

Sistem Monitoring Berbasis *Internet Of Things* Pada Bayam Merah Hidroponik

1st Muhammad Faikar
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

muhammadfaikar@student.telkomuni-
versity.ac.id

2nd Ekki Kurniawan
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

ekki.kurniawan@telkomuniversity.ac.id

3rd Wahmisari Priharti
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

wpriharti@telkomuniversity.ac.id

Abstrak— Hidroponik adalah salah satu metode yang efektif untuk bercocok tanam tanpa harus memikirkan lahan yang luas. Hidroponik merupakan teknik menanam dengan memanfaatkan air tanpa media tanah dan menekankan pada kebutuhan unsur hara bagi tanaman. Tanaman hidroponik memerlukan pengawasan ekstra agar mendapatkan hasil yang maksimal dalam pertumbuhannya. Tanaman sayuran bayam merah salah satunya yang dapat menggunakan metode hidroponik. Pada penelitian Tugas Akhir ini dirancang suatu sistem *monitoring* berbasis internet of things pada bayam merah hidroponik untuk mengetahui parameter, suhu udara, suhu air, larutan nutrisi, ketinggian air secara jarak jauh dan real time. Data yang didapat dari hasil pembacaan sensor kemudian dikirim ke database atau platform IoT Antares. Data tersebut dapat dilihat atau di akses melalui *mobile app*. Hasil pengujian yang didapat untuk nilai rata-rata suhu udara pada sensor DHT11 sebesar 27,88°C, rata-rata suhu air pada sensor DS18B20 sebesar 27,74°C, rata-rata larutan nutrisi pada sensor TDS sebesar 915 ppm (part per million) dan rata-rata ketinggian air pada sensor Ultrasonik sebesar 21,81cm. Kemudian hasil pengujian sistem komunikasi didapat nilai rata-rata kecepatan pengiriman data sensor ke Antares sebesar 2860 bps, rata-rata *delay* pengiriman data sensor ke Antares sebesar 0,06 detik, atau 60 ms dan tidak ada paket yang hilang dalam pengiriman. Data tersebut dapat dilihat atau di akses melalui MIT APP Inventor yaitu *mobile app* Android.

Kata kunci— Hidroponik, Unsur Hara, Bayam Merah, Monitoring, IoT, *mobile app*.

I. PENDAHULUAN

Hidroponik adalah metode penanaman pada tanaman tanpa menggunakan media tumbuh dari tanah, yang artinya menanam dalam air yang mengandung campuran hara [1]. Pemberian air juga merupakan faktor penting untuk pertumbuhan dan perkembangan pada tanaman. Jika di dalam media tanam tidak terdapat unsur hara maka diperlukan pemberian unsur hara agar tanaman tumbuh dengan baik.

Salah satu dari berbagai teknik yang digunakan dalam sistem hidroponik adalah *Deep Flow Technique* (DFT). Dalam metode ini, tanaman dibiarkan tumbuh dengan menempatkan akarnya di dalam lapisan air yang cukup dalam

dan menyediakan aliran air nutrisi yang terus-menerus. Teknik hidroponik ini termasuk dalam kategori sistem hidroponik tertutup. [2]

Dengan perkembangan teknologi yang berkembang pesat, *Internet of Things* (IoT) memungkinkan pengguna untuk dengan mudah melakukan pengawasan atau pemantauan secara *real-time* dengan akses yang lebih nyaman.

Salah satu sayuran yang biasa dibudidayakan para petani hidroponik di Indonesia adalah Bayam Merah (*Amaranthus Gangeticus*). Keberhasilan dalam sistem hidroponik dipengaruhi oleh beberapa faktor kunci, seperti sistem penyediaan air, jenis media tanam, dan komposisi nutrisi. Sistem penyediaan air memiliki peran utama dalam mengalirkan larutan nutrisi dan unsur-unsur penting ke dalam media tanam. Nutrisi pada tanaman bayam dengan kisaran 900 – 1750 ppm [3]. Suhu udara yang baik bagi tanaman bayam merah antara 20°C hingga 30°C [4]. Sedangkan untuk suhu air yang optimal pada budidaya tanaman hidroponik antara 25°C - 30°C [5]. Penggiat hidroponik harus melakukan pengukuran pada parameter-parameter tersebut agar dapat menganalisa dan memaksimalkan pertumbuhan pada tanaman hidroponik.

Oleh karena itu, sebagai solusi terhadap masalah tersebut, penulis telah merancang sebuah sistem yang berbasis Internet of Things yang bertujuan untuk memantau kondisi tanaman hidroponik. Sistem ini mampu menampilkan berbagai parameter yang relevan dengan kesehatan tanaman, seperti suhu udara, suhu air, tingkat larutan nutrisi, dan tinggi air. Semua data ini dapat diakses melalui sebuah aplikasi mobile Android.

II. KAJIAN TEORI

A. Bayam Merah

Bayam merah adalah tanaman musiman yang berasal dari daerah Amerika Tropis. Di Indonesia, ada dua jenis bayam budidaya yang dikenal, yaitu bayam merah (*Amaranthus Gangeticus*) dan bayam kakap (*Amaranthus Hybridus*). Bayam kakap juga dikenal dengan sebutan bayam tahun, bayam turus, atau bayam bathok, dan umumnya ditanam untuk diambil daunnya. Bayam cabut sendiri memiliki dua varietas, salah satunya adalah bayam merah. Bayam Merah adalah jenis tanaman yang mengandung protein, vitamin A,

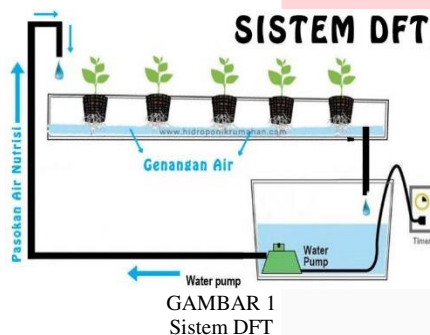
C, dan B, serta mengandung mineral seperti fosfor, kalsium, dan zat besi.

B. Hidroponik

Pada zaman sekarang ini menanam dengan sistem hidroponik sangat berguna, karena sangat menghemat lahan dan media karena merupakan cara menanam yang modern. Menanam tanaman dengan metode hidroponik juga lebih efisien jika dibandingkan dengan budidaya konvensional di tanah. Hal ini karena dalam hidroponik tidak diperlukan proses pengolahan tanah dan tidak ada kebutuhan untuk membersihkan gulma atau tanaman liar.

Sistem hidroponik terdapat beberapa macam namun hanya beberapa yang sering digunakan dan efektivitas teknik ini cukup berhasil dari teknik yang lainnya, seperti teknik DFT, Irigasi dan NFT. Pada penelitian ini penulis menggunakan hidroponik sistem DFT (*Deep Flow Technique*).

C. Deep Flow Technique (DFT)



Sistem DFT ini mirip dengan sistem NFT, Perbedaanya, pada bagian output air nutrisi terdapat penghalang yang dibuat *outflow* lebih ditinggikan yang menuju ke wadah penampung nutrisi. Untuk mencapai tujuan ini, sistem DFT dirancang agar aliran air tidak langsung masuk sepenuhnya ke wadah penampung nutrisi, aliran air ditahan untuk sementara waktu. Pendekatan ini mengakibatkan terbentuknya genangan air nutrisi selama beberapa jam, yang memungkinkan akar tanaman untuk menyerap air, nutrisi, dan oksigen. Dengan demikian, kondisi ini menjaga tanaman tetap segar dan terhidrasi dengan baik.

Adapun kelebihan dan kekurangan dari sistem DFT sebagai berikut :

1. Kelebihan Sistem DFT
 - a. Kaya akan oksigen
 - b. Terhindar dari munculnya jentik nyamuk
 - c. Tanaman memiliki pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan dengan beberapa jenis sistem hidroponik yang lain, terutama sistem yang lebih sederhana
 - d. Hasil panen lebih maksimal dibandingkan dengan sistem statis
 - e. Tidak terlalu bergantung pada listrik
2. Kekurangan Sistem DFT
 - a. Tetap memerlukan energi listrik
 - b. Biaya instalasi yang lebih mahal dibandingkan dengan sistem statis
 - c. Volume air yang dibutuhkan lebih banyak dari sistem NFT

D. Parameter Kualitas Hidroponik

Bayam merah merupakan sayuran yang berasal dari Amerika Tropik. Ada banyak kondisi tanam yang harus disesuaikan apabila ingin menghasilkan sayur bayam merah yang optimal. Dalam budidaya menggunakan teknik hidroponik harus memantau penuh terhadap lingkungan tumbuh bayam merah hidroponik ini. Berikut parameter yang diuji pada penelitian ini:

1. Larutan Nutrisi

Nutrisi pada menanam hidroponik sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan. Untuk pertumbuhan bayam merah pada hidroponik dengan sistem DFT ini membutuhkan nutrisi 900 – 1750 ppm agar tetap setabil dan optimal untuk pertumbuhan tanaman.

2. Suhu Air

Suhu air merupakan salah satu faktor yang paling penting di dalam membudidayakan tanaman menggunakan teknik hidroponik. Suhu air yang optimal adalah 25°C - 30°C agar tanaman bayam merah dapat tumbuh dengan optimal.

3. Suhu Udara

Suhu udara menjadi begitu penting karena merupakan salah satu faktor yang paling mudah berubah dan sifatnya sangat fluktuatif. Suhu udara yang optimal adalah 20°C - 30°C untuk tanaman bayam merah hidroponik.

4. Tinggi Air

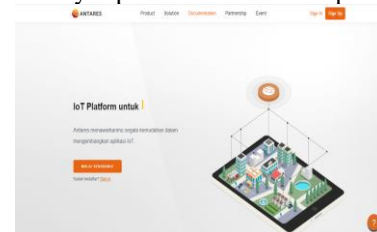
Tinggi air dalam sistem hidroponik sangat penting karena berhubungan dengan jumlah air yang tersedia untuk sirkulasi. Air dalam sistem hidroponik dapat berkurang karena tanaman menyerap air dan juga karena penguapan (evaporasi). Adapun tinggi air ada pada bak penampungan hidroponik yang >18 cm dinyatakan kondisi “AMAN!” sedangkan untuk <18 cm maka kondisi “TIDAK AMAN!”. Untuk penambahan air pada bak penampungan hidroponik dilakukan secara manual.

E. Internet of Things (IoT) sebagai Pemantauan

IoT adalah sebuah konsep yang dapat memberikan akses kepada para pengguna untuk dapat berkomunikasi dengan perangkat-perangkat yang dapat terintegrasi melalui jaringan internet. IoT memiliki kapabilitas untuk berbagi data dan informasi melalui jaringan, dengan kemampuan untuk memfasilitasi komunikasi serta kerja sama antar perangkat yang terhubung melalui internet. Hal ini memungkinkan interaksi antara manusia dan perangkat IoT [6].

F. Antares Platform

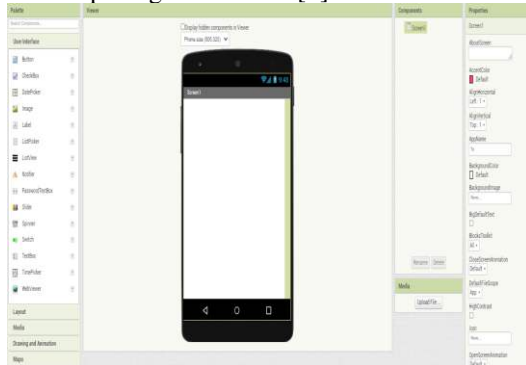
Antares merupakan sebuah Horizontal IoT Platform dari PT. Telekomunikasi Indonesia, Antares juga menyediakan empat pilar utama yaitu IoT platform, IoT solution, IoT connectivity, dan Device. Antares juga menyediakan cloud database untuk menyimpan data dan menampilkannya.



GAMBAR 2
Antares Platform

G. MIT APP Inventor

MIT App Inventor adalah sebuah pengembangan platform online yang mampu digunakan oleh semua orang untuk memecahkan masalah dengan konsep pengaturan program yang sudah disiapkan sebelumnya. MIT App Inventor *environment* yang memanfaatkan bahasa visual berbasis blok untuk memungkinkan orang membuat aplikasi seluler untuk perangkat Android [7].



GAMBAR 3
MIT APP Inventor

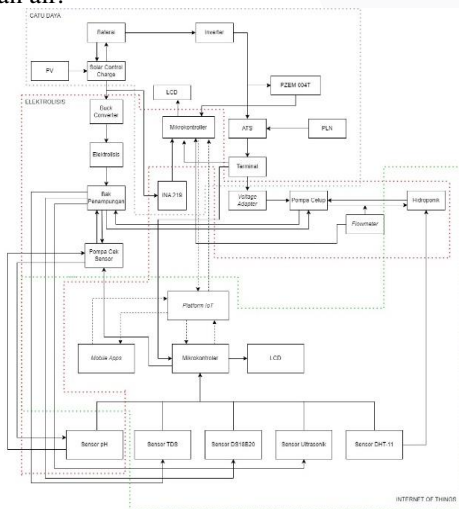
H. Quality of Service

Quality of Service (QoS) adalah suatu metode yang digunakan untuk mengukur dan menilai kualitas jaringan. Metode ini fokus pada karakteristik atau model jaringan. Beberapa parameter yang digunakan untuk mengukur QoS mencakup *Throughput*, *Packet Loss*, *Delay*, dan *Jitter*. [8].

III. METODE

A. Desain Sistem

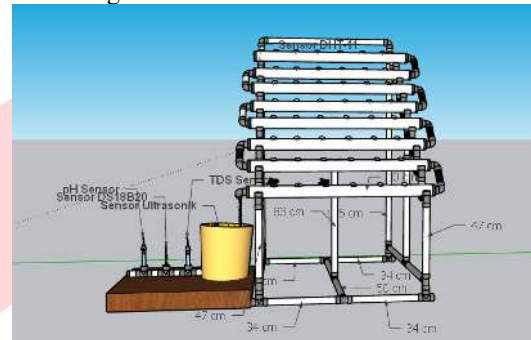
Dalam penelitian ini, telah dibuat sebuah sistem pemantauan untuk tanaman bayam merah dalam metode hidroponik. Sistem ini didasarkan pada konsep *Internet of Things* (IoT), yang memungkinkan integrasi dan koneksi yang erat antara perangkat keras dan perangkat lunak melalui jaringan internet. Perancangan sistem ini dilakukan dengan maksud memudahkan pemberian informasi kepada pengguna seperti kondisi suhu udara, suhu air, larutan nutrisi, dan ketinggian air.



GAMBAR 4
Diagram Blok Keseluruhan

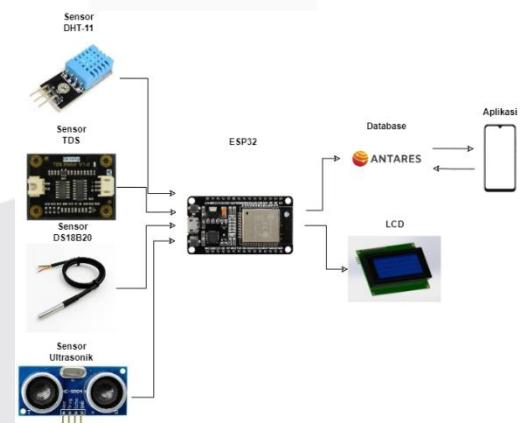
Gambar 4 diatas merupakan diagram blok keseluruhan Dalam penelitian ini, dilakukan sistem *monitoring* berbasis *Internet of Things* pada bayam merah hidroponik. Sistem *monitoring* hidroponik ini menggunakan sensor DHT-11, sensor DS18B20, sensor TDS, dan sensor Ultrasonik, dimana sensor akan membaca nilai suhu udara, suhu air, kadar larutan nutrisi, dan ketinggian air yang akan dikirimkan ke ESP32 sebagai mikrokontroler. Setelah mengirimkan data dari sensor ke ESP32, data ditampilkan pada LCD dan di-*upload* ke Antares IoT Platform dengan dihubungkan ke *mobile app*.

B. Desain Perangkat Keras



GAMBAR 5
Desain Alat

Gambar 5 diatas merupakan sebuah desain alat yang akan direalisasikan nyata pada pengerjaan tugas akhir ini. Desain alat ini agar dapat mempermudah pengerjaan alat yang akan dibuat. Pembuatan desain alat ini agar dapat terbayang bentuk rekayasa konstruksi alat yang akan dikerjakan. Gambarkan alat tersebut terdiri dari Perancangan desain perangkat keras dibutuhkan untuk mengimplementasikan sistem.



GAMBAR 6
Desain Perangkat Keras

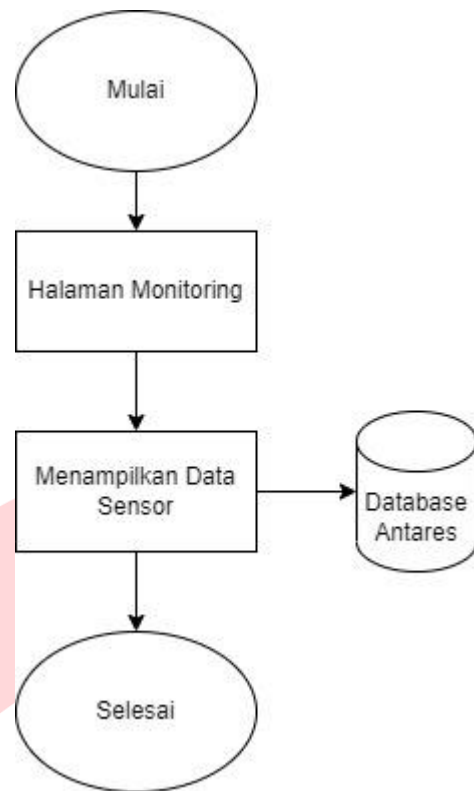
Gambar 6 yang ditampilkan di atas adalah representasi keseluruhan desain yang telah disusun oleh penulis untuk penelitian ini, masukkan dari sistem terdiri dari sensor DHT-11, sensor, DS18B20, sensor, Ultrasonik, sensor TDS, dan LCD.

C. Diagram Alir



GAMBAR 7
Diagram Alir Sistem

Gambar 7 diatas merupakan diagram alir atau yang lebih dikenal sebagai *flowchart* dari sistem *monitoring* bayam merah hidroponik. Sistem akan dimulai dengan melakukan inisialisasi pada semua *port serial* yang terhubung ke sensor-sensor yang digunakan. Setelah itu sensor akan mendeteksi parameter masing-masing yaitu suhu udara, suhu air, larutan nutrisi, ketinggian air, pH, Arus, Tegangan AC Pzem, dan Arus, Tegangan DC Ina 219. Kemudian data sensor akan dikirim ke ESP32 dan memproses datanya. Setelah diproses data-data ditampilkan di LCD dan di-upload ke Antares IoT Platform sebagai database. Setelah itu, database dihubungkan dengan *mobile app* sehingga pengguna dapat mengakses data sensor dan kondisi terkini suhu udara, suhu air, larutan nutrisi, ketinggian air, pH, Arus, Tegangan AC Pzem, dan Arus, Tegangan DC Ina 219.



GAMBAR 8
Diagram Alir *Mobile app*

Gambar 8 diatas merupakan diagram alir *mobile app* dari sistem *monitoring* bayam merah hidroponik. *Mobile app* akan dimulai dengan tampilan halaman *monitoring* layar 1 berisi parameter suhu udara, larutan nutrisi, suhu air, dan pH. Pada tampilan layar 2 berisi parameter arus, tegangan untuk AC dan arus tegangan untuk DC. Untuk tampilan layar 3 berisi tentang informasi *mobile app*. Setelah itu data-data ditampilkan pada *mobile app* dan disimpan pada database Antares.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Perangkat

Pengujian perangkat ini merupakan tahapan pengujian pada perangkat keras. Pada tahapan pengujian ini dilakukan dengan menghitung nilai larutan nutrisi, suhu air, suhu udara, dan ketinggian air. Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja alat dan mengukur sejauh mana kualitas alat tersebut berhasil.



GAMBAR 9
Pengujian Perangkat Keras

B. Pengujian Sensor

Pengujian sensor merupakan tahapan hasil dari kalibrasi berbagai sensor, fungsi dan kinerja sistem. Hasil dari kalibrasi sensor terdapat nilai akurasi dan error untuk mengetahui tingkat keakuratan dari keluaran nilai sensor. Nilai akurasi dan error didapat dengan persamaan :

$$\text{Error (\%)} = \frac{(\text{Nilai sensor} - \text{Nilai kalibrator})}{\text{Nilai kalibrator}} \times 100 \quad (4.1)$$

$$\text{Akurasi (\%)} = 100 \% - \text{error} \quad (4.2)$$

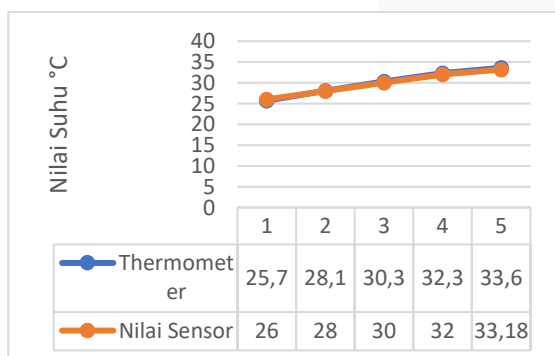
Pada kedua persamaan 4.1 dan 4.2 merupakan faktor pendukung dari hasil kalibrasi nilai keluaran sensor tersebut. Persamaan 4.1 memerlukan nilai sensor dan nilai kalibrator untuk mencari nilai error. Setelah itu, dapat mencari nilai akurasi dari suatu sensor dengan menggunakan persamaan 4.2 tersebut.

1. Pengujian Suhu Udara DHT-11

Sensor suhu yang digunakan dalam penelitian ini merupakan sensor DHT-11. Pengujian sensor suhu dilakukan untuk mengetahui nilai suhu yang sudah di kalibrasi dan mengetahui apakah sensor berfungsi dengan baik. Pada proses pengujian sensor suhu dilakukan pembandingan keluaran pada sensor DHT-11 dengan hygrometer.

TABEL 1
Rata-Rata Suhu Sensor DHT-11 dan Hygrometer

Hygrometer	Nilai Sensor DHT-11	Error (%)	Akurasi (%)
25,7	26	1,16	98,84
28,1	28	0,35	99,65
30,3	30	0,99	99,01
32,3	32	0,92	99,08
33,6	33,18	1,24	98,76
Rata-Rata		0,932	99,068



GAMBAR 10
Grafik Hasil Pengujian Sensor DHT-11

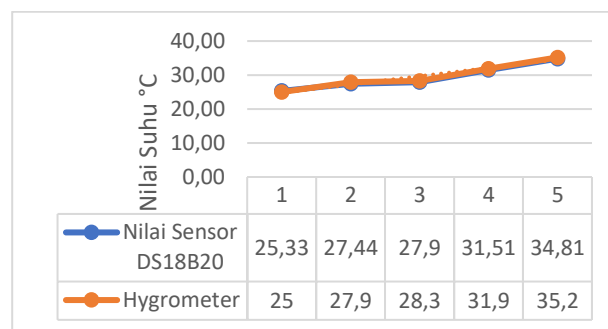
Dari pengujian sensor tersebut tingkat akurasi sangat menentukan pada pengujian sistem keseluruhan nanti. Pada tabel 1 didapatkan nilai rata-rata akurasi sebesar 99,06 % dan rata-rata error sebesar 0,93 %.

2. Pengujian Suhu Air Sensor DS18B20

Sensor suhu yang digunakan dalam penelitian ini merupakan sensor DS18B20. Pengujian sensor suhu dilakukan untuk mengetahui nilai suhu air yang sudah di kalibrasi dan mengetahui apakah sensor berfungsi dengan baik. Pada proses pengujian sensor suhu dilakukan pembandingan keluaran pada sensor dengan thermometer digital.

TABEL 2
Rata-Rata Suhu Sensor DS18B20 dan Thermometer

No,	Nilai Sensor DS18B20	Thermometer	Error (%)	Akurasi (%)
1	25,33	25	1,33	98,66
2	27,44	27,9	1,62	98,37
3	27,9	28,3	1,41	98,58
4	31,51	31,9	1,22	98,77
5	34,81	35,2	1,1	98,89
Rata-Rata			1,34	98,66



GAMBAR 11
Grafik Hasil Pengujian Sensor DS18B20

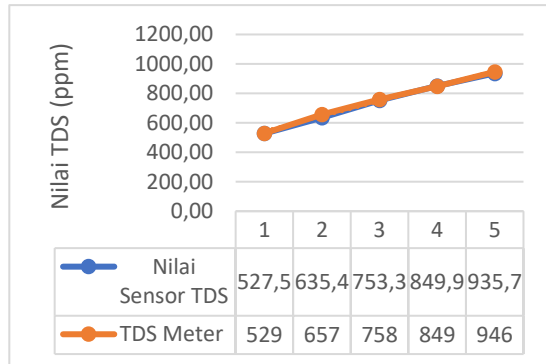
Dari pengujian sensor tersebut tingkat akurasi sangat menentukan pada pengujian sistem keseluruhan nanti. Pada tabel 2 didapatkan nilai rata-rata akurasi sebesar 98,66 % dan rata-rata error sebesar 1,34 %.

3. Pengujian Nutrisi Sensor TDS SEN0244

Sensor Total Dissolve Solid (TDS) yang digunakan dalam penelitian ini merupakan sensor TDS SEN0244. Pengujian sensor TDS dilakukan untuk mengetahui nilai suatu larutan nutrisi dan mengetahui apakah sensor berfungsi dengan baik. Pada proses pengujian sensor TDS dilakukan pembandingan keluaran pada sensor dengan TDS meter.

TABEL 3
Rata-Rata Larutan Nutrisi Sensor TDS dan TDS Meter

No.	Nilai Sensor TDS	TDS Meter	Error (%)	Akurasi (%)
1	527,55	529	0,274	99,72
2	635,38	657	3,29	96,71
3	753,32	758	0,617	99,38
4	849,93	849	0,109	99,89
5	935,72	946	1,087	98,91
Rata-Rata			1,075	98,925



GAMBAR 12
Grafik Hasil Pengujian Sensor TDS

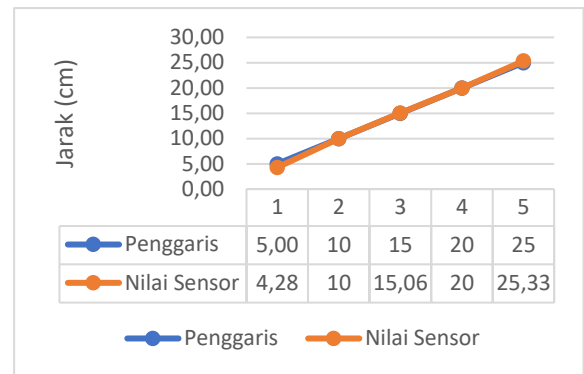
Dari pengujian sensor tersebut tingkat akurasi sangat menentukan pada pengujian sistem keseluruhan nanti. Pada pengujian pengukuran sensor TDS mengambil sampel sebanyak 5 kali percobaan dengan air dari campuran AB mix yang berbeda-beda untuk melihat perbedaan nilai pada PPM. Dari pengujian sensor tersebut tingkat akurasi sangat menentukan pada pengujian sistem keseluruhan nanti. Pada tabel 3 didapatkan nilai rata-rata akurasi sebesar 98,925 % dan rata-rata error sebesar 1,075 %.

4. Pengujian Jarak Sensor Ultrasonik

Pengujian sensor ultrasonik dilakukan untuk mengetahui jarak yang sudah di kalibrasi dan mengetahui apakah sensor berfungsi dengan baik. Pada proses pengujian sensor ultrasonik dilakukan pembandingan keluaran pada sensor dengan penggaris.

TABEL 4
Rata-Rata Jarak Sensor Ultrasonik dan Penggaris

No.	Nilai Sensor	Penggaris	Error (%)	Akurasi (%)
1	4,28	5,00	14,33	85,66
2	10	10	0	100
3	15,06	15	0,44	99,55
4	20	20	0	100
5	25,33	25	1,3	98,66
Rata-Rata			3,214	96,776



GAMBAR 13
Grafik Hasil Pengujian Ultrasonik

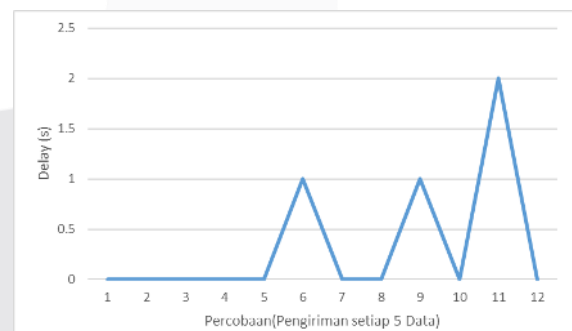
Pada tabel 4 didapatkan nilai rata-rata akurasi sebesar 96,776 % dan rata-rata error sebesar 3,214 %.

C. Pengujian Sistem Komunikasi

Untuk menguji sistem komunikasi atau *Quality of Service* (QoS), pengujian dilakukan dengan dua metode, yaitu perhitungan manual dan menggunakan perangkat lunak WireShark. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk memperoleh parameter seperti *delay time*, *jitter*, *packet loss*, dan *throughput*. Hal ini bertujuan untuk mengevaluasi kualitas kinerja perangkat *Internet of Things* (IoT) yang sedang digunakan.. Berikut adalah hasil pengujian parameter *Quality of Service*.

1. Pengujian *Delay Time* Pengiriman Data

Pengujian nilai delay dilaksanakan dengan mengukur perbedaan waktu antara pembacaan pada Antares dan tampilan serial monitor di Arduino IDE.. Pengujian menghasilkan nilai rata-rata *delay* dari 60 paket data dari ESP32 menuju platform Antares. Nilai rata-rata *delay* dapat dihitung dengan persamaan (2.3). Pada gambar 14 hasil pengujian *delay* dalam pengiriman data ke Antares



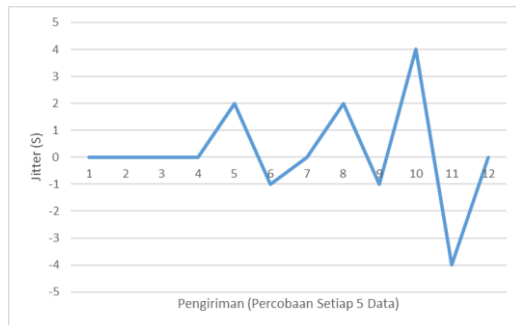
GAMBAR 14 Grafik Pengujian *Delay Time*

Pada gambar 14 diatas menunjukkan *delay* pengiriman setiap 5 data. Dari hasil pengujian diatas dan menggunakan persamaan 2.3 maka dapat diambil nilai *delay* pengiriman data dari ESP32 ke Antares adalah 4 detik dengan rata-rata 0,06 detik atau 60 ms. Pengujian *delay* ini tergolong dalam kategori sangat bagus dan tergolong pada indeks 4.

2. Pengujian *Jitter* Pengiriman Data

Pengujian ini dilakukan untuk mengukur variasi *delay* atau perbedaan selang waktu paket datang pada lokasi tujuan. Pengujian jitter dilakukan dengan menggunakan data yang telah terkumpul dari pengujian delay sebelumnya. Hasil

pengujian memberikan nilai rata-rata jitter berdasarkan data dari 60 paket data yang dikirim dari ESP32 ke Antares. *Jitter* memiliki perhitungan yang dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan (2.4). Pada gambar 15 hasil pengujian *jitter* dalam pengiriman data ke Antares.

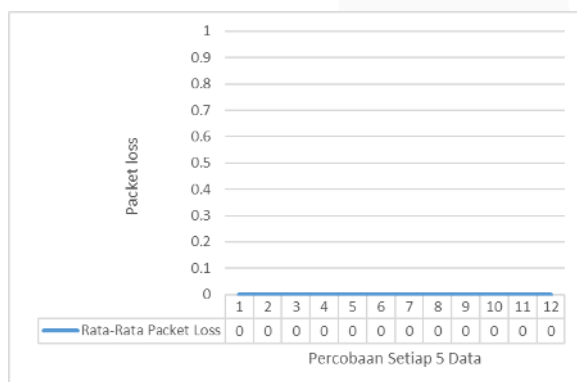


GAMBAR 15
Grafik Pengujian *Jitter*

Pada gambar 15 diatas menunjukkan *jitter* pengiriman dari setiap 5 data. Dari hasil pengujian diatas dan menggunakan persamaan 2.4 maka dapat diambil nilai *jitter* pengiriman data dari ESP32 ke Antares dengan rata-rata variansi *delay* sebesar 0,067 detik atau 67 ms. Pengujian *jitter* ini tergolong dalam kategori bagus dan tergolong pada indeks 3.

3. Pengujian *Packet loss* Pengiriman Data

Pengujian *Packet loss* memiliki tujuan untuk mengetahui jumlah perbandingan paket data yang dikirim dan yang diterima. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengirim data ke platform IoT sebanyak 60 paket data dan di lakukan perbandingan berapa banyak data yang di terima oleh platform IoT. *Packet loss* memiliki perhitungan yang dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan (2.2). Pada gambar 16 hasil pengujian *packet loss* dalam pengiriman data ke Antares.



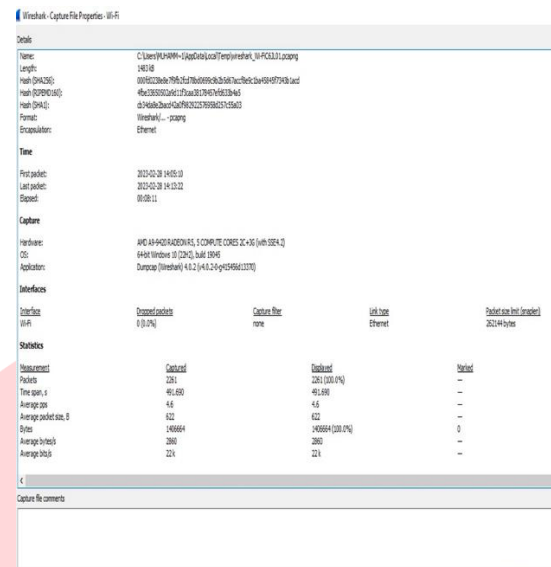
GAMBAR 16
Grafik Pengujian *Packet loss*

Berdasarkan hasil pengujian *packet loss*, tidak terdapat kehilangan paket data pada proses pengiriman data dari ESP32 ke Antares. Semua data berhasil diterima oleh Antares, yang menunjukkan bahwa modul ESP32 berfungsi dengan baik. Pengujian *packet loss* ini tergolong dalam kategori sangat bagus dan tergolong pada indeks 4

4. Pengujian *Throughput* Pengiriman Data

Pengujian *throughput* adalah proses untuk mengukur efisiensi kecepatan *transfer* atau pertukaran data dalam

satuan bps (*bit per second*). *Throughput* dapat dihitung dengan mengukur total data yang berhasil diterima dalam periode waktu tertentu. *Throughput* memiliki perhitungan yang dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan (2.1).



GAMBAR 17
Grafik Pengujian *Throughput*

Berdasarkan hasil analisis menggunakan *Wireshark*, rata-rata *throughput* yang tercatat adalah sekitar 2860,87 bytes/s atau setara dengan 22886,96 bit/s. Hal ini mengindikasikan bahwa proses pengiriman data dalam periode waktu tertentu berjalan dengan baik dan memiliki kecepatan *transfer* yang baik.

D. Tampilan User Interface Aplikasi Android

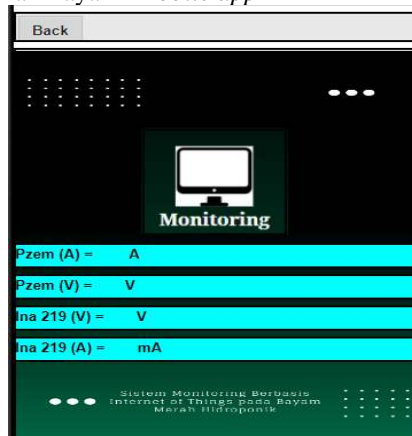


GAMBAR 18
Tampilan Layar 1 *Mobile app*

Pada gambar 18 menunjukkan tampilan awal dari aplikasi Android. *User Interface* pada aplikasi Android dirancang dan di desain menggunakan website MIT App Inventor. Setelah selesai dan berhasil membuat keseluruhan sistem dan

tampilan aplikasi, unduh dan install dahulu aplikasi tersebut pada smartphone. Layar utama dari aplikasi Android ini akan di tampilkan data yang terlihat nilai Suhu Udara, Suhu Air, Larutan Nutrisi, Ketinggian Air, dan pH. Tombol bertuliskan Back akan menghubungkan ke halaman seperti pada gambar berikut.

1. Tampilan Layar 2 *Mobile app*



GAMBAR 19
Tampilan Layar 2 *Mobile app*

Gambar 19 merupakan tampilan Layar 2 dari *mobile app* yang menampilkan data pada halaman ini akan di tampilkan nilai Arus, Tegangan AC Pzem, dan Arus, Tegangan DC Ina 219. Tombol *Back* berfungsi untuk menghubungkan pengguna ke halaman utama.

2. Tampilan Layar 3 *Mobile app*

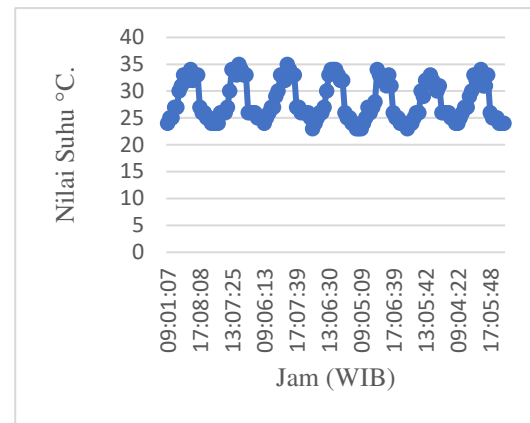


GAMBAR 20
Tampilan Layar 3 *Mobile app*

Gambar 20 merupakan tampilan Layar 3 dengan mengklik pada Gambar 18 tombol About berisi tentang informasi dan tujuan aplikasi. Tombol *Back* berfungsi untuk pengguna ke halaman utama.

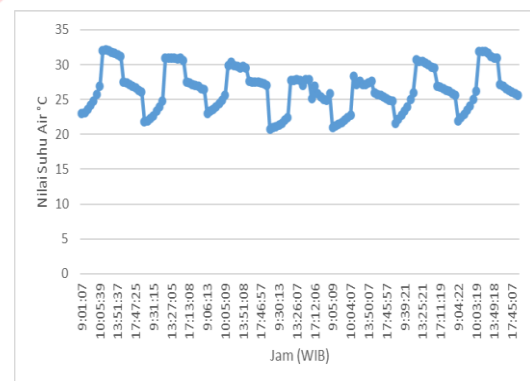
E. Pengujian *Monitoring*

Pengujian *monitoring* sistem ini dilakukan untuk menganalisa kondisi parameter pada hidroponik. Pengujian dilakukan selama 7 hari dan 1 hari dilakukan 3x uji pada Pagi, Siang, dan Sore hari.



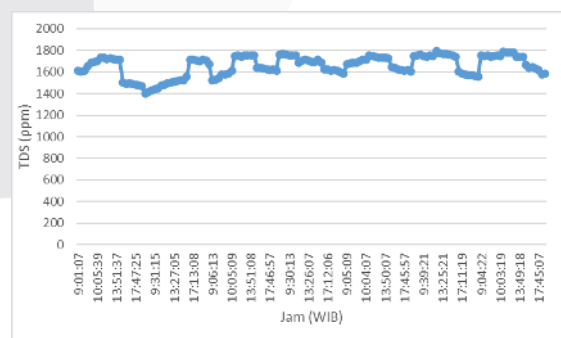
GAMBAR 21
Grafik *Monitoring* Suhu Udara

Pada Gambar 21 merupakan grafik *monitoring* pada suhu udara. Dari grafik tersebut terlihat bahwa pada pukul 13 siang hari terlihat sangat dominan mendapatkan suhu yang tinggi karena pengaruh cuaca panas. Dari gambar diatas bahwa rata-rata suhu udara selama *monitoring* adalah 28,08°C.



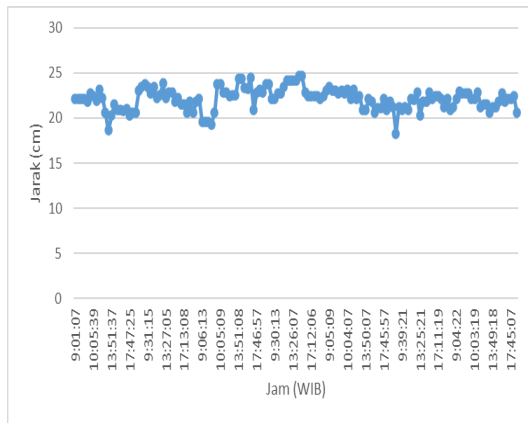
GAMBAR 22
Grafik *Monitoring* Suhu Air

Pada Gambar 22 merupakan grafik *monitoring* pada suhu air. Nilai suhu air sangat sangat tinggi pada kondisi siang hari. Bahwa rata-rata suhu air adalah 26,49°C.



GAMBAR 23
Grafik *Monitoring* Nutrisi

Pada Gambar 23 merupakan grafik *monitoring* pada larutan nutrisi. Dimana terlihat grafik yang menurun diakibatkan terjadi karena penguapan. Setelah itu dilakukan penambahan nutrisi secara manual dengan menambahkan nutrisi AB Mix. Dari grafik diatas bahwa rata-rata nilai larutan larutan nutrisi adalah 1657 ppm.



GAMBAR 24
Grafik Monitoring Tinggi Air

Pada Gambar 24 merupakan grafik *monitoring* tinggi air pada bak penampungan hidroponik. Berdasarkan grafik tersebut terjadi penurunan pada pagi hari. Untuk penambahan air ditambahkan secara manual ketika kondisi “Tidak Aman” pada *mobile app* Android. Untuk rata-rata dari tinggi air adalah 22,14 cm.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa sistem *monitoring* berbasis *Internet of Things* pada bayam merah hidroponik, beberapa kesimpulan yang dapat ditarik adalah sebagai berikut:

1. Sistem dapat *me-monitoring* berupa kadar larutan nutrisi, suhu udara, suhu air, dan ketinggian air dengan rata-rata akurasi yang baik dari masing-masing sensor sebesar 98,92% untuk sensor larutan nutrisi TDS SEN0244, 99,07% untuk sensor suhu udara DHT-11, 98,65% untuk sensor suhu air DS18B20, dan 96,77% untuk sensor ketinggian air Ultrasonik.
2. Sistem dapat menerima data yang telah dikirim ke Antares, lalu menampilkan hasil *monitoring* dengan baik pada LCD dan aplikasi Android. *Delay* pengiriman rata-rata sebesar 0,066 detik atau 60ms. Dalam pengiriman paket data tidak ada paket data yang hilang dalam pengiriman kemudian data tersebut dapat dilihat atau diakses melalui *mobile app*.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada Tugas Akhir ini, saran yang dapat diberikan penulis sebagai berikut.

1. Penelitian ini diperlukan kalibrasi setiap beberapa waktu sekali agar sensor memiliki tingkat akurasi yang baik.
2. Untuk pengembangan pada aplikasi *mobile app* di tambahkan fitur *public* download agar memudahkan pengguna melihat riwayat nilai parameter sistem *monitoring* bayam merah dan kendali untuk nutrisi dan air.

REFERENSI

- [1] I. S. Roidah, “Pemanfaatan Lahan Dengan Menggunakan Sistem Hidroponik,” 2014.
- [2] Y. Chadirin, “Teknologi Greenhouse dan Hidroponik,” Diklat Kuliah. Dep. Tek. Pertanian. IPB, 2007.
- [3] Y. Elmi, “Pengaruh Campuran A&B Mix dengan Pupuk Organik Cair Limbah Sawi Hijau (Brassica rapa L.) terhadap Pertumbuhan Tanaman Bayam Merah (Amaranthus tricolor L.) Hidroponik,” HUMANTECH J. Ilm. Multi Disiplin Indones., vol. 1, no. 8, pp. 1111–1120, 2022.
- [4] C. Saparinto, Grow your own vegetables-panduan praktis menanam 14 Sayuran Konsumsi Populer di Pekarangan. Yogyakarta: Penebar Swadaya, 2013.
- [5] C. Allen, The ABC of NFT. Nutrient film technique. Grower Books. 1979.
- [6] Syarifuddin. A, “Pengatur Suhu dan Kelembaban Otomatis Budidaya Jamur Tiram Berbasis Internet of Things,” J. TeknoSAINS, vol. 01, no. 01, pp. 1–14, 2018.
- [7] B. Xie and H. Abelson, “Skill progression in MIT app inventor,” Proc. IEEE Symp. Vis. Lang. Human-Centric Comput. VL/HCC, vol. 2016-Novem, pp. 213–217, 2016, doi: 10.1109/VLHCC.2016.7739687.
- [8] M. P. Joko Triloka, “Analisis Quality of Service (QoS) Jaringan Internet Untuk Mendukung Rencana Strategis Infrastruktur Jaringan Komputer Di SMK N I Sukadana,” J. Teknol. Komput. Dan Sist. Inf., 2019