar 1 diterangkan alur kerja Berikut ini adalah penjelasan lebih lanjut mengenai flow chart sistem ini:

1. Diawali dari user menghidupkan ESP32 dan juga Arduino, kemudian menyambungkan ESP32 dengan koneksi wifi/Hospot.
2. Pada sesi ini akan dilakukan proses apakah ESP32 sudah tersambung dengan wifi atau tidak, jika sudah tersambung maka proses akan dilanjutkan dan jika belum akan dilakukan setingan pengkoneksian ulang.

3. Jika sudah tersambung ESP32 akan mengambil dan menghitung data dari masing-masing sensor. Sensor suhu, kelembaban dan ultrasonic.
4. Sementara itu Arduino akan mengambil dan menghitung data pH selama 5 detik, jika belum maka proses akan diulang, dan jika berhasil data akan dikirim ke ESP32.
5. Setelah data terkumpul data kemudian dikirim melalui API, kemudian akan dicek apakah ada perintah aktifasi pompa. Jika belum ada perintah aktifasi selama 5 detik proses akan berulang untuk mengambil data Kembali, jika ada perintah aktifasi maka pompa akan dihidupkan misalnya pompa siram, pompa nutrisi AB serta pompa mixer maka proses selesai.

#### B. Activity Diagram Sistem



Gambar 2 (Activity Diagram pada website)

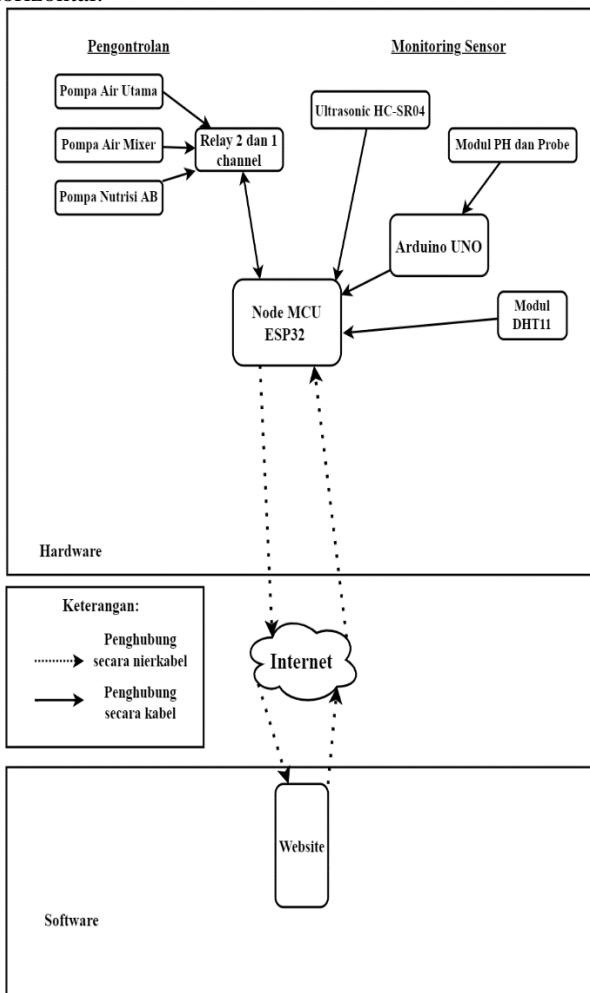
Berdasarkan activity diagram pada Gambar 2 diterangkan alur dari proses kerja website Berikut ini

adalah penjelasan lebih lanjut mengenai flow chart sistem ini:

1. Diawali dari user/pengunjung melihat tampilan Fitur pada website, Fitur monitoring, dashboard dan control.
2. Pada fitur monitoring, website akan meminta data sensor dari data base, dari data base akan memberikan data yang akan ditampilkan kedalam website.
3. Pada fitur dashboard, website akan meminta data sensor dari data base, dari data base akan memberikan data yang akan ditampilkan kedalam website berupa sebuah data dalam bentuk grafik.
4. Pada fitur control, website akan menampilkan 3 bottom control, dari data base akan memberikan data perintah control yang akan ditampilkan kedalam website berupa notifikasi pompa akan hidup, secara bersamaan pompa akan mulai aktif.

### C. Diagram Blok

Berikut adalah diagram blok dari sistem Control dan Monitoring sistem berbasis IoT untuk aeroponik horizontal:



Gambar 3  
(Diagram Blok)

Sistem ini dimulai dengan menyalakan microcontroller ESP32. Lalu ESP32 akan mencoba terhubung ke Internet yang sudah diatur ip address agar dapat terhubung ke website dan mengirim data sensor, Website akan

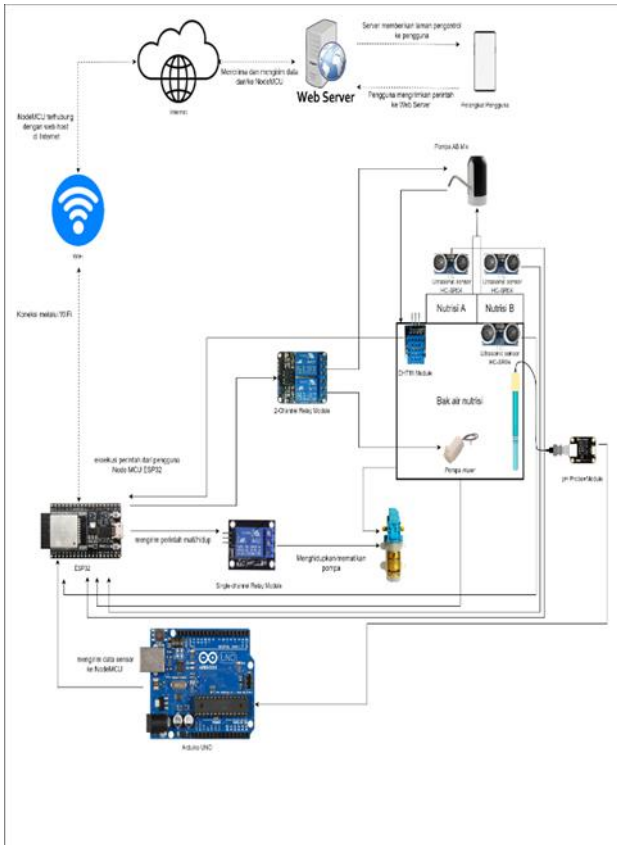
melakukan monitoring sensor sesuai hasil data pada sensor. Setelah data terbaca oleh website dimana terdapat Fitur tombol Hidup yang akan mengontrol saklar Relay yang terhubung langsung ke tiga pompa tersebut.

### D. Fungsi Sistem

Berikut adalah fungsi yang ada pada sistem:

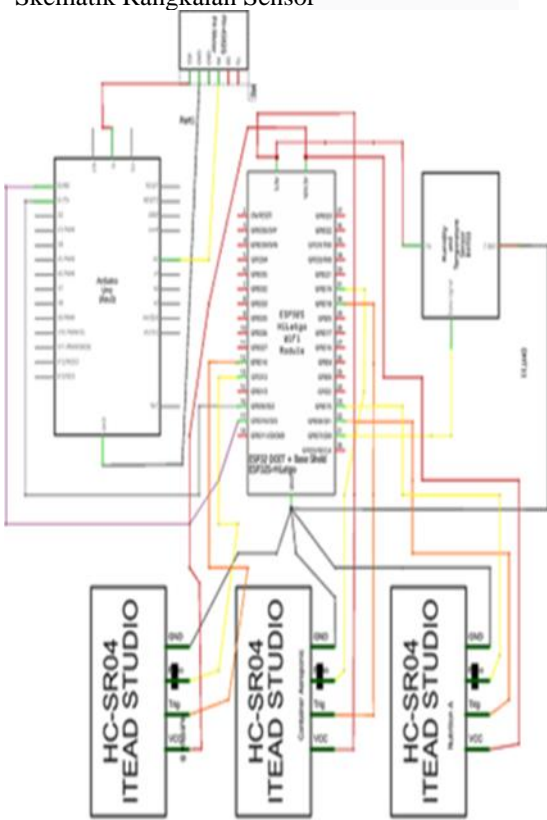
1. Fungsi mengontrol dan mengirim data dengan esp32. Pada fungsi ini, ESP32 akan dihidupkan dan melakukan inisialisasi terhadap Hasil sensor. Lalu ESP32 akan melakukan koneksi ke SSID WiFi yang telah diatur sebelumnya, dan mulai mendapatkan data kemudian mengirim data sensor ke Website. Setelah hasil sensor pada website tidak sesuai dengan kadar yang dibutuhkan tanaman pengguna akan mengirimkan data yang akan mengontrol Relay yang terhubung dengan pompa air nutrisi A dan B.
2. Fungsi mengisi nutrisi a dan b kedalam bak nutrisi aeroponik horizontal otomatis. Fungsi ini akan mengecek sensor pendeteksi ketinggian air. Jika ketinggian air sudah berada dibawah 20cm, maka pompa nutrisi akan dihidupkan dan pompa nutrisi akan mengalirkan cairan dimana dari kedua bak Nutrisi A dan B akan di beri tambahan air 1 liter yang akan dialirkan melalui selang yang terhubung ke bak Cairan. Jika air sudah mencapai ketinggian 27 cm, maka pompa air akan dihentikan.
3. Fungsi menyiram akar tanaman otomatis. Fungsi ini akan menyiram akar tanaman otomatis sesuai dengan kadar pH yang telah ditentukan dimana jika kadar pH 6,10 sampai 6,40 kondisi pompa otomatis akan hidup. Jika Kadar pH 6,41 sampai 6,50 kondisi pompa akan mati. Sedangkan jika berdasarkan ketinggian air 25 Cm sampai 29 Cm kondisi pompa otomatis akan hidup. Jika Ketinggian air 20 Cm sampai 24 Cm kondisi pompa akan mati.

### E. Desain Perangkat



Gambar 4  
(Desain Perangkat Keras Sistem Otomatisasi Aeroponik)

F. Skematik Rangkaian Sensor



Gambar 5  
(Skematik Rangkaian Sensor)

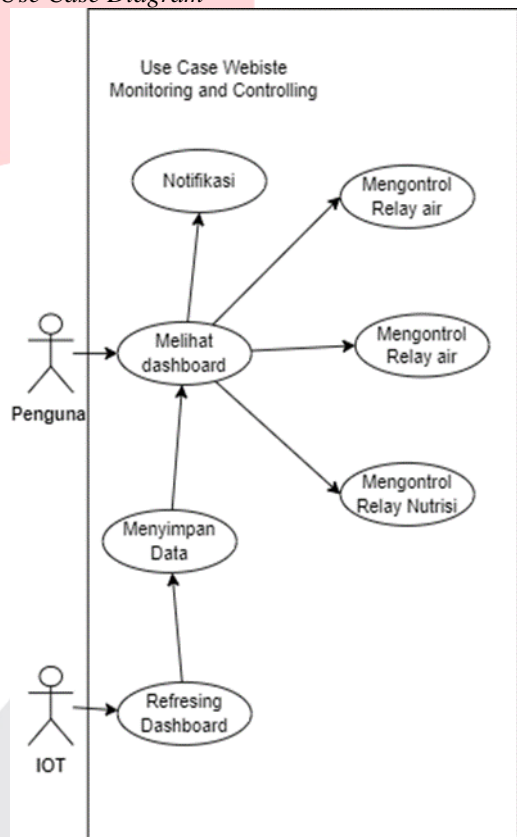
Hasil skematik rangkaian sensor pada Gambar 5

menunjukkan komponen yang terhubung dengan mikrokontroler ESP32 DOIT yang terhubung dengan Base Shield. Isi dari desain rangkaian sistem adalah komponen-komponen yang digunakan. Sensor yang digunakan antara lain adalah DHT11 yang dihubungkan ke pin 21 dimana data suhu dan kelembaban akan dikirim ESP32.

Untuk mengamati ketinggian larutan nutrisi dalam container dengan sensor ultrasonik HC – SR04 terhubung ke mikrokontroler di pin, pin 30 untuk pin Trigger dan pin 31 untuk pin Echo.

Sensor untuk mengamati Kadar pH larutan nutrisi dalam container, menggunakan pH meter -4502C terhubung dengan Arduino UNO pada pin A0 dimana data keluaran akan di hubungkan ke ESP 32 pada pin, RX di pin 17 dan TX di pin 16.

G. Use Case Diagram



Gambar 6  
(Use Case Diagram Website)

Pada Gambar 6 merupakan tampilan Skema dalam bentuk Use Case, Dari Website Monitoring dan Control Aeroponik, untuk penjelasannya bisa dilihat dibawah ini:

1. Melihat dashboard: Pengguna membuka dashboard dan melihat 6 data yaitu ph, kelembaban, suhu, ketinggian air, ketinggian nutrisi a dan ketinggian nutrisi b.
2. Mengontrol relay air: Pengguna mengklik tombol untuk mematikan atau menyalakan relay untuk pompa air.
3. Mengontrol relay nutrisi: Pengguna mengklik tombol untuk mematikan atau menyalakan relay untuk pompa pencampuran nutrisi a dengan b.
4. Refreshing dashboard: Pengguna akan disajikan data yang otomatis diperbarui jika ada trigger

5. Menyimpan data: Data ph, kelembaban, suhu, ketinggian air, ketinggian nutrisi a dan ketinggian nutrisi b akan diterima kemudian akan disimpan oleh program secara real-time ke dalam database serta dikirim ke user yang sedang membuka website.

H. Rumus Pengolahan Hasil Data

Dalam implementasi pengujian ada beberapa rumus yang digunakan untuk mengetahui tingkat keberhasilan suatu rancangan sistem yang telah dibangun serta untuk mengetahui persen keberhasilan sensor yang akan di uji. digunakanlah Rumus:

A. Rumus Rata-rata:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

Keterangan:

$\bar{x}$  = Rata-rata hitung

$x_i$  = nilai sampel ke -i

n = Jumlah sampel

B. Rumus Akurasi

$$akurasi = \frac{pengujian}{total\ pengujian} \times 100\%$$

III. IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

A. Implementasi

Implementasi sistem merupakan suatu proses dalam pengimplementasian rancangan dari sistem yang telah dibangun menjadi suatu alat yang dapat dijalankan dengan semestinya. Implementasi juga berguna sebagai tolak ukur dalam mengetahui tingkat keberhasilan suatu rancangan sistem yang telah dibangun serta untuk mengetahui persen keberhasilan sensor yang akan di uji.

B. Pengujian Hasil Sensor Suhu Dan Kelembaban

Pada pengujian sensor suhu untuk sistem pengujian ini menggunakan DHT11 yang sudah dirangkai dengan esp32 pada skematik rangkaian sensor dimana pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan Hasil Data Sensor Suhu dan Kelembaban yang akan di masukan kedalam website dan akan menjadi data asli dalam menentukan hasil sensor suhu pada air container aeroponik. Dimana akan dibandingkan dengan keluaran dari sensor suhu DHT22.

Sensor DHT11 akan dimasukan kedalam container yang akan langsung membaca hasil sensor kemudian setelah dilakukan pengambilan data pada sensor DHT11, sensor DHT22 dirangkai ke esp32 sesuai dengan skematik rangkaian untuk mengetahui perbedaan pengukuran dari kedua sensor suhu dan kelembaban tersebut.

Tabel 1  
( Hasil Pengujian Suhu °C )

Waktu (jam)	Suhu yang terukur DHT 11 (°C)	Suhu yang terukur DHT 22 (°C)
16:00	25 °C	26 °C

17:00	26 °C	26 °C
18:00	27 °C	27 °C
19:00	27 °C	28 °C
20:00	28 °C	28 °C
21:00	28 °C	28 °C
22:00	28 °C	28 °C
23:00	28 °C	29 °C
00:00	29 °C	29 °C
Rata-rata	27,33 °C	27,67 °C

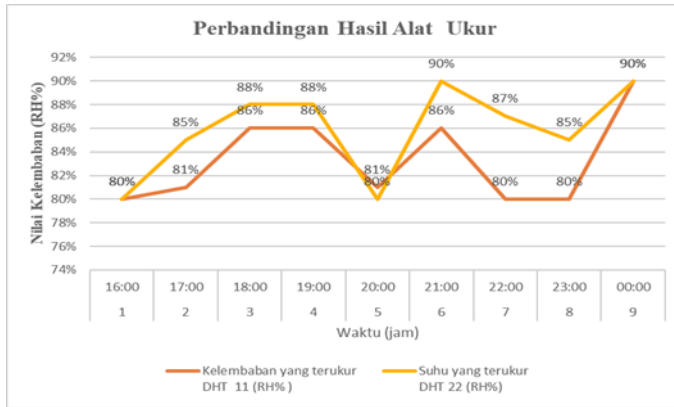
Tabel 2  
( Hasil Pengujian Kelembaban RH% )

Waktu (jam)	Kelembaban yang terukur DHT 11 (RH%)	Kelembaban yang terukur DHT 22 (RH%)
16:00	80%	80%
17:00	81%	85%
18:00	86%	88%
19:00	86%	88%
20:00	81%	80%
21:00	86%	90%
22:00	80%	87%
23:00	80%	85%
00:00	90%	90%
Rata-rata	83,33%	85,89%

Dari hasil pengujian terhadap kedua alat sensor yaitu DHT11 dan DHT22 dapat disimpulkan keakuratan DHT 22 lebih bagus dibandingkan DHT11



Gambar 7  
(Grafik Perbandingan Hasil Pengukuran Suhu)



Gambar 8  
(Grafik Perbandingan Hasil Pengukuran Kelembaban)

### C. Pengujian Hasil Sensor PH

Pada pengujian sensor pH untuk sistem pengujian ini menggunakan sensor module PH-4502C yang sudah dikalibrasi dan dirangkai dengan Arduino UNO pada skematik rangkaian sensor dimana pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan hasil Data Sensor pH yang akan di masukan kedalam website dan akan menjadi data asli dalam menentukan hasil sensor pH pada air container aeroponik. Dimana akan dibandingkan dengan keluaran dari pH meter. Proses pengujian selama 2 hari dengan rentang waktu 10 jam per harinya.

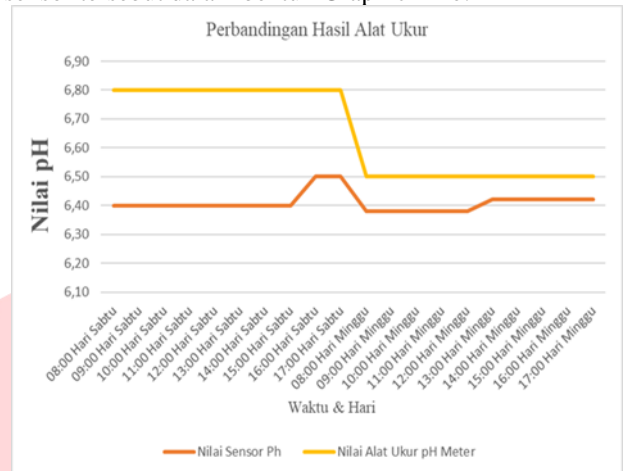
Sensor module PH-4502C akan dimasukan kedalam container yang akan langsung membaca hasil sensor kemudian setelah dilakukan pengambilan data pada sensor module PH-4502C, kemudian dilakukan lah pengukuran manual dengan alat ukur pH Meter untuk mengetahui perbedaan pengukuran dari kedua alat pH tersebut

Tabel 3  
(Hasil Pengujian pH)

No	Waktu	Nilai Sensor pH	Nilai Alat Ukur pH Meter
1	08:00 Hari Sabtu	6,40	6,8
2	09:00 Hari Sabtu	6,40	6,8
3	10:00 Hari Sabtu	6,40	6,8
4	11:00 Hari Sabtu	6,40	6,8
5	12:00 Hari Sabtu	6,40	6,8
6	13:00 Hari Sabtu	6,40	6,8
7	14:00 Hari Sabtu	6,40	6,8
8	15:00 Hari Sabtu	6,40	6,8
9	16:00 Hari Sabtu	6,50	6,8
10	17:00 Hari Sabtu	6,50	6,8
11	08:00 Hari Minggu	6,38	6,5
12	09:00 Hari Minggu	6,38	6,5
13	10:00 Hari Minggu	6,38	6,5
14	11:00 Hari Minggu	6,38	6,5
15	12:00 Hari Minggu	6,38	6,5
16	13:00 Hari Minggu	6,42	6,5
17	14:00 Hari Minggu	6,42	6,5
18	15:00 Hari Minggu	6,42	6,5
19	16:00 Hari Minggu	6,42	6,5

20	17:00 Hari Minggu	6,42	6,5
Rata-rata		6,41	6,65

Dari hasil pengujian terhadap kedua alat pH maka akan dibuat sebuah grafik pengukuran persentasi perbeda kedua sensor tersebut dalam bentuk Graphic Line.



Gambar 9  
(Grafik Perbandingan Hasil Pengukuran pH)

### D. Pengujian Hasil Sensor Ketinggian Cairan Nutrisi

Pada pengujian sensor ketinggian cairan nutrisi untuk sistem pengujian ini menggunakan sensor Ultrasonic HC-SR04 yang sudah dirangkai dengan ESP 32 pada skematik rangkaian sensor dimana pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan Hasil Data Sensor Ketinggian dengan satuan cm yang akan di masukan kedalam website dan akan menjadi data asli dalam menentukan hasil ketinggian pada air container aeroponik. Dimana akan dibandingkan dengan alat Tabel ukur penggaris dengan satuan cm.

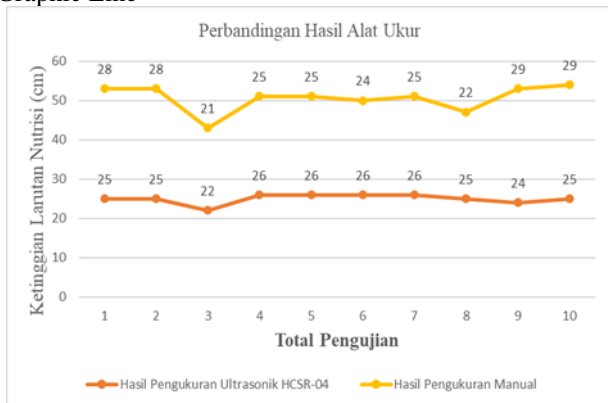
Tabel 4  
(Hasil Pengujian Ketinggian Cairan Nutrisi)

No	Hasil Pengukuran Ultrasonik HCSR-04 (Cm)	Hasil Pengukuran Manual (Cm)
1	25	28
2	25	28
3	22	21
4	26	25
5	26	25
6	26	24
7	26	25
8	25	22
9	24	29
10	25	29
Rata-rata	25,00 Cm	25,00 Cm

Dari hasil pengujian terhadap kedua alat pengukuran



ketinggian maka akan dibuat sebuah grafik pengukuran persentasi perbeda kedua sensor tersebut dalam bentuk Graphic Line



Gambar 10  
(Grafik Perbandingan Hasil Pengukuran Ketinggian Air)

#### E. Pengujian Otomatisasi Pada Penyiraman Tanaman

Pada pengujian Otomatis ini dilakukan uji fungsional untuk mendapatkan Hasil Rata-Rata dari total pengujian otomatisasi terhadap penyiraman tanaman yang dilakukan sebanyak 20 kali.

Tabel 5  
(Hasil Pengujian Otomatisasi Penyiraman)

No	Hasil Pegujian Terhadap Kadar Ph	Hasil Pegujian Terhadap Tinggi Air	Satus Penyiraman
1	6,40	24	Hidup
2	6,45	25	Mati
3	6,45	25	Mati
4	6,50	25	Mati
5	6,36	23	Hidup
6	6,36	23	Hidup
7	6,45	26	Mati
8	6,45	26	Mati
9	6,50	24	Hidup
10	6,43	25	Mati
11	6,43	26	Mati
12	6,35	25	Hidup
13	6,35	23	Hidup
14	6,35	24	Hidup
15	6,38	24	Hidup
16	6,38	24	Hidup
17	6,42	25	Mati
18	6,42	25	Mati
19	6,42	25	Mati
20	6,42	25	Mati
Rata-rata	6,41	24,60	

Dalam Pengujian hasil otomatisasi data penyiraman tanaman yang dilakukan sebanyak 20 kali, dengan ketentuan kadar pH 6,10 sampai 6,40 kondisi pompa otomatis akan hidup. Jika Kadar pH 6,41 sampai 6,50 kondisi pompa akan mati. Sedangkan Pengujian hasil

otomatisasi data penyiraman tanaman yang dilakukan sebanyak 20 kali, dengan ketentuan ketinggian air 25 Cm sampai 29 Cm kondisi pompa otomatis akan hidup. Jika Ketinggian air 20 Cm sampai 24 Cm kondisi pompa akan mati.

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pengujian yang telah dilakukan pada tugas akhir ini yang dimana meliputi Pengujian Sensor Suhu, Kelembaban, pH Air, Ketinggian wadah nutrisi serta pengujian otomatisasi dalam menyiram dapat ditarik kesimpulan bahwa:

- Hasil Sistem yang dibuat dapat mengamati hasil sensor melalui website yang telah dibuat serta dapat melakukan penyiraman secara otomatis.
- Hasil Pengujian Otomatisasi pada sistem aeroponik ini dengan melakukan pengujian penyiraman otomatis dengan standar batas ketentuan pH dan ketinggian air dengan pengujian sebanyak 20 kali. Jadi kadar pH rata-rata yang didapat adalah 6,40 sedangkan berdasarkan ketinggian mendapatkan rata-rata 24,60.
- Hasil dari pengujian sensor pH menunjukkan bahwa sensor bekerja dengan benar dan efisien, dengan nilai keakuratan sebesar 96,44%. Hasil dari pengujian sensor Suhu menunjukkan bahwa sensor bekerja dengan benar dan efisien, dengan nilai keakuratan sebesar 98,79%. Hasil dari pengujian sensor Kelembaban menunjukkan bahwa sensor bekerja dengan benar dan efisien, dengan nilai keakuratan sebesar 97,07%. Hasil dari pengujian sensor Ultrasonik untuk mengukur ketinggian container cairan nutrisi menunjukkan bahwa sensor bekerja dengan benar dan efisien, dengan nilai keakuratan sebesar 98,63%. Hasil dari pengujian Alpha untuk mengukur hasil fungsional sistem pada website dan alat dengan 7 pengujian dimana keakuratan fungsional sebesar 100 %.

#### REFERENSI

- I. A. Lakhier et al., "Overview of the aeroponic agriculture – An emerging technology for global food security," *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, vol. 13, no. 1, 2020, doi: 10.25165/j.ijabe.20201301.5156.
- I. A. Lakhier, J. Gao, T. N. Syed, F. A. Chandio, and N. A. Buttar, "Modern plant cultivation technologies in agriculture under controlled environment: A review on aeroponics," *J Plant Interact*, vol. 13, no. 1, 2018, doi: 10.1080/17429145.2018.1472308.
- pak sugeng, "Cara Budidaya Tanaman Dengan Sistem Aeroponik," <https://Abahtani.Com/Budidaya-Tanaman-Sistem-Aeroponik/>, pp. 1–14, 2019.
- H. A. Setiawan, "PENGARUH BEBERAPA MACAM DAN KONSENTRASI PESTISIDA NABATI DALAM PENGELOLAAN HAMA PADA PAKCOY," <http://eprints.mercubuana-yogya.ac.id/1419/>, Universitas Mercu Buana, Yogyakarta, 2017.
- Kurnia, "Mengetahui Tabel PPM dan Tabel

Kebutuhan PH masing-masing tanaman dalam budidaya tanaman sistem hidroponik,” <https://blogidn.com/mengetahui-tabel-ppm-dan-ph/>, 2022.

- [6] Andre, “Tutorial Belajar C++ Part 1: Pengertian Bahasa Pemrograman C++,” <https://www.duniaikom.com/tutorial-belajar-c-plus-plus-pengertian-bahasa-pemrograman-c-plus-plus/>, Oct. 15, 2020.
- [7] R. Suparyanto, “1.5. C++ Compiler Operation,” *Jurnal Suparyanto dan Rosad* (2015), vol. 5, no. 3, pp. 248–253, 2020, [Online]. Available: [https://icarus.cs.weber.edu/~dab/cs1410/textbook/1.Basics/compiler\\_op.html](https://icarus.cs.weber.edu/~dab/cs1410/textbook/1.Basics/compiler_op.html)
- [8] M. Babiuch, P. Folynek, and P. Smutny, “Using the ESP32 microcontroller for data processing,” in *Proceedings of the 2019 20th International Carpathian Control Conference, ICC 2019*, 2019, doi: 10.1109/CarpathianCC.2019.8765944.
- [9] Deeksha Srivastava, Awanish Kesarwani, and Shivani Dubey, “Measurement of Temperature and Humidity by using Arduino Tool and DHT11,” *International Research Journal of Engineering and Technology*, vol. 876, 2018.
- [10] Hanan, A. A. N. Gunawan, and M. Sumadiyasa, “Water level detection system based on ultrasonic sensors HC-SR04 and Esp8266-12 modules with telegram and buzzer communication media,” *Instrumentation Measure Metrologie*, vol. 18, no. 3, 2019, doi: 10.18280/i2m.180311.
- [11] Mutinda Mutava Gabriel, “Arduino Uno, Ultrasonic Sensor HC-SR04 Motion Detector with Display of Distance in the LCD,” *International Journal of Engineering Research and*, vol. V9, no. 05, pp. 936–942, 2020, doi: 10.17577/ijertv9is050677.
- [12] B. S. Kusumaraga, S. Syahririni, D. Hadidjaja, and I. Anshory, “Aquarium Water Quality Monitoring Based On Internet Of Things,” *Procedia of Engineering and Life Science*, vol. 1, no. 2, 2021, doi: 10.21070/pels.v1i2.966.
- [13] J. Susilo, A. Febriani, U. Rahmalisa, and Y. Irawan, “Car parking distance controller using ultrasonic sensors based on arduino uno,” *Journal of Robotics and Control (JRC)*, vol. 2, no. 5, pp. 353–356, 2021, doi: 10.18196/jrc.25106.
- [14] K. Patel and Keyur, “Internet of Things-IOT: Definition, Characteristics, Architecture, Enabling Technologies, Application & Future Challenges,” *Universidad Iberoamericana Ciudad de México*, no. May, 2016.
- [15] F. Febrianti, S. Adi Wibowo, and N. Vendyansyah, “IMPLEMENTASI IoT(Internet Of Things) MONITORING KUALITAS AIR DAN SISTEM ADMINISTRASI PADA PENGELOLA AIR BERSIH SKALA KECIL,” *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 5, no. 1, 2021, doi: 10.36040/jati.v5i1.3249.