

Rancang Bangun Sistem Kendalidan Pemantau Kebutuhan Tanaman *Aquascape* Berbasis IoT Dengan Aplikasi Android

Design Of Aquascape Plantrequirement Control And Monitoring System Based On IoT Using Android Application

1st Wahyu Ardhi Kuncoro
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

wahyuardhik@telkomuniversity.a
c.id

2nd Sofia Naning Hertiana
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

sofiananing@telkomuniversity.ac.
id

3rd Sevierda Raniprima
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

sevierda@telkomuniversity.ac.id

Abstrak—Tanaman *aquascape* adalah komponen penting dalam membuat sebuah ekosistem *aquascape*. Dirancangnya sebuah sistem kendali dan pemantau berbasis *Internet of Things* secara *realtime* untuk membantu dan memudahkan penghobi dalam pengendalian kebutuhan tanaman *aquascape*. Kondisi air sangat berpengaruh dalam kelangsungan hidup tanaman *aquascape*. Kondisi air sangat berpengaruh dalam kelangsungan hidup tanaman *aquascape*. Idealnya kondisi suhu dalam air adalah suhu antara 20°C – 28°C, pencahayaan untuk fotosintesis tanaman antara 5 – 12 jam, kadar CO₂ antara rendah sampai sedang, dan nutrisi tergantung dengan banyaknya tanaman pada aquarium atau 70 ppm – 320 ppm. Sistem alat dan aplikasi yang dirancang dapat bekerja dengan baik. Tingkat akurasi pada setiap pengujian sensor-sensor yang digunakan tergolong bagus yaitu diatas 96%. Pengujian *Quality of Service* untuk pengiriman data dari alat menuju *database* diperoleh nilai rata-rata *delay* keseluruhan sebesar 98 *millisecond*, rata-rata *throughput* keseluruhan sebesar 17901 bps, dan rata-rata *packet loss* keseluruhan sebesar 0%. Kemudian Pengujian *Quality of Service* untuk pengiriman data dari *database* menuju aplikasi diperoleh nilai rata-rata *delay* keseluruhan sebesar 244 *millisecond*, rata-rata *throughput* keseluruhan sebesar 4290 bps, dan rata-rata *packet loss* keseluruhan sebesar 0%. Lalu tanaman yang digunakan dalam pengujian dengan diberi *controlling* dapat tumbuh dengan subur.

Kata kunci—*Aquascape*, *Sensor*, *Realtime*, *Internet of Things*

Abstract—*Aquascape plants are an important component in making an aquascape ecosystem. The design of a control and monitoring system based on the Internet of Things in real time*

to assist and facilitate hobbyists in controlling the needs of aquascape plants. Water conditions are very influential in the survival of aquascape plants. Water conditions are very influential in the survival of aquascape plants. Ideally the temperature conditions in the water are temperatures between 20°C - 28°C, lighting for plant photosynthesis between 5-12 hours, CO₂ levels between low to moderate, and nutrients depending on the number of plants in the aquarium or 70 ppm - 320 ppm. The system of tools and applications designed can work well. The level of accuracy in each test of the sensors used is quite good, which is above 96%. Quality of Service testing for sending data from the device to the database obtained an overall average delay value of 98 milliseconds, an overall average throughput of 17901 bps, and an overall average packet loss of 0%. Then the Quality of Service Test for sending data from the database to the application obtained an overall average delay value of 244 milliseconds, an overall average throughput of 4290 bps, and an overall average packet loss of 0%. Then the plants used in the test by being given a control can thrive.

Keywords—*Aquascape*, *Sensor*, *Realtime*, *Internet of Things*

I. PENDAHULUAN

Aquascape merupakan sebuah seni menata tanaman air beserta dengan koral, batu, kayu apung, dan batu karang dengan indah di dalam akuarium dan dibuat sealamiah mungkin sehingga kesan berkebudayaan di dalam air dapat tercipta [1]. Tanaman *aquascape* merupakan komponen yang penting dalam membuat sebuah ekosistem *aquascape* dan terdapat hal-hal yang perlu diperhatikan ketika merawat tanaman tersebut agar tidak terjadi kegagalan dalam pertumbuhan tanaman. Kegagalan tersebut ini

disebabkan oleh kadar pH terlalu asam maupun basa, nutrisi yang tidak terpenuhi, suhu dalam air yang terlalu panas, durasi pencahayaan yang terlalu lama, dan kurangnya pasokan kadar CO₂ dalam air. Kebutuhan tanaman yang tidak terkontrol tersebut menyebabkan kegagalan fotosintesis dan mengakibatkan tanaman tidak sehat dan tidak tumbuh dengan maksimal [2]. Untuk memudahkan pengendalian tersebut maka dibutuhkan sebuah sistem dengan teknologi *Internet of Things*. Oleh karena itu, pada penelitian ini meneliti tentang pengendalian kebutuhan tanaman *aquascape* yang lebih kompleks seperti kebutuhan tanaman terhadap suhu, durasi pencahayaan, kadar nutrisi dan CO₂ dalam air.

Maka dari itu, dalam mengembangkan penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya, pada penelitian kali ini akan merancang dan mengimplementasikan sebuah alat berupa pengembangan sebuah sistem untuk memenuhi kebutuhan tanaman seperti, memantau kondisi pH, suhu, nutrisi, dan CO₂ di dalam air dan mengontrol perangkat secara otomatis maupun manual sehingga dapat menjaga ekosistem dan pertumbuhan tanaman tetap berlangsung dengan baik sesuai dengan kebutuhan tanaman. Kemudian sistem dapat diakses menggunakan aplikasi pada *smartphone* yang telah terintegrasi dengan *database* secara *realtime*. Sehingga penerapan sistem kendali dan pemantau pada kebutuhan tanaman *aquascape* sangat diperlukan oleh penghobi tanaman tersebut untuk memberikan kemudahan dalam perawatan pada tanaman.

II. KAJIAN TEORI

A. Tanaman *Aquascape*

Tanaman *aquascape* merupakan tanaman yang hidup di dalam air. Dalam melangsungkan hidupnya, tanaman tersebut juga membutuhkan CO₂ guna melakukan fotosintesis seperti halnya tanaman yang hidup di darat [3].

Adapun beberapa jenis tanaman *aquascape* berdaun hijau yang sering digunakan untuk menghias aquarium dapat dilihat pada Tabel 1 Tanaman *Aquascape* [4].

TABEL 1
Tanaman *Aquascape*

No	Nama Tanaman	Suhu	pH	Nutrisi	Pencahayaan	CO ₂
1	Amazon Sword	22°C - 27°C	6.0 - 8.0	Rendah - Tinggi	Rendah - Sedang	Rendah - Sedang
2	Bacopa Carolina	20°C - 28°C	6.0 - 8.0	Rendah - Tinggi	Rendah - Sedang	Rendah - Sedang
3	Bucephalandra	22°C - 28°C	5.0 - 8.0	Rendah - Tinggi	Rendah - Tinggi	Rendah - Sedang
4	Cabomba Green	20°C - 28°C	6.0 - 7.5	Rendah	Rendah - Tinggi	Rendah - Tinggi
5	Java Fern	20°C - 28°C	6.0 - 8.0	Rendah - Tinggi	Rendah - Sedang	Rendah - Sedang
6	Rotala Indica	20°C - 28°C	6.0 - 7.5	Rendah - Sedang	Rendah - Sedang	Rendah - Sedang

B. Kebutuhan Tanaman *Aquascape*

Sama halnya dengan tanaman darat, tanaman *aquascape* juga membutuhkan beberapa kebutuhan untuk proses pertumbuhan agar tanaman dapat hidup dengan sehat dan subur. Kebutuhan pada tanaman *aquascape* adalah sebagai berikut:

a. Kebutuhan Terhadap Cahaya

Tanaman *aquascape* juga membutuhkan cahaya matahari untuk proses fotosintesis. Untuk mengatasi masalah tersebut digunakan lampu LED untuk menggantikan cahaya dari matahari. Durasi yang ideal untuk pencahayaan tanaman adalah antara 5 sampai 12 jam. Kekurangan intensitas cahaya pada tumbuhan akan mengganggu proses fotosintesis dan menyebabkan tanaman menjadi kerdil dan tidak sehat sehingga tanaman tidak dapat tumbuh secara maksimal [5]. Pada tahun 1990-an, patokan daya listrik yang digunakan untuk tanaman *aquascape* adalah 1 watt / liter air. Tetapi, patokan tersebut tidak akurat sehingga digunakan hitungan yang lebih akurat yaitu dengan menggunakan satuan PAR (*Photosynthetic Active Radiation*) [6]. Dari perhitungan dengan menggunakan satuan PAR tersebut dihasilkan rekomendasi daya lampu berdasarkan ukuran dengan jarak lampu ke air 10 cm – 15 cm yang dapat dilihat pada Tabel 2. Kebutuhan Tanaman *Aquascape* [6].

TABEL 2
Kebutuhan Tanaman *Aquascape*

Ukuran Aquarium (P x L x T)	Daya Lampu (Watt)		
	Cahaya Rendah	Cahaya Sedang	Cahaya Tinggi
30cm x 20cm x 20cm	10 w	15 w	20 w
45cm x 40cm x 30cm	15 w	20 w	25 w
60cm x 30cm x 30cm	20 w	30 w	40 w
90cm x 45cm x 50cm	60 w	80 w	100 w
120cm x 50cm x 50cm	100 w	150 w	200 w

b. Kebutuhan Terhadap Suhu

Suhu dalam air bagi tanaman *aquascape* sangat berpengaruh dalam laju fotosintesis baik dalam suhu yang terlalu panas maupun terlalu dingin. Hal tersebut dapat menyebabkan gangguan penggunaan energi untuk pertumbuhan. Suhu alami bagi tanaman *aquascape* adalah pada rentang 20°C – 28°C [7].

c. Kebutuhan Terhadap Nutrisi

Nutrisi merupakan kebutuhan penting untuk pertumbuhan dan reproduksi tanaman, kekurangan nutrisi pada tanaman dapat mengakibatkan tanaman layu atau mati. Nutrisi pada tanaman dibedakan menjadi 3 macam yaitu:

1. Nutrisi dasar, unsur hara yang dibutuhkan tanaman kurang lebih sekitar 96% yang terdiri dari C (karbon), H (hidrogen), dan O (oksigen).
2. *Makronutrien*, unsur hara yang dibutuhkan tanaman lebih dari 0,01% yang terdiri dari N (nitrogen), P

(fosfor), K (kalium), Ca (Kalsium), Mg (magnesium), dan S (sulfur).

3. *Mikronutrien*, unsur hara yang dibutuhkan tanaman kurang dari 0,01% yang terdiri dari Fe (besi), Zn (seng), B (boron), Cu (tembaga), Mn (mangan), Mo (molibdenum), dan Cn (klorin) [8].

Gejala kekurangan nutrisi paling mudah diamati melalui daun seperti perubahan bentuk daun, warna daun, dan tingkat kerontokan daun. Untuk itu segera lakukan pemupukan dengan pupuk padat atau pupuk cair, terutama pupuk cair, tetapi jangan berlebihan karena dapat memicu masalah baru seperti tumbuhnya alga atau ganggang dan meningkatnya tingkat kesadahan air. Kesadahan air merupakan salah satu sifat kimia yang dimiliki oleh air. Air menjadi sadah disebabkan adanya ion-ion Mg^{2+} , Ca^{2+} dan juga beberapa ion-ion lain dari *polyvalent metal* seperti Al (aluminium), Fe (besi), Mn (mangan), Sr (strontium) dan Zn (seng) dalam bentuk garam karbonat, bikarbonat dan sulfat dalam jumlah kecil [9]. Aturan pemberian pupuk cair dapat digunakan setiap hari dengan takaran 2 – 4 ml untuk volume air dibawah 100 liter. Rata - rata tanaman membutuhkan nutrisi dengan kadar kesadahan air rendah sampai tinggi yaitu antara 70 – 320 ppm. Berikut nilai untuk kadar nutrisi dan tingkat kesadahan dalam air dapat dilihat pada Tabel 3. Kebutuhan Terhadap Nutrisi

TABEL 3
Kebutuhan Terhadap Nutrisi

No	dH	mg/L (ppm)	Kesadahan Air
1	0 - 4 dH	0 - 70 ppm	Sangat Rendah
2	4 - 8 dH	70 - 140 ppm	Rendah
3	8 - 12 dH	140 - 210 ppm	Sedang
4	12 - 18 dH	210 - 320 ppm	Tinggi
5	18 - 30 dH	320 - 530 ppm	Sangat Tinggi

d. Kebutuhan Terhadap CO₂

CO₂ merupakan kebutuhan penting dalam tumbuhan terutama untuk proses fotosintesis. Fotosintesis merupakan proses sintesis karbohidrat dari bahan-bahan anorganik (CO₂ dan H₂O) pada tumbuhan berpigmen dengan bantuan energi cahaya matahari. Fotosintesis terdiri atas 2 fase, pada fase pertama yang terjadi pada grana dan menghasilkan ATP dan NADPH₂, kemudian pada fase kedua terjadi pada stroma dan menghasilkan karbohidrat. Fotosintesis pada tanaman *aquascape* dalam melakukan proses fotosintesis juga membutuhkan CO₂. Alat yang digunakan untuk mensuplai CO₂ pada *aquarium* adalah alat injeksi CO₂ yang dibuat sendiri dan disimpan dalam tabung [11]. Untuk mengetahui kadar CO₂ di dalam *aquarium* biasanya digunakan CO₂ Indikator. CO₂ Indikator berisi larutan khusus yang dapat membaca kondisi CO₂ didalam air. Arti warna pada CO₂ indikator dapat dilihat pada Tabel 4. Kebutuhan Terhadap CO₂

TABEL 4
Kebutuhan Terhadap CO₂

No	Warna	Kadar CO ₂
1	Biru	Rendah
2	Hijau	Sedang
3	Kuning	Tinggi

C. Internet of Things

IoT (*Internet of Things*) merupakan sebuah kapabilitas atas hubungan dari bermacam perangkat yang melakukan pertukaran data melalui jaringan internet. IoT (*Internet of Things*) ialah suatu teknologi yang dapat menimbulkan sebuah kemungkinan terjadinya pengendalian, komunikasi, serta kerja sama dari bermacam *hardware* dan data dengan bantuan jaringan internet. Maka dari itu disimpulkan jika *Internet of Things* (IoT) merupakan proses menghubungkan beberapa hal (*things*) yang bukan manusia yang mengoperasikannya, ke dalam internet [12].

D. Arduino Uno

Arduino Uno merupakan sebuah perangkat mikrokontroler yang berbasis Atmega328. Perangkat ini memiliki pelengkap pendukung kerja Mikrokontroler, tinggal colokkan pada *power supply* atau sambungkan ke laptop atau PC dengan kabel USB, maka Arduino Uno R3 ini sudah dapat untuk dilakukan pemrograman [13].

E. NodeMCU ESP8266

NodeMCU ESP8266 merupakan sebuah perangkat mikrokontroler yang sudah dilengkapi dengan modul WiFi ESP8266 didalamnya yang sering digunakan dalam platform berbasis IoT yang bersifat *opensource*. NodeMCU pada dasarnya dilengkapi dengan *power supply*, tombol *push flash*, tombol *reset* serta *port micro* dan terdiri dari perangkat keras berupa *System on Chip* ESP8266 [14].

F. Sensor pH Meter

Sensor pH meter merupakan sensor pengukur tingkat asam dan basa dari sebuah cairan atau larutan. Sensor ini bekerja dengan cara larutan HCL diberikan di atas bagian ujung sensor *probe* yang merupakan elektroda kaca dan kemudian sensor tersebut akan melakukan pengukuran terhadap jumlah ion H₃O⁺ yang terdapat di dalam larutannya [15].

G. Sensor TDS Meter

Sensor TDS (*Total Dissolved Solids*) adalah sensor pengukur partikel terlarut didalam air. TDS meter menggunakan satuan ppm [15].

H. Sensor DS18B20

Sensor DS18B20 ialah sensor *temperature* yang berupa digital dengan memiliki 9 sampai 12bit guna mengukur *temperature* dalam satuan celcius. Interval operasi yang dimiliki oleh sensor ini yakni mulai dari -55°C sampai +125°C [16].

I. Sensor Warna TCS3200

TCS3200 merupakan sensor warna yang bekerja dengan cara membaca nilai intensitas cahaya pada objek melalui 64 *photo* dioda yang terbagi menjadi 4 kelompok warna, yaitu *Red, Green, Blue, Clear* [17].

J. Modul Display OLED

Organic LED atau *OLED* merupakan teknologi layar yang dapat menampilkan teks atau animasi sama seperti *Liquid Crystal Display* atau *LCD*. *OLED* terdiri dari 128 segmen dan 64 *common* atau 128x64 piksel. Pada umumnya *OLED* memiliki dua warna saja yaitu putih dan hitam, tetapi ada beberapa jenis varian *OLED* yang memiliki dua tampilan warna yaitu biru dan kuning [18].

K. Modul DS3231 RTC

Modul *DS3231 RTC (Real time clock)* ialah suatu perangkat yang dapat menerima dan menyimpan data *realtime* berupa deskripsi waktu, seperti hari, tanggal, bulan, dan tahun [19].

L. Modul Relay

Modul *Relay* ialah suatu komponen elektronika yang merupakan saklar elektronik yang dapat bergerak dengan bantuan listrik. Saat diberi tegangan maka *relay* dalam kondisi *normally open* dan sebaliknya jika tidak ada tegangan maka *relay* dalam kondisi *normally close* [20].

M. Modul Breadboard Power Supply MB102

Modul *Breadboard Power Supply MB102* ialah suatu komponen elektronika berupa modul *board power supply* yang didesain khusus untuk penggunaan atau pemasangan pada *project board*. Modul ini mampu memberikan dua *output* tegangan *supply* DC, yaitu tegangan 3,3V dan 5V. *Input* tegangan DC yang digunakan pada modul ini adalah antara 6.5 – 12V dengan menggunakan adaptor [21].

N. Solenoid Valve

Solenoid valve merupakan katup yang dikendalikan dengan arus listrik baik DC maupun AC melalui kumparan atau solenoida. Prinsip kerja dari *solenoid valve* ini bila kumparan atau *coil* mendapatkan tegangan arus listrik yang sesuai dengan tegangan kerja yaitu 100/200VAC atau tegangan kerja pada tegangan DC adalah 6/24VDC [22].

O. Filter Pompa Air

Filter Pompa air merupakan suatu alat yang berguna sebagai penyedot dan penyaring air yang terdapat pada *aquarium* supaya kebersihan air terus terjaga.

P. Kipas

Kipas merupakan sebuah alat yang mengatur volume udara panas agar dapat bersirkulasi secara normal dan merata dalam suatu ruangan.

Q. Lampu LED

LED atau *Light Emitting Diode* ialah komponen elektronika yang mampu mengeluarkan cahaya

monokromatik apabila dialiri tegangan maju. LED memiliki kutub positif yang disebut sebagai anoda, dan kutub lainnya disebut katoda [23].

R. Firebase

Firestore ialah sebuah *platform* bagi aplikasi *realtime*.

akan melakukan *update* pada aplikasi yang tersambung baik dalam *mobile* maupun *website* [24].

S. Firebase Realtime Database

Firestore Realtime Database adalah basis data *online* yang berguna untuk menyimpan data dari aplikasi. Data tersimpan berupa bentuk JSON dan bisa disesuaikan tepat pada waktunya kepada tiap-tiap klien terkait [24].

T. Arduino IDE

Arduino IDE merupakan sebuah *software* lintas *platform* (Windows, macOS, Linux) yang bersifat *open source* untuk memudahkan penulisan kode program yang ditulis dalam bahasa pemrograman C atau C++ dan mengunggahnya ke dalam *board* yang kompatibel dengan *software* tersebut seperti Arduino Uno R3 dan NodeMCU ESP8266 [25].

U. Android Studio

Android Studio ialah *software* yang berbasis IDE (*Integrated Development Environment*) resmi guna membangun suatu aplikasi android berdasarkan Intellect IDEA yang dipublikasikan oleh Google pada tahun 2013. Intellect IDEA merupakan Java IDE yang berkembang di tangan JetBrains, berguna untuk pengembang suatu *software* pada komputer [26].

V. Quality of Services (QoS)

Quality of Services (QoS) merupakan sebuah metode pengukuran dari suatu layanan untuk mengukur kualitas dari sebuah layanan tersebut. QoS juga dapat mendefinisikan sifat dan karakteristik dari suatu layanan, sehingga kualitas jaringan dalam layanan tersebut dapat diperiksa melalui pengukuran QoS [27].

W. Delay

Delay adalah waktu yang dibutuhkan suatu paket data untuk menempuh jarak dari pengirim sampai ke tujuan atau penerima. *Delay* dapat dipengaruhi oleh jarak, *congestion*, media fisik, atau waktu proses yang lama [27].

$$\text{Delay} = \frac{\text{Total } \diamond\diamond\diamond\diamond\diamond}{\text{Total Paket Yang Diterima}} \quad (1)$$

X. Throughput

Throughput adalah semua jumlah kedatangan suatu paket data yang berhasil diamati pada tujuan atau penerima selama rentang waktu tertentu dibagi oleh durasi rentang waktu tersebut. [27].

$$\frac{\text{Jumlah Data Yang Diterima}}{\text{Data Waktu Pengiriman}} \quad (2)$$

$$\diamond\diamond =$$

Y. Packet Loss

Packet Loss adalah jumlah total paket yang gagal mencapai tempat tujuan paket tersebut dikirim karena terjadi *collision* dan *congestion* pada jaringan. Nilai dari *packet loss* adalah berupa persentase (%) [27].

$$\frac{(\text{Paket Data Dikirim} - \text{Paket Data Diterima})}{\text{Paket Data Dikirim}} \times 100\%$$

Apabila terdapat perubahan data, *firebase* secara otomatis

!00000:0 L000 =

Paket Data Dikirim

× 100% (3)

Z. Akurasi

Akurasi merupakan tingkat kedekatan pengukuran pada hasil analisis terhadap nilai yang sebenarnya [28]. Berikut adalah rumus yang digunakan untuk mendapatkan persentase nilai *error*.

$$\text{Persentase Nilai Error (\%)} = \frac{|\text{Nilai Asli} - \text{Nilai Percobaan}|}{\text{Nilai Asli}} \times 100\% \quad (4)$$

Selanjutnya untuk nilai rata-rata *error* pada pengukuran dapat diperoleh dengan persamaan berikut.

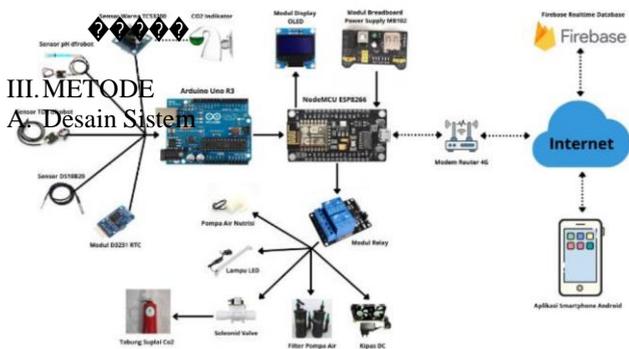
$$\text{Rata Rata } \diamond\diamond\diamond\diamond\diamond \text{ (\%)} = \frac{\text{Total Persentase Nilai Error}}{\text{Total Percobaan}} \quad (5)$$

Kemudian untuk nilai akurasi pada pengukuran dapat diperoleh dengan persamaan berikut.

$$\text{Akurasi (\%)} = 100\% - \text{Rata Rata} \quad (6)$$

III. METODE PENELITIAN

A. Desain Sistem



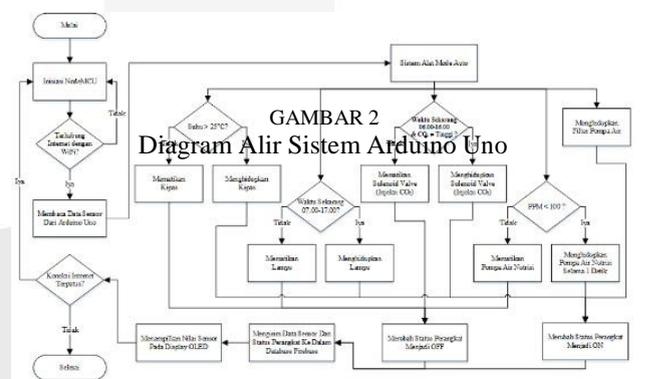
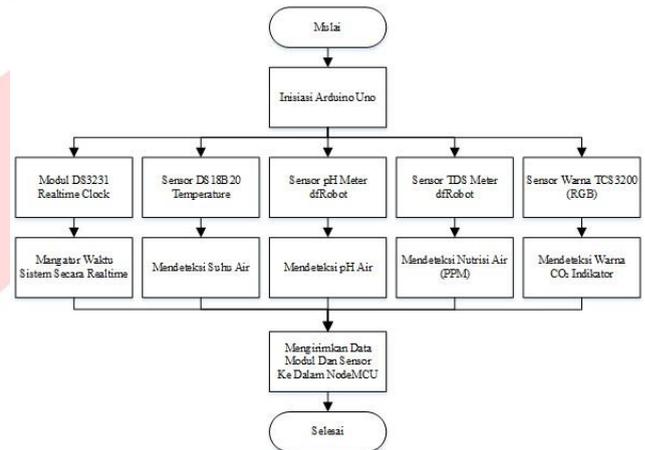
GAMBAR 1 Desain Sistem

Desain dari sistem ini menggunakan beberapa sensor seperti sensor pH meter sebagai pendeteksi pH air, sensor TDS untuk mendeteksi nutrisi dalam air, sensor DS18B20 untuk mendeteksi suhu dalam air, dan sensor warna TCS3200 untuk mendeteksi warna dari CO₂ indikator. Kemudian ada beberapa perangkat yang dihubungkan dengan modul *relay* seperti kipas untuk menurunkan suhu air, filter pompa air untuk membersihkan air dan membantu proses sirkulasi air, *solenoid valve* untuk membuka dan menutup selang tabung *supply* CO₂, lampu LED pengganti sinar matahari untuk membantu proses fotosintesis, dan pompa air nutrisi untuk memasukkan pupuk cair kedalam air.

Desain sistem ini juga menggunakan beberapa perangkat modul seperti modul *display* OLED untuk menampilkan kondisi nilai dari sensor, modul DS3231 RTC sebagai modul jam agar sistem dapat berjalan secara *realtime* serta dapat menghidupkan atau mematikan beberapa perangkat secara otomatis sesuai dengan jam yang telah ditentukan. Kemudian modul *breadboard power supply* MB102 untuk sumber catu daya NodeMCU ESP8266 dan modul *relay*.

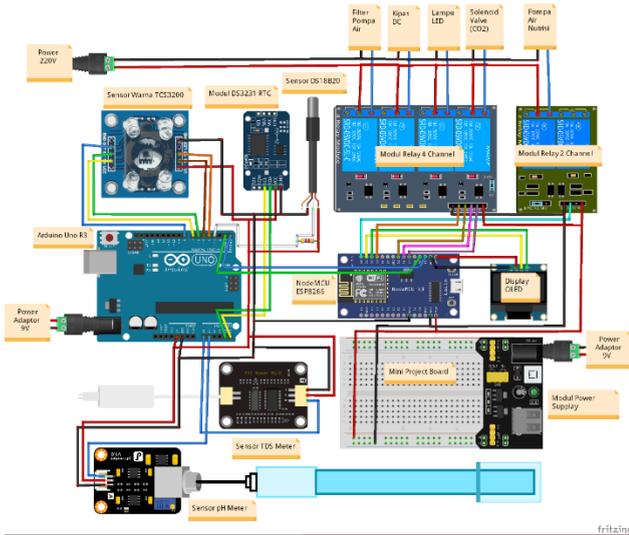
Aplikasi *smartphone* android dibuat menggunakan *software* Android studio, aplikasi ini terhubung dengan *realtime database* dari *firebase*, aplikasi ini juga dapat memonitoring nilai dari sensor yang telah dikirim oleh NodeMCU ESP8266 ke dalam *firebase database* dengan menggunakan jaringan internet serta dapat mengontrol beberapa perangkat yang terhubung dengan modul *relay*. Pada aplikasi ini juga dapat memberikan notifikasi

peringatan ketika kondisi dalam air tidak sesuai dengan parameter yang ditentukan. Diagram Alir Sistem Arduino Uno dan Diagram Alir Sistem Arduino Uno dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3.



GAMBAR 3 Diagram Alir Sistem Arduino Uno

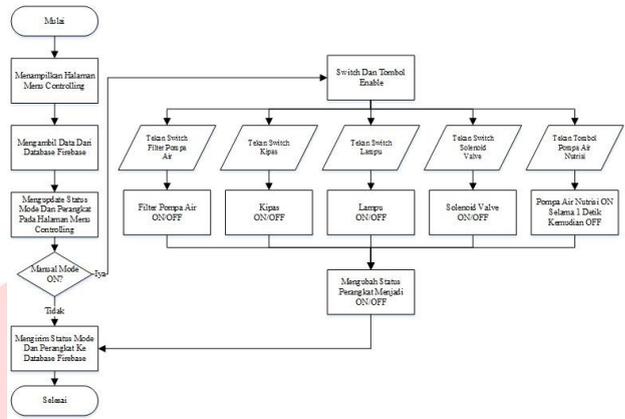
B. Rangkaian Alat Keseluruhan



GAMBAR 4 Rangkaian Alat Keseluruhan

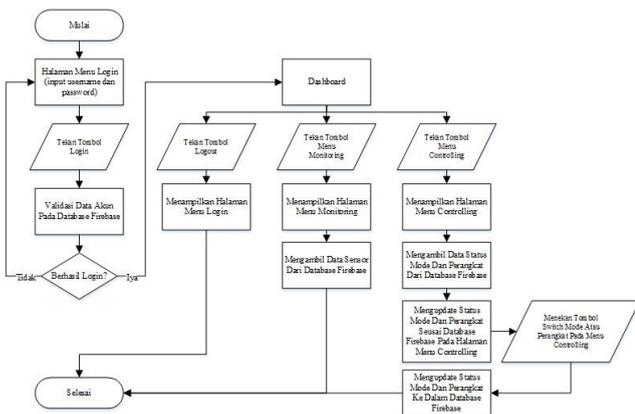
E. Diagram Alir Menu Controlling

Cara kerja sistem *controlling* pada aplikasi android dibagi menjadi dua buah *mode* yaitu: *mode manual* dan *mode auto*.

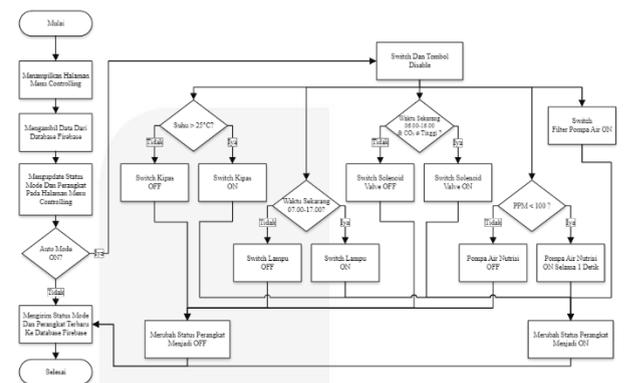


GAMBAR 7 Diagram Alir Menu Controlling

C. Diagram Alir Aplikasi Android

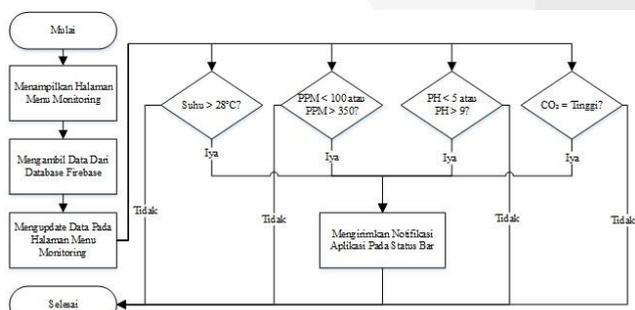


GAMBAR 5 Diagram Alir Aplikasi Android



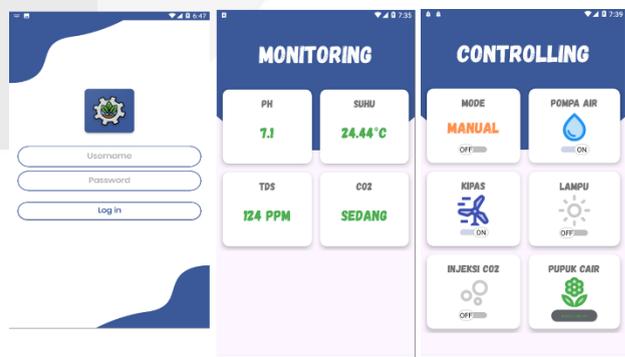
GAMBAR 8 Diagram Alir Menu Controlling

D. Diagram Alir Menu Monitoring



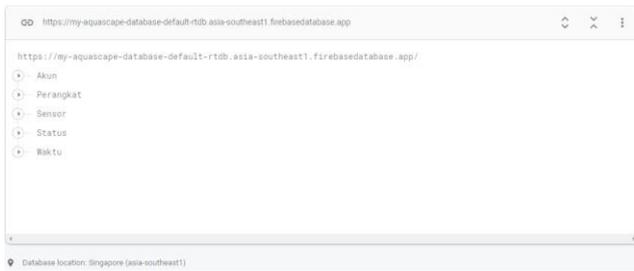
GAMBAR 6 Diagram Alir Menu Monitoring

F. Tampilan Aplikasi Android



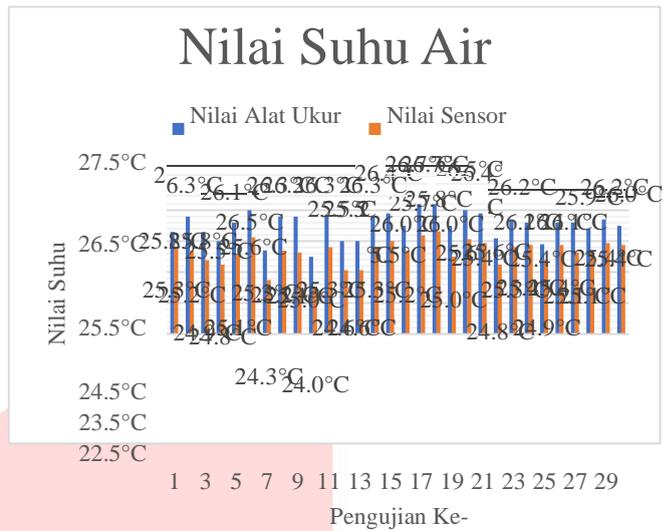
GAMBAR 9 Tampilan Aplikasi Android

G. Tampilan Database



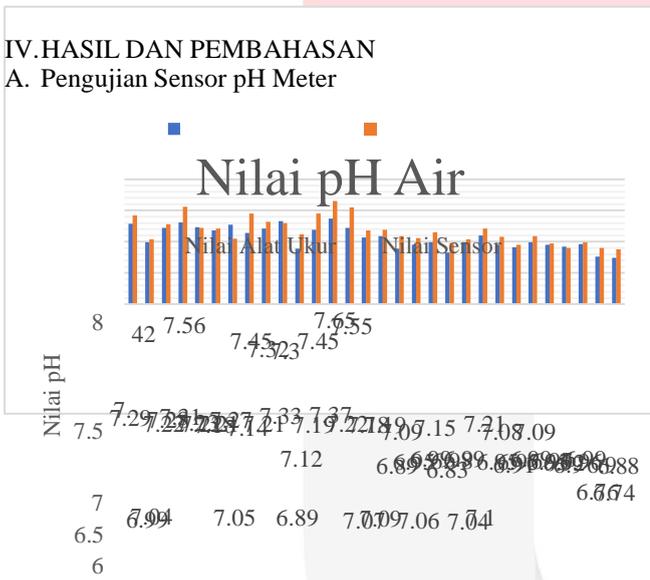
GAMBAR 10 Tampilan Database

C. Pengujian Sensor DS18B20



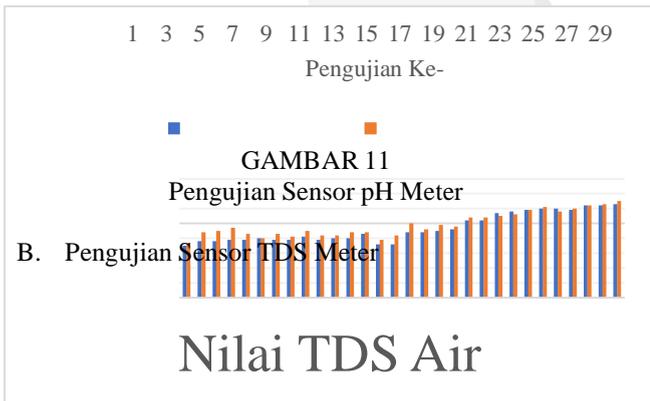
GAMBAR 13 Pengujian Sensor DS18B20

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN
A. Pengujian Sensor pH Meter



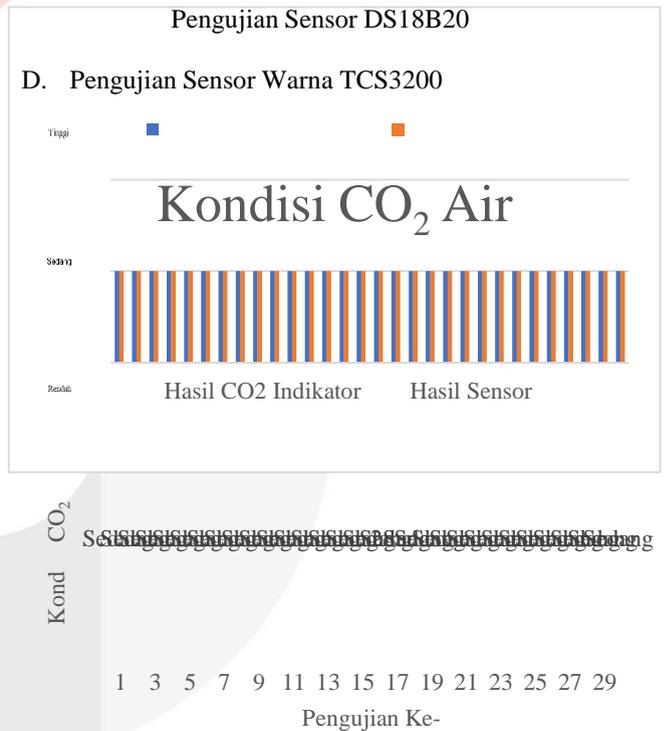
GAMBAR 11 Pengujian Sensor pH Meter

B. Pengujian Sensor TDS Meter



GAMBAR 12 Pengujian Sensor TDS Meter

D. Pengujian Sensor Warna TCS3200



GAMBAR 14 Pengujian Sensor Warna TCS3200

TABEL 5 Pengujian Fungsionalitas Komponen Perangkat Keras

No	Skenario Uji	Aksi	Hasil Yang diharapkan	Hasil Pengujian
1	Fungsionalitas Display OLED	Menghidupkan Alat Keseluruhan	Dapat Menampilkan Nilai Sensor	Sesuai

3	Fungsionalitas Kipas	Menghidupkan Kipas	Dapat Hidup Saat Relay Aktif	Sesuai
4	Fungsionalitas Lampu LED	Menghidupkan Lampu LED	Dapat Hidup Saat Relay Aktif	Sesuai
5	Fungsionalitas Solenoid Valve	Menghidupkan Solenoid Valve	Dapat Hidup Saat Relay Aktif	Sesuai
6	Fungsionalitas Pompa Air Nutrisi	Menghidupkan Pompa Air Nutrisi	Dapat Hidup Saat Relay Aktif	Sesuai
7	Fungsionalitas Relay	Menghidupkan Relay	Dapat Hidup Saat Relay Aktif	Sesuai

F. Pengujian Sistem *Monitoring*

TABEL 6
Pengujian Sistem *Monitoring*

No	Skenario Uji	Aksi	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian
1	Nilai pH	Membaca nilai pH pada <i>database firebase</i>	Menampilkan nilai pH sesuai dengan data dari <i>database firebase</i>	Sesuai
2	Nilai Suhu	Membaca nilai suhu pada <i>database firebase</i>	Menampilkan nilai suhu sesuai dengan data dari <i>database firebase</i>	Sesuai
3	Nilai TDS	Membaca nilai TDS pada <i>database firebase</i>	Menampilkan nilai TDS sesuai dengan data dari <i>database firebase</i>	Sesuai
4	Kondisi CO ₂	Membaca kondisi CO ₂ pada <i>database firebase</i>	Menampilkan kondisi CO ₂ sesuai dengan data dari <i>database firebase</i>	Sesuai

G. Pengujian Sistem *Controlling*

TABEL 7
Pengujian Sistem *Controlling*

No	Skenario Uji	Aksi	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian
1	Memilih Tombol Switch Mode	Menekan Atau Menggeser Tombol Switch Mode	Mengubah mode menjadi <i>auto</i> atau <i>manual firebase</i>	Sesuai
2	Memilih Tombol Switch Pompa Air	Menekan Atau Menggeser Tombol Switch Pompa Air	Dapat menghidupkan atau mematikan pompa air dan mengubah status perangkat pada <i>firebase database</i>	Sesuai
3	Memilih Tombol Switch Kipas	Menekan Atau Menggeser Tombol Switch Kipas	Dapat menghidupkan atau mematikan kipas dan mengubah status perangkat pada <i>firebase database</i>	Sesuai
4	Memilih Tombol Switch Lampu	Menekan Atau Menggeser Tombol Switch Lampu	Dapat menghidupkan atau mematikan lampu dan mengubah status perangkat pada <i>firebase database</i>	Sesuai
5	Memilih Tombol Switch Injeksi CO ₂	Menekan Atau Menggeser Tombol Switch Injeksi CO ₂	Dapat menghidupkan atau mematikan <i>solenoid valve</i> dan mengubah status perangkat pada	Sesuai

			<i>firebase database</i>	
6	Memilih Tombol Hidupkan Pompa Air Nutrisi	Menekan Tombol Hidupkan Pompa Air Nutrisi	Dapat menghidupkan pompa air nutrisi dan mengubah status perangkat pada <i>firebase database</i>	Sesuai
7	Memilih Gambar Matahari	Menekan Gambar Matahari	Dapat masuk ke halaman menu <i>setting</i> lampu	Sesuai
8	Memilih Gambar Kipas	Menekan Gambar Kipas	Dapat masuk ke halaman menu <i>setting</i> kipas	Sesuai
9	Memilih Gambar Gelembung	Menekan Gambar Gelembung	Dapat masuk ke halaman menu <i>setting</i> <i>solenoid valve</i>	Sesuai
10	Memilih Gambar Bunga	Menekan Gambar Bunga	Dapat masuk ke halaman menu <i>setting</i> pompa air nutrisi	Sesuai

H. Pengujian Tanaman Dengan *Controlling*

TABEL 8
Pengujian Tanaman Dengan *Controlling*

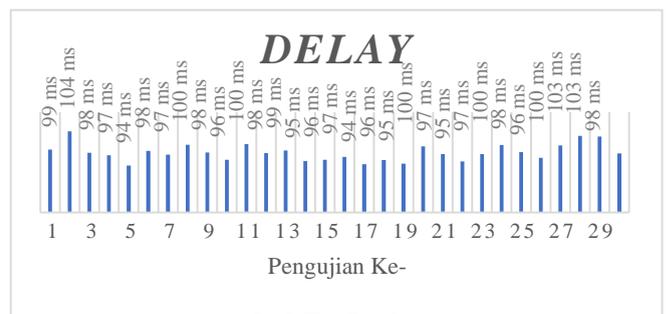
No	Objek Penelitian	Keterangan
1	Kondisi Air	Jernih dan tidak berbau
2	Tanaman Amazon Sword	Daun semakin subur
3	Tanaman Bacopa Caroliniana	Daun semakin subur dan lebat
4	Tanaman Buchepalandra	Daun semakin subur dan bunga mekar
5	Tanaman Cabomba Green	Batang semakin memanjang, akar lebat, tumbuh daun baru
6	Tanaman Java Fern	Daun semakin subur
7	Tanaman Rotala Indica	Batang semakin memanjang, akar lebat, tumbuh daun baru

I. Pengujian Tanaman Tanpa *Controlling*

TABEL 9
Pengujian Tanaman Tanpa *Controlling*

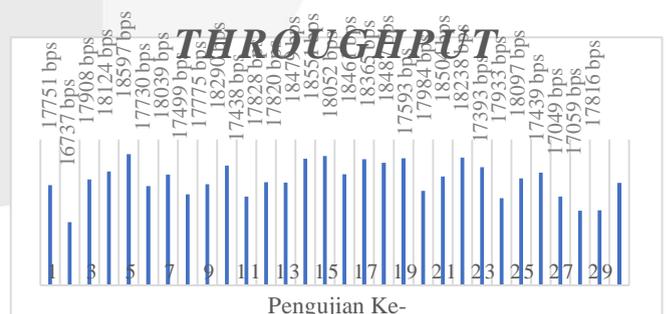
No	Objek Penelitian	Keterangan
1	Kondisi Air	Air tampak keruh, sedikit berbau dan terdapat jentik-jentik nyamuk
2	Tanaman Amazon Sword	Batang dan daun menipis, warna daun menguning, daun berguguran
3	Tanaman Bacopa Caroliniana	Daun berwarna kuning dan gugur
4	Tanaman Buchepalandra	Daun tampak layu
5	Tanaman Cabomba Green	Warna daun menguning, daun berguguran
6	Tanaman Java Fern	Daun tampak layu dan menghitam
7	Tanaman Rotala Indica	Batang dan daun menipis, warna daun menguning, daun berguguran

J. Pengujian *Delay* dari Alat Ke *Database*



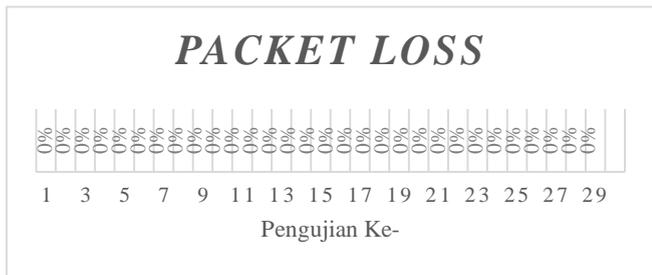
GAMBAR 14
Pengujian *Delay* dari Alat Ke *Database*

K. Pengujian *Throughput* dari Alat Ke *Database*



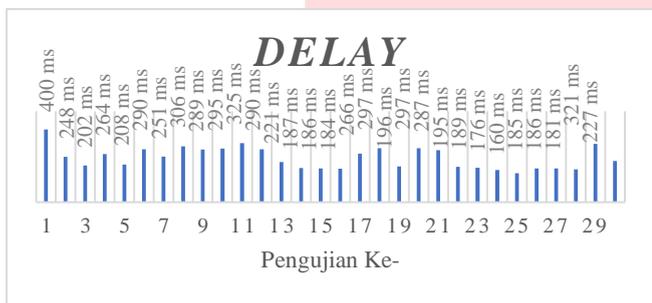
GAMBAR 15
Pengujian *Throughput* dari Alat Ke *Database*

L. Pengujian *Packet Loss* dari Alat Ke *Database*



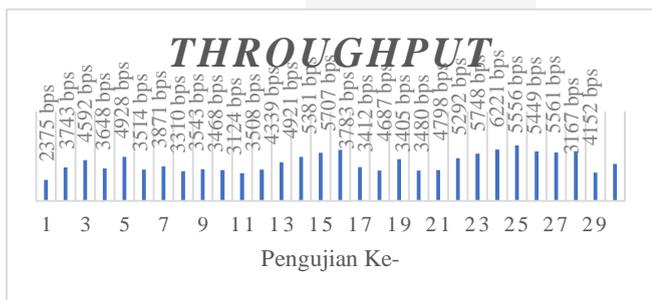
GAMBAR 16
Pengujian *Packet Loss* dari Alat Ke *Database*

M. Pengujian *Delay* dari *Database* ke Aplikasi



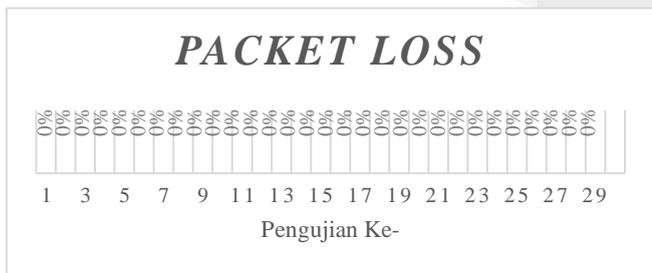
GAMBAR 17
Pengujian *Delay* dari *Database* ke Aplikasi

N. Pengujian *Throughput* dari *Database* ke Aplikasi



GAMBAR 18
Pengujian *Throughput* dari *Database* ke Aplikasi

O. Pengujian *Packet Loss* dari *Database* ke Aplikasi



GAMBAR 19
Pengujian *Packet Loss* dari *Database* ke Aplikasi

P. Analisis Pengujian Akurasi Sensor

Berdasarkan hasil pengujian akurasi sensor dapat disimpulkan bahwa semua sensor dapat berfungsi dengan baik sesuai dengan fungsinya. Akurasi yang didapat pada sensor-sensor yang digunakan dapat dikategorikan bagus, karena nilai yang di dapatkan diatas 96%.

Q. Analisis Pengujian Fungsionalitas Komponen Perangkat Keras

Berdasarkan hasil pengujian fungsionalitas komponen dan perangkat keras dapat disimpulkan bahwa semua komponen dapat berfungsi dengan baik sesuai dengan fungsinya.

R. Analisis Pengujian Fungsionalitas Aplikasi

Berdasarkan hasil pengujian fungsionalitas aplikasi dapat disimpulkan bahwa semua fitur-fitur yang terdapat pada aplikasi dapat berfungsi dengan baik sesuai dengan fungsinya.

S. Analisis Pengujian Terhadap Tanaman *Aquascape*

Berdasarkan hasil pengujian terhadap tanaman *aquascape* dapat disimpulkan bahwa tanaman yang diberikan *controlling* dapat tumbuh lebih subur daripada tanaman yang tidak diberikan *controlling*. Tanaman yang diperlakukan menghasilkan daun tumbuhan yang lebih hijau dan subur, akar tumbuhan yang lebih panjang, dan batang tumbuhan yang semakin tumbuh ke atas. Sedangkan tanaman yang tanpa diberikan *controlling* mengalami keguguran pada daun dan warna daun tampak menguning.

T. Analisis Pengujian *Quality of Services* (QoS)

Berdasarkan hasil pengujian QoS dari alat menuju *database* diperoleh nilai rata-rata *delay* keseluruhan sebesar 98 *millisecond*, rata-rata *throughput* keseluruhan sebesar 17901 bps, dan rata-rata *packet loss* keseluruhan sebesar 0% dimana menurut standar yang ditetapkan oleh ITU.T G1010 hasil *delay*, *throughput* dan *packet loss* termasuk dalam kategori sangat bagus. Kemudian hasil pengujian QoS dari *database* menuju aplikasi diperoleh nilai rata-rata *delay* keseluruhan sebesar 244 *millisecond*, rata-rata *throughput* keseluruhan sebesar 4290 bps, dan rata-rata *packet loss* keseluruhan sebesar 0% dimana menurut standar yang ditetapkan oleh ITU.T G1010 hasil *delay* termasuk dalam kategori bagus, *throughput* dan *packet loss* termasuk dalam kategori sangat bagus.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan pada hasil perancangan yang telah dilakukan maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem alat yang telah dirancang dapat diimplementasikan untuk mengendalikan dan memantau kebutuhan tanaman *aquascape* menggunakan teknologi *internet of things* secara *realtime* dapat berjalan dengan baik sesuai dengan yang diharapkan.
2. Sistem alat yang telah dirancang berhasil mengendalikan kondisi air sesuai dengan kebutuhan tanaman seperti suhu, nutrisi, suplai CO₂ dan

pencahayaannya sesuai dengan parameter yang ditentukan. Kemudian tingkat akurasi pada sensor yang digunakan tergolong bagus karena nilai akurasi lebih dari 96%.

3. Pengujian fungsionalitas aplikasi dan komponen perangkat keras adalah sebagai berikut:
 - a. Aplikasi android yang dibuat dapat menampilkan nilai sensor sesuai dengan *database* secara *realtime*.
 - b. Aplikasi android yang dibuat dapat mengendalikan perangkat elektronik dengan baik sesuai dengan yang diharapkan serta dapat dikendalikan dari jarak jauh maupun dekat.
 - c. Komponen perangkat elektronik dapat berfungsi dengan baik sesuai dengan yang diharapkan.
4. Pengujian terhadap tanaman *aquascape* yang diberikan *controlling* dapat tumbuh dengan subur karena kebutuhan tanaman dapat terpenuhi dibanding tanaman *aquascape* tanpa diberikan *controlling*.
5. Pengujian *Quality of Service* adalah sebagai berikut:
 - a. Hasil pengujian QoS dari alat menuju *database* diperoleh nilai rata-rata *delay* keseluruhan sebesar 98 *millisecond*, rata-rata *throughput* keseluruhan sebesar 17901 bps, dan rata-rata *packet loss* keseluruhan sebesar 0% dimana menurut standar yang ditetapkan oleh ITU.T G1010 hasil *delay* termasuk dalam kategori, *throughput* dan *packet loss* termasuk dalam kategori sangat bagus.
 - b. Hasil pengujian QoS dari *database* menuju aplikasi diperoleh nilai rata-rata *delay* keseluruhan sebesar 244 *millisecond*, rata-rata *throughput* keseluruhan sebesar 4290 bps, dan rata-rata *packet loss* keseluruhan sebesar 0% dimana menurut standar yang ditetapkan oleh ITU.T G1010 hasil *delay* termasuk dalam kategori bagus dan *throughput* termasuk dalam kategori sangat bagus.

VI. REFERENSI

- [1] M. Pratiwi, "Pengembangan Tutorial Pembuatan Media *Aquascape* berbasis Project Based Learning (Pjbl) Pada Materi Ekosistem Siswa Kelas X SMA". Lampung: Universitas Islam Negeri (Uin) Raden Intan Lampung, 2017.
- [2] Hariyatno, Isanawikrama. "Membaca Peluang Merakit "Uang" Dari Hobi *Aquascape*". *Jurnal Pengabdian dan Kewirausahaan*, Vol.2, No.2. 117-125. 2018
- [3] FP Rachman, H Santoso. "Sistem Kontrol Suhu Dan Pakan Otomatis Dalam Aquarium *Aquascape* Menggunakan NodeMCU ESP8266". *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, ISSN 2407-4322, vol. 9, no. 1, maret 2022, hal. 352-364.
- [4] <https://aquariumbreeder.com/category/plants/>. Diakses pada tanggal 28 May 2022.
- [5] Widjaja, T., 2015, *Aquascape: Pesona Taman Dalam Akuarium*, Agro Media Pustaka.
- [6] Muzaki, Mutiara Silmi. 2021. " Perancangan Interior Pusat Kreasi *Aquascape* Di Bandung". Skripsi. Bandung: Universitas Komputer Indonesia.
- [7] AS Thoha, B Dwirastaji, S Samsugi. "Monitoring Dan Kontrol Suhu *Aquascape* Menggunakan Arduino Dengan Sensor Suhu DS18B20". *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kendali dan Listrik*, vol. 2, no. 2, Desember 2021.
- [8] N Inaya, D Armita, H Hafsan. "Identifikasi Masalah Nutrisi Berbagai Jenis Tanaman di Desa Palajau Kabupaten Jeneponto". *Filogeni: Jurnal Mahasiswa Biologi*. vol. 1, No 3, September-Desember, 2021
- [9] Qonita, Hulaima Nur and Izah, Miratul and Harahap, Nabilah Afifah Habni and Pakpahan, Irvan Sumantri. "Pengurangan Kesadahan Ca, Dan Mg Dengan Karbon Aktif Dan Pengaruhnya Terhadap Kelayakan Konsumsi Pada Air Tanah Di Dusun Sambirejo, Kelurahan Talakbroto, Kecamatan Simo, Kabupaten Boyolali". In: Seminar Nasional Kebumian Ke-12, 5-6 September 2019, Yogyakarta.
- [10] <https://aquajaya.com/memahami-gh-kh-ph-co-2-untuk-aquascape-shrimp/>. Diakses pada 28 Mei 2022
- [11] S Suyatman. "Menyelidiki Energi Pada Fotosintesis Tumbuhan". *INKUIRI: Jurnal Pendidikan IPA*, Vol. 9, No. 2, 2020.
- [12] B. Suhendar, T.D. Fuady, Y. Herdian. "Rancang Bangun Sistem *Monitoring* dan *Controlling* Suhu Ideal Tanaman Stroberi Berbasis *Internet of Things* (IoT)". *Jurnal Ilmiah Sains Dan Teknologi*, Vol. 5, No. 1, Februari 2021.
- [13] T T. W. Wisjh, I. Fauzi. "Monitoring Ketinggian dan Suhu Air Dalam Tangki Berbasis *Web* Menggunakan Arduino Uno & *Ethernet Shield*". *Jurnal Budi Luhur Information Technology*, Vol. 14, No. 1, April 2017.
- [14] A.B.P. Manullang, Y. Saragih, R. Hidayat. "Implementasi NodeMCU ESP8266 Dalam Rancang Bangun Sistem Keamanan Sepeda Motor Berbasis IoT". *JIRE (Jurnal Informatika & Rekayasa Elektronika)*, Vol. 4, No. 2, November 2021.
- [15] Putu Denanta Bayuguna Perteka, I. N. Piarsa, K.S Wibawa. "Sistem Kontrol dan *Monitoring* Tanaman Hidroponik Aeroponik Berbasis *Internet of Things*". *Jurnal Ilmiah Merpati*, Vol. 8, No. 3 December 2020.
- [16] S. Arif, S. Agus. "Kontrol Kestabilan Suhu Ruangan Menggunakan Sensor DS18B20 Berbasis Mikrokontroler Atmega 328". *SYNTAX Jurnal Informatika* Vol. 6, No. 1, 2017, 30 – 36
- [17] M.M Yusuf, Mardiono, S.W Lestari. "Rancang Bangun Alat Pemilah Barang Berdasarkan Warna Dan Berat". *Jurnal Teknologi*, Vol. 6, No. 2, 2019.
- [18] Kusumah, Hendra. Pradana, Restu Adi. "Perancangan Trainer Interface Mikrokontroler Berbasis ESP32 Sebagai Media Pembelajaran Pada Mata Kuliah Interfacing". *Jurnal CERITA*, Vol. 5, No. 2, 2019.
- [19] R. Pratolo. "Sistem Penyiraman Otomatis Menggunakan RTC (Real Time Clock) Berbasis Mikrokontroler Arduino Mega 2560 Pada Tanaman Mangga Harum Manis Buleleng Bali". *Jurnal SPEKTRUM*, Vol. 8, No. 1, Maret 2021.
- [20] R. Tullah, Sutarman, A. H. Setya. "Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno Pada Toko Tanaman Hias Yopi". *JURNAL SISFOTEK GLOBAL* ISSN: 2088 – 1762 Vol. 9 No. 1, Maret 2019
- [21] D. F. Solemede, A. Haidar, M. Rahayu. "Realisasi *Internet of Things* (IoT) Berbasis Android untuk

Aplikasi Pengendali dan Pemantau Fitur-Fitur pada Mesin Cuci Sharp ES-F950P-GY". Prosiding 11th Industrial Research Workshop and National Seminar (IRWNS), Vol. 11, No. 1, 2020.

- [22] R. Shaputra, P. Gunoto, M. Irsyam. "Kran Air Otomatis Pada Tempat Berwudhu Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Arduino Uno". Jurnal Sigma Teknika, Vol.2, No.2: 192-201, November 2019.
- [23] Siburian, Yulita Teresya. "Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kualitas Minyak Goreng Berdasarkan Warna RGB Berbasis Mikrokontroler ATMEGA 8535". Medan: Universitas Sumatra Utara, 2020.
- [24] Sanad, E., Achmad, A., and Dewiani, D. Pemanfaatan *Realtime Database* di *Platform* Firebase Pada Aplikasi E-Tourism Kabupaten Nabire. Jurnal JPE, Vol. 22, No. 1, Mei 2018.
- [25] F Al Anwar and Sutono, "Perancangan Dan Implementasi *Smartlamp* Berbasis Arduino Uno Dengan Menggunakan Smartphone Android", Media jurnal Infomatika, Vol. 11, No. 2, Desember 2019.
- [26] E. Meiyana, "Pemanfaatan Android Dalam Perancangan Aplikasi Kumpulan Doa", Jurnal Sains dan Informatika, Vol. 4, No.1, 2018.
- [27] Viani, Sri Hel. 2021. "Analisa QoS (*Quality of Service*) Pada Jaringan Internet (Studi Kasus: Universitas Muhammadiyah Riau)". Skripsi. Pekanbaru: Universitas Islam Riau Pekanbaru.
- [28] AN Fathoni, UY Oktiawati."Blackbox Testing terhadap Prototipe Sistem *Monitoring* Kualitas Air Berbasis IoT". Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, vol. 10, no. 4, november 2021.