

ISSN : 2654 - 8275 (ONLINE)



Vol. 4, No. 1, January 2022

JTECE

Journal of Telecommunication,
Electronics and Control Engineering.

Published by :

Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM)
Institut Teknologi Telkom Purwokerto, Indonesia



Journal of Telecommunication, Electronics, and Control Engineering (JTECE)

Editorial Team

Advisory Board

Dr. Anggun Fitriani Isnawati, S.T., M.Eng. (Institut Teknologi Telkom Purwokerto)

Editor-in-Chief

Dr.Eng. Anjar Taufik Hidayat, S.Pd., M.Sc. (Institut Teknologi Telkom Purwokerto)

Managing Editor

Slamet Indriyanto, S.T., M.T. (Institut Teknologi Telkom Purwokerto)

Indah Permatasari, S.Si., M.Si. (Institut Teknologi Telkom Purwokerto)

Associate Editors

Dodi Zulherman, S.T., M.T. (Gifu University)

Petrus Kerowe Goran, S.T., M.T. (Institut Teknologi Telkom Purwokerto)

Prasetyo Yuliantoro, S.T., M.T. (Institut Teknologi Telkom Purwokerto)

Afifah Dwi Ramadhani, S.ST., M.Tr.T. (Politeknik Elektronika Negeri Surabaya)

Kurnia Paranita Kartika Riyanti, S.T., M.T. (Universitas Islam Balitar)

Editorial Board

Qisthi Al Hazmi Hidayatur-Rohman, S.T., M.T. (Ondokuz Mayıs University)

M. Suhairi, S.Pd., M.T. (Politeknik Caltex Riau)

Raditya Artha Rochmanto, S.T., M.T. (Politeknik Negeri Semarang)

Dara Aulia Feryando, S.T., M.T. (Institut Teknologi Sepuluh Nopember)

Copy and Layout Editor

Yulian Zetta Maulana, S.T., M.T. (Institut Teknologi Telkom Purwokerto)

Utti Marina Rifanti, S.Si., M.Sc. (Institut Teknologi Telkom Purwokerto)

Shinta Romadhona, S.T., M.T. (Institut Teknologi Telkom Purwokerto)

Publisher :

Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM), Institut Teknologi Telkom Purwokerto

Jl. D.I Panjaitan No.128 Purwokerto

Telp. 0281-641629, Faks. 0281-641630

Journal of Telecommunication, Electronics, and Control Engineering (JTECE)

Vol. 04, No. 01, January 2022

Daftar Isi

Analisis dan Perancangan Aquascape menggunakan Protokol MQTT untuk Media Pengiriman Data Suhu dan pH	01 – 14
Reza Kurniawan, Fikra Titan Syifa, M Lukman Leksono	
Analisis Perencanaan Jaringan Wi-Fi Untuk Mendukung Konsep Desa Digital Di Wilayah Kota Tasikmalaya	15 – 24
Helmi Nurseha, Anggun Fitriani Isnawati, Achmad Rizal Danisya	
Prototype Robot Manipulator 4 DOF berbasis Raspberry Pi Zero W	25 – 38
Joko Supriyono, Dody Wahjudi, Tri Watiningsih	
Judul Pengaruh Penggunaan Repeater Back to Back pada Perancangan Microwave Menggunakan Teknik Space Diversity	39 – 46
Miftakhul Jannah, Eka Wahyudi, Muntaqo Alfin Manaf	
Sistem Monitoring pH dan Kekeruhan Akuarium Menggunakan Metode Regresi Linier	47 – 55
Hanif Aditya Pemana, Fikra Titan Syifa, Mas Aly Afandi	
Sistem Monitoring Suhu Air Pada Aquascape Berbasis Internet of Things (IoT)	56 – 65
Slamet Indriyanto, Prasetyo Yuliantoro, Dinda Kusumawati	

Analisis dan Perancangan *Aquascape* menggunakan Protokol MQTT untuk Media Pengiriman Data Suhu dan pH

The Analysis and Design of *Aquascape* by MQTT Protocol for Temperature and pH Data Transfer Media

Reza Kurniawan¹, Fikra Titan Syifa^{2,*}, M Lukman Leksono³

¹²³Program Studi S1 Teknik Telekomunikasi, Institut Teknologi Telkom Purwokerto
Jl.D.I.Panjaitan, No. 128, Purwokerto 53147, Jawa Tengah, Indonesia

^{2,*}Penulis korespondensi: titan@ittelkom-pwt.ac.id
¹17101034@ittelkom-pwt.ac.id, ²luqman@ittelkom-pwt.ac.id

Received on 17-08-2021, accepted on 28-02-2022, published on 02-06-2022

Abstrak

Aquascape merupakan sebuah seni mengatur tanaman air, ikan hias dan batu pada sebuah akuarium. Berbeda dengan akuarium pada umumnya *aquascape* menjadi tempat hidup dan berkembang ikan sekaligus tumbuhan air. Proses fotosintesis tumbuhan air memerlukan pencahayaan sebagai pengganti sinar matahari. Sehingga dibuatlah suatu sistem monitoring untuk media pengiriman data suhu dan kualitas pH pada *aquascape*. Suhu air ideal di dalam *aquascape* tersebut yaitu dari 25-32 derajat *Celcius* dan nilai pH yang baik adalah 6,0 – 8,0. Sistem ini berbasis mikrokontroler NodeMCU ESP8266 yang terhubung dengan sensor suhu DS18B20, Relay 2 Channel 5V dan pH Sensor. sistem ini dapat untuk melakukan monitoring suhu dan kualitas pH menggunakan protokol MQTT melalui aplikasi *handphone*, aplikasi *handphone* yang digunakan yaitu *MQTT Dash* sebagai tempat monitoring suhu air dan kualitas pH, data akan terkirim secara *real time* dengan persyaratan harus terhubung dengan koneksi *wifi* atau internet. dengan dibuatnya sistem ini yaitu menggunakan protokol MQTT terdiri dari rangkaian alat - alat diatas diharapkan dapat melakukan monitoring suhu air dan kualitas pH secara realtime pada *aquascape* walaupun pemilik berada diluar rumah atau lokasi yang jauh dari *aquascape* agar pemilik dapat memonitoring kesehatan ekosistem *aquascape* tersebut. dari penelitian ini mendapatkan hasil bawah untuk monitoring suhu dan pH pada siang hari mendapatkan rata-rata 32.33 *Celcius* untuk Suhu dan 8.32 untuk pH, pada malam hari mendapatkan rata-rata 31.35 *Celcius* dan 8.67 untuk pH. Kemudian untuk analisa *Quality of Service (QoS)* mendapatkan hasil *delay* yang tidak bagus akan tetapi pada bagian *Packet loss* mendapatkan hasil yang sangat bagus atau tidak melebihi 2%

Kata kunci: *Aquascape*, Protokol MQTT, Sensor DS18B20, Sensor PH4502C, *Internet of Things*

Abstract

Aquascape is arranging aquatic plants, ornamental fish, and rocks in an aquarium. Unlike the aquarium in general, *aquascape* is a place to live and develop fish and aquatic plants. The photosynthesis process of aquatic plants requires lighting instead of sunlight. In this research, a monitoring system is made for the media for sending temperature and pH quality data on the *aquascape*. The ideal water temperature in the *aquascape* is from 25-32 degrees Celsius, and a good pH value is 6.0 – 8.0. This system is based on the NodeMCU ESP8266 microcontroller, which is connected to the DS18B20 temperature sensor, 2 Channel 5V Relay, and PH Sensor. This system can monitor temperature and pH quality using the MQTT protocol through the mobile application. The mobile application used is *MQTT Dash* to monitor water temperature and pH quality. Data will be sent in real-time with the requirement to be connected to a *wifi* or internet connection. With the creation of this system using the MQTT protocol

consisting of a series of tools above, it is expected to be able to monitor water temperature and pH quality in real-time in the aquascape even though the owner is outside the house or a location far from the aquascape so that the owner can monitor the health of the aquascape ecosystem. From this study, the bottom results for monitoring temperature and pH during the day get an average of 32.33 Celsius for temperature and 8.32 for pH, at night get an average of 31.35 Celsius and 8.67 for pH. Then for Quality of Service (QoS) analysis, the delay results are not good, but in the Packet loss section, the results are very good or do not exceed 2%.

Keywords: Aquascape, MQTT Protocol, DS18B20 Sensor, PH4502C Sensor, Internet of Things

I. PENDAHULUAN

Kualitas air adalah hal yang sangat berpengaruh untuk keberlangsungan hidup ikan dan tumbuhan serta mencegah kerusakan habitat dalam aquascape. Pengukuran kualitas air meliputi parameter fisika dan kimia seperti contoh suhu air dalam aquascape. Suhu air yang tidak ideal dengan parameter penilaian, seharusnya sudah tidak sehat untuk ekosistem ikan dan tumbuhan dalam aquascape, sehingga perlu adanya lampu untuk membantu menjaga suhu air dalam aquascape tersebut supaya tidak terlalu dingin dan juga tidak terlalu panas [1].

Sebagian besar orang tidak akan bisa mengetahui suhu air tersebut terkecuali memeriksa secara fisik dengan memeriksa air di dalam aquascape dengan menyelupkan tangan atau memegang kaca aquascape sebagai perkiraan apakah suhu air tersebut dingin atau panas tanpa tahu angka suhu yang pasti, Suhu air akan ideal jika suhu air 20 – 28 derajat *Celsius* [2]. Jika nilai suhu air terlalu rendah atau terlalu tinggi, dapat menyebabkan kerusakan dan kematian dalam habitat aquascape serta menghambat proses reproduksi.

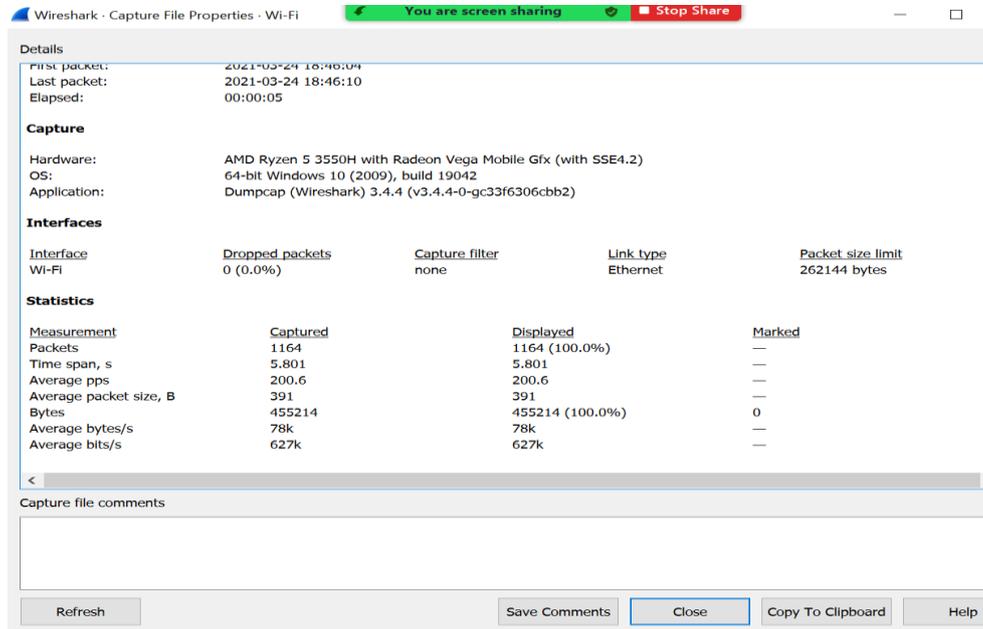
Sebagian orang juga tak bisa mengetahui secara langsung mengukur kualitas pH air di aquascape tersebut tanpa bantuan alat, tapi dengan adanya sistem *Internet of Things (IoT)* maka akan ada alat pengukur kualitas pH air di aquascape tersebut dimana bisa di monitoring menggunakan protokol MQTT melalui aplikasi handphone yaitu MQTT Dash yang sudah terhubung langsung dengan internet dan bisa dimonitoring secara jauh atau pengguna diluar rumah tanpa harus dekat dengan lokasi aquascape tersebut, monitoring kualitas pH air di aquascape tersebut juga secara *real time* atau terus menerus, indikator suatu nilai pH yang baik adalah 6,0 – 8,0 [3], jadi pemilik aquascape tersebut juga bisa memperhatikan kapan waktu tepat untuk mengganti air tanpa harus menunggu aquascape tersebut memiliki bau atau aroma yang tidak sedap dan berlumut, dengan adanya hal tersebut juga akan berpengaruh untuk kelangsungan hidup ikan dan tanaman di aquascape tersebut dengan sehat[4].

Software wireshark digunakan untuk melakukan analisis dalam jaringan, untuk hal ini software wireshark digunakan dalam penelitian ini untuk melakukan analisis pengiriman suatu informasi atau data dari pengirim ke penerima, berapa lama atau delay pengiriman informasi dari pengirim ke penerima, *delay* adalah suatu proses waktu tunda dalam transmisi data dari pengirim ke penerima, satuan dari *delay* adalah *second* (detik), untuk hal ini yang dianalisa yaitu waktu *delay* dari alat sensor yang di pasang di aquascape seperti *relay (switch)* untuk lampu pintar, sensor air dan sensor kualitas pH ke protokol MQTT[5].

Internet of thing atau yang disebut IoT adalah teknologi terbaru dimana beberapa perangkat dapat berkomunikasi baik antar perangkat atau dengan manusia melalui internet dengan menggunakan aplikasi *mobile* atau melalui komputer atau laptop[6]. Penerapan teknologi ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi, kenyamanan serta mempermudah manusia dalam melakukan beberapa aktivitas salah satunya adalah memonitoring suhu dan kualitas pH aquascape. dalam tugas akhir ini dirancang sebuah sistem yang memungkinkan bisa melakukan monitoring suhu dan kualitas pH pada *aquascape* secara *real time* melalui aplikasi *handphone*[7]. pada aquascape akan dipasang sensor-sensor yang berfungsi sebagai alat pengukur nilai suhu dan kualitas pH yang akan dijadikan sebagai *inputan* atau masukan pada sistem ini[8]. Apabila sistem menunjukkan suhu air tidak sesuai dengan parameter ideal yang ditentukan diharapkan pemilik aquascape untuk mematikan atau menyalakan lampu aquascape agar bisa menjaga suhu aquascape tetap stabil dan untuk kualitas pH apabila melebihi dari nilai 8 maka ada baiknya untuk segera mengganti air aquascape dengan air yang baru[9].

II. METODE PENELITIAN

A. Pengujian Quality of Service (QoS)



Gambar 1 Hasil Capture *Quality of Service (QoS)*

Peneliti menguji parameter QoS (*Quality of Service*) dengan percobaan sebanyak 30 pengujian, pengujian tersebut terdiri dari parameter QoS (*Quality of Service*) yaitu *Throughput*, *Packet Loss*, *Delay* dan *Jitter* [10] (Gambar 1).

B. Pengujian Kalibrasi Sensor Suhu

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui keakuratan sensor suhu, peneliti akan melakukan pengujian kalibrasi menggunakan termometer sebagai perbandingan. Pengujian kalibrasi suhu akan menggunakan air panas dan air dingin untuk menentukan nilai dari kalibrasi sensor suhu tersebut apakah sudah sesuai atau tidak.

1. Kalibrasi sensor suhu pada Air Dingin

Pengambilan data untuk kalibrasi sensor suhu ini dilakukan sebanyak 10 kali, terlebih dahulu melakukan pengkalibrasian pada alat termometer dengan memasukkan air dingin dari kulkas ke wadah kemudian diukur menggunakan Termometer, hasil yang diukur oleh Termometer adalah 15 *Celsius* seperti Gambar 2 dan 3 di bawah.



Gambar 2 Hasil suhu air dingin pada termometer



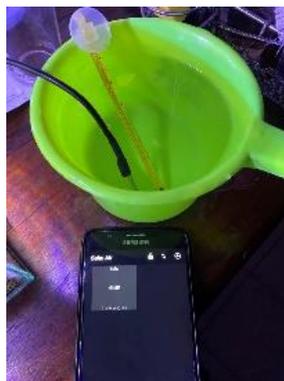
Gambar 3 Pengujian keakuratan termometer dengan sensor suhu

2. Kalibrasi sensor suhu pada Air Hangat

Pengambilan data untuk kalibrasi sensor suhu ini dilakukan sebanyak 10 kali, terlebih dahulu melakukan peng-kalibrasian pada alat termometer dengan memasukan air hangat ke wadah kemudian diukur menggunakan Termometer, hasil yang diukur oleh Termometer adalah 46 *Celcius* untuk pengujian pada air hangat.



Gambar 4 Hasil suhu air dingin pada termometer



Gambar 5 Pengujian keakuratan termometer dengan sensor suhu

C. Pengujian Kalibrasi Sensor pH

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui ke akuratan sensor pH, peneliti akan melakukan pengujian kalibrasi menggunakan pH Meter sebagai perbandingan. Air yang akan di pakai untuk kalibrasi sensor pH akan dituangkan serbuk buffer atau pengatur pH, serbuk yang dipakai yaitu pH 6,86 dan 4.0 sebagai standar untuk menentukan kalibrasi nilai dari sensor pH.

1. Kalibrasi sensor pH pada larutan pH 6.86

Pengambilan data untuk kalibrasi sensor pH ini dilakukan sebanyak 10 kali, terlebih dahulu melakukan pengkalibrasian pada alat pH Meter dengan menyesuaikan nilai pH antara serbuk pH 6.86 yang sudah dilarutkan ke air kemudian diukur menggunakan pH Meter, hasil yang diukur oleh pH Meter sudah sesuai dengan pH yaitu 6.86 seperti Gambar 6 dan 7 di bawah.



Gambar 6 Hasil kalibrasi pH meter untuk nilai pH 6.86



Gambar 7 kalibrasi keakuratan pH meter dengan sensor pH

2. Kalibrasi sensor pH pada larutan pH 4.00

Pengambilan data untuk kalibrasi sensor pH ini dilakukan sebanyak 10 kali, Terlebih dahulu melakukan pengkalibrasian pada alat pH Meter dengan menyesuaikan nilai pH antara serbuk pH 4.00 yang sudah dilarutkan ke air kemudian diukur menggunakan pH Meter, hasil yang diukur oleh pH Meter sudah sesuai dengan pH yaitu 4.00 seperti Gambar 8 dan 9 di bawah.



Gambar 8 Hasil kalibrasi pH meter pada nilai pH 4.00



Gambar 9 kalibrasi keakuratan pH meter dengan sensor pH

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. HASIL PENGUJIAN PARAMETER QoS (QUALITY OF SERVICE)

Tabel 1 Hasil Pengujian Parameter QoS (Quality of Service)

Nomor Pengujian ke – n	Packet Capture (Byte)	Packet Display (Byte)	Throughput	Packet Loss	Delay
1	1010	1010	3682 Bytes/s	1.1 %	122.170 ms
2	702	700	905 Bytes/s	0.3 %	240.267 ms
3	737	737	12 KB/s	0 %	40.481 ms
4	500	500	327 Bytes/s	0 %	424.049 ms
5	580	580	390 Bytes/s	0 %	270.199 ms
6	703	703	19 KB/s	0 %	494.429 ms
7	898	898	30 KB/s	0 %	30.336 ms
8	348	348	464 Bytes/s	0 %	451.033 ms
9	308	308	211 Bytes/s	0 %	672.384 ms
10	767	767	545 Bytes/s	0 %	444.940 ms

Dari Tabel 1 di atas, peneliti melakukan pengambilan data sebanyak 10 kali dengan mendapatkan hasil seperti di atas. Pada bagian *throughput* dapat dijelaskan bahwa banyak data yang dikirim ber variasi setiap waktunya, pada penelitian diatas data yang dikirim paling kecil yaitu 211 Bytes/s dan paling besar yaitu 30 KB/s. Pada bagian *Packet Loss* rata-rata mendapatkan hasil 0% dan paling besar pada pengujian QoS (*Quality of Service*) ini yaitu 1.1% , ini merupakan kelebihan dari protokol mqtt dikarenakan dibandingkan dengan protokol HTTP yang mendapatkan hasil *packet loss* dengan nilai yang besar dikarenakan protokol HTTP menggunakan kecepatan transfer yang besar dibandingkan dengan MQTT. Pada bagian *Delay* dapat dijelaskan bahwa nilai tertinggi *delay* yaitu 672.384 ms dan data terkecil untuk *delay* yaitu 30.336 ms , untuk hasil data tersebut isp atau *interner service provider* juga berpengaruh untuk mendapatkan hasil *delay* yang baik atau buruk dan *broker* dari protokol mqtt juga berpengaruh untuk mendapatkan hasil *delay* yang baik atau buruk.

Dapat disimpulkan bahwa untuk protokol MQTT mempunyai keunggulan yaitu untuk *packet loss* tidak lebih dari 2% yang berarti sangat baik . walaupun bagian *Delay* mendapatkan hasil yang kurang baik, dikarenakan protokol mqtt dapat berkerja dengan baik walaupun internet yang dipakai kurang stabil dan data yang dikirim hanyalah sebuah teks dari data sensor yang dipasang di aquascape , dibandingkan dengan protokol HTTP yang membutuhkan kecepatan transfer besar untuk melakukan pertukaran informasi

B. PENGUJIAN SENSOR SUHU DAN PH

1. Kalibrasi Sensor Suhu

a. Kalibrasi sensor suhu pada air dingin

Melakukan pengujian kalibrasi sensor suhu sebanyak 5 kali dengan membandingkan hasil pengukuran antara termometer dengan sensor suhu pada air dingin, berikut hasil dari kalibrasi sensor suhu pada air dingin

Tabel 2 Hasil kalibrasi keakuratan Sensor suhu pada air dingin

Nomor	Termometer	Sensor Suhu	Persentase Error $C = \frac{a-b}{a} \times 100\%$
1	15 Celcius	13.13 Celcius	12.47%
2	15 Celcius	13.06 Celcius	12.93%
3	15 Celcius	13.13 Celcius	12.47%
4	15 Celcius	13.13 Celcius	12.47%
5	15 Celcius	13.19 Celcius	12.07%
6	15 Celcius	13.19 Celcius	12.07%
7	15 Celcius	13.25 Celcius	11.67%
8	15 Celcius	13.38 Celcius	10.80%
9	15 Celcius	13.44 Celcius	10.40%
10	15 Celcius	13.50 Celcius	10.00%
Total rata-rata error = $\frac{c}{10}$			3.91%

Pada Tabel 2, dapat dijelaskan bahwa untuk sensor suhu nilainya di setiap waktu ber ubah-ubah, nilai tertinggi yang diukur oleh sensor suhu yaitu 13.50 Celcius dan nilai terendah yaitu 13.06 Celcius. kemudian pada persentase error nilai terkecil yaitu 10.00% dikarenakan sensor membaca nilai mendekati dari persyaratan yaitu 15 Celcius pada nomor 10 dengan nilai sensor suhu yaitu 13.50 Celcius, persentase error terbesar yaitu 12.93% dikarenakan sensor suhu membaca kurang dari nilai yang seharusnya yaitu 15 Celcius dibandingkan data lainnya pada nomor 2 yaitu nilai suhu 13.06 Celcius dan nilai persentase error rata-rata yaitu 3.91%

Untuk persentase error sensor suhu terhadap kondisi air dingin nilainya yaitu 3.91% dikarenakan sensor suhu berjalan kurang baik ketika mengukur suhu air dingin dan menghasilkan nilai persentase error 3.91%, berbeda dengan kondisi air hangat yang berjalan dengan baik sehingga sensor suhu mendapatkan persentase error yang sedikit yaitu 3.05%.

b. Kalibrasi sensor suhu pada air Hangat

Melakukan pengujian kalibrasi sensor suhu sebanyak 10 kali dengan membandingkan hasil pengukuran antara termometer dengan sensor suhu pada air hangat, berikut hasil dari kalibrasi sensor suhu pada air hangat

Tabel 3 Hasil Kalibrasi keakuratan Sensor suhu pada air hangat

Nomor	Termometer	Sensor Suhu	Persentase Error $C = \frac{a-b}{a} \times 100\%$
1	46 Celcius	44.69 Celcius	2.85%
2	46 Celcius	44.75 Celcius	2.72%
3	46 Celcius	44.75 Celcius	2.72%
4	46 Celcius	44.69 Celcius	2.85%
5	46 Celcius	44.63 Celcius	2.98%
6	46 Celcius	44.56 Celcius	3.13%
7	46 Celcius	44.56 Celcius	3.13%
8	46 Celcius	44.50 Celcius	3.26%
9	46 Celcius	44.44 Celcius	3.39%
10	46 Celcius	44.38 Celcius	3.52%
Rata-rata error = $\frac{c}{10}$			3.05%

Pada Tabel 3 di atas, dapat dijelaskan bahwa untuk sensor suhu nilainya di setiap waktu ber ubah-ubah, nilai tertinggi yang diukur oleh sensor suhu yaitu 44.75 Celcius dan nilai terendah yaitu 44.38 Celcius. kemudian pada persentase error nilai terkecil yaitu 2.72% dikarenakan sensor membaca nilai mendekati dari persyaratan yaitu 46 Celcius pada nomor 2 dan 3 dengan nilai sensor suhu yaitu 44.75, persentase error terbesar yaitu 3.52% dikarenakan sensor suhu membaca kurang dari nilai yang seharusnya yaitu 46

Celsius, karena nomor 10 mendapatkan nilai suhu 44.38 *Celsius* dan nilai persentase *error* rata-rata yaitu 3.05%

Untuk persentase *error* sensor suhu terhadap kondisi air hangat nilainya yaitu 3.05% dikarenakan sensor suhu berjalan baik ketika mengukur suhu air hangat dan menghasilkan nilai persentase *error* 3.05%, berbeda dengan kondisi air dingin yang berjalan dengan tidak baik sehingga sensor suhu mendapatkan persentase *error* yang banyak yaitu 3.91%.

2. Kalibrasi Sensor pH

a. Larutan pH dengan nilai 6.86

Melakukan pengujian kalibrasi sensor suhu sebanyak 10 kali dengan membandingkan hasil pengukuran antara pH Meter dengan sensor pH pada larutan pH 6.86, berikut hasil dari kalibrasi sensor suhu pH pada larutan pH 6.86.

Tabel 4 Hasil Kalibrasi Sensor pH pada serbuk pH 6.86

Nomor	pH Meter	Sensor pH	Persentase Error $C = \frac{a-b}{a} \times 100\%$
1	6.86	6.80	0.87%
2	6.86	6.65	3.06%
3	6.86	6.68	2.62%
4	6.86	6.74	1.75%
5	6.86	6.51	5.10%
6	6.86	6.65	3.06%
7	6.86	6.40	6.71%
8	6.86	6.78	1.17%
9	6.86	6.34	7.58%
10	6.86	6.80	0.87%
Rata-rata error = $\frac{c}{10}$			3.28 %

Pada Tabel 4 di atas, dapat dijelaskan bahwa untuk sensor pH nilainya di setiap waktu berubah-ubah, nilai tertinggi yang diukur oleh sensor pH yaitu 6.80 dan nilai terendah yaitu 6.34. kemudian pada persentase *error* nilai terkecil yaitu 0.87% dikarenakan sensor membaca nilai mendekati dari persyaratan yaitu 6.86 pada nomor 1 dan 10 dengan nilai sensor pH yaitu 6.80, persentase *error* terbesar yaitu 7.58% dikarenakan sensor pH membaca kurang dari nilai yang seharusnya yaitu 6.86 pada nomor 9 yaitu nilai pH 6.34 dan nilai persentase *error* rata-rata yaitu 3.28%

b. Larutan pH dengan nilai 4.00.

Melakukan pengujian kalibrasi sensor suhu sebanyak 10 kali dengan membandingkan hasil pengukuran antara pH Meter dengan sensor pH pada larutan pH 4.00, berikut hasil dari kalibrasi sensor suhu pH pada larutan pH 4.00.

Tabel 1 Hasil Kalibrasi Sensor pH pada serbuk 4.00

Nomor	pH Meter	Sensor pH	Persentase Error $C = \frac{a-b}{a} \times 100\%$
1	4.00	3.98	0.50%
2	4.00	3.98	0.50%
3	4.00	3.98	0.50%
4	4.00	3.98	0.50%
5	4.00	3.84	4.00%
6	4.00	3.90	2.50%
7	4.00	3.98	0.50%
8	4.00	3.98	0.50%
9	4.00	3.98	0.50%
10	4.00	3.98	0.50%
Rata-rata error = $\frac{c}{10}$			1.05%

Pada Tabel 5 di atas, dapat dijelaskan bahwa untuk sensor pH nilainya di setiap waktu ber ubah-ubah , nilai tertinggi yang diukur oleh sensor pH yaitu 3.98 dan nilai terendah yaitu 3.84. kemudian pada persentase *error* nilai terkecil yaitu 0.50% dikarenakan sensor membaca nilai mendekati dari persyaratan yaitu 4.00 pada nomor 1,2,3,4,7,8,9 dan 10 dengan nilai sensor pH yaitu 3.98 dan persentase *error* terbesar yaitu 4.00% dikarenakan sensor pH membaca kurang dari nilai yang seharusnya yaitu 4.00 pada nomor 5 yaitu nilai pH 3.84 dan nilai persentase *error* rata-rata yaitu 1.05%

C. HASIL PENGAMBILAN DATA SUHU DAN PH PADA AQUASCAPE DI SIANG HARI

Peneliti melakukan pengambilan data suhu dan pH pada aquascape sebanyak 10 kali (Gambar 9 dan 10). Hasilnya ditampilkan pada Tabel 6.



Gambar 9 Suhu ketika siang hari



Gambar 10 pH ketika siang hari

Tabel 2 Hasil pengambilan data suhu dan pH pada siang hari

Nomor pengujian ke – n	Data suhu	Data pH
1	32.0 <i>Celcius</i>	8.84
2	32.0 <i>Celcius</i>	8.84
3	32.0 <i>Celcius</i>	8.84
4	32.0 <i>Celcius</i>	8.84
5	32.0 <i>Celcius</i>	8.84
6	32.0 <i>Celcius</i>	7.0
7	32.0 <i>Celcius</i>	7.8
8	32.2 <i>Celcius</i>	7.4
9	32.1 <i>Celcius</i>	7.3
10	32.4 <i>Celcius</i>	8.1
Rata-rata	32.07 <i>Celcius</i>	8.18

Pada pengujian data suhu dan pH diatas dapat dijelaskan sebagai berikut, untuk rata-rata suhu 32.07 *Celcius* dan rata-rata pH 8.18, untuk data suhu mendapatkan hasil yang kurang baik karena keadaan panas oleh karena itu dari persyaratan untuk mendapatkan kualitas suhu aquascape sehat atau tidak , dari data diatas mendapatkan hasil yang kurang baik untuk suhu karena melebihi 32 *Celcius* , maka pemilik aquascape disarankan untuk mematikan lampu di aquascape agar memperlambat pertumbuhan lumut , apabila suhu sudah mencapai kurang dari 32 *Celcius* maka pemilik dari aquascape di disarankan untuk menyalakan kembali lampu di aquascape agar suhu aquascape tetap ideal. Mengenai hasil data dari pH didapatkan hasil yang kurang baik dikarenakan kualitas air sudah melebihi dari 8 pH oleh karena itu disarankan untuk pemilik aquascape mengganti air yang ada di aquascape tersebut.

D. HASIL PENGAMBILAN DATA SUHU DAN PH PADA AQUASCAPE DI MALAM HARI

Peneliti melakukan pengambilan data suhu dan pH pada aquascape sebanyak 10 kali dilakukan pada malam hari (Gambar 11 dan 12). Hasilnya ditampilkan pada Tabel 7.



Gambar 11 Suhu ketika malam hari



Gambar 12 Hasil Kuliatas pH pada Malam hari

Tabel 7 Hasil pengambilan data suhu dan pH pada malam hari

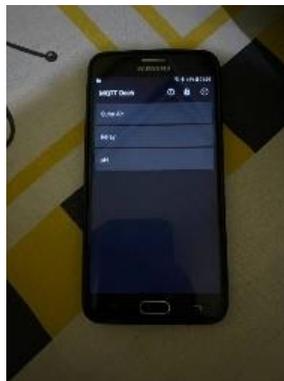
Nomor pengujian ke – n	Data suhu	Data pH
1	31.4 <i>Celcius</i>	8.63
2	31.4 <i>Celcius</i>	8.63
3	31.4 <i>Celcius</i>	8.86
4	31.4 <i>Celcius</i>	8.69
5	31.4 <i>Celcius</i>	8.86
6	31.4 <i>Celcius</i>	8.86
7	31.4 <i>Celcius</i>	8.86
8	31.4 <i>Celcius</i>	8.70
9	31.4 <i>Celcius</i>	8.63
10	31.4 <i>Celcius</i>	8.63

Rata-rata	31.04 <i>Celcius</i>	8.75
-----------	----------------------	------

Pada hasil data pada Tabel 7, dilakukan pengambilan data pada malam hari untuk melihat perbandingan antara data suhu dan pH pada siang hari apakah terjadi perubahan atau tidak. Untuk data pH rata-rata mendapatkan 8.75 dan suhu 31.04 *Celcius*.

Dari persyaratan untuk mendapatkan kualitas suhu aquascape sehat atau tidak, dari data diatas mendapatkan hasil yang baik untuk suhu karena tidak melebihi 32 *Celcius*, maka untuk lampu di aquascape boleh tetap dinyalakan, apabila suhu mencapai lebih dari 32 *Celcius* lebih maka pemilik dari aquascape di disarankan untuk mematikan lampu yang ada di aquascape agar memperlambat pertumbuhan lumut dan menjaga suhu aquascape tetap ideal. Mengenai hasil data dari pH didapatkan hasil yang kurang baik dikarenakan kualitas air sudah melebihi dari 8 pH oleh karena itu disarankan untuk pemilik aquascape mengganti air yang ada di aquascape tersebut.

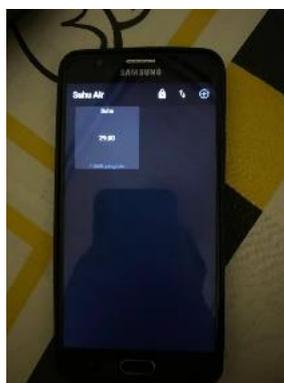
E. HASIL PENGUJIAN APLIKASI MQTT DASH



Gambar 13 Monitoring suhu dan pH melalui aplikasi MQTT Dash

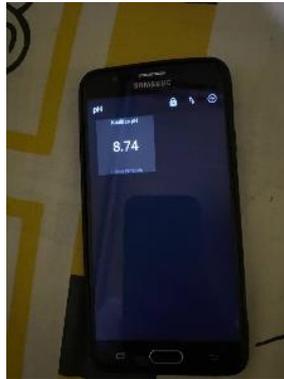
Pada Gambar 13 diatas, dapat dijelaskan bahwa informasi berupa data suhu, kualitas pH maupun kontrol untuk mematikan lampu di aquascape dapat dilihat dan dimonitoring menggunakan aplikasi tersebut yaitu MQTT Dash.

Apabila ingin memonitoring tinggal pilih yang ingin di monitoring misalkan suhu, setelah itu maka informasi dari data suhu akan di tampilkan di aplikasi ini secara *real time* dan apabila ingin memonitoring kualitas pH maka pilih sensor pH, setelah itu informasi data dari pH akan ditampilkan di aplikasi ini secara *real time*, kemudian apabila ingin mematikan atau menyalakan lampu di aquascape bisa memilih bagian *relay* untuk melakukan mematikan atau menyalakan lampu di aquascape melalui aplikasi ini. Contoh tampilan masing-masing bagian informasi ada di gambar bawah ini, berikut contoh gambarnya.



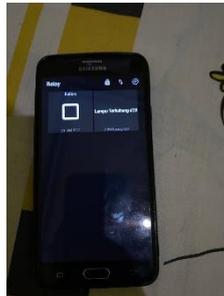
Gambar 14 Contoh tamtampilan informasi suhu pada mqtt dash

Gambar 14 merupakan contoh gambar tampilan informasi suhu di aplikasi mqtt dash yang selalu diperbarui setiap 1 menitnya.



Gambar 15 Tampilan informasi pH pada aplikasi MQTT Dash

Pada Gambar 15, dapat dijelaskan bahwa informasi kualitas pH dapat dilihat di aplikasi *handphone* mqtt dash, informasi kualitas pH akan selalu diperbarui setiap 1 menit.



Gambar 16 Tampilan dari informasi relay di aplikasi mqtt dash

Pada Gambar 16, dapat dijelaskan bahwa informasi mengenai *relay* seperti status *relay* apakah masih terhubung atau tidak dan untuk mengontrol *relay* agar bisa mematikan dan menyalakan lampu melalui aplikasi *mqtt dash*.



Gambar 17 Tampilan Ketika Menyalakan Lampu

Pada Gambar 17, dapat dijelaskan bahwa kondisi ketika menyalakan lampu aquascape melalui aplikasi MQTT Dash dan terdapat tanda centang pada bagian kotak *relay* yang berarti status lampu aquascape menyala.



Gambar 18 Tampilan Mematikan Lampu Aquascape

Pada Gambar 18, dapat dijelaskan bahwa kondisi tersebut terjadi Ketika mematikan lampu aquascape melalui aplikasi MQTT dash dan tidak terdapat tanda centang di bagian kotak *relay* yang berarti status lampu aquascape dalam keadaan mati.

Untuk pengaruh lampu aquascape terhadap suhu ketika lampu tersebut menyala diawali dengan nilai suhu 30.05 *Celcius*, kemudian lampu aquascape tersebut dimatikan selama 4 jam untuk mengetahui berapa *Celcius* suhu akan turun, hasil dari mematikan lampu aquascape dengan durasi 4 jam tersebut peneliti menemukan hasil penurunan suhu menjadi 28.25 *Celcius*, hal ini berpengaruh untuk memperlambat pertumbuhan lumut di aquascape dan agar suhu aquascape tersebut tetap ideal.

IV. KESIMPULAN

Pada saat pengujian kalibrasi keakuratan sensor pH dengan pH meter mendapatkan hasil rata-rata persentase error yaitu 3.03% pada nilai pH 6.86 dan pada nilai pH 4.00 rata-rata persentase error yaitu 1.05%. Pada saat pengujian kalibrasi keakuratan sensor suhu dengan termometer mendapatkan hasil rata-rata persentase error yaitu 11.73% pada nilai air dingin dan pada nilai air hangat yaitu dengan rata-rata persentase error adalah 3.05%. Pengujian QoS (Quality of Service) menggunakan protokol MQTT ini terdapat kelebihan salah satunya ialah ketika delay mendapatkan hasil yang kurang baik dikarenakan alasan dari layanan internet beserta broker mqtt tersebut, untuk pengujian packet loss mendapatkan hasil yang sangat baik dikarenakan tidak mencapai 2% dan hal tersebut ialah kelebihan dari protokol mqtt. Hasil pengujian monitoring suhu dan pH pada aquascape yang dilakukan pada malam hari mendapatkan nilai rata-rata suhu adalah 31.5 *Celcius* dan pH adalah 8.63, pengujian yang dilakukan pada siang hari mendapatkan nilai rata-rata suhu adalah 32.33 *Celcius* dan pH adalah 8.32.

KONTRIBUSI PENULIS

RK merancang alat, menguji alat, mengambil data, menganalisa data, dan menulis manuskrip paper. FTS membuat desain penelitian, mengevaluasi penelitian, serta memperbaiki konten dan analisis dalam manuskrip. MLL memperbaiki bahasa penulisan manuskrip.

REFERENSI

- [1] M. S. A, A. G. Putrada, and N. A. Suwastika, "Implementasi dan Analisis Pengurusan Otomatis Aquascape Berdasarkan Kualitas Air Menggunakan Fuzzy Logic," *e-Proceeding Eng.*, vol. 6, no. 1, pp. 2091–2099, 2019.
- [2] S. Raharjo, E. Kurniawan, and E. D. Nurcahya, "Sistem Otomatisasi Fotosintesis Buatan Pada Aquascape Berbasis Arduino," *Komputek*, vol. 2, no. 1, p. 39, 2018, doi: 10.24269/jkt.v2i1.66.
- [3] Hasrianti and Nurasia, "ANALISIS WARNA, SUHU, pH DAN SALINITAS AIR SUMUR BOR DI KOTA PALOPO," *Anal. Wam. SUHU, pH DAN Salin. AIR SUMUR BOR DI KOTA PALOPO*, vol. 02, pp. 747–753, 2016.
- [4] "Parameter kualitas Ph." <https://www.rajapetshop.com/en/news/APA-SAJA-PARAMETER-AIR-DALAM-AQUASCAPE#:~:text=Besaran pH terdiri antara 0,sangat berhubungan dengan alkalinitas air.> (accessed Nov. 08, 2020).
- [5] A. A. dan W. Ga. Siswanto, "Kendali dan Monitoring Suhu dan Ketinggian Air Aquarium dengan Sensor DS18B20, HCSR04 dan Mikrokontroler Arduino Uno R3 Berbasis WEB," *Isbn 978-602-99334-9-9*, pp. 305–310, 2018.
- [6] "Pengenalan Mengenai IoT." <https://www.dewaweb.com/blog/internet-of-things/> (accessed Sep. 25, 2020).

- [7] T. Davies, "Internet of things," *J. Inst. Telecommun. Prof.*, vol. 9, no. 4, p. 38, 2015, doi: 10.1109/sccs.2019.8852623.
- [8] M. s. Dr. I K. Agung Enriko, S.T., Ed., *Arsitektur IoT*.
- [9] N. Hidayati, L. Dewi, M. F. Rohmah, and S. Zahara, "Prototype Smart Home Dengan Modul NodeMCU ESP8266 Berbasis Internet of Things (IoT)," *Tek. Inform. Univ. Islam Majapahit*, pp. 1–9, 2018.
- [10] A. D. B. Sadewo, E. R. Widasari, and A. Muttaqin, "Perancangan Pengendali Rumah menggunakan Smartphone Android dengan Konektivitas Bluetooth," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 1, no. 5, pp. 415–425, 2017.

Analisis Perencanaan Jaringan Wi-Fi Untuk Mendukung Konsep Desa Digital Di Wilayah Kota Tasikmalaya

The Analysis of Wi-Fi Network Planning to Support the Digital Village Concept in the City of Tasikmalaya

Helmi Nurseha¹, Anggun Fitriani Isnawati^{2,*}, Achmad Rizal Danisya³

^{1,2,3}*Program Studi S1 Teknik Telekomunikasi, Institut Teknologi Telkom Purwokerto
Jl. D.I Panjaitan 128 Purwokerto 53147 Jawa Tengah, Indonesia*

^{2,*}Penulis Korespondensi : anggun@ittelkom-pwt.ac.id
117101034@ittelkom-pwt.ac.id, 2luqman@ittelkom-pwt.ac.id

Received on 04-09-2021, accepted on 24-03-2022, published on 02-06-2022

Abstrak

Perkembangan teknologi di era serba digital menjadikan penggunaan internet sebagai media baru dan sangat diperlukan dalam kehidupan sehari-hari. Perkembangan ini menimbulkan tantangan bagi pembangunan ekonomi pedesaan. Desa harus mampu beradaptasi dengan kemajuan teknologi dengan mengurangi kesenjangan digital melalui pengembangan desa digital. Digitalisasi desa bertujuan untuk mengembangkan potensi desa, mempermudah layanan publik dan mempercepat akses jaringan. Dalam mendukung penerapannya, pemerintah berupaya memberikan layanan internet dengan membangun infrastruktur teknologi jaringan Wi-Fi di pedesaan. Untuk itu dalam penelitian ini dilakukan perencanaan jaringan Wi-Fi untuk mendukung konsep desa digital di daerah Desa Setiajaya. Perencanaan jaringan dilakukan menggunakan *software* Atoll dengan metode perencanaan berdasarkan cakupan dan kapasitas yang disimulasikan. Penelitian ini menggunakan parameter simulasi seperti *signal level* dan *traffic maps*. Dari dua perencanaan yang sudah dilakukan, berdasarkan cakupan memiliki 4 *access point* (AP), sedangkan berdasarkan kapasitas memiliki 10 AP. Dari hasil yang telah diuji, perencanaan berdasarkan kapasitas lebih baik dibanding perencanaan berdasarkan cakupan. Data yang diperoleh adalah daerah Desa Setiajaya seluas 1,886 km² tercapuk oleh Wi-Fi dengan memiliki *signal level* kurang dari -90 dBm. Banyaknya *user* yang dapat terhubung dengan Wi-Fi sebanyak 59,7% (total 1916 *user*) dan mendapatkan nilai *throughput* sebesar 137,04 Mbps.

Keywords: *Atoll, Capacity Planning, Coverage Planning, Desa Digital, Wi-Fi.*

Abstract

The development of technology in the all-digital era makes the internet a new medium and is indispensable in everyday life. However, these developments pose challenges for rural economic development. Villages must be able to adapt to technological advances by reducing the digital divide through the development of digital villages. Village digitization aims to develop village potential, simplify public services and accelerate network access. In supporting its implementation, the government seeks to provide internet services by building a Wi-Fi network technology infrastructure in rural areas. For this reason, in this study, a Wi-Fi network was planned to support the concept of a digital village in the Setiajaya Village area. Network planning uses Atoll software with a planning method based on simulated coverage and capacity. This research uses simulation parameters such as signal level and traffic maps. From the two plans that have been carried out, based on coverage, it has 4 access points (AP), while based on the capacity, it has 10 APs. From the results that have been tested, planning based on capacity is better than planning based on coverage. The data obtained is the Setiajaya Village area of 1,886 km² covered by

Wi-Fi with a signal level of less than -90 dBm. The number of users who can connect to Wi-Fi is 59.7% (a total of 1916 users) and get a throughput value of 137.04 Mbps.

Keywords: Atoll, Capacity planning, Coverage planning, Digital village, Wi-Fi.

I. PENDAHULUAN

Teknologi pada Era digital saat ini semakin mengalami kemajuan yang sangat pesat, hal ini ditandai dengan semakin masifnya pengguna media sosial dalam kehidupan sehari-hari. Menurut hasil survei Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia (APJII) 2019 yang dilakukan pada triwulan II-2020, jumlah pengguna Internet di Indonesia mencapai 196,7 juta. Jumlah ini meningkat 23,5 juta atau 8,9% dari 2018 [1]. Perkembangan teknologi di era digital menjadikan penggunaan internet sebagai media baru dan wajib dalam kehidupan sehari-hari. Kemajuan ini tentunya memaksa setiap orang untuk melek terhadap teknologi. Perkembangan ini menimbulkan tantangan bagi pembangunan ekonomi pedesaan. Desa harus mampu beradaptasi dengan kemajuan teknologi dengan mengurangi kesenjangan digital melalui pengembangan desa digital.

Pemerintah Provinsi Jawa Barat (Pemprov Jabar) menggagas Desa Digital Jawa Barat guna menyelesaikan masalah ketimpangan digitalisasi masyarakat di daerah pedesaan dengan perkotaan. Program ini bertujuan untuk membuka peluang desa dan pasar, sekaligus mempercepat aksesibilitas dan pelayanan publik. Selain itu, digitalisasi desa akan menyeimbangkan gaya hidup digital penduduk pedesaan dan perkotaan, menjembatani kesenjangan antara gaya hidup tradisional dan modern, serta mendorong pembangunan ekonomi pedesaan [2].

Kota Tasikmalaya merupakan salah satu daerah yang berada di wilayah Provinsi Jawa Barat. Kota Tasikmalaya terbagi menjadi ke dalam 10 kecamatan yang memiliki 69 desa atau kelurahan, Kelurahan Setiajaya merupakan salah satu kelurahan yang berada di wilayah Kecamatan Cibeureum dengan memiliki luas wilayah sebesar 1,886 km². Kelurahan Setiajaya ini merupakan daerah yang memiliki jarak terjauh dari ibu kota kecamatan [3]. Dalam mendukung penerapan konsep desa digital di Indonesia khususnya di Kota Tasikmalaya, Pemerintah Provinsi Jabar berupaya memberikan layanan internet dengan membangun infrastruktur teknologi jaringan Wi-Fi di pedesaan.

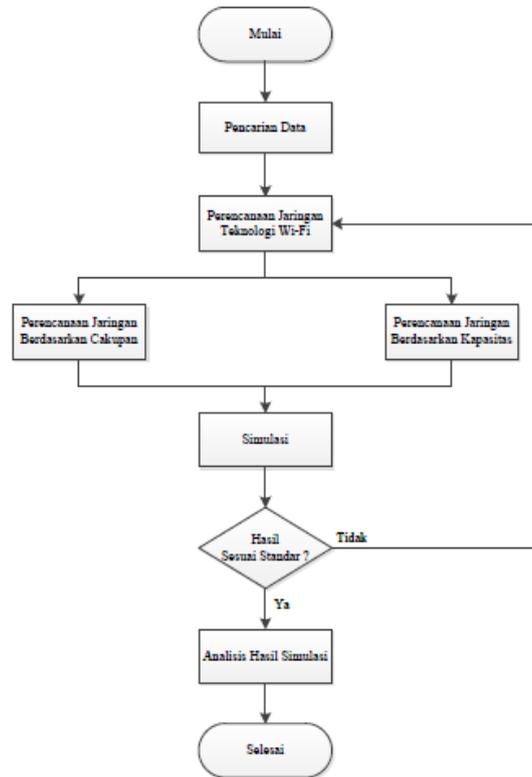
Penelitian ini merupakan pengembangan dari penelitian-penelitian sebelumnya yaitu penelitian yang dilakukan oleh [4], [5] dan [6]. Pada penelitian [4] meneliti tentang perbandingan performansi antara teknologi IEEE 802.11g dengan teknologi IEEE 802.11n untuk mengetahui teknologi mana yang lebih baik digunakan di luar ruangan (*outdoor*). Perbandingan yang dilakukan pada penelitian ini yaitu berdasarkan pada cakupan area, *throughput* dan interferensi. Metode yang digunakan pada penelitian ini menggunakan dua laptop yang diletakan di satu tempat dengan menggunakan frekuensi kerja 2,4 GHz dengan jarak lokasi yang diuji yaitu 50 meter, 100 meter, 150 meter, 200 meter dan 300 meter.

Pada penelitian [5] meneliti tentang suatu perencanaan jaringan *wi-fi* berbasis 802.11n dengan balon udara di daerah Bandung dengan menggunakan metode perencanaan jaringan dengan berdasarkan *coverage* dan *capacity* yang disimulasikan dengan menggunakan sebuah *software*. Parameter yang diamati pada penelitian ini adalah parameter *signal level* dan *throughput*. Pada penelitian ini dilakukan dua skenario, skenario yang pertama balon udara di terbangkan pada ketinggian 400 meter dan skenario yang kedua yaitu balon udara di terbangkan pada ketinggian 500 meter.

Sedangkan penelitian [6] membahas mengenai suatu perancangan dalam pembangunan jaringan *Wireless Local Area Network* (WLAN) di area luar (*outdoor*). Perancangan jaringan yang dilakukan menggunakan 1 antena server dan 3 *access point* yang ditempatkan pada posisi yang telah ditentukan berdasarkan kondisi eksisting dengan frekuensi kerja 2,4 GHz. Pada penelitian ini menggunakan metode visualisasi cakupan jaringan yang dibuat dengan menggunakan *software*. Parameter yang digunakan dalam penelitian ini parameter *link budget* yang terdiri dari nilai *Free Space Loss* (FSL), nilai *Effective Isotropically Radiated Power* (EIRP), *Received Signal Level* (RSL) dan nilai *System Operating Margin* (SOM).

II. METODE PENELITIAN

.Dalam pengerjaan penelitian ini dilakukan beberapa tahap pengerjaan sebagai alur penelitian dengan memperhatikan beberapa aspek yang ingin diperoleh. Alur penelitian yang akan dilakukan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Flowchart Alur Penelitian

Berikut ini merupakan penjelasan dari bagian-bagian pada flowchart alur penelitian tersebut.

A. Pencarian Data

Dalam melakukan perencanaan jaringan Wi-Fi di wilayah Kota Tasikmalaya dibutuhkan beberapa data untuk mendukung dalam perencanaan. Adapun data yang dibutuhkan di antaranya yaitu pencarian data untuk mendukung dalam penelitian ini dan pencarian data berupa pertumbuhan penduduk didaerah serta luas area yang akan dilakukan perencanaan guna menunjang dalam perencanaan jaringan. Perencanaan jaringan Wi-Fi dilakukan di Desa Setiajaya yang memiliki luas daerah 1,886 km². Untuk peta Desa Setiajaya ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta Desa Setiajaya

Untuk perencanaan jaringan Wi-Fi ini menggunakan data penduduk di Desa Setiajaya dari tahun 2017 hingga 2020 [7]. Tabel 1 berikut ini merupakan daftar penduduk Desa Setiajaya tahun 2017-2020.

Tabel 1. Daftar Pertumbuhan Penduduk Desa Setiajaya

Penduduk	Satuan	Tahun			
		2017	2018	2019	2020
Laki-laki	Jiwa	3145	3145	3146	3146
perempuan	Jiwa	2962	2964	2965	2969
Jumlah	Jiwa	6107	6109	6111	6117
Pertumbuhan	%	0,049	0,033	0,033	0,098
Rata-rata pertumbuhan	%	0,053			

B. Perencanaan Berdasarkan Cakupan[8]

Perencanaan jaringan berdasarkan cakupan bertujuan untuk mengetahui seberapa luas cakupan dari access point. Dengan mengetahui luas cakupan dari access point maka dapat diketahui jumlah access point yang dibutuhkan agar dapat mencakup daerah perencanaan. Dalam perencanaan jaringan berdasarkan cakupan ini diawali dengan melakukan perhitungan link budget. Perhitungan link budget ini mempertimbangkan spesifikasi perangkat dan model propagasi yang digunakan pada perencanaan jaringan. Perangkat yang digunakan pada perencanaan ini menggunakan access point Cisco Aironet 1562D yang memiliki daya 27 dBm dan antena Cisco Aironet AIR-ANT2547V-N Omnidirectional yang memiliki gain 4 dBi.

1. Perhitungan Link Budget

Perhitungan *link budget* digunakan untuk mengetahui pelemahan sinyal yang diperbolehkan antara pengirim dan penerima antena atau disebut *Maximum Allowable Path Loss* (MAPL). Berikut ini merupakan persamaan dari MAPL:

$$L_P = P_{EIR} - S_{RXFE} - L_{EV} - M_{IF} - M_{SF} \quad (1)$$

Keterangan:

- P_{EIR} : Effective Radiated Power (dBm)
- S_{RXFE} : Effective Receiver Faded Sensitivity (dBm)
- L_{EV} : Body, Vehicle, Building Loss (dB)
- M_{IF} : Margin Interference (dB)
- M_{SF} : Log Normal Margin (dB)

2. Perhitungan Model Propagasi

Model propagasi yang digunakan dalam perencanaan berdasarkan cakupan (*coverage*) pada penelitian ini adalah *Erceg-Greenstein* (SUI). Pemilihan model propagasi ini karena perencanaan jaringan Wi-Fi dilakukan di luar ruangan (*outdoor*) dengan menggunakan frekuensi 2,4 GHz. *Erceg-Greenstein* (SUI) merupakan model propagasi yang digunakan di luar ruangan. Berikut merupakan persamaan untuk perhitungan model propagasi *Erceg-Greenstein* (SUI):

$$L_U = -7,366 + 26 \times \log f_c \times a(h_b) \times (1 \times \log d) - a(h_m) \quad (2)$$

Keterangan:

- f_c : Frekuensi Kerja
- h_b : Tinggi Antena Tx
- h_m : Tinggi Antena Rx
- $a(h_b)$: Faktor Koreksi Tinggi Efektif Antena Tx
- $a(h_m)$: Faktor Koreksi Tinggi Efektif Antena Rx

Faktor koreksi untuk tinggi efektif antena *transmitter* (tx) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut

$$a(h_b) = a - b \times (h_b) + \left(\frac{c}{h_b}\right) \quad (3)$$

Untuk mengetahui faktor koreksi pada tinggi efektif antena *user equipment* (rx) dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$a(h_m) = 10,8 \times \log \frac{h_m}{2} \quad (4)$$

3. Perhitungan Access Point Cakupan

Untuk mengetahui jumlah *access point* yang dibutuhkan berdasarkan cakupan dapat disesuaikan dengan luas wilayah dan luas cakupan area perencanaan. Dan berikut merupakan persamaan untuk mengetahui jumlah *access point* berdasarkan cakupan:

$$\ell_{AP} = 3,14 \times d^2 \quad (5)$$

$$N_{AP} = \frac{\ell}{\ell_{AP}} \quad (6)$$

Keterangan:

N_{AP} : Jumlah access point

ℓ_{AP} : Luas area cakupan *access point*

ℓ : Luas area perencanaan

C. Perencanaan Berdasarkan Kapasitas [9]

Untuk perencanaan jaringan berdasarkan kapasitas dilakukan untuk mengetahui jumlah *access point* yang dibutuhkan dengan memperhatikan jumlah penduduk di Desa Setiajaya. Dalam perencanaan berdasarkan kapasitas diawali dengan estimasi jumlah pelanggan untuk mengetahui jumlah pelanggan selama empat tahun kedepan. Selanjutnya, dilakukan perhitungan nilai *throughput*, *single user throughput* dan *network throughput*.

1. Estimasi Jumlah User

Estimasi jumlah user digunakan untuk prediksi jumlah user agar kebutuhan trafik dalam beberapa tahun kedepan dapat terpenuhi. Untuk mengetahui estimasi jumlah *user* dalam perencanaan jaringan ini dibutuhkan data jumlah penduduk, faktor pertumbuhan penduduk serta proyeksi penduduk empat tahun kedepan. Dibawah ini merupakan persamaan untuk mengetahui proyeksi penduduk:

$$P_n = P_0 \times (1 + f_p)^n \quad (7)$$

Keterangan:

P_n : Proyeksi Penduduk Tahun ke-n

P_0 : Populasi Penduduk Pada Tahun Perencanaan

f_p : Faktor Pertumbuhan Penduduk

n : Jumlah Tahun Prediksi

2. Perhitungan Throughput

Untuk perencanaan diperlukan kepadatan trafik yang dapat dihitung menggunakan *throughput*. Perhitungan *throughput* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$R = R_{bearer} \times t_{session} \times \gamma_{session} \left(\frac{1}{(1-P_b)} \right) \quad (8)$$

Keterangan:

R_{bearer} : Bearer Rate

$t_{session}$: Session Time

$\gamma_{session}$: Session Duty Ratio

P_b : BLER

3. Perhitungan Single User Throughput

Single user throughput merupakan rata-rata throughput yang dibutuhkan setiap user pada jam sibuk. Perhitungan single user throughput dapat dicari dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$R_1 = \frac{R_{bearer} \times A_{BH} \times \rho \times (1 + \gamma_{PA})}{3600} \quad (9)$$

Keterangan:

R_1 : Single User Throughput

A_{BH} : Busy Hour Service Attempt

ρ : Penetration

γ_{PA} : Peak to Average Ratio (PAR)

1. Perhitungan Network Throughput

Network throughput merupakan kebutuhan throughput yang mempertimbangkan pada jumlah pengguna serta pada suatu daerah layanan yang akan dilakukan perencanaan. Untuk mengetahui network throughput dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$R_K = K \times R_1 \quad (10)$$

Keterangan:

R_K : Network Throughput

K : Total User Number

R_1 : Single User Throughput

4. Perhitungan Access Point Kapasitas

Untuk mengetahui jumlah *access point* berdasarkan kapasitas dapat diketahui setelah mendapatkan nilai *network throughput* dan *throughput* dari *access point* tersebut. Berikut merupakan persamaan perhitungan jumlah *access point* berdasarkan kapasitas:

$$N_{AP-Capacity} = \frac{R_K}{R_{AP}} \quad (11)$$

Keterangan:

R_K : Network Throughput

R_{AP} : Throughput Access Point

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini membahas tentang perencanaan jaringan Wi-Fi untuk mendukung konsep desa digital di wilayah Kota Tasikmalaya. Perencanaan jaringan Wi-Fi dilakukan dengan menggunakan metode perencanaan berdasarkan cakupan (coverage planning) dan kapasitas (capacity planning). Dari kedua perencanaan jaringan tersebut, bertujuan untuk mengetahui jumlah *access point* yang dibutuhkan untuk perencanaan jaringan Wi-Fi di wilayah Desa Setiajaya, Kota Tasikmalaya. Setelah mengetahui jumlah

access point yang dibutuhkan berdasarkan cakupan dan kapasitas, selanjutnya dilakukan simulasi untuk mengetahui kinerja dari access point tersebut.

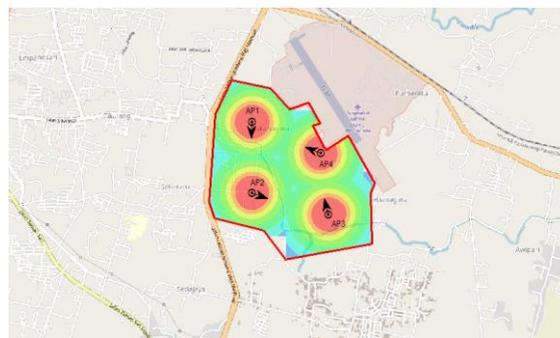
Perencanaan jaringan Wi-Fi pada penelitian ini menggunakan sebuah metode simulasi dengan bantuan software yaitu Atoll 3.3. Dalam perencanaan jaringan Wi-Fi ini menggunakan frekuensi 2,4 GHz dengan bandwidth 20 MHz. Hasil yang akan diamati adalah hasil dari simulasi dengan menganalisis hasil dari prediksi signal level dan prediksi *traffic maps*.

A. Hasil Simulasi Berdasarkan Cakupan

Dalam perencanaan jaringan Wi-Fi berdasarkan cakupan memperoleh empat *access point* yang didapatkan dari hasil perhitungan *link budget* yang mempertimbangkan spesifikasi perangkat dan model propagasi. Berdasarkan hasil tersebut dapat dilakukan simulasi perencanaan jaringan berdasarkan cakupan dengan menggunakan empat *access point* untuk mencakup daerah Desa Setiajaya. Untuk mengetahui kinerja dari ke empat *access point* yang digunakan dalam simulasi perencanaan jaringan ini dilakukan prediksi *signal level* dan *traffic maps*.

1. Signal Level

Prediksi *signal level* digunakan untuk mengetahui level sinyal yang dihasilkan atau dipancarkan oleh *access point* pada daerah perencanaan. Untuk hasil prediksi *signal level* berdasarkan cakupan ditampilkan pada Gambar 3 untuk pancaran *signal level* dan Gambar 4 untuk histogram *signal level*.



Gambar 3. Pancaran *Signal Level* Cakupan

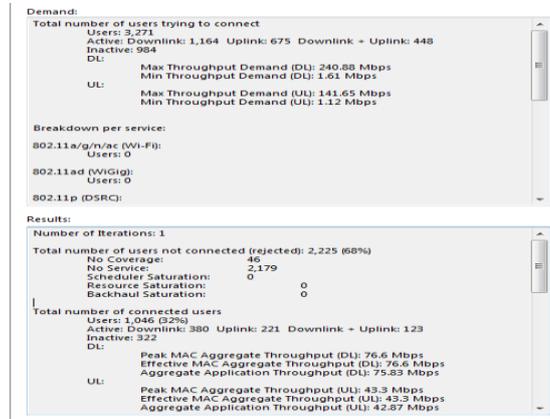


Gambar 4. Histogram *Signal Level* Cakupan

Hasil untuk pancaran *signal level* cakupan dapat dikatakan didominasi oleh warna yang menunjukkan level sinyal baik yaitu warna merah hingga warna hijau muda, tetapi masih terdapat warna yang menunjukkan level sinyal yang buruk yaitu warna toska hingga warna biru tua. Dari Gambar 4 dapat dilihat daerah seluas 1,702 km² mendapatkan level sinyal dengan nilai kurang dari -90 dBm, sedangkan daerah seluas 0,198 km² mendapatkan level sinyal yang buruk. Daerah seluas 0,3383 km² mendapatkan level sinyal yang sangat baik dengan nilai *signal level* -70 dBm dan daerah seluas 0,0207 km² mendapatkan level sinyal yang sangat buruk dengan nilai *signal level* -100 dBm.

2. Traffic Maps

Traffic maps dilakukan untuk mengetahui seberapa banyak user yang dapat terhubung dan terlayani oleh access point. Selain itu, dalam prediksi traffic maps dapat mengetahui nilai throughput yang diperoleh. Hasil prediksi traffic maps berdasarkan cakupan ditampilkan pada Gambar 5.



Gambar 5 Hasil Traffic Maps Cakupan

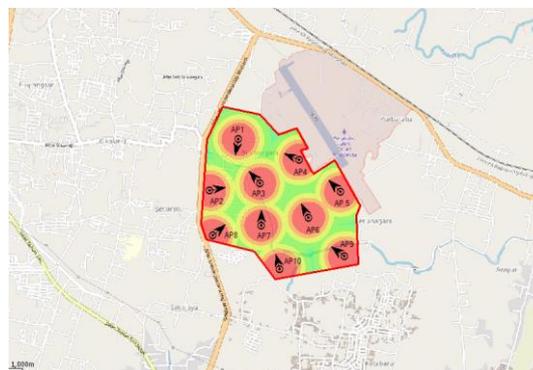
Dari Gambar 5 tersebut dapat dilihat bahwa dari total 3271 user (100%) yang mencoba terhubung ke jaringan, hanya 32% dengan jumlah user sebanyak 1046 user yang dapat terhubung dan mendapatkan layanan dari access point. Sedangkan untuk sisanya sebanyak 68% dengan jumlah user sebanyak 2225 user tidak dapat terhubung dan tidak mendapatkan layanan dari access point. Untuk nilai throughput memperoleh nilai throughput sebesar 75,83 Mbps. Bila dilihat dari hasil prediksi yang kedua ini perencanaan Wi-Fi berdasarkan cakupan ini mendapatkan hasil yang tidak terlalu baik karena dari 3271 user yang mencoba terhubung pada jaringan hanya 32% (total 1046 user) yang dapat terhubung dan mendapatkan layanan dari access point.

B. Hasil Simulasi Berdasarkan Kapasitas

Untuk perencanaan jaringan Wi-Fi berdasarkan kapasitas memperoleh sepuluh access point dari hasil perhitungan dengan memperhatikan estimasi jumlah pengguna, nilai throughput serta network throughput.

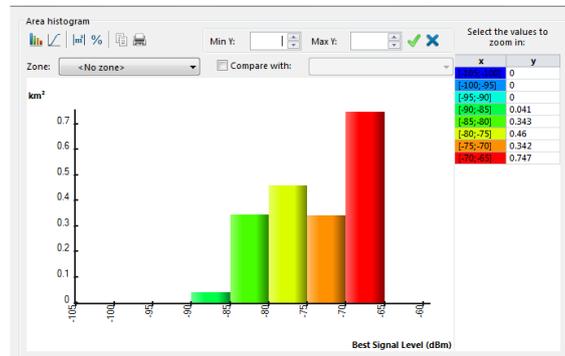
1. Signal Level

Untuk hasil dari prediksi signal level berdasarkan kapasitas ditampilkan pada Gambar 6 untuk pancaran signal level dan Gambar 7 untuk histogram signal level kapasitas.



Gambar 6 Pancaran Signal Level Kapasitas

Pada Gambar 6 tersebut dapat dilihat daerah Desa Setiajaya yang memiliki luas 1,886 km² dapat tercakup oleh sepuluh *access point*. Untuk pancaran yang dihasilkan pun ditunjukkan oleh warna yang menunjukkan level signal yang baik dengan didominasi oleh warna merah hingga warna hijau muda serta tidak terdapat warna yang menunjukkan level sinyal yang buruk.

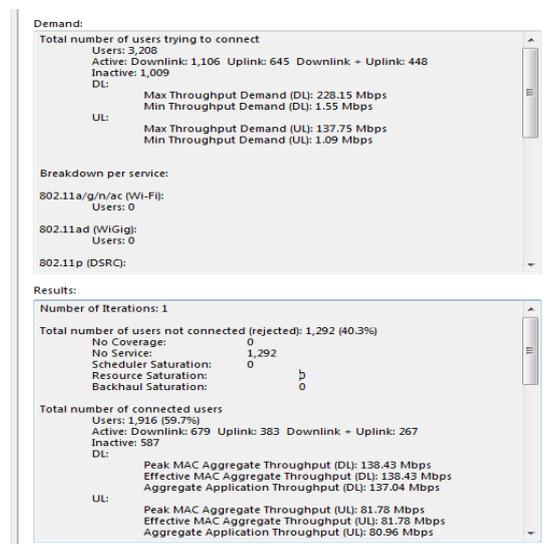


Gambar 7 Histogram *Signal Level* Kapasitas

Bila dilihat dari histogram seperti pada Gambar 7 tersebut, daerah seluas 0,747 km² mendapatkan level sinyal yang sangat baik yang ditunjukkan dengan grafik warna merah dengan memiliki nilai *signal level* -70 dBm. Dengan begitu untuk hasil prediksi *signal level* berdasarkan kapasitas mandapatkan hasil yang lebih baik dibandingkan hasil prediksi *signal level* berdasarkan cakupan.

2. *Traffic Maps*

Untuk hasil *traffic maps* pada simulasi berdasarkan kapasitas ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8 Hasil *Traffic Maps* Kapasitas

Gambar 8 tersebut merupakan hasil prediksi *traffic maps* pada simulasi berdasarkan kapasitas, dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa dari total 3208 *user* (100%) yang mencoba terhubung ke *access point* terdapat 40,3% dengan jumlah 1292 *user* yang tidak dapat terhubung dan tidak mendapatkan layanan dari *access point*, sedangkan untuk sisanya yaitu sebanyak 59,7% dengan jumlah 1916 *user* dapat terhubung dan mendapatkan layanan dari *access point*. Nilai *throughput* yang diperoleh pada simulasi berdasarkan kapasitas yaitu sebesar 137,04 Mbps. Berdasarkan hasil tersebut, hasil prediksi *traffic maps* berdasarkan kapasitas mendapatkan hasil yang lebih baik dibandingkan hasil yang diperoleh berdasarkan cakupan.

3. Analisis Jaringan Wi-Fi Untuk Desa Digital

Dalam mendesain jaringan Wi-Fi untuk mendukung konsep desa digital perlu memperhatikan jumlah penduduk, karena konsep desa digital lebih memperhatikan jumlah penduduk dan nantinya jaringan Wi-Fi dapat dimanfaatkan oleh masyarakat di desa. Untuk itu perencanaan berdasarkan kapasitas lebih baik digunakan dalam mendesain jaringan Wi-Fi untuk mendukung desa digital, karena perencanaan jaringan berdasarkan kapasitas lebih memperhatikan jumlah pengguna. Selain itu, hasil simulasi yang sudah dilakukan perencanaan berdasarkan kapasitas mendapatkan hasil yang baik.

Tabel 2. Hasil Simulasi Jaringan Wi-Fi

Parameter	Coverage Planning	Capacity Planning
Jumlah Access Point	4 Access Point	10 Access Point
Jumlah User Connected	1046 user (32%)	1916 user (59,7%)
Throughput	75,83 Mbps	137,04 Mbps

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari perhitungan perencanaan dan hasil simulasi perencanaan jaringan Wi-Fi untuk mendukung konsep desa digital di Desa Setiajaya diperoleh kesimpulan bahwa berdasarkan hasil yang didapat dari perhitungan perencanaan jaringan, perencanaan berdasarkan cakupan memiliki empat access point dan perencanaan berdasarkan kapasitas memiliki sepuluh access point. Hasil perencanaan jaringan Wi-Fi berdasarkan cakupan memiliki daerah seluas 0,338 km² yang terlayani dengan signal level yang sangat baik dengan nilai signal level -70 dBm, sedangkan untuk berdasarkan kapasitas memiliki daerah seluas 0,747 km² yang terlayani dengan signal level yang sangat baik dengan nilai signal level -70 dBm. Hasil dari simulasi traffic maps untuk perencanaan berdasarkan cakupan memperoleh jumlah user sebanyak 32% (total 1046 user) dan berdasarkan kapasitas memperoleh sebanyak 59,7% (total 1916 user) yang dapat terhubung pada jaringan. Nilai throughput untuk perencanaan berdasarkan cakupan mendapatkan nilai throughput sebesar 75,83 Mbps, sedangkan untuk perencanaan berdasarkan kapasitas mendapatkan nilai throughput sebesar 137,04 Mbps.

Dapat disimpulkan bahwa berdasarkan kapasitas, hasil yang diperoleh lebih baik, dengan demikian perencanaan berdasarkan kapasitas lebih tepat digunakan dalam mendesain jaringan Wi-Fi untuk mendukung konsep desa digital, karena perencanaan berdasarkan kapasitas memperhatikan jumlah penduduk pada wilayah yang dilakukan perencanaan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] APJII, "Laporan Survei Internet APJII 2019 – 2020," *Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia*, 2020. [Online]. Available: <https://apjii.or.id/survei>.
- [2] R. Alvaro and E. Octavia, "Desa Digital: Potensi dan Tantangannya Peningkatan Kredit UMKM Melalui Rasio Intermediasi Makroprudensial Tantangan Revolusi Industri 4.0 di Sektor Pertanian," *Bul. APBN*, vol. IV, 2019.
- [3] BPS Kota Tasikmalaya, "Kecamatan Cibeureum Dalam Angka 2020," Kota Tasikmalaya, 2020.
- [4] S. I. Fadilah, A. S. Shibghatullah, Z. A. Abas, M. H. A. Wahab, and W. N. W. Hashim, "Performance analysis for wireless G (IEEE 802.11g) and wireless N (IEEE 802.11n) in outdoor environment," *ARPN J. Eng. Appl. Sci.*, vol. 9, no. 10, pp. 1725–1731, 2014.
- [5] F. A. Ma'arif, U. K. Usman, and H. Vidyantingtyas, "Analisis Perencanaan Jaringan Wi-Fi Berbasis 802.11n Dengan Balon Udara Di Kota Bandung," *Semin. Nas. Inov. dan Apl. Teknol. Di Ind. 2017 ITN Malang*, pp. 1–8, 2017.
- [6] E. A. Z. Hamidi, N. Ismail, and R. Syahyadin, "Pengukuran Coverage Outdoor Wireless LAN Dengan Metode Visualisasi Di Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung," *TELKA - Telekomun. Elektron. Komputasi dan Kontrol*, vol. 2, no. 2, pp. 82–93, 2016.
- [7] Kelurahan Setiajaya, "Laporan Penduduk Berdasarkan Kependudukan Kelurahan Setiajaya Kecamatan Cibeureum Kota Tasikmalaya 2017-2020," Kota Tasikmalaya.
- [8] Motorola, *LTE RF Planning Guide Version 1.2*. 2009.
- [9] MobileComm Laboratory Telkom University, "LTE-Advanced and Wifi Femtocell Planning for Data Offload With Coverage Simulation Using RPS," Bandung.

Prototype Robot Manipulator 4 DOF berbasis Raspberry Pi Zero W

The Prototype of Robot Manipulator 4 DOF based on Raspberry Pi Zero W

Joko Supriyono¹, Dody Wahjudi^{2,*}, Tri Watiningsih³

*Prodi S-1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Wijayakusuma Purwokerto
Jl. Beji Karangsalam, Purwokerto 53152, Jawa Tengah, Indonesia*

^{2,*}Penulis korespondensi: dodywahjudi@gmail.com

¹jokosupriyono85@yahoo.com, ²tri_cadipa@yahoo.com

Received on 12-02-2022, accepted on 13-05-2022, published on 02-06-2022

Abstrak

Pemanfaatan mikrokontroler untuk menunjang pekerjaan manusia serta didunia industri menuntut adanya perkembangan dalam hal ketepatan, kecepatan serta teknologi yang terbaru. Raspberry Pi merupakan papan tunggal *single board circuit* (SBC) seukuran kartu kredit yang dapat digunakan untuk menjalankan program perkantoran, permainan komputer, sebagai pemutar media beresolusi tinggi serta menjadi mikrokontroler. Dengan menggunakan bahasa pemrograman Python yang mudah dipahami dan populer, Raspberry Pi dapat dengan mudah dalam pengembangannya. Salah satu penggunaan Raspberry Pi yaitu sebagai controller robot lengan yang digunakan oleh manusia untuk mengangkat benda berat atau membutuhkan perpindahan yang mempunyai jarak jauh. Prototype Robot lengan dibuat menggunakan motor penggerak yaitu 1 servo Tower Pro MG996R dan 3 mini servo MG90S serta 4 buah potensiometer sebagai kendali manualnya. Robot difungsikan untuk memindahkan benda secara manual yaitu dengan memutar potensiometer. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan robot lengan dapat memindahkan barang dari titik tertentu ke titik yang lain dengan berat kurang dari 90 gram dan benda berdimensi kurang dari P=60mm, L=36mm dan T=44mm. Mikrokontroler Raspberry Pi Zero W dinilai sangat efektif dalam menjalankan fungsinya, dalam pengembangannya Prototype Robot Manipulator 4DOF Berbasis Raspberry Pi Zero W dapat dengan mudah dikembangkan sesuai dengan kebutuhan manusia.

Kata Kunci: Robot 4DOF, Raspberry Pi Zero W, PYTHON

Abstract

The use of microcontrollers to support human work and in the industrial world requires accuracy, speed, and the latest technology developments. Raspberry Pi is a single board circuit (SBC) the size of a credit card that can be used to run office programs and computer games, as a high-resolution media player and a microcontroller. Raspberry Pi can be quickly developed using the PYTHON programming language that is easy to understand, and popular. One of the uses of Raspberry Pi is as a microcontroller robot arm that humans use to lift heavy objects or require long-distance movements. The prototype Robot arm uses a drive motor, namely 1 servo Tower Pro MG996R and 3 mini servo MG90S, and 4 potentiometers as manual control. The robot functions to move objects manually by turning the potentiometer. Based on the research results that have been done, robot arms can move things from one point to another with a weight of fewer than 90 grams and objects with dimensions less than P = 60mm, L = 36mm, and T = 44mm. The Raspberry Pi Zero W microcontroller is very effective in carrying out its functions. In its development, the 4DOF Prototype Robot Manipulator Based on the Raspberry Pi Zero W can be quickly developed according to human needs.

Keywords: Robot 4DOF, Raspberry Pi Zero W, PYTHON

I. LATAR BELAKANG

Seiring dengan majunya perkembangan zaman dan sumber daya manusia, maka semakin maju pula peralatan yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari umumnya dalam bidang teknologi memegang peran penting, menjadi bagian tidak dapat dipisahkan, kemajuan dibidang teknologi serta elektronik dapat memungkinkan dalam pembuatan alat bantu bagi manusia dengan harapan dapat menunjang produktifitas atau kehidupan manusia.

Pada saat ini dunia teknologi telah mengalami perkembangan sangat cepat, robot merupakan suatu mesin yang dapat diarahkan untuk mengerjakan berbagai macam tugas dari manusia. Ada dua tipe dari robot tersebut, antara lain robot otomatis bekerja terus menerus dengan sekali dinyalakan dan robot manual digerakan oleh manusia sebagai operatornya. Robot dapat bekerja terus menerus tanpa mengenal lelah sehingga dapat meringankan pekerjaan manusia.

Sebuah penelitian tentang implementasi manipulator planar 4-dof penghindar halangan berbasis arduino mega 2560 telah dilakukan [1]. Dalam penelitian ini, robot yang menyerupai lengan manusia yang mempunyai 4 sendi dan dapat bergerak secara otomatis untuk menghindari dari suatu halangan pada bidang 2 dimensi. Robot dikendalikan menggunakan mikrokontroler Arduino Mega 2560, sensor ultrasonik berjumlah 8 buah dipergunakan untuk mendeteksi suatu halangan (obstacle) sehingga robot tidak akan menyentuh obstacle tersebut, robot juga dilengkapi dengan 4 buah motor servo pada setiap sendinya.

Penelitian lainnya yang berkaitan adalah tentang rancang bangun pengendalian robot lengan 4DOF dengan GUI (Graphical User Interface) berbasis Arduino Uno [2]. Robot lengan 4 DOF (Degree Of Freedom) yang memiliki sistem yang mudah dikendalikan berupa sistem robot lengan yang secara keseluruhan dikendalikan melalui aplikasi interface dengan GUI (Graphical User Interface) yang dibangun dengan bahasa pemrograman Java pada PC (Personal Computer). Mikrokontroler Arduino Uno sebagai pengendali utama yang terkoneksi via USB (Universal Serial Bus) dengan PC. Pada komunikasi interface antara aplikasi program pengendali dengan mikrokontroler Arduino Uno terjadi proses pengiriman (Tx) dan penerima (Rx) data serial yang berupa data byte. Data byte yang dikirim oleh slider pengendali akan menentukan lebar pulsa sinyal PWM (Pulse Width Modulation) pada setiap motor servo sehingga pergerakan robot sesuai dengan pergeseran slider. Program aplikasi slider pengendali ini memiliki dua mode, yaitu mode kendali per-slider dan mode kendali sekaligus kirim.

I Made Sudana merancang miniatur robot lengan menggunakan mikrokontroler Atmega 8535 [3]. Miniatur robot lengan tersebut diprogram untuk memindahkan barang.

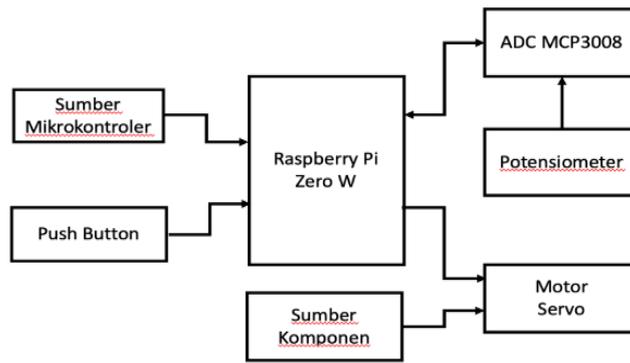
II. METODE PENELITIAN

A. Perancangan Perangkat Keras

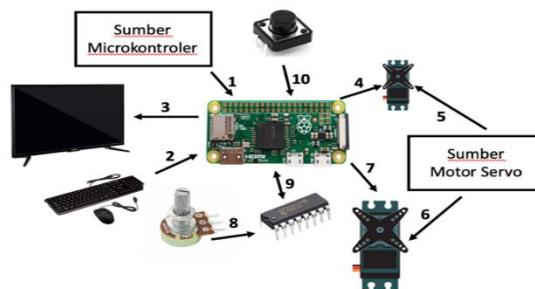
1. Skema Sistem Kendali

Skema sistem kendali pada Prototype Robot Manipulator 4 DOF Berbasis Raspberry Pi Zero W menggunakan 3 buah komponen yaitu:

1. Raspberry Pi Zero sebagai Mikrokontroler
2. Motor Servo sebagai penggerak lengan
3. Potensiometer dan Push Button sebagai input perintah



Gambar 1 Blok Diagram Sistem Kendali



Gambar 2 Skema Sistem Kendali Prototype Robot Manipulator 4 DOF Berbasis Raspberry Pi Zero W

Keterangan:

1. Tegangan masuk dari sumber sebagai power mikrokontroler 5V.
2. Untuk menginput pemrograman pada Raspberry Pi menggunakan keyboard dan mouse yang di hubungkan dengan port Micro USB – USB.
3. Raspberry Pi mendisplaykan gambarnya menggunakan TV dengan port mini HDMI – HDMI.
4. Raspberry Pi sebagai mikrokontroler memberi sinyal pulse kepada motor mini servo.
5. Tegangan pada sumber sebesar 5V masuk ke mini servo.
6. Tegangan pada sumber sebesar 5V masuk motor servo besar.
7. Raspberry Pi sebagai mikrokontroler memberi sinyal pulse kepada motor servo besar.
8. Potensiometer memberi sinyal analog ke ADC MCP3008.
9. ADC MCP3008 mengkonversikan data analog menjadi digital dan berkomunikasi dua arah dengan mikrokontroler.
10. Push Button memberi input kepada mikrokontroler.

a. Sumber Sistem Kendali

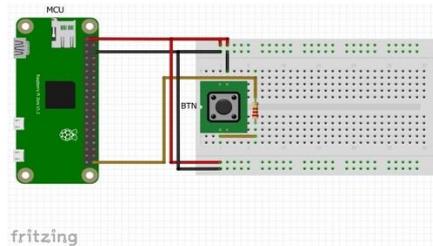
Pada rancang bangun alat untuk sumber mikrokontroler Raspberry Pi Zero W dan sumber motor servo dipasang secara terpisah yaitu menggunakan adaptor 5V pada power Raspberry Pi dan untuk pendukung lainnya menggunakan sumber power eksternal 5V, dengan sambungan GND pada kedua sumber tersebut dijamper atau disambung (*common*) menjadi satu pada pin GND di GPIO Raspberry Pi Zero W.



Gambar 3 Power Supply

b. Raspberry Pi dengan Push Button

Pada rangkaian robot push button aktif sebagai *HIGH push button* yang artinya memiliki karakteristik saat tidak ditekan status push button (*HIGH*), sedangkan saat ditekan (*LOW*). Resistor sebesar 220 Ohm dipasang pada rangkaian berfungsi untuk mengamankan Raspberry Pi.

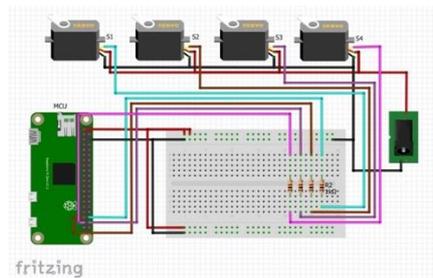


Gambar 5 Raspberry Pi dengan Push Button

Tabel 1 Raspberry Pi dengan Push Button

Raspberry Pi		Push Button	
PIN BOARD	NAMA	PIN	NAMA
1	VCC		
6	GND	-	NEGATIVE
40	GPIO21	+	POSITIVE

c. Raspberry Pi dengan Motor Servo



Gambar 6 Raspberry Pi dengan Motor Servo

Sumber yang digunakan pada empat motor servo menggunakan sumber yang berbeda dengan Raspberry Pi, dengan GND pada sumber di jamper menjadi satu dengan GND pada Raspberry Pi, sedangkan sambungan sinyal pada motor servo di sambungkan pada pin GPIO seperti pada Tabel 2.

Tabel 2 Raspberry Pi dengan Motor Servo

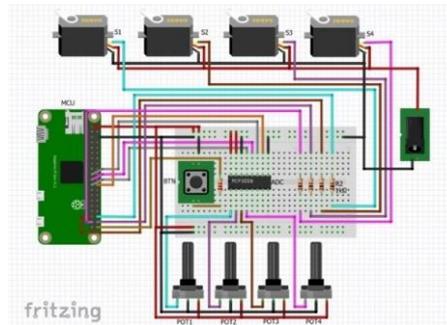
Raspberry Pi		NAMA MOTOR SERVO
PIN BOARD	NAMA	
36	GPIO16	SERVO BASE
35	GPIO19	SERVO SHOULDER
38	GPIO20	SERVO ELBOW
37	GPIO26	SERVO GRIP

d. Raspberry Pi dengan ADC MPC3008

Secara umum pada Raspberry Pi yang baru dari pabrik komunikasi SPI masih *OFF* atau *Disable* maka untuk memakainya harus di atur menjadi *ON* atau *Enable*.

2. Perancangan Kendali Robot 4DOF

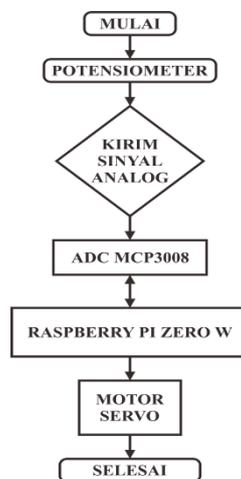
Perancangan kendali robot menggunakan motor servo dan mini servo dengan Raspberry Pi Zero W sebagai mikrokontroler dikendalikan menggunakan potensiometer.



Gambar 7 Perancangan kendali Prototype Robot Manipulator 4 DOF Berbasis Raspberry Pi Zero W

Perancangan kendali robot menggunakan motor servo dan mini servo dengan Raspberry Pi Zero W sebagai mikrokontroler dikendalikan menggunakan potensiometer.

3. Perancangan Perangkat Lunak



Gambar 8. Flowchart Prototype Robot Manipulator 4 DOF Berbasis Raspberry Pi Zero W

Program Python

```
1. from __future__ import division
2. from gpiozero import Servo, MCP3008, Button
3. from subprocess import check_call
4. from gpiozero.tools import scaled
5. from signal import pause
6. from time import sleep

7. def shutdown():
8.     check_call(['sudo', 'poweroff'])
9.     shutdown_btn = Button (21)
10.    shutdown_btn.when_pressed = shutdown

11.    pot1 = MCP3008(channel=0)
12.    pot2 = MCP3008(channel=1)
13.    pot3 = MCP3008(channel=2)
14.    pot4 = MCP3008(channel=3)
```

```
15. servo1 = Servo(16, min_pulse_width=1/1000,  
max_pulse_width=2/1000)  
16. servo2 = Servo(19, min_pulse_width=1/1000,  
max_pulse_width=2/1000)  
17. servo3 = Servo(20, min_pulse_width=1/1000,  
max_pulse_width=2/1000)  
18. servo4 = Servo(26, min_pulse_width=1/1000,  
max_pulse_width=2/1000)  
  
19. servo.source = scaled(pot1.values, -1, 1)  
20. servo.source = scaled(pot2.values, -1, 1)  
21. servo.source = scaled(pot3.values, -1, 1)  
22. servo.source = scaled(pot4.values, -1, 1)  
  
23. while True:  
24.     print("Pot1:{:.2f} Pot2:{:.2f} Pot3:{:.2f}  
Pot4:{:.2f}".format(pot1.value,pot2.value,pot3.value,pot4.val  
ue))  
25.     sleep(1.0)  
  
26. pause() # let the script run until Ctrl+C
```

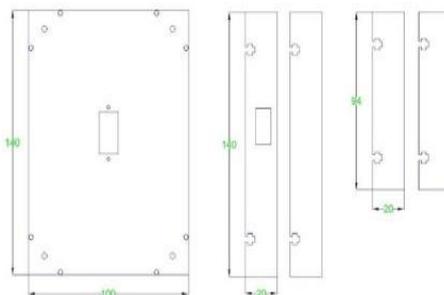
4. Perancangan Body Robot

a. Body Robot

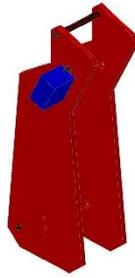
Fungsi utama dari body robot adalah sebagai tempat atau kedudukan seluruh komponen robot, untuk menentukan efisiensi kerja dari robot dan digunakan bengan beberapa alternatif bahan seperti bahan dari logam, plastik/akrilik, dan kayu. Pemilihan material sangat berpengaruh terhadap konstruksi robot seperti berat kekuatan, ketahanan dan kemampuan dalam melakukan tugasnya. Perpaduan material yang baik dapat menghasilkan konstruksi yang kuat, ringan dan efisien.

Untuk rancang bangun dalam penelitian menggunakan bahan akrilik dengan alasan penggunaan bahan akrilik adalah karena bahan ini cukup ringan, kuat dan mudah dalam pembentukannya yaitu dengan mendesain menggunakan *software* Corel Draw, pemotongan lembaran akrilik menggunakan mesin laser, untuk memperkuat sambungan bodi ditambahkan tempat mur dan baut 3mm.

b. Body Robot Base Servo

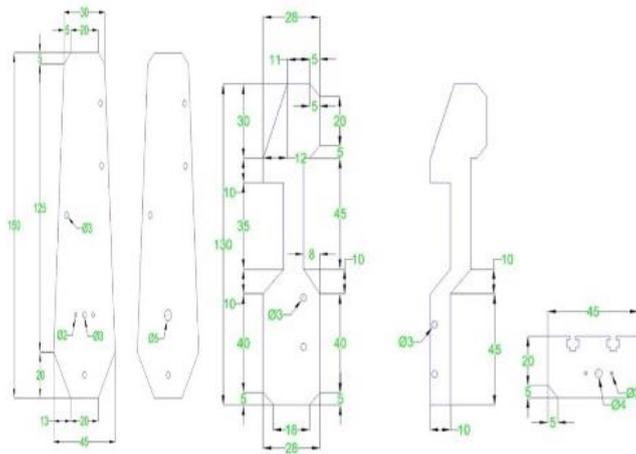


Gambar 9 Dimensi Body Robot Base Servo

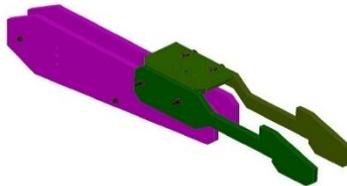


Gambar 14 Body Robot Elbow Servo

e. Body Robot Grip Servo

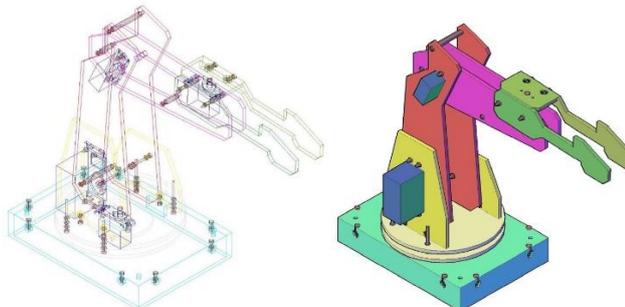


Gambar 15 Dimensi Body Robot Grip Servo



Gambar 16 Body Robot Grip Servo

f. Body Robot 4DOF



Gambar 17 Body Robot

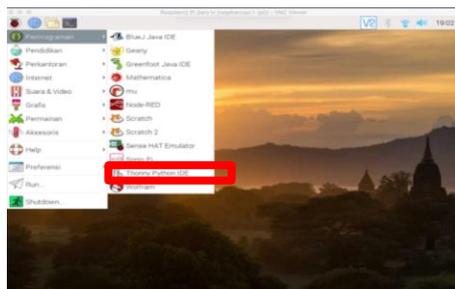
III. HASIL DAN ANALISA

A. Pengujian Raspberry Pi Zero W

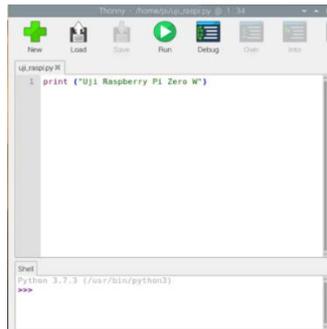


Gambar 18 Pengujian Mikrokontroler Raspberry Pi Zero W

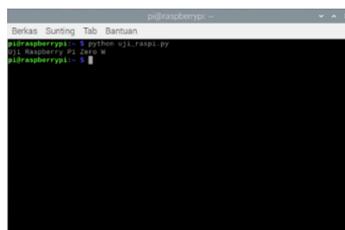
Rangkaian alat seperti Gambar 18, power suply di pasang dari Raspberry ke sumber, konverter OTG di hubungkan ke mouse dan keyboard, serta kabel HDMI di sambungkan ke monitor. Pada layar monitor akan muncul *desktop* dan masuk pada pemrograman Raspberry untuk pengujiannya.



Gambar 19 Membuka software Thonny Python IDE



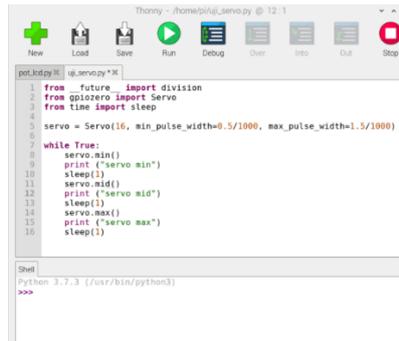
Gambar 20 Menulis Coding pada Raspberry Pi Zero W



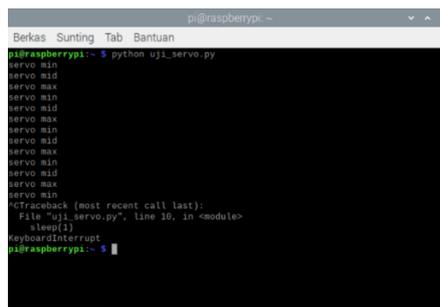
Gambar 21 Menjalankan Coding Raspberry Pada LXTerminal

Pada Gambar 20 merupakan coding yang dimasukan pada Raspberry Pi Zero W melalui software Thonny Python IDE, disimpan pada folder home.pi dengan nama file Uji_Raspi.py. Gambar 21 menunjukan hasil uji Raspberry Pi Zero W, dengan menjalankan file pemrograman yang telah disimpan dan dapat berjalan dengan baik.

B. Pengujian Raspberry Pi Zero dengan Motor Servo



Gambar 22 Pemrograman pengujian Raspberry Pi dengan Motor Servo

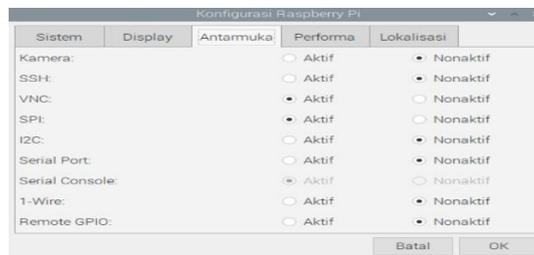


Gambar 23 Menjalankan pemrograman pengujian Raspberry Pi dengan Motor Servo pada LXTerminal

Sumber (VCC) motor servo dan Raspberry Pi dihubungkan dengan sumber yang berbeda dan pin GND pada motor servo tersambung (*Common Ground*) ke-pin GPIO Raspberry Pi Zero W untuk pengujianya menggunakan pemrograman seperti pada Gambar 10, kemudian di jalankan menggunakan LXTerminal seperti pada Gambar 19.

C. Pengujian Raspberry Pi Zero dengan ADC MCP3008

Sebelum melaksanakan pengujian, aktifkan *Enable* komunikasi SPI (Serial Peripheral Interface) pada Raspberry Pi, kabel jamper serta rangkaian ADC MCP3008 dalam keadaan benar.



Gambar 24 Konfigurasi Raspberry Pi

NO	PUTARAN POTENSIO METER	POTENSIO METER												KET
		POTENSIO METER 1			POTENSIO METER 2			POTENSIO METER 3			POTENSIO METER 4			
		R (K Ω)	VCC (V)	SINYAL (mV)	R (K Ω)	VCC (V)	SINYAL (mV)	R (K Ω)	VCC (V)	SINYAL (mV)	R (K Ω)	VCC (V)	SINYAL (mV)	
1	PUTARAN 0	10,00	5,10	0,00	10,00	5,10	0,00	10,00	5,10	0,00	10,00	5,10	0,00	BAIK
2	PUTARAN 0,5	10,00	5,10	2,51	10,00	5,10	2,51	10,00	5,10	2,51	10,00	5,10	2,51	BAIK
3	PUTARAN 1	10,00	5,10	5,90	10,00	5,10	5,90	10,00	5,10	5,90	10,00	5,10	5,90	BAIK

E. Pengujian Prototype Robot Manipulator 4 DOF Berbasis Raspberry Pi Zero W



Gambar 28 Prototype Robot Manipulator 4 DOF Berbasis Raspberry Pi Zero W

Tabel 3 Hasil Pengujian Komponen

NO	NAMA	KONDISI		KENDALA	KETERANGAN
		BAIK	TIDAK BAIK		
1	Raspberry Pi Zero W	BAIK	-	-	-
2	Push Button	BAIK	-	-	-
3	Motor Mini Servo 1	BAIK	-	-	Micro Tower Pro MG90S
4	Motor Mini Servo 2	BAIK	-	-	Micro Tower Pro MG90S
5	Motor Mini Servo 3	BAIK	-	-	Micro Tower Pro MG90S
6	Motor Servo (Besar)	BAIK	-	-	Tower Pro MG996R
7	ADC MCP3008	BAIK	-	-	-
8	Potensio meter 1	BAIK	-	-	-
9	Potensio meter 2	BAIK	-	-	-
10	Potensio meter 3	BAIK	-	-	-
11	Potensio meter 4	BAIK	-	-	-
12	Sumber Mikrokontroler	BAIK	-	-	5V 2A
13	Sumber Motor Servo	BAIK	-	-	5V 2A

Tabel 4 Pengujian Komponen dengan Raspberry Pi Zero W

NO	PENGUJIAN			KONDISI		KET
	KOMPONEN 1	KOMPONEN 2	KOMPONEN 3	BAIK	TIDAK BAIK	
1	Raspberry Pi Zero W	-	-	BAIK	-	-
2	Raspberry Pi Zero W	Push Button	-	BAIK	-	-
3	Raspberry Pi Zero W	Motor Mini Servo 1	-	BAIK	-	-
4	Raspberry Pi Zero W	Motor Mini Servo 2	-	BAIK	-	-
5	Raspberry Pi Zero W	Motor Mini Servo 3	-	BAIK	-	-
6	Raspberry Pi Zero W	Motor Servo (Besar)	-	BAIK	-	-
7	Raspberry Pi Zero W	ADC MCP3008	-	BAIK	-	-
8	Raspberry Pi Zero W	ADC MCP3008	Potensio meter 1	BAIK	-	-
9	Raspberry Pi Zero W	ADC MCP3009	Potensio meter 2	BAIK	-	-
10	Raspberry Pi Zero W	ADC MCP3010	Potensio meter 3	BAIK	-	-
11	Raspberry Pi Zero W	ADC MCP3011	Potensio meter 4	BAIK	-	-
12	Raspberry Pi Zero W	Sumber	-	BAIK	-	-
13	Raspberry Pi Zero W	Motor Servo	Sumber	BAIK	-	-

Tabel 5 Pengukuran Tegangan

NO	POSISI	POSISI	BASE SERVO		SHOULDER SERVO		ELBOW SERVO		GRIP SERVO		KET
	POTENSIO	SERVO	VCC (V)	SINYAL (mV)	VCC (V)	SINYAL (mV)	VCC (V)	SINYAL (mV)	VCC (V)	SINYAL (mV)	
1	0,00	0°	4,92	145	4,94	149	4,92	143	4,92	145	
2	0,11	10°	4,92	179	4,94	165	4,92	178	4,92	177	
3	0,22	20°	4,92	193	4,94	179	4,92	195	4,92	193	
4	0,33	30°	4,92	208	4,94	193	4,92	206	4,92	204	
5	0,44	40°	4,92	226	4,94	210	4,92	227	4,92	228	
6	0,55	50°	4,92	248	4,94	228	4,92	247	4,92	248	
7	0,66	60°	4,92	267	4,94	248	4,92	265	4,92	268	
8	0,77	70°	4,92	285	4,94	261	4,92	288	4,92	286	
9	0,88	80°	4,92	302	4,94	280	4,92	300	4,92	301	
10	1,00	90°	4,92	322	4,94	288	4,92	321	4,92	322	

Tabel 6 Pengukuran Beban Arus

NO	POSISI	POSISI	BASE SERVO		SHOULDER SERVO		ELBOW SERVO		GRIP SERVO		KET
	POTENSIO	SERVO	ARUS(mA)	SINYAL (uA)	ARUS(mA)	SINYAL (uA)	ARUS(mA)	SINYAL (uA)	ARUS(mA)	SINYAL (uA)	
1	0.00	0°	2.34	1.00	35.60	0.90	2.34	1.00	2.34	1.00	
2	0.11	10°	2.34	1.10	35.60	1.00	2.34	1.10	2.34	1.10	
3	0.22	20°	2.34	1.20	35.60	1.10	2.34	1.20	2.34	1.20	
4	0.33	30°	2.34	1.30	35.60	1.20	2.34	1.30	2.34	1.30	
5	0.44	40°	2.34	1.50	35.60	1.30	2.34	1.50	2.34	1.50	
6	0.55	50°	2.34	1.60	35.60	1.40	2.34	1.60	2.34	1.60	
7	0.66	60°	2.34	1.70	35.60	1.60	2.34	1.70	2.34	1.70	
8	0.77	70°	2.34	1.80	35.60	1.70	2.34	1.80	2.34	1.80	
9	0.88	80°	2.34	1.90	35.60	1.80	2.34	1.90	2.34	1.90	
10	1.00	90°	2.34	2.10	35.60	1.90	2.34	2.10	2.34	2.10	

Tabel 7 Pengujian Berat Prototype Robot Manipulator 4 DOF Berbasis Raspberry Pi Zero W Mengangkat Barang

NO	NAMA	UJI	BARANG		KONDISI		KETERANGAN
			NAMA	BERAT (gram)	SUKSES	GAGAL	
1	PROTOTYPE ROBOT 4DOF	KE-1	1 BALOK	5,0	SUKSES	-	-
2	PROTOTYPE ROBOT 4DOF	KE-2	2 BALOK	11,0	SUKSES	-	-
3	PROTOTYPE ROBOT 4DOF	KE-3	3 BALOK	15,0	SUKSES	-	-
4	PROTOTYPE ROBOT 4DOF	KE-4	1 Battrery AA	23,0	SUKSES	-	-
5	PROTOTYPE ROBOT 4DOF	KE-5	1 Battery AAA	11,0	SUKSES	-	-
6	PROTOTYPE ROBOT 4DOF	KE-6	1 Battery Kotak 9V	36,5	SUKSES	-	-
7	PROTOTYPE ROBOT 4DOF	KE-7	2 Battery Kotak 9V	73,0	SUKSES	-	-
8	PROTOTYPE ROBOT 4DOF	KE-8	1 Battery 18650	45,5	SUKSES	-	-
9	PROTOTYPE ROBOT 4DOF	KE-9	2 Battery 18650	91,0	-	GAGAL	OVERLOAD

Tabel 8 Pengujian Dimensi Prototype Robot Manipulator 4 DOF Berbasis Raspberry Pi Zero W Mengangkat Barang

NO	NAMA	UJI	BARANG		KONDISI		KETERANGAN
			NAMA	DIMENSI (mm)	SUKSES	GAGAL	
1	PROTOTYPE ROBOT 4DOF	KE-1	1 BALOK	P=30.0 L=18.0, T=22.0	SUKSES	-	-
2	PROTOTYPE ROBOT 4DOF	KE-2	2 BALOK	P=30.0 L=18.0, T=44.0	SUKSES	-	-
3	PROTOTYPE ROBOT 4DOF	KE-3	3 BALOK	P=30.0 L=18.0, T=66.0	SUKSES	-	-
4	PROTOTYPE ROBOT 4DOF	KE-4	1 Battrery AA	D=14.5, T=50.5	SUKSES	-	-
5	PROTOTYPE ROBOT 4DOF	KE-5	1 Battery AAA	D=10.5, T=44.5	SUKSES	-	-
6	PROTOTYPE ROBOT 4DOF	KE-6	1 Battery Kotak 9V	P=26.5, L=17.5, T=48.5	SUKSES	-	-
7	PROTOTYPE ROBOT 4DOF	KE-7	2 Battery Kotak 9V	P=26.5, L=35.0, T=48.5	SUKSES	-	-
8	PROTOTYPE ROBOT 4DOF	KE-8	1 Battery 18650	D=18.0, T=65.0	SUKSES	-	-
9	PROTOTYPE ROBOT 4DOF	KE-9	2 Battery 18650	D=36.0, T=65.0	SUKSES	-	-
10	PROTOTYPE ROBOT 4DOF	KE-10	1 BALOK	P=60.0 L=36.0, T=44.0	-	GAGAL	OVERSIZE

IV. KESIMPULAN

Prototype Robot Manipulator 4 DOF Berbasis Raspberry Pi Zero W merupakan sebuah prototype robot lengan menggunakan bahan akrilik 3mm, dengan penggerak 1 motor servo dan 3 mini servo, sedangkan untuk kendali menggunakan 4 potensiometer 10KOhm, dan dengan ADC MCP3008 untuk mengubah sinyal analog potensiometer ke sinyal digital Raspberry Pi. Robot dapat bergerak dengan cara memutar potensiometer ke arah kanan atau kiri serta untuk mengambil benda.

Dari data hasil penelitian, jika potensiometer di putar sebesar 0,00 maka motor servo akan bergerak 0° dan jika potensiometer di putar penuh 1,00 maka motor servo akan bergerak sebesar 90° atau dalam 0.01 putaran potensiometer maka motor servo akan bergerak sebesar 0.9°.

Raspberry Pi Zero W sangat efektif digunakan sebagai mikrokontroler selain mempunyai dimensi yang kecil juga mempunyai fitur serta WIFI sehingga dapat dengan mudah mengaksesnya menggunakan VNC Viewer.

Software pada mikrokontroler Raspberry Pi menggunakan bahasa pemrograman *Python* yang merupakan bahasa yang mudah dipahami, serta menggunakan *library* GPIOZERO sebagai modul fungsi yang sudah terbukti paling lengkap.

Dari hasil penelitian dapat diambil kesimpulan bahwa rancang bangun Prototype Robot Manipulator 4 DOF Berbasis Raspberry Pi Zero W dapat berfungsi dengan baik dan dapat bergerak memindahkan benda. Berdasarkan pengujian yang telah dilaksanakan robot dapat memindahkan benda dengan berat kurang dari 90 gram dan benda berdimensi kurang dari P=60mm, L=36mm dan T=44mm.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Supardiansyah, E. D. Marindani, and R. R. Yacoub, "Implementasi Manipulator Planar 4-Dof Penghindar Halangan Berbasis Arduino Mega 2560," *J. Tek. Elektro Univ. Tanjungpura*, vol. 1, pp. 1–11, 2017.
 - [2] M. Didi, E. D. Marindani, and A. Elbani, "Rancang Bangun Pengendalian Robot Lengan 4 DOF dengan GUI (Graphical User Interface) Berbasis Arduino Uno," *J. Tek. Elektro Univ. Tanjungpura*, vol. 1, no. 1, pp. 1–11, 2016.
 - [3] A. Buchori and I. M. Sudana, "Rancang Bangun Miniatur Robot Lengan Menggunakan Mikrokontroler Atmega 8535," *J. Tek. Elektro*, vol. 6, no. 1, pp. 1–5, 2014.
- C. Smith, Y. Karayiannidis, L. Nalpantidis, X. Gratal, P. Qi, D. V. Dimarogonas and D. Kragic. *Dual arm manipulation-A survey*. Robotics and Autonomous systems, vol. 60, no. 10, pp. 1340-1353, 2012
- D. Arifianto. 2011. *Bikin Robot itu Gampang*. Jakarta: Kawan Pustaka
- Didi, Martinus. 2016. Rancang Bangun Pengendalian Robot Lengan 4DOF dengan GUI (Graphical User Interface) Berbasis Arduino Uno
- J. Iqbal, R. U. Islam and H. Khan. *Modeling and analysis of a 6 DOF robotic arm manipulator* Canadian Journal on Electrical and Electronics Engineering, vol. 3, no. 6, pp. 300-306, 2012
- Joseph, Lentin. 2018. Learning Robotics using Python: Design, simulate, program, and prototype an autonomous mobile robot using ROS, OpenCV, PCL, and Python, 2nd Edition. Packt Publishing Ltd.
- Kadir, Abdul. 2018. *Arduino dan Sensor*. Yogyakarta: Andi Offset
- Kurniawan, Bagus. Raspberry Pi I/O Programming Using Python. Berlin
- Lentin, Joseph. 2015. *Learning Robotics Using Python*. Birmingham: Packt Publishing
- N. Ahuja, U. S. Banerjee, V. A. Darbhe, T. N. Mapara, A. D. Matkar, R. K. Nirmal and S. Balagopalan. *Computer controlled robotic arm*. In Computer-Based Medical Systems Proceedings. 16th IEEE Symposium, pp. 361-366, 2003
- Nixon, Dan. 2015. *Raspberry Pi Blueprint*. Birmingham: Packt Publishing
- Richardson, Matt dan Sawn Wallace. 2012. *Getting Started With Raspberry Pi*.
- Robinson, Andrew. Mike, Cook. Evans, Jotanthan. *Raspberry Pi Project*. 2014. John Wiley and Son, Ltd
- Sanjaya, Mada. 2019. Membuat Robot Menggunakan Raspberry Pi + Pemrograman Python. Yogyakarta: Andi Offset.
- Sudana, I Made. 2019. Rancang Bangun Miniatur Robot Lengan Menggunakan Mikrokontroler Atmega 8535
- Shovic, John. 2019. *Python All-in-One For Dummies*. John Wiley & Sons
- Supardiansyah, 2017. Implementasi Manipulator Planar 4-dof Penghindar Halangan Berbasis Arduino Mega 2560
- Upton Eben, Halfacree Gareth. 2013. *Raspberry Pi User Guide*
- Wicaksono, Mochamad Fajar. 2018. *Mudah Belajar Raspberry Pi*. Bandung: Informatika Bandung.

Pengaruh Penggunaan Repeater Back to Back pada Perancangan Microwave Menggunakan Teknik Space Diversity

The Effect of Back-to-Back Repeater on The Microwave Design by Space Diversity Technique

Miftakhul Jannah^{1,*}, Eka Wahyudi², Muntaqo Alfin Manaf³

^{1,2,3} *Fakultas Teknik Telekomunikasi dan Elektro, Institut Teknologi Telkom Purwokerto
Jl.D.I Panjaitan, No. 12, Purwokerto 53147, Jawa Tengah, Indonesia*

^{1,*}Penulis korespondensi: 20101205@ittelkom-pwt.ac.id

²ekawahyudi@ittelkom-pwt.ac.id, ³muntaqo@ittelkom-pwt.ac.id

Received on 12-08-2021, accepted on 14-05-2021, published on 02-06-2022

Abstract

Di era modern ini pertukaran informasi dan kecepatan data menjadi hal yang sangat penting dan dapat bertukar informasi tanpa adanya gangguan. Dalam jurnal ini kami melakukan perancangan jaringan radio gelombang mikro dengan menggunakan *space diversity* dan *repeater back to back* dan penelitian pengaruh *repeater back to back* pada konfigurasi *space diversity*. Pada perancangan *link microwave* terdapat sebuah *obstacle* berupa perbukitan yang menjadi penghalang antara *site* Banjarnegara dengan *site* Jagung Pekalongan, *obstacle* pada perancangan menyebabkan terjadinya *diffraction loss* sehingga tidak mendapatkan hasil *availability* yang sesuai target. Penggunaan *repeater back to back* dan *space diversity* dalam satu *link* mampu menghasilkan kehandalan sistem yang optimal. *Link* transmisi yang jauh dan *terrain roughness* sebesar 42,67 meter, *received signal level* -97,66 dBm, *fading margin* 28,71 dan *availability* 99,99963% merupakan hasil penggunaan *space diversity* dengan spasi maksimum 200λ atau 8,58 meter dengan *repeater back to back*.

Keywords: Gelombang mikro, *space diversity*, *Repeater back to back*, *Availability*, *Pathloss* 5.0.

Abstract

In this modern era, information exchange and data rate are significant and can exchange information without disturbance. The writer conducted a microwave radio network design using *space diversity* and a *back-to-back* repeater in this final project. Research on the effect of the *back-to-back* repeater on *space diversity* configuration was conducted. In the microwave link design, an obstacle in the form of hills becomes a barrier between the Banjarnegara site and the Jagung Pekalongan site. The obstacle in the design causes *diffraction loss* so that it does not get the available results that match the target. The use of *back-to-back* repeaters and *space diversity* in one link can produce optimal system reliability. The distant transmission link and large terrain roughness of 42.67 meters, received signal level of -97.66 dBm, the fading margin of 28.71, and availability of 99.99963% are the results of using *space diversity* with a maximum space of 200λ or 8.58 meters with a back to back repeater.

Keywords: Microwaves, *space diversity*, *Repeater back to back*, *Availability*, *Pathloss* 5.0.

I. PENDAHULUAN

Di era modern menuntut pertukaran informasi dan data yang cepat secara *real time*. Semakin banyaknya pengguna teknologi telekomunikasi dan perkembangan era modern maka diperlukan

komunikasi dengan kecepatan yang tinggi dan kapasitas yang besar [1]. Teknologi selular merupakan salah satu hal terpenting sebagai sarana komunikasi untuk bertukar informasi melalui *voice*, data, maupun keduanya. Dibutuhkan perancangan *backhaul* menggunakan *link microwave* untuk mendukung jaringan selular yang baik. *Backhaul* melewati komunikasi dari banyak pelanggan menuju jaringan pusat berkapasitas sangat besar menggunakan media *microwave* [2].

Teknologi komunikasi gelombang mikro menggunakan *microwave* dan *antenna* untuk memancarkan sinyal yang digunakan untuk berkomunikasi. Sinyal tersebut dipancarkan melalui medium udara. Penggunaan udara sebagai media transmisi pada sistem komunikasi gelombang mikro tentu saja memiliki kelebihan dan kekurangannya. Kelebihan penggunaan udara sebagai media transmisi adalah menghemat biaya yang dikeluarkan, jika menggunakan kabel dalam radius puluhan kilometer maka akan mengeluarkan biaya yang besar. Kemudian kekurangannya yaitu *loss* transmisi yang didapatkan lebih besar [3].

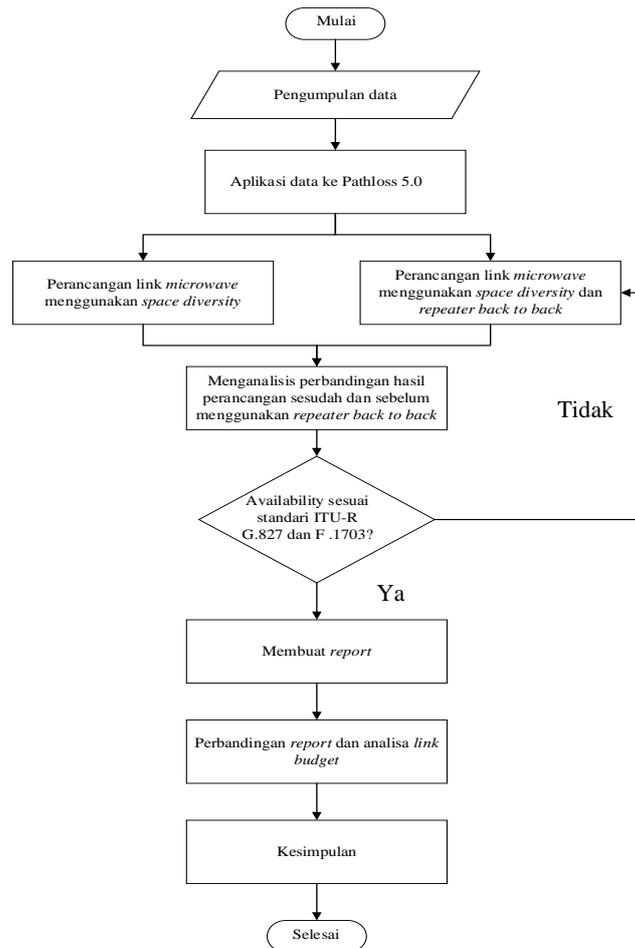
Pada sistem komunikasi gelombang mikro, sinyal yang diterima akan berbeda dengan sinyal yang dipancarkan, hal ini dapat terjadi akibat efek *fading*. *Fading* adalah pelemahan sinyal yang dikarenakan perbedaan fasa, polarisasi atau level daya pada suatu sinyal penerima. Efek *fading* dapat berupa refraksi, refleksi, difraksi, *scattering* (penghamburan), atenuasi dan *ducting* dari gelombang mikro. Dalam mengatasi *fading* dapat dilakukan optimasi menggunakan teknik *space diversity* [4].

Berdasarkan penelitian sebelumnya, yang berjudul “Pengaruh *Space Diversity* terhadap Peningkatan *Availability* Pada Jaringan *Microwave* Lintas Laut dan Lintas Pegunungan” oleh D. B. Liu, menunjukkan bahwa tingkat kekerasan bumi (*terrain roughness*) yang besar pada daerah pegunungan menyebabkan *unavailability* yang didapatkan kecil setelah optimasi artinya pada daerah dataran tinggi untuk penggunaan teknik *space diversity* perbaikan sistemnya kurang maksimal [3]. Pada *space diversity* penerimaan menggunakan dua atau lebih antena yang dipasang sedemikian rupa sehingga antena yang satu dengan yang antena yang lain terletak pada bidang *vertical* secara terpisah [4]. Berdasarkan jurnal Ossa Iqfirlia Zuherry tahun 2019 berjudul “Perancangan Jaringan Transmisi *Microwave* Menggunakan *Passive Repeater Back to Back* dan *Double Flat Reflector* Menggunakan *Pathloss 5.0*” pada perancangan menggunakan *back to back repeater* mendapatkan *availability* yang optimal dibandingkan penggunaan *double flat reflector* [5].

Dalam penelitian ini penulis melakukan perancangan radio gelombang mikro dengan teknik *space diversity* dan penambahan *repeater back to back* pada daerah perbukitan. Perancangan berdasarkan *site real*, yang digunakan oleh PT Alita Mitra Praya. Perancangan dengan menggunakan dua *site* yaitu *site* Banjarnegara menuju *site* Jagung Pekalongan maka dilakukan simulasi *space diversity* dan penambahan *repeater back to back*, dilakukan perbandingan hasil antara *space diversity* dan penggunaan *repeater*. Perancangan ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan *repeater back to back* pada teknik *space diversity*.

II. METODE PENELITIAN

Bagan *flowchart* menggambarkan proses pengerjaan perancangan jaringan *microwave* dengan mengamati pengaruh penggunaan *repeater back to back* pada perancangan menggunakan teknik *space diversity* studi kasus untuk *site* Banjarnegara dan *site* Jagung Pekalongan.

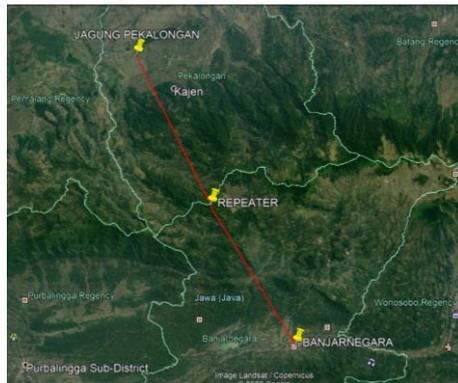


Gambar 1. *Flowchart* Penelitian

Berdasarkan pada gambar 2 langkah-langkah yang dilakukan selama penelitian dimulai dari pengumpulan data. Data yang dikumpulkan berupa data-data yang dibutuhkan dalam perancangan jaringan microwave. Data-data tersebut antara lain seperti koordinat site, frekuensi radio, dan spesifikasi perangkat-perangkat untuk simulasi. Kemudian data-data tersebut diaplikasikan kedalam software Pathloss 5.0, yang bertujuan untuk mensimulasikan rancangan jaringan berdasarkan kondisi aktual. Simulasi dilakukan dengan merancang perangkat-perangkat jaringan microwave untuk setiap site point menggunakan frekuensi 7 GHz. Setelah perancangan hoplink selesai, penulis akan mengamati hasil report.

Tabel 1. Data *site* penelitian

<i>Site Name</i>	<i>Latitude</i>	<i>Longitude</i>	<i>Elevation</i>
Banjarnegara	7° 23° 45.58° S	109° 41° 49.2° E	296 m
Jagung Pekalongan	7° 1° 3.108° S	109° 32° 16.8° E	21 m
Repeater	7°12°47.55° S	109° 36° 40.12°	1591,9 m



Gambar 2. Lokasi Perancangan

Tabel 2. Perangkat *link microwave*

Perangkat	Model
Antenna	ANDREW UHX6-59W
Transmission Line	EW63
Microwave	MDR-6506-2
Antenna Diversity	ANDREW UHX6-59W
Transmission Line Diversity	EW63
Microwave Diveristy	MDR-6506-2
Frequency	7 GHz

Pada bagian *repeater* dan *space diversity* menggunakan jenis dan spesifikasi perangkat yang sama perbedaan terletak pada tinggi antenna dan panjang kabel *feeder*. Perangkat tersebut disimulasikan pada *pathloss* 5.0 untuk mendapatkan perancangan *link microwave* sesuai standar.

Gain antenna untuk mengukur kemampuan antenna dalam mengirimkan gelombang yang diinginkan menuju ke tujuan dengan persamaan (1):

$$G = 20 \log f + 20 \log d + 10 \log \eta + 20 \tag{1}$$

Dengan:

- G = *gain*/penguatan antenna (dB)
- η = efisiensi antenna (50% - 70%)
- d = diameter antenna (m)
- f = frekuensi kerja (GHz)

Free space loss adalah redaman yang ada sepanjang ruang antara antenna pemancar dan penerima dengan persamaan (2):

$$FSL = 92,45 + 20 \log(f\text{GHz}) + 20 \log(D\text{Km}) \tag{2}$$

Dengan:

- D = Panjang lintasan (km)
- F = Frekuensi kerja yang digunakan (GHz)

EIRP (*Effective Isotropic Radiated Power*) adalah daya pancar antenna *transmitter* yang melalui penguatan *gain* antenna dan penguatan *transmit loss*, dengan persamaan (3):

$$EIRP = P_{Tx} + G_{antena} - L_{Tx} \tag{3}$$

Dengan:

- P_{Tx} = Daya pancar (dBm)
- L_{Tx} = *Transmitter loss* (dB)

Isotropic Received Level adalah nilai level daya isotropik yang diterima oleh stasiun penerima dengan persamaan (4):

$$IRL = EIRP - FSL \quad (4)$$

Dengan:

EIRP = daya maksimum geombang sinyal mikro (dBm)

FSL = redaman ruang antenna pengirim dan penerima (dB)

Received Signal Level adalah level daya yang diterima oleh piranti pengolah *decoding* dengan persamaan (5):

$$RSL = IRL + GR_x - LR_x \quad (5)$$

Dengan:

IRL = level daya terima antenna stasiun penerima (dBm)

GR_x = *Gain antenna* (dBi)

LR_x = *Receiver Loss* (dB)

Fading margin sebagai cadangan daya nilai *fading margin* dipengaruhi *received signal level* dan nilai *threshold* pada sisi penerima dengan persamaan (6):

$$FM_{thermal} = RSL - R_{xTH} \quad (6)$$

R_{xTH} = level ambang batas minimum (dBm)

FM = cadangan daya (dB)

RSL = *Receive Signal Level*

Availability merupakan ukuran kehandalan system, sedangkan *unavailability* merupakan ketidakhandalan sistem yang diberikan dengan persamaan (7) dan (8):

$$P = a \times b \times 2,5 \times f \times D^3 \times 10^{-6} \times 10^{\frac{-FM}{10}} \quad (7)$$

$$Av_{path} = (1 - P) \times 100\% \quad (8)$$

Dengan:

P = *unavailability*

f = frekuensi (GHz)

D = panjang lintasan (km)

FM = *effective fading margin* (dB)

P = *unavailability system*

Av_{path} = *availability system*

Passive repeater back to back menempatkan dua antenna pada ketinggian tertentu pada tower ketika dua *link*. *Passive gain* yang dihasilkan oleh *repeater back to back* dengan persamaan (9):

$$G = GA_1 + GA_2 - GAC \quad (9)$$

Dengan:

GA₁ = *gain* salah satu antenna *repeater* (dB) GA₂ = *gain* dari antenna lain *repeater* (dB)

GAC = *coupling loss (waveguide)* antenna (dB)

Sistem transmisi menggunakan teknik *space diversity* untuk mengatasi *fading* akan diperoleh *mprovement factor space diversity* dengan persamaan (10):

$$ISD = 1,2 \times 10^{-3} \times \frac{f \text{ (GHz)}}{D \text{ (Km)}} \times s^2 \times v^2 \text{ (mv)} \times 10^{\frac{A \text{ (dB)}}{10}} \quad (10)$$

Dengan:

s = spasi antar antenna (m)

v = selisih RSL (mV) ; antenna utama dan antenna *space diversity*

A = *effective fade margin* (dB)

ISD = faktor perbaikan *space diversity*

III. HASIL DAN ANALISIS

Berdasarkan perhitungan *link budget* dari dan sebelum menggunakan *repeater*, data dan parameter *availability* dapat diolah ke dalam bentuk tabel dan grafik. Ini dilakukan untuk memudahkan dalam menganalisis perbandingan antara hasil simulasi terhadap hasil perhitungan *link budget*, serta sebagai perbandingan untuk melihat besarnya peningkatan yang terjadi diantara kondisi yang berbeda.

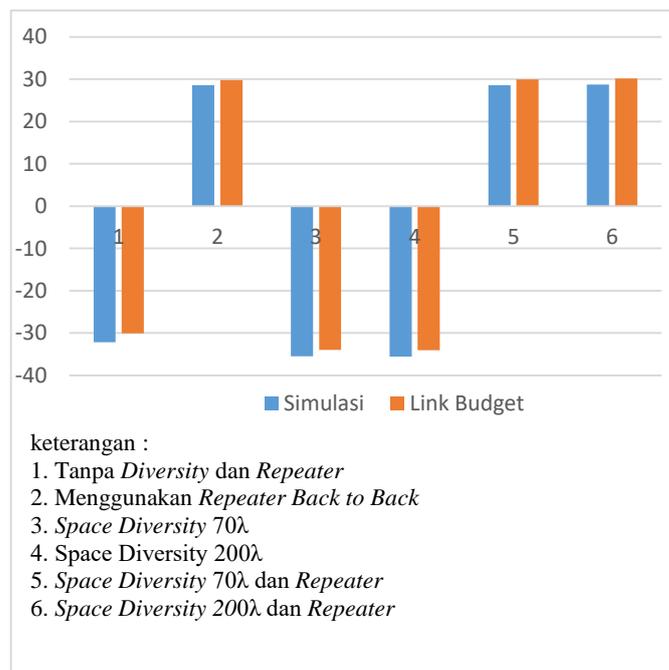
Link transmisi Banjarnegara – Jagung Pekalongan adalah *link* transmisi dengan faktor kekerasan bumi yang tinggi, memiliki jarak yang jauh dan *obstacle* yang tinggi. *Link* transmisi dengan kehandalan sistem yang dimiliki belum mencapai target *availability* sesuai standar ITU G.827 dan F.1703 [4]. Sehingga untuk *improve availability* perancangan *link* transmisi dengan *space diversity*. *Space diversity* digunakan untuk mengatasi pengaruh redaman *fading* pada berkas gelombang mikro, pada perancangan *link* transmisi Banjarnegara – Jagung Pekalongan mendapatkan nilai *fading margin* atau cadangan daya yang sangat rendah, disebabkan oleh besarnya nilai *diffraction loss*.



Gambar 3. Path Profile

Pada gambar 3 merupakan *path profile link* transmisi dan dapat dilihat *obstacle* yang terdapat pada lintasan *link*. *Obstacle* yang terdapat pada *link* transmisi dapat diatasi dengan menggunakan *repeater*. Penggunaan *repeater back to back* karena kekurangan yang dimiliki oleh *repeater* tersebut yang hanya efisien dengan jarak yang pendek. Sedangkan konfigurasi *link* dengan *space diversity*, karena kekurangan yang dimiliki *space diversity* tidak efisien untuk daerah pegunungan dengan *terrain roughness* yang tinggi. Kekurangan yang dimiliki kedua perangkat tersebut, dapat saling menutupi kekurangan masing-masing dengan menggabungkan keduanya dalam satu *link* transmisi dan dapat bekerja secara maksimal dan sesuai standar.

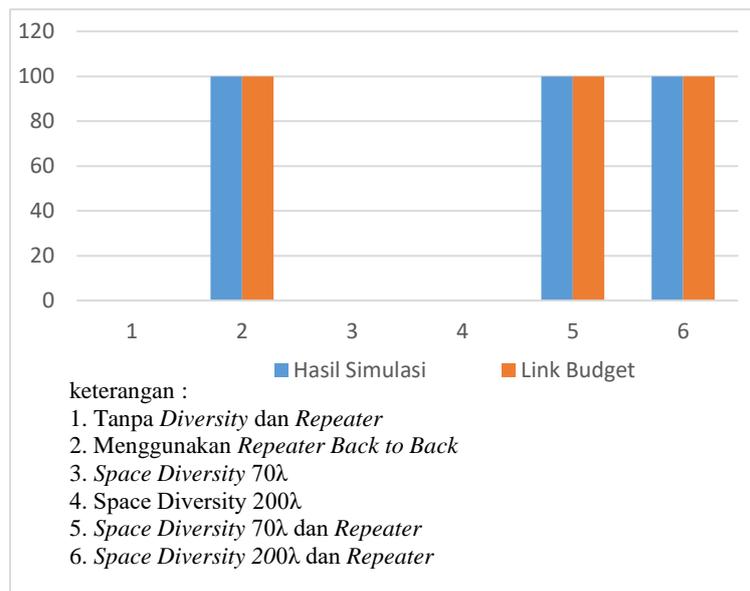
Perbandingan nilai *fading margin* perhitungan *link budget* dan simulasi *pathloss* 5.0. Untuk mengatasi *fading*, maka diperlukan cadangan daya yang digunakan agar dapat mempertahankan level daya terima di atas level batas ambang (*threshold*) [4]. Pada hasil perhitungan dan simulasi terdapat nilai *availability* yang negatif, disebabkan oleh *link* transmisi yang tidak LOS karena *obstacle* sehingga menyebabkan *multipath fading*. Perancangan dengan menggunakan *space diversity* dan *repeater back to back* mampu mengatasi *multipath fading*. Semakin tinggi nilai *fading margin* maka semakin bagus nilai *availability* yang didapatkan.



Gambar 4. Perubahan Nilai Fading Margin

Pada gambar 4 menunjukkan perubahan nilai *fading margin* yang didapatkan. Nilai *fading margin* setelah menggunakan *space diversity* dengan penambahan *repeater back to back* mengalami kenaikan, dikarenakan penggunaan *space diversity* dan *repeater* untuk mengatasi pengaruh *fading*.

Perbandingan antara *link budget* dengan simulasi *Pathloss 5.0*. *Link budget* digunakan sebagai acuan harga yang harus dicapai agar rancangan dapat bekerja secara maksimal. Oleh karena itu, parameter-parameter hasil simulasi harus mencapai harga perhitungan teori *link budget*. Selisih terbesar perancangan terdapat selisih terbesar pada saat perancangan *repeater back to back*, *link budget* 99,99000% sedangkan hasil simulasi 99,99818% selisih yang dimiliki 0,00818. Sedangkan selisih terkecil pada perancangan *space diversity* dengan menggunakan *repeater back to back* dengan spasi maksimum yaitu 8,58 meter, *link budet* 100,000% sedangkan hasil simulasi 99,99963% selisih yang dimiliki 0,00037%. Selisih yang terjadi bisa karena dipengaruhi oleh faktor pembulatan dalam perhitungan dan akurasi dari spesifikasi perangkat.



Gambar 5. Perubahan Nilai Availability

Pada gambar 5 grafik selisih antara *link budget* dengan hasil simulasi *pathloss 5.0* Banjarnegara – Jagung Pekalongan *Link* transmisi Banjarnegara menuju Jagung Pekalongan yang tidak LOS dengan memberikan solusi menggunakan *repeater back to back* untuk mengatasi *multipath fading*. Kemudian konfigurasi *link* untuk *improve* kehandalan sistem *link* transmisi menggunakan *space diversity*. Peningkatan yang signifikan antara *availability* saat diterapkan *space diversity* tanpa menggunakan *repeater back to back* dan menggunakan *repeater back to back*. Untuk hasil simulasi terjadi pebaikan sistem yang lebih baik karena pada saat *space diversity* tanpa menggunakan *repeater* tidak mendapatkan *availability* yang disebabkan oleh adanya *diffraction loss* yang sangat besar karena adanya *obstacle* yang berupa bukit dan menyebabkan kecilnya nilai *thermal fade margin*, semakin besar nilai *thermal fade margin* maka semakin bagus dan dapat meningkatkan performa jaringan.

Perbaikan sistem setelah dilakukan konfigurasi *space diversity* dengan menggunakan *repeater back to back*, hasil simulasi pertama dengan kondisi *terrain roughness* yang besar yaitu 46,7 meter, *diffraction loss* 118,24 meter dan *link* transmisi yang terhalang oleh *obstacle* dengan elevasi 1591,9 meter. *Obstacle* dengan faktor kelengkungan bumi 1,33 dan jarak antar *link* yang jauh yaitu 45,39 km, menyebabkan *link* transmisi mengalami *multipath fading*. *Received signal level* yang dihasilkan sangat buruk sehingga tidak memungkinkan untuk komunikasi yang terjadi dengan baik karena kegagalan komunikasi yang tinggi. Untuk mengatasi *multipath fading* karena *obstacle link* transmisi dengan menambahkan *repeater back to back*. Kehandalan sistem meningkat dan nilai *received signal level* semakin baik. kehandalan sistem terjadi karena prinsip kerja dari *repeatr back to back*, dua antenna yang dipasang secara *back to back* sebagai pengulang informasi dan dipancarkan pada *site* tujuan dan efisien pada jarak yang dekat, *passive gain* yang

dihasilkan adalah 77,60 dBi sedangkan perhitungan *link budget* 76,08 dBi. Keandalan sistem mencapai target namun nilai *fading margin* belum maksimal dan masih terjadi sedikit faktor *multipath* dikarenakan tingkat kekerasan bumi.

Improve availability dengan menambahkan antena *diversity* dengan ketentuan 70λ - 200λ , spasi yang digunakan yaitu 3 meter dan 8,58 meter, spasi yang diberikan berdasarkan perbandingan kecepatan rambat cahaya dengan frekuensi. Semakin jauh jarak antena utama dengan antena *diversity*, pengaruh terhadap *availability* semakin bagus, spasi minimum dengan selisih jarak antena utama dengan *diversity* 3 meter, hasil keandalan sistem yaitu 99,99692% terjadi perbaikan sistem dari perancangan hanya menggunakan *repeater back to back* dan *space diversity*. Pada spasi 8,58 meter *availability* yang dihasilkan adalah 99,99963%, *loss* yang diberikan kabel semakin kecil karena kabel yang dibutuhkan lebih pendek dari sebelumnya, sehingga *receive signal level* semakin bagus dan *fading margin* yang bagus, keandalan sistem yang dihasilkan sudah mencapai target.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis setelah perancangan radio *microwave* Banjarnegara – Jagung Pekalongan dapat disimpulkan bahwa perancangan menggunakan *space diversity* tanpa penggunaan *repeater* tidak menghasilkan nilai *availability* dikarenakan adanya *diffraction loss* yang disebabkan oleh tingginya *obstacle*, sedangkan perancangan *space diversity* dengan *repeater* menghasilkan nilai *availability* dikarenakan penambahan *repeater* yang mampu mengatasi masalah *diffraction loss*. Perancangan dengan menggunakan *space diversity* spasi 70λ dan 200λ dengan penambahan *repeater back to back* berpengaruh besar pada proses *improve availability*. Semakin jauh jarak antena utama dengan antena *diversity*, maka semakin bagus *availability*nya karena semakin pendek kabel *feeder* antena *diversity* yang dipakai sehingga *loss feedernya* semakin kecil. Namun semakin dekat jarak antena utama dengan antena *diversity* kabel *feeder* antena *diversity* semakin panjang, *loss* yang diberikan semakin besardan penggunaan *repeater back to back* dan *space diversity* dalam satu *link* yang sama mampu menghasilkan keandalan sistem yang optimal dan mencapai target. *Link* transmisi yang jauh dan *terrain roughness* yang besar 42,67 meter, konfigurasi *link* mampu *improve availability*, spasi maksimum 200λ atau 8,58 meter, *received signal level* -97,66 dBm, *fading margin* 28,71dB dan *availability* 99,99963%. *Availability* sesuai standar ITU G.827 dan F.1703

REFERENSI

- [1] H. Prasetyo and W. Sutopo, "Industri 4.0: Telaah Klasifikasi Aspek dan Arah Perkembangan Riset," *J@ti Undip: Jurnal Teknik Industri*, vol. 13, p. 21, 2018.
- [2] A. N. Prima, "Pengaruh Spasi Antar Antena Dalam Perancangan Jaringan Radio Gelombang Mikro Dengan Teknik Space Diversity," Tugas Akhir, D3 Teknik Telekomunikasi, IT Telkom Purwokerto, Purwokerto, 2015.
- [3] D. B. Liu, E. Wahyudi and E. S. Nugraha, "Pengaruh Space Diversity Terhadap Peningkatan Availabilty Pada Jaringan Microwave Lintas Laut dan Lintas Pegunungan," *Jurnal Elektro Telekomunikasi Terapan*, vol. 4, p. 542, 2017.
- [4] A. Hikmaturokhman and A. Wahyudin, Perancangan Jaringan Gelombang Mikro Menggunakan Pathloss 5 Teori dan Simulasi, Yogyakarta: CV. Pustaka Ilmu Group Yogyakarta, 2018.
- [5] O. I. Zuherry, E. S. Nugraha and Y. Rahmawati, "Perancangan Jaringan Transmisi Microwave Menggunakan Passive Repeater Back to Back dan Double Flat Reflector Menggunakan Pathloss5.0," *Journal Of Telecommunication, Electronics And Control Engineering (JTECE)*, vol. 1, p. 61, 2019.
- [6] O. Mariano, "Design Software for Terrestrial Line-of-Sight Communications Systems in the Philippines," *International Journal of Research in Wireless Systems*, vol. 1, no. 1, pp. 24-30, 2012.
- [7] R. L. Freeman, Telecommunication System Engineering, Fourth Edition, New York: A John Wiley & Sons, Ltd, 2004.
- [8] R. L. Freeman, Radio System Design for Telecommunications, Third Edition, New York: John Wiley & Sons, 2007.
- [9] A. R. Mishra, Advanced Cellular Network Planning And Optimisation, West Sussex : A John Wiley & Sons, Ltd, 2007.
- [10] R. G. Winch, Telecommunication Transmission System Second Edition, New York: McGraw Hill, 1998.
- [11] W. Stallings, Data And Computer Communications Seventh Edition, New Jersey: Prentice Hall, 2003.
- [12] I. Sinclair, Electronic And Electrical Servicing Second Edition, Burlington: Elsevier Limited, 2002.
- [13] I. T. Union, "ITU-R Pn. 837-1 Characteristic of Preception for Propagation Modelling," *Geneva*, vol. 1, pp. 1-4, 1994.

Sistem Monitoring pH dan Kekeruhan Akuarium Menggunakan Metode Regresi Linier

Aquarium pH and Turbidity Monitoring System Using Linear Regression Method

Hanif Aditya Pemanan^{1,*}, Fikra Titan Syifa², Mas Aly Afandi³

^{1,2,3}Program Studi S1 Teknik Telekomunikasi, Institut Teknologi Telkom Purwokerto
Jl.D.I.Panjaitan, No. 128, Purwokerto 53147, Jawa Tengah, Indonesia

^{1,*}Penulis korespondensi: 19101024@ittelkom-pwt.ac.id

²fikra@ittelkom-pwt.ac.id, ³aly@ittelkom-pwt.ac.id

Received on 05-12-2021, accepted on 20-05-2022, published on 02-06-2022

ABSTRAK

Pada pemeliharaan ikan didalam akuarium membutuhkan perawatan guna menjaga kelangsungan hidup ikan dan vegetasi air yang terdapat didalamnya. Selain rutinitas pemberian pakan, nilai parameter lingkungan akuarium juga perlu selalu diawasi dan dijaga pada rentang tertentu. Tujuan utama yang ingin dicapai untuk memonitoring pH dan kekeruhan pada akuarium sehingga kualitas air akuarium bisa terjaga. pH yang baik untuk ikan hias di akuarium yaitu lebih dari 7 dan kurang dari 8, kemudian kekeruhan yang baik untuk ikan hias di akuarium yaitu dibawah 25 NTU. Pada penelitian ini menggunakan mikrokontroler *NodeMCU ESP32* digunakan sebagai pusat kendali sistem, kemudian sensor pH untuk mendeteksi nilai pH air, kem Pada pemeliharaan ikan didalam akuarium membutuhkan perawatan guna menjaga kelangsungan hidup ikan dan vegetasi air yang terdapat didalamnya. Selain rutinitas pemberian pakan, nilai parameter lingkungan akuarium juga perlu selalu diawasi dan dijaga pada rentang tertentu. Tujuan utama yang ingin dicapai untuk memonitoring pH dan kekeruhan pada akuarium sehingga kualitas air akuarium bisa terjaga. pH yang baik untuk ikan hias di akuarium yaitu lebih dari 7 dan kurang dari 8, kemudian kekeruhan yang baik untuk ikan hias di akuarium yaitu dibawah 25 NTU. Pada penelitian ini menggunakan mikrokontroler *NodeMCU ESP32* digunakan sebagai pusat kendali sistem, kemudian sensor pH untuk mendeteksi nilai pH air, kemudian sensor *turbidity* untuk mendeteksi nilai kekeruhan air, kemudian *Buzzer* berfungsi sebagai alarm dan yang terakhir *LCD* berfungsi untuk menampilkan hasil dari pembacaan sensor tersebut. Pada penelitian ini metode yang digunakan yaitu metode regresi linear untuk mengetahui keakuratan dari pembacaan sensor pH. Pada penelitian ini terdapat pengujian sensor *turbidity* untuk menguji hasil sensor, pengujian sensor pH untuk menguji nilai ADC / tegangan output dan akurasi sesnsor pH, Pengujian regresi linear pada sensor pH dan pengujian QOS untuk mengetahui beberapa nilai parameter diantara lain *delay*, *throughput*, *packet loss* dan *jitter*. Pada sistem ini digunakan android ntuk monitoring dan notifikasi dengan implementasi *internet of things*. Berdasarkan hasil pengujian pada sensor pH dengan kondisi pH 4,2, 7,1 dan 9,4, pada pembacaan sensor dengan kondisi pH 9,4 tingkat rata-rata *error*nya yaitu 2%. Namun setelah diuji denngan metode regresi linier dengan persamaan $y=-0,2540+1,0468X$ nilai rata-rata *error*nya menjadi 0%, dapat disimpulkan bahwa metode regresi linier dapat diterapkan pada penelitian ini. Pada hasil pengujian QOS *delay* didapatkan nilai rata-rata pengujian *delay* sebesar 975,9470 ms dimana termasuk dalam kategori jelek, *packet loss* didapatkan rata-rata sebesar 15,126 % dimana termasuk dalam kategori sedang, *throughput* didapatkan rata-rata sebesar 694,661 bit/s dimana termasuk dalam kategori sangat bagus dan *Jitter* didapatkan rata-rata sebesar 473,9918 ms dimana masuk dalam kategori jelek.

Kata kunci: Aquarium, Sensor pH, Sensor *Turbidity*, *NodeMCU ESP32*, *Buzzer*, *LCD*.

ABSTRACT

The maintenance of fish in the aquarium requires care to maintain the survival of the fish and the aquatic vegetation contained in it. In addition to the routine of feeding, the value of the environmental parameters of the aquarium also needs to be monitored and maintained at a certain range. The main goal is to monitor pH and turbidity in the aquarium so that the aquarium water quality can be maintained. A suitable pH for ornamental fish in an aquarium is more than

7 and less than 8, then a good utility for ornamental fish in an aquarium is below 25 NTU. In the thin study, the NodeMCU ESP32 microcontroller was used as the system's control center. Then the pH sensor was used to detect the pH value of the water while maintaining fish in the aquarium requires care to maintain the survival of the fish and the aquatic vegetation contained in it. In addition to the routine of feeding, the value of the environmental parameters of the aquarium also needs to be monitored and maintained at a specific range. The main goal to be achieved is to monitor pH and turbidity in the aquarium so that the quality of aquarium water is maintained. A suitable pH for ornamental fish in an aquarium is more than 7 and less than 8. This study shows that the excellent turbidity for ornamental fish in an aquarium is below 25 NTU. The NodeMCU ESP32 microcontroller was used as the control center of the system. The pH sensor was used to detect the pH value of the water. Then the turbidity sensor was used to detect the turbidity value of the water. The Buzzer functioned as an alarm, and finally, the LCD was used to display the results of the sensor readings. In this study, the linear regression method is used for the accuracy of the pH sensor readings. In this study, here is a turbidity sensor test to test the sensor results, a pH sensor test to test the ADC value/output voltage and pH sensor accuracy, linear regression testing on the pH sensor, and QoS testing to determine several parameter values including delay, throughput, packet loss, and jitter. In this system, Android is used for monitoring and noticing the implementation of the internet of things. Based on the test results on pH sensors with pH of 4.2, 7.1, and 9.4, on sensor readings with pH 9.4 conditions, the average error rate is 2%. However, after being tested with the linear regression method with the equation $y = -0.2540 + 1.0468X$, the average error value is 0%. It can be concluded that the linear regression method can be applied in this study. In tQoS QoS delay test results, the average delay test value is 975.9470 ms which is included in the bad category. Packet loss is obtained an average of 15.126%, which is included in the medium category, through obtaining an average of 694.661 bit/s, which includes in the very good category, and Jitter obtained an average of 473.9918 ms, which is included in the bad category.

Keywords: Aquarium, pH sensor, Turbidity sensor, NodeMCU ESP32, Buzzer, LCD.

I. PENDAHULUAN

Pada pemeliharaan ikan di dalam akuarium membutuhkan perawatan untuk menjaga kelangsungan hidup ikan dan vegetasi air yang terdapat di dalamnya. Selain itu, rutinitas pemberian pakan, nilai parameter lingkungan akuarium juga perlu senantiasa diawasi dan dijaga pada rentang tertentu. Perawatan tersebut umumnya dilakukan secara manual. Teknologi *Internet of Things* (IoT) yang berkembang pesat memberikan manfaat dalam keperluan monitoring dan control terhadap parameter lingkungan akuarium. Penelitian ini bertujuan membangun sebuah model sistem monitoring parameter lingkungan ikan hias pada skala rumahan berbasis IoT dengan biaya yang relatif rendah menggunakan berbagai komponen *open source*. *NodeMCU ESP32* digunakan sebagai kontroler utama sistem IoT. Komponen tersebut memiliki koneksi WiFi yang memungkinkan terhubung ke internet dan telah banyak digunakan di berbagai aplikasi IoT. [1]

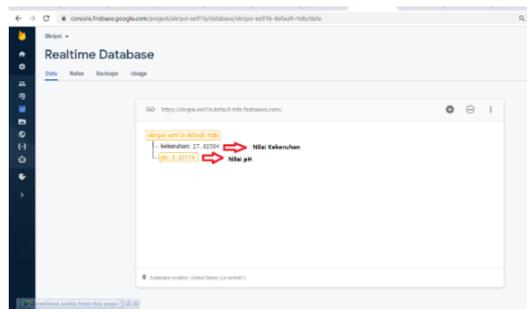
Penelitian ini mengacu pada penelitian sebelumnya yaitu pada penelitian Mukhlizar, Rita Hartati dan Murhaban yang berjudul “*Perancangan Alat Ukur Tingkat Kekeruhan dan Kadar pH Air Berbasis Mikrokontroler*” Perbedaan dari penelitian sebelumnya objeknya yang diteliti adalah air minum sedangkan penelitian penulis berobjek air akuarium untuk ikan hias.[2]

Parameter lingkungan akuarium yang akan dimonitor adalah pH dan tingkat kekeruhan air. Penelitian ini menggunakan sebuah metode *regresi linier*. Dimana fungsi dari metode regresi linier dalam penelitian ini berfungsi untuk meningkatkan keakurasian hasil dari pembacaan sensor pH. Pada penelitian juga menguji kualitas QoS.

II. METODE PENELITIAN

A. Perancangan Database Firebase

Pada perancangan ini akan membahas mengenai bagaimana aplikasi yang dibuat menampilkan data nilai pH dan kekeruhan akuarium dari *NodeMCU* menggunakan *Database Firebase*



Gambar 1 Database Sistem

Pada gambar diatas merupakan database yang digunakan untuk mengirim nilai yang di dapat dari *NodeMCU* ke aplikasi pada smartphone yang dibuat menggunakan MIT App Inventor. Pada gambar tersebut data yang masuk atau yang dikirim ada dua yaitu kekeruhan dan pH. Dimana kekeruhan adalah kondisi sensor Turbidity saat mendeteksi nilai kekeruhan dan pH adalah kondisi sensor pH saat mendeteksi nilai ph akuarium.

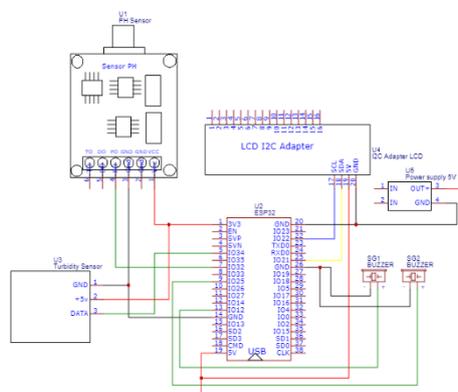
B. Perancangan Software Aplikasi Android

Pada gambar dibawah ini saat aplikasi dijalankan maka akan muncul tampilan tersebut. Fungsi dari screen pertama yaitu sebagai flash screen sebelum meunculkan screen berikutnya seperti pada gambar 3.



Gambar 2: a. Tampilan flash screen, b. Tampilan monitoring

C. Perancangan Perangkat Keras



Gambar 3 Skematik Rangkaian *Hardware*

Pada gambar desain *schematic* desain rangkaian yang akan dirancang pada penelitian ini, menggunakan beberapa komponen diantara lain *nodemcu*, sensor *Turbidity*, sensor pH, *Buzzer*, *LCD* dan *power supply*. Dimana *NodeMCU* digunakan sebagai pusat otak untuk menjalankan fungsi-fungsi dari sensor *input* maupun *output*.

Tabel 1 Pin Port Rangkaian

Alat	Pin ESP 32
Liquid Crystal Display	21,22, Vcc Dan Ground
Sensor pH	35, Vcc Dan Ground
Sensor <i>Turbidity</i>	34, Vcc Dan Ground
Buzzer	12, 25, Vcc Dan Ground

D. Perancangan Block MITApp inventor



Gambar 4 *Block* Tampilan Awal MIT App

Pada gambar diatas merupakan visual block programming tampilan awal pada aplikasi. Pada block tersebut ketika waktu clock 1 berjalan maka lakukan membuka layar lain yaitu screen2. Ketika clock 2 berjalan maka tutup screen atau layar sebelumnya.



Gambar 5 *Block* Layar Monitor MIT App

Pada gambar diatas merupakan *visual block programming* layar monitor. Pada *visual block* ini ketika data dari *firebase* diterima jika nilai kekeruhan yang terbaca pada aplikasi lebih dari 25 NTU maka akan memunculkan notifikasi “keruh” dengan judul “WARNING!!!” dan untuk nilai ph jika kurang dari 7 maka akan memunculkan notifikasi “terlalu asam” dengan judul “WARNING!!!” dan untuk nilai lebih dari 8 maka akan memunculkan notifikasi “terlalu basa” dengan judul “WARNING!!!”.

E. Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui apakah sistem yang dirancang dapat diimplementasikan atau tidak. Sistem dapat dinyatakan beroperasi dengan benar apabila semua komponen yang digunakan dapat beroperasi sesuai dengan tujuan. Beberapa proses pengujian yang akan dilakukan seperti pengujian sensor *turbidity*, pengujian sensor pH, pengujian regresi linier, dan pengujian QoS (meliputi *delay*, *throughput*, *jitter*, dan *packet loss*).

F. Pengujian Sensor *Turbidity*

Pada pengujian sensor *Turbidity* dilakukan pengujian sensor *turbidity* guna mengetahui nilai ADC atau tegangan pada *output* dari sensor *turbidity* ketika sensor tersebut membaca nilai kekeruhan yang terkandung dalam air.

G. Pengujian Sensor pH

Pada pengujian sensor pH dilakukan 2 pengujian diantaranya pengujian sensor Ph dan pengujian akurasi sensor pH. Untuk pengujian sensor pH dilakukan guna mengetahui nilai ADC atau tegangan pada *output* dari sensor pH ketika sensor tersebut membaca nilai pH yang terkandung dalam air. Pada pengujian akurasi sensor pH dilakukan untuk membuktikan bahwa alat atau sensor pH ini hasilnya akurat dan dapat digunakan dalam penelitian. Perangkat yang digunakan sebagai pembandingnya adalah pH meter ATC. Dimana pH meter ATC akan menunjukkan nilai kadar pH yang terkandung pada air, hal ini akan menjadi acuan untuk mengetahui akurasi sensor ph.

H. Pengujian Regresi Linier

Pengujian *regresi linier* yaitu dilakukan perhitungan dengan metode regresi linier terhadap hasil sensor pH dalam kurun waktu tertentu, dengan *variable* yang digunakan untuk perhitungan yaitu hasil sensor *turbidity* dan waktu pengujian. Kemudian hasil pembacaan sensor pHnya akan dibandingkan dengan hasil perhitungan dari metode regresi linier untuk mengetahui akurasi atau *error rate* dari pembacaan nilai sensor pH yang dipengaruhi oleh sensor *turbidity* dalam kurun waktu tertentu

I. Pengujian QoS

Pengujian parameter dari *Quality of Service* (QoS) digunakan untuk mengukur nilai dari kualitas jaringan tertentu pada suatu layanan. Qos merupakan sebuah arsitektur *end-to-end* dan bukan merupakan sebuah fitur yang dimiliki oleh jaringan. Merujuk pada tingkat kecepatan dan kehandalan penyampaian berbagai jenis data di dalam suatu komunikasi. Dengan pengujian QOS dapat menampilkan kumpulan trafik tertentu. QOS memiliki kemampuan dalam mendefinisikan parameter layanan yang disediakan, baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Pada pengujian QoS ini ada 4 parameter yang akan diujikan pada penelitian ini yaitu *delay*, *throughput*, *packet loss* dan *jitter*.

III. HASIL DAN ANALISA

A. Hasil Perancangan Sistem

Pada gambar diatas adalah perancangan hardware untuk monitoring ph dan kekeruhan akuarium. Di dalam perancangan alat ini terdapat *NodeMCU ESP32* sebagai mikrokontroler sebagai pusat kendali.



Gambar 6 Hasil Perancangan Sistem

B. Hasil Pengujian Sensor Turbidity

Tabel 2 Pengujian Sensor turbidity

No	Air Bersih (Aquadest) NTU	Pakan Ikan (Gram)	Kekeruhan NTU
1	0	0	0,00
2	0	5	29,00
3	0	10	57,67
4	0	15	87,30
5	0	20	116,73
6	0	25	147,97
7	0	30	173,47
8	0	35	202,43
9	0	40	231,80
10	0	45	261,27
11	0	50	288,47

Pada tabel diatas adalah hasil dari pengujian sensor *turbidity* dimana pada pengujian ini air yang digunakan untuk pengujian air bersih yaitu air aquades dan air yang digunakan untuk pengujian nilai keruh menggunakan air yang dicampur pelet ikan. Kemudian didapatkan nilai dari hasil pengujian dengan rata-rata nilai Air Bersih (*Aquadest*) adalah 0 NTU [22] dan air yang dicampur dengan pakan ikan dengan kadar yang berbeda beda.

C. Hasil Pengujian Sensor pH

Tabel 3 Pengujian Sensor pH

No	Nilai ADC	Nilai pH
1	2601,194	9,06
2	2638,742	8,93
3	2597,065	9,12
4	2586,516	9,20
5	2610,387	9,15
6	2596,71	9,23
7	2612,71	9,20
8	2581,839	9,30
9	2583,581	9,37

10	2600,806	9,35
Rata-rata	2600,955	9,19

Pada tabel table diatas adalah hasil dari pengujian sensor pH dimana pada pengujian ini menggunakan larutan pH acuan 9,4 yang berasal dari pH *buffer*. Pada pengujian ini didapatkan rata-rata nilai adc 2377 dan rata-rata nilai sensor 9,19. Dari hasil pengujian nilai ADC yang didapatkan berubah – ubah namun tidak terlalu signifikan hal tersebut dapat disebabkan oleh tegangan sumber sensor bersumber dari esp32. Karna banyak komponen yang menggunakan tegangan sumber yang sama dari esp32.

D. Hasil Pengujian Regresi Linier

Tabel 4 Pengujian Regresi Linier

No	pH meter	Nilai pH	Regresi Linier	Error (%)
1	4,2	4,23	4,18	1%
2	7,1	7,08	7,16	1%
3	9,4	9,19	9,37	0%
Rata-rata				1%

Pada tabel diatas setelah dilakukan pengujian regresi linier hasil yang didapatkan pada pengujian ph dengan ph meter 9.4 seperti pada tabel 4.9 didapatkan hasil yang lebih baik dimana sebelumnya pada ph acuan 9,4 didapatkan hasil rata-rata *error* 2 % dan diregresi hasil rata-rata *error* menjadi 1%.

E. Hasil Pengujian QoS

Pada pengujian *delay* yang dilakukan, dapat dilihat setelah dilakukan pengujian 7 kali dengan jarak yang berbeda menghasilkan waktu *delay* yang berbeda. Banyaknya jumlah data yang digunakan tidak terlalu mempengaruhi *delay* pengiriman, begitu juga dengan jarak yang semakin jauh tidak mempengaruhi jumlah data dan *delay* yang dihasilkan. Pengujian *delay* tertinggi pada pengujian dengan jarak 30 meter dengan jumlah data 628 bytes dan terkecil pada pengujian jarak 10 meter dengan jumlah data 6799 bytes. Dari pengujian ini dapat disimpulkan bahwa banyaknya jumlah data dan jarak tidak terlalu mempengaruhi *delay* dengan rentang jarak 0 meter sampai 30 meter, hal tersebut dipengaruhi oleh kemampuan wifi yang ada pada *NodeMCU*.

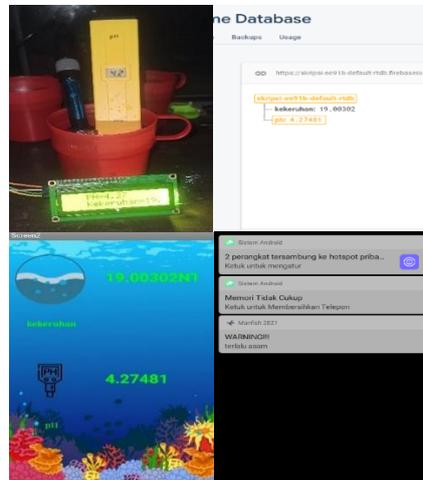
Pada pengujian *packet loss* sesuai tabel jika jumlah data yang digunakan semakin besar maka semakin banyak jumlah paket yang ditampilkan. Jumlah paket yang ditangkap hanya tergantung pada jumlah data yang digunakan, karena jarak disini tidak terlalu berpengaruh terhadap banyaknya jumlah paket yang ditangkap dan ditampilkan. *Packet loss* yang dihasilkan setelah dilakukan 7 kali percobaan dengan jarak yang berbeda memiliki rata-rata 15,126 % yang berarti bahwa *NodeMCU* yang digunakan tidak berhasil mengirimkan semua paket data dikarenakan adanya loss 5,882 % pada jarak 25 m dan 100 % pada jarak 30 m yang disebabkan oleh *obstacle* atau penghalang . *Packet loss* yang dihasilkan berasal dari jumlah paket yang ditangkap apakah sama dengan jumlah paket yang ditampilkan, jika jumlahnya tidak sama maka terjadi adanya loss pada pengiriman tersebut.

Pada pengujian *throughput* setelah dilakukan pengujian sebanyak 7 kali dengan jarak yang berbeda menghasilkan nilai *throughput* terbesar pada pengujian ke 3 sebesar 922,144 bit/s dan *throughput* terkecil pada pengujian ke 7 sebesar 235,760 bit/s. Pada pengujian *throughput* besarnya jumlah data dan *delay* sangat mempengaruhi nilai *throughput* yang dihasilkan. Semakin besar jumlah data semakin besar *throughput* yang dihasilkan.

Pada pengujian *jitter* setelah dilakukan pengujian sebanyak 7 kali dengan jarak yang berbeda menghasilkan nilai *jitter* terbesar pada pengujian ke 7 sebesar 1837,743 ms dan *jitter* terkecil pada pengujian ke 2 sebesar 36,91144 ms. Pada pengujian *Jitter* semakin besar *delay* yang dihasilkan maka *jitter* akan semakin besar juga.

F. Hasil Pengujian Keseluruhan

Pada gambar diatas merupakan pengujian monitoring sensor ph < 7. Didapatkan hasil pengujian sensor dengan nilai ph yang terbaca pada firebase dan LCD adalah 4,27. Dimana nilai ph tersebut terlalu asam untuk ikan hias akuarium dan tidak baik bagi kesehatan ikan. Maka aplikasi akan mengirimkan notifikasi dengan ditandai “terlalu asam” dan *buzzer* akan berbunyi dengan *delay* 0,5 detik. Sehingga harus menambahkan larutan basa agar ph Kembali normal dan ikan bisa terjaga kesehatanya.



Gambar 7 Hasil Pengujian Keseluruhan

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian pada sensor pH dengan kondisi pH 4,2, 7,1 dan 9,4, pada pembacaan sensor dengan kondisi pH 9,4 tingkat rata-rata errornya yaitu 2% . Namun setelah diuji dengan metode regresi linier dengan persamaan $y = -0,2540 + 1,0468X$ nilai rata-rata errornya menjadi 0%, dapat disimpulkan bahwa metode regresi linier dapat diterapkan pada penelitian ini.

REFERENCES

- [1] D. Y. Tadeus, K. Azazi, and D. Ariwibowo, “Model Sistem Monitoring pH dan Kekeruhan pada Akuarium Air Tawar berbasis Internet of Things,” *Metana*, vol. 15, no. 2, pp. 49–56, 2019, doi: 10.14710/metana.v15i2.26046.
- [2] R. Fadlur and M. Iqbal, “Implementasi Iot Dalam Rancang Bangun Sistem Monitoring Panel Surya Berbasis Arduino,” *Pros. SNATIF*, vol. 3, pp. 189–196, 2016.
- [3] M. Mukhlizar, R. Hartati, and M. Murhaban, “PERANCANGAN ALAT UKUR TINGKAT KEKERUHAN DAN KADAR pH AIR BERBASIS MIKROKONTROLER,” *J. Mekanova Mek. Inov. dan Teknol.*, vol. 5, no. 1, pp. 1–7, 2019, doi: 10.35308/jmkn.v5i1.1075.
- [4] M. Mikrokotroller and A. Uno, “RANCANG BANGUN SISTEM PENGUKURAN Ph METER DENGAN MENGGUNAKAN MIKROKONTROLLER ARDUINO UNO Eko,” *J. Teknol. elektro*, vol. 5, pp. 1–8, 2014.
- [5] M. Hanif, M. Abdurahman, and A. G. Putrada, “Rice consumption prediction using linear regression method for smart rice box system,” *J. Teknol. dan Sist. Komput.*, vol. 8, no. 4, pp. 284–288, 2020, doi: 10.14710/jtsiskom.2020.13353.
- [6] M. S. Ramadhan and M. Rivai, “Sistem Kontrol Tingkat Kekeruhan pada Aquarium Menggunakan Arduino Uno,” *J. Tek. ITS*, vol. 7, no. 1, 2018, doi: 10.12962/j23373539.v7i1.28499.
- [7] V. Ayudyana, “Rancang Bangun Sistem Pengontrolan pH Larutan Untuk Mahasiswa Fisika , FMIPA Universitas Negeri Padang Staf Pengajar Jurusan Fisika , FMIPA Universitas Negeri Padang,” vol. 12, pp. 53–60, 2019.
- [8] B. Santoso and A. D. Arfianto, “Sistem Pengganti Air Berdasarkan Kekeruhan Danpemberi Pakan Ikan Pada Akuarium Air Tawar Secara Otomatis Berbasis Mikrokotroller ATMEGA 16,” *J. Ilm. Teknol. Inf. Asia*, vol. 8, no. 2, pp. 33–48, 2014.
- [9] M. Sari, M. Hatta, and A. Permana, “Acta Aquatica,” *Acta Aquat.*, vol. 1, no. 1, pp. 24–30, 2014.
- [10] Dickson Kho, “Regresi Linear.” p. 10, 2009, [Online]. Available: <https://teknikelektronika.com/analisis-regresi-linear-sederhana-simple-linear-regression/>.
- [11] A. Prafanto, E. Budiman, P. P. Widagdo, G. M. Putra, and R. Wardhana, “Pendeteksi Kehadiran menggunakan ESP32 untuk Sistem Pengunci Pintu Otomatis,” *JIT (Jurnal Teknol. Ter.)*, vol. 7, no. 1, p. 37, 2021, doi: 10.31884/jtt.v7i1.318.
- [12] N. B. Sitorus, “Pendeteksi pH Air Menggunakan Sensor pH Meter V1.1 Berbasis Arduino Nano,” *Jiti*, no. X, pp. 1–5, 2014.
- [13] D. Sasmoko, H. Rasminto, and A. Rahmadani, “Rancang Bangun Sistem Monitoring Kekeruhan Air Berbasis IoT pada Tandon Air Warga,” *J. Inform. Ugris*, vol. 5, no. 1, pp. 25–34, 2019, doi: 10.26877/jiu.v5i1.2993.

- [14] Ajie, "BEKERJA DENGAN I2C LCD DAN ARDUINO." [http://saptaji.com/2016/06/27/bekerja-dengan-i2c-lcd-dan-arduino/#:~:text=Yang dimaksud dengan I2C LCD,untuk jalur data maupun kontrolnya.](http://saptaji.com/2016/06/27/bekerja-dengan-i2c-lcd-dan-arduino/#:~:text=Yang%20dimaksud%20dengan%20I2C%20LCD,untuk%20jalur%20data%20maupun%20kontrolnya.)
- [15] Y. Setiawan, "RANCANG BANGUN PEMANTAUAN DAN PENJADWALAN ALAT PEMBERI PAKAN IKAN OTOMATIS SECARA JARAK JAUH," pp. 13–14, 2017.
- [16] G. R. Paraya and R. Tanone, "Penerapan Firebase Realtime Database Pada Prototype Aplikasi Pemesanan Makanan Berbasis Android," *J. Tek. Inform. dan Sist. Inf.*, vol. 4, no. 3, pp. 397–406, 2018, doi: 10.28932/jutisi.v4i3.870.
- [17] Salomoan, "Prototipe Alat Pemberian Pakan Ikan Koi Otomatis Dan Alat Penurun Suhu Air Otomatis Pada Akuarium Berbasis Arduino Mega 2560," 2018.
- [18] M. J. Syahputra *et al.*, "V1375 Deteksi Serangan Pada Jaringan Komputer Dengan Wireshark Menggunakan Metode Anomaly-Based Ids."
- [19] R. Wulandari, "ANALISIS QoS (QUALITY OF SERVICE) PADA JARINGAN INTERNET (STUDI KASUS : UPT LOKA UJI TEKNIK PENAMBANGAN JAMPANG KULON – LIPI)," *J. Tek. Inform. dan Sist. Inf.*, vol. 2, no. 2, pp. 162–172, 2016, doi: 10.28932/jutisi.v2i2.454.
- [20] Dickson Kho, "buzzer." [Online]. Available: <https://teknikelektronika.com/pengertian-piezoelectric-buzzer-cara-kerja-buzzer/>.
- [21] Santaefiigenia, "How to use a PH probe and sensor," vol. 6, pp. 0–5, 2017, [Online]. Available: <https://www.botshop.co.za/how-to-use-a-ph-probe-and-sensor/>.
- [22] M. S. Ramadhan and M. Rivai, "Sistem Kontrol Tingkat Kekeruhan pada Aquarium Menggunakan Arduino Uno," *J. Tek. ITS*, vol. 7, no. 1, 2018, doi: 10.12962/j23373539.v7i1.28499.
- [23] ETSI, "Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON); General aspects of Quality of Service (QoS)," *Etsi Tr 101 329 V2.1.1*, vol. 1, pp. 1–37, 1999.
- [24] Anonim, "Ini Adalah Cara Menghitung Persen Kesalahan," *Encyclopedia of Machine Learning and Data Mining*, 2016. [Online]. Available: <https://www.greelane.com/id/sains-teknologi-matematika/ilmu/how-to-calculate-percent-error-609584/>.
- [25] H. Technology, "Handson Technology I2C Serial Interface 1602 LCD Module," *Datasheet*, pp. 1–8, [Online]. Available: http://www.handsontec.com/dataspecs/module/I2C_1602_LCD.pdf.
- [26] N. Ika, "Rancang Bangun Alat Ukur Kekeruhan Air Berbasis Mikrokontroler," *Berk. Fis.*, vol. 16, no. 4, pp. 111–118, 2013.
- [27] Anonim, "Measuring Turbidity of Water to Determine Water Quality using Arduino and Turbidity Sensor." [Online]. Available: <https://circuitdigest.com/microcontroller-projects/measuring-turbidity-of-water-to-determine-water-quality-using-arduino-turbidity-sensor>

Sistem Monitoring Suhu Air Pada Aquascape Berbasis Internet of Things (IoT)

Water Temperature Monitoring System In Aquascape Based on Internet of Things (IoT)

Slamet Indriyanto^{*1}, Prasetyo Yuliantoro², Dinda Kusumawati³

^{1,2}Program Studi S1 Teknik Telekomunikasi, ³Program Studi D3 Teknik Telekomunikasi,
Fakultas Teknik Telekomunikasi dan Elektro, Institut Teknologi Telkom Purwokerto
Jl. D.I. Panjaitan No.128 Purwokerto, Jawa Tengah, Indonesia

^{*1}Penulis Korespondensi: slamet@ittelkom-pwt.ac.id

²prasetyo@ittelkom-pwt.ac.id, ³18201038@ittelkom-pwt.ac.id

Received on 27-05-2022, accepted on 01-06-2022, published on 02-06-2022

Abstrak

Aquascape merupakan seni menanam tanaman hias didalam air. Pada *aquascape*, biota yang hidup dalamnya lebih banyak jika dibandingkan dengan biota pada akuarium biasa, sehingga pemantauan suhu air didalamnya harus lebih diperhatikan karena perubahan suhu air yang terjadi secara tiba-tiba pada *aquascape* dapat menimbulkan resiko bagi ikan dan tanaman didalamnya. Biota lain yang berada pada *aquascape* tersebut seperti tanaman air, rumput-rumput, lumut dan tumbuhan karang juga perlu diperhatikan agar tetap tumbuh subur di dalam air. Banyak dari tanaman yang digunakan untuk aquascape berasal dari daerah tropis seperti Java Moss. Secara umum suhu air yang hangat dapat memperlambat dalam pertumbuhan tanaman ini. Dengan memanfaatkan beberapa sensor seperti Sensor suhu DS18B20 dan teknologi *Internet of things* (IoT), maka pemantauan suhu akan lebih efektif. Sistem ini dibuat menggunakan NodeMCU ESP8266 dengan komunikasi data menggunakan *Wi-Fi*, sensor suhu DS18B20 dan tampilan menggunakan LCD dan Website. Pengujian sensor suhu DS18B20 menggunakan tiga skenario pengujian. Dari hasil pengujian berdasarkan skenarion tersebut didapatkan error sebesar 0,98% dengan akurasi 99,02% pada pengujian skenario pertama, error sebesar 0,85% dengan akurasi 99,15% pada pengujian skenario kedua dan error sebesar 0,76% dengan akurasi 99,24% pada pengujian skenario ketiga.

Kata kunci: Aquascape, Suhu Air, Sensor Suhu, IoT

Abstract

Aquascape is the art of growing ornamental plants in water. In an aquascape, there are more biota that live in it when compared to the biota in an ordinary aquarium, so that more attention must be paid to monitoring the water temperature in it because sudden changes in water temperature in the aquascape can pose a risk to the fish and plants in it. Other biota in the aquascape such as aquatic plants, grasses, moss and coral plants also need to be considered so that they continue to thrive in the water. Many of the plants used for aquascapes come from tropical areas such as Java Moss. In general, warm water temperatures can slow down the growth of this plant. By utilizing several sensors such as the DS18B20 temperature sensor and Internet of things (IoT) technology, temperature monitoring will be more effective. This system is made using NodeMCU ESP8266 with data communication using *Wi-Fi*, temperature sensor DS18B20 and display using LCD and Website. Testing the DS18B20 temperature sensor using three test scenarios. From the test results based on these scenarios, an error of 0.98% with an accuracy of 99.02% was obtained in the first scenario testing, an error of 0.85% with an accuracy of 99.15% in the second scenario testing and an error of 0.76% with an accuracy of 99.24% on the test of the third scenario.

Keywords: Aquascape, Water Temperature, Temperature Sensor, IoT

I. PENDAHULUAN

Aquascape merupakan seni menanam tanaman hias yang ditempatkan didalam air, seni ini biasanya dipadukan dengan penempatan benda-benda lain seperti kayu, batu dan ditata didalam akuarium. Seni *aquascape* membuka dunia dengan penataan tanaman dan bebatuan kreatif dan artistik. *Aquascape* memiliki gaya yang unik dalam tata letaknya dan ini memiliki karakteristik tersendiri. Berbeda dengan akuarium yang lebih mengutamakan pemeliharaan ikan hias yang biasanya berukuran dari kecil hingga besar, pada *aquascape* ikan hias yang dipilih cenderung yang memiliki ukuran lebih kecil untuk melengkapi ekosistem dalam *aquascape*. Pada *aquascape*, biota yang hidup dalamnya lebih banyak jika dibandingkan dengan biota pada akuarium biasa, sehingga pemantauan suhu air didalamnya harus lebih diperhatikan karena perubahan suhu air yang terjadi secara tiba-tiba pada *aquascape* dapat menimbulkan resiko bagi ikan-ikan didalamnya [1]. Bukan hanya ikan, biota lain yang berada pada *aquascape* tersebut seperti tanaman air, rumput-rumput, lumut dan tumbuhan karang juga perlu diperhatikan agar tetap tumbuh subur di dalam air. Jenis ikan yang sering digunakan pada *aquascape* diantaranya adalah ikan neon tetra. Ikan neon tetra adalah ikan hias air tawar yang memiliki warna tubuhnya sangat indah dan bercahaya dengan punggung hijau lembut, strip biru terang di sepanjang tubuh, perutnya putih dan antara pangkal ekor ke atas berwarna merah menyala serta sirip transparan [2]. Ikan ini banyak dicari oleh pecinta ikan hias karena keindahannya, ukurannya kecil sekitar 4-5 cm. Neon tetra dapat terlihat menyala seperti lampu neon saat berada dalam gelap. Secara umum, ikan neon tetra dapat hidup pada akuarium dengan rentang suhu 21 – 28° Celcius [3].

Membuat *aquascape* tidak hanya perihal kualitas air dan akuarium, tetapi juga menyangkut komponen lain yang keberadaannya saling dibutuhkan. Misalnya seperti kebutuhan suhu, cahaya, media dan sumber makanan bagi makhluk hidup di dalamnya [4]. Tujuan dibuatnya *aquascape* adalah menciptakan suatu landscape yang indah di dalam air, sehingga tanaman memiliki peran yang sangat penting, ikan sebagai pelengkap dan hiasan-hiasan lain seperti bebatuan dan kayu yang menggambarkan *aquascape* terlihat seperti seni berkebudayaan di dalam air [5]. Banyak dari tanaman yang digunakan untuk *aquascape* berasal dari daerah tropis seperti Java Moss. Tanaman ini berasal dari Asia Tenggara dan Indonesia yang sangat umum digunakan pada akuarium dan dijual luas untuk seni *aquascape*. Secara umum suhu air yang hangat dapat memperlambat dalam pertumbuhan tanaman ini. Dalam proses pertumbuhannya, tanaman akan menyebar secara vertikal maupun horizontal. Sehingga suhu air perlu dijaga dalam hal perawatan ikan dan tumbuhan dalam *aquascape* ini. Agar kondisi lingkungan dalam *aquascape* dalam hal ini adalah suhu dapat dipantau dengan baik, maka pada penelitian ini dibuat Sistem Monitoring Suhu air pada *Aquascape* Berbasis *Internet of Things* (IoT). Agar dapat memudahkan pemantauan kondisi suhu pada *aquascape*.

II. KAJIAN PUSTAKA

Beberapa penelitian terkait diantaranya penelitian yang dilakukan oleh Riyan Kharisma dan Suryadi Thaha yang berjudul “Rancang Bangun Alat *Monitoring* Dan Penangan Kualitas Air Pada Akuarium Ikan Hias Berbasis *Internet of things* (IOT)” merupakan suatu alat yang dibuat menggunakan *mikrokontroler* NodeMCU Esp8266 dan didukung dengan menggunakan sensor suhu DS18B20 untuk memantau suhu air, sensor pH Meter untuk mengukur kadar asam atau basa dari larutan, dan sensor *Total Dissolved Solids* (TDS) yang berfungsi untuk mendeteksi tingkat kebersihan dari air yang berada di akuarium. Pada hasil dari penelitiannya, alat ini akan menghasilkan *output* yang disampaikan ke *user* dengan menggunakan telegram yang terhubung dengan koneksi internet. Pengujian dari sensor-sensor menghasilkan data yang dapat diakses langsung melalui telegram dengan memberikan perintah yang tersedia, sedangkan untuk pengujian *hardware* terhadap kondisi yang tidak normal akan memberikan notifikasi peringatan otomatis kepada telegram karena kondisi akuarium sedang buruk Pada penelitian ini, masih belum dilengkapi dengan adanya penjadwalan untuk memberi pakan secara otomatis sehingga dapat ditambahkan dan dikembangkan untuk penelitian yang baru [1].

Penelitian yang dilakukan oleh Slamet Indriyanto, Fikra Titan Syifa dan Hanif Aditya Permana dari sebuah jurnal yang berjudul “Sistem *Monitoring* Suhu Air pada Kolam Benih Ikan Koi Berbasis *Internet of things*” dengan menggunakan metode penelitian yang dimulai dari *studi literature* dengan mengumpulkan beberapa jurnal dan buku sebagai referensi, lalu merumuskan permasalahan yang terjadi dalam kondisi tersebut, setelah itu menganalisis kebutuhan untuk dilakukannya perancangan dari *hardware*

dan *software*, untuk mendapatkan hasil bahwa alat dapat berfungsi dengan baik maka dilakukan pengujian dari perancangan *hardware* dan *software* yang telah dibuat, ketika alat telah memberi hasil data yang diinginkan metode yang selanjutnya menganalisis hasil tersebut dan memberikan kesimpulan dari penelitian yang telah dibuat. Komponen *hardware* yang digunakan pada penelitian ini menggunakan *mikrokontroler* NodeMcu Esp8266, lalu sensor suhu menggunakan DS18B20 untuk memantau suhu air setiap waktu, dan relay digunakan sebagai pengendali heater yang terhubung dengan *mikrokontroler*. Sedangkan untuk *software* yang digunakan menggunakan *thingspeak platform* yang *outputnya* berupa grafik dari nilai suhu yang didapatkan. Selanjutnya terdapat 3 pengujian suhu air akuarium dan parameter yang diukur berupa perhitungan *error* dari tingkat akurasi perbandingan suhu DS18B20 dengan *termometer* saat dilakukannya pengujian [6].

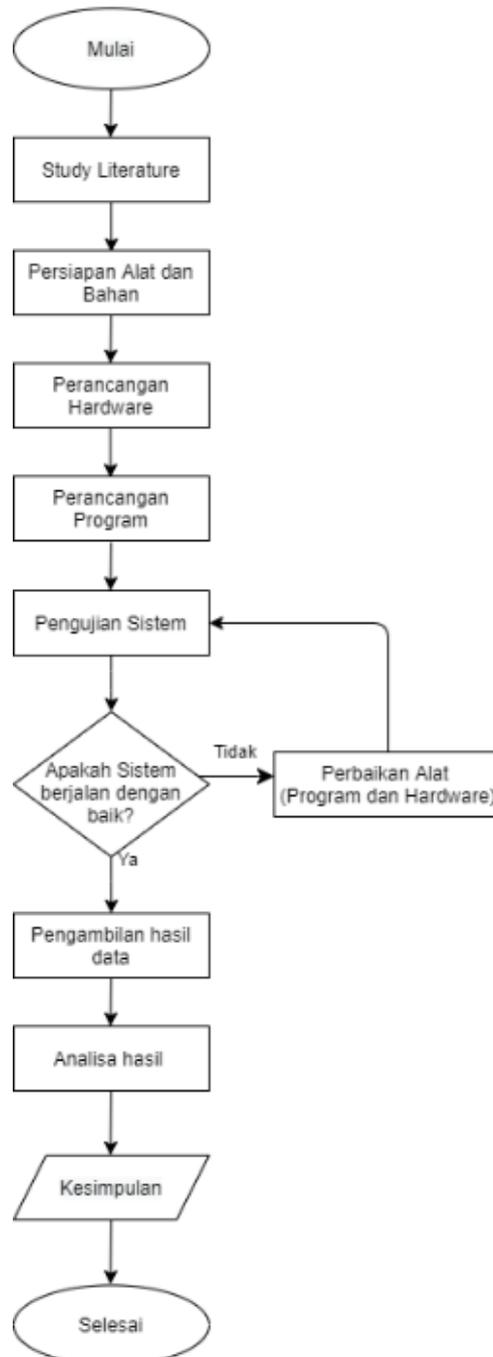
Selanjutnya penelitian yang berjudul “Pengembangan Prototipe Sistem Otomasi Alat Pemberi Makan Ikan Terjadwal Pada Aquarium Berbasis Arduino UNO R3” yang dilakukan oleh Dipo Ahmad Harel, Heny Pratiwi dan Hedy Hermawan. *Mikrokontroler* yang digunakan yaitu arduino Uno R3 dengan menggunakan sensor *humidity* untuk mendeteksi suhu dan kelembaban pada ruang makanan yang akan dimunculkan pada LED. Cara kerja sensor *humadity* adalah ketika makanan dalam kondisi lembab dan sudah tidak renyah maka *buzzer* akan menyala sebagai notifikasi peringatan. Sensor yang lain yaitu sensor *photodiode* yang berfungsi sebagai pendeteksi ruang makanan saat ketersediaan penuh ataupun kosong, kemudian yang terakhir servo sebagai pembuka dan penutup katup pada ruang penyimpanan makanan. Kebutuhan dari penelitian ini diantaranya berupa ruang makanan yang dapat menampung 28,6 gram untuk kebutuhan selama 16 hari, hanya dapat menampung 1 ikan dengan ukuran 30-45 gram yang sehari membutuhkan pakan 1,3 gram. Hasil dari alat pada penelitian ini bekerja dengan cara mengeluarkan makanan dengan komposisi, waktu dan kualitas kesegaran makanan yang sudah di targetkan. Pada penelitian ini, belum dilengkapi dengan adanya pemantauan suhu air dalam aquarium, sehingga dapat dikembangkan dan ditambahkan komponen berupa sensor suhu sebagai pelengkap untuk penelitian yang akan dilakukan oleh penulis [7].

Selanjutnya penelitian Dendy Ramdani, Fahrudin Mukti Wibowo, dan Yoso Adi Seyoko berjudul “Rancang Bangun Sistem Otomatisasi Suhu Dan *Monitoring* pH Air *Aquascape* Berbasis IoT (*Internet of things*) Menggunakan Nodemcu Esp8266 Pada Aplikasi Telegram”. Seperti pada judul dari penelitian ini, *mikrokontroler* yang digunakan adalah Nodemcu Esp8266, didukung dengan komponen sensor suhu DS18B20, sensor pH, NTP *Client Server* dan *software* nya menggunakan aplikasi telegram. Pengujian yang dilakukan oleh sensor-sensor ini diantaranya sensor suhu akan mengambil nilai suhu rentang 25-28 derajat celsius maka *cooling fan* dan lampu akan bekerja, sensor pH yang dibandingkan dengan pH *buffer* dengan menggunakan perbandingan 3 parameter yaitu pH buffer asam, netral dan basa, apabila menghasilkan nilai pH <6 - >8 maka akan di proses dari *mikrokontroler* yang kemudian ditampilkan pada bot telegram, dan yang terakhir pengujian relay atau jadwal waktu dari lampu *aquascape*, NTP *client* yang memberi waktu secara berkala dan penjadwalan lampu menyala selama 8 jam perhari. Rancang bangun alat ini hanya menggunakan telegram sebagai *output* data, sehingga dapat dikembangkan dengan menambahkan adanya *platform* IOT seperti thingspeak ataupun Antares sehingga database dapat tersimpan [8].

Selanjutnya penelitian Hary Eka Putra, Moh Jamil dan Salkin Lutfi dengan judul “Smart Aquarium Berbasis Iot Menggunakan *Raspberry Pi 3*” *Raspberry Pi* merupakan komputer berukuran sebesar kartu kredit yang terhubung ke televisi sebagai *keyBoard*, Bahasa pemrograman yang digunakan pada penelitian ini menggunakan Bahasa pemrograman *python* yang memiliki keunggulan tidak ada batasan dalam mendistribusikannya, *python* dilengkapi dengan *source code*, *debugger* dan *profiler*, fungsi sistem, GUI dan basis datanya. Komponen yang digunakan penelitian ini diantaranya motor servo, relay, *webcam* dan *remote desktop*. Implementasi sistem ini dirancang dengan 2 tampilan sistem kontrol akuarium yang semua pengontrolannya terpusat pada *raspberry* sebagai *eksekutor* untuk memberikan perintah ke semua sensor dan yang kedua tampilan sistem untuk pemantauan akuarium. Pengujian pertama yang dilakukan pengontrolan relay yang akan berfungsi sebagai pengontrol cahaya dan mesin *aerator*, fungsi dari relay ini akan menghidupkan dan mematikan lampu dan *aerator*, pengujian kedua yaitu pengontrolan motor servo untuk memberikan makanan ikan di akuarium, pengujian yang ketiga merupakan pemantauan akuarium dengan menggunakan *webcam* yang akan memberi informasi berupa gambar kemudian ditampilkan dengan tampilan *web*. Pada rancang bangun alat ini, belum dilengkapi dengan sistem pengatur kejernihan air akuarium dan pengukur suhu air akuarium [9].

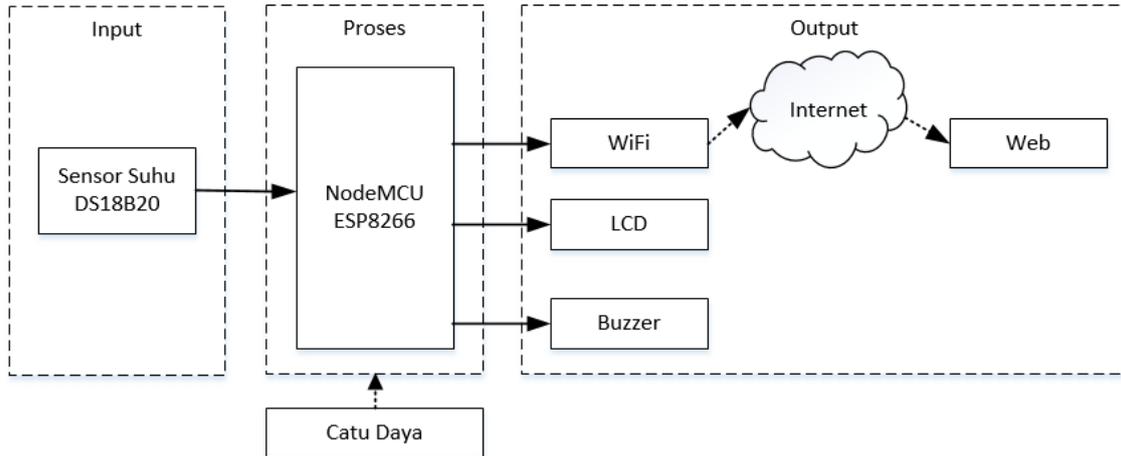
III. METODE PENELITIAN

Alat dan bahan yang digunakan terdiri dari *hardware* dan *software*. Untuk *software* berupa aplikasi Arduino IDE yang didalamnya sudah terinstal beberapa *library* dari sensor yang digunakan. Sedangkan untuk *hardware* yang digunakan adalah Laptop, NodeMCU ESP8266, sensor suhu DS18B20 [10], *buzzer* dan LCD 16x2. NodeMCU digunakan sebagai pengendali dan pengolah data yang dikirim dari sensor, sensor suhu DS18B20 digunakan untuk mendeteksi suhu air *aquascape* agar suhu dapat terpantau setiap waktu, LCD digunakan untuk menampilkan *output* yang akan ditampilkan pada display dengan ukuran 16x2.



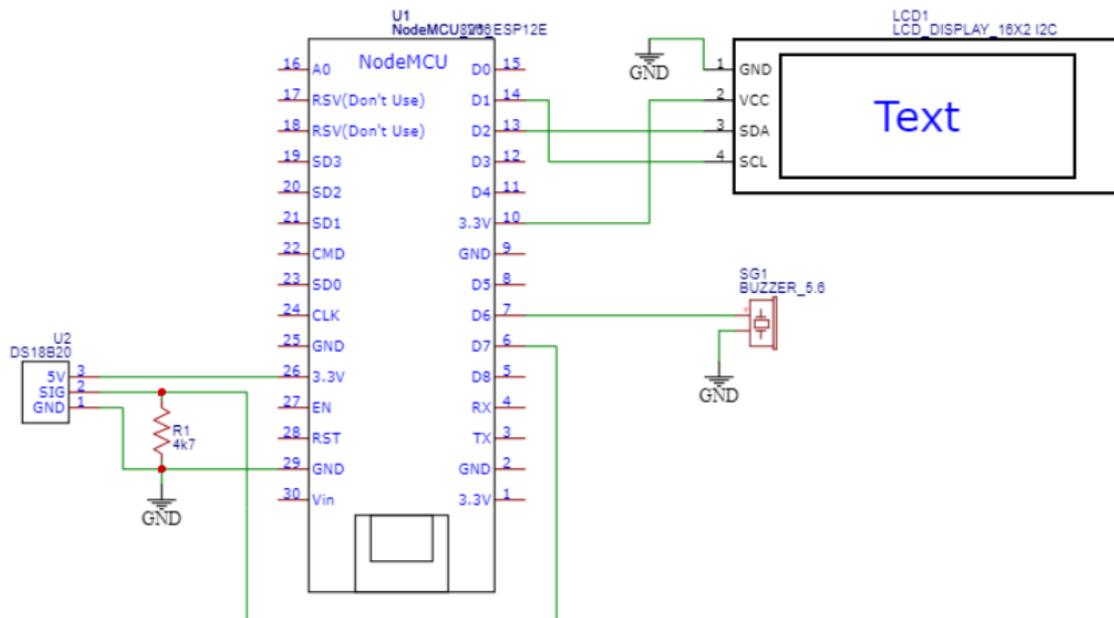
Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Agar penelitian lebih terarah dan sesuai dengan yang diharapkan, maka dibuat diagram alir seperti pada gambar 1. Pertama yaitu dengan melakukan studi literatur, tahap ini mencari dan mempelajari penelitian yang terkait. Selanjutnya mempersiapkan alat dan bahan yang diperlukan seperti mempersiapkan *hardware* dan *software* yang dibutuhkan, lalu memulai untuk perancangan pada *hardware* dan program *software* pada *system*. Selanjutnya menguji *hardware* dan *system* yang telah dirancang, apabila bekerja dengan baik, jika terdapat kendala maka dilakukan perbaikan. Selanjutnya dilakukan pengambilan data dan melakukan analisis, dan yang terakhir adalah pengambilan kesimpulan.



Gambar 2. Blok Diagram

Gambar 2 menunjukkan blok diagram dari sistem monitoring suhu air dalam *aquascape*, sebagai kontroler digunakan NodeMCU ESP8266, sensor suhu DS18B20 ditempatkan didalam air dan digunakan untuk memantau suhu air pada *aquascape*. Data dari sensor suhu ini menjadi input untuk unit proses dalam hal ini adalah NodeMCU 8266. Data yang sudah diolah oleh NodeMCU 8266 kemudian akan ditampilkan pada LCD display dan juga dikirimkan ke website melalui internet. Jika suhu tidak sesuai dengan yang diharapkan maka buzzer akan berbunyi untuk memberikan notifikasi.



Gambar 3. Skematik Diagram Sistem

Skematik diagram memiliki fungsi sebagai gambaran teknis dari sistem yang dibuat dan juga dapat membantu melihat gambaran detail dari sistem. Rangkaian pada gambar 3 merupakan skematik diagram dari sistem yang dibuat. Beberapa komponen disusun seperti *mikrokontroler* Nodemcu ESP8266, sensor suhu DS18B20, *buzzer*, LCD 16x2 dan 1 buah resistor bernilai 4,7k Ohm.

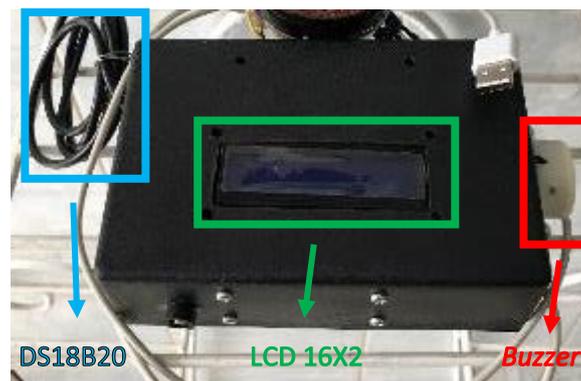
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menjelaskan hasil pengujian yang dilakukan pada sistem monitoring Suhu Air pada *Aquascape* Berbasis *Internet of Things*. Pengujian sensor suhu DS18B20 dilakukan dengan cara membandingkan hasil pengukuran dari sensor dengan termometer digital serta membahas *output* dari alat yang sudah dirancang yang akan ditampilkan dalam bentuk *website*.



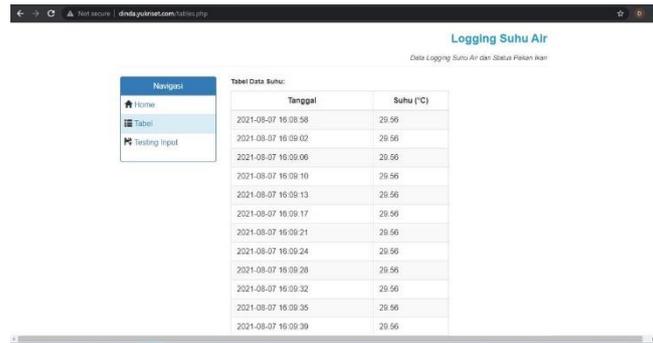
Gambar 4. Implementasi Perangkat pada *Aquascape*

Gambar 4 menunjukkan implementasi perangkat pada *aquascape*, didalamnya terdapat ikan neon tetra, tumbuhan air dan juga diberi ranting kayu untuk mempercantik *aquascape*. Pada bagian atas akuarium terdapat filter sebagai penyaring air.



Gambar 5. Perancangan Alat Keseluruhan

Gambar 5 menunjukkan bagian tampak depan dari perangkat yang telah dibuat dan disatukan dalam 1 wadah dengan ukuran 14x9 cm. pada bagian atas terdapat LCD 16x2 yang digunakan untuk menampilkan nilai suhu. Bagian samping kiri terdapat sensor suhu DS18B20 untuk mendeteksi suhu dalam *aquascape*.



The screenshot shows a web browser window with the URL 'http://localhost:8080/monitoring'. The page title is 'Logging Suhu Air' and the subtitle is 'Data Logging Suhu Air dan Status Pakan Ikan'. On the left, there is a 'Navigator' menu with options: 'Home', 'Tabel', and 'Testing Input'. The main content area displays a table with the following data:

Tanggal	Suhu (°C)
2021-08-07 16:08:56	29.56
2021-08-07 16:09:02	29.56
2021-08-07 16:09:06	29.56
2021-08-07 16:09:10	29.56
2021-08-07 16:09:13	29.56
2021-08-07 16:09:17	29.56
2021-08-07 16:09:21	29.56
2021-08-07 16:09:24	29.56
2021-08-07 16:09:28	29.56
2021-08-07 16:09:32	29.56
2021-08-07 16:09:35	29.56
2021-08-07 16:09:39	29.56

Gambar 6. Tampilan Website Monitoring

Gambar 6 menunjukkan tampilan website dari sistem monitoring suhu pada aquascape. Pada website ini dapat melihat informasi tanggal dan suhu dari *aquascape*.

A. Pengujian Sensor Suhu DS18B20

Pengujian sensor suhu DS18B20 dilakukan dengan cara membandingkan nilai dari sensor suhu dengan *termometer* digital. Sensor suhu DS18B20 digunakan untuk memantau suhu air dalam *aquascape*. Sistem monitoring ini dilakukan dengan membaca nilai suhu air, kemudian data akan ditampilkan pada LCD dan dikirim ke *website*. Pengujian dilakukan dengan 3 skenario, pengujian pertama pada air dingin, pengujian kedua pada air normal, dan pengujian yang ketiga pada air hangat. Ketiganya dilakukan dengan memasukan sensor dan *termometer* pada air yang sama agar nilai suhu yang dihasilkan dapat dihitung keakuratannya.

1. Pengujian pada air dingin

Pengujian sensor Suhu DS18B20 yang pertama dilakukan untuk mengukur suhu air dingin. *Thermometer* digital digunakan sebagai alat pembanding akurasi dengan sensor DS18B20. Seperti pada gambar 7 merupakan gambar saat pengujian sensor suhu DS18B20 yang dibandingkan dengan *thermometer* digital dalam air dingin.



Gambar 7. Pengujian DS18B20 dan *Termometer* pada Air Dingin

Tabel 1. Pengujian Suhu Pada Air Dingin

Tabel Pengujian Suhu Air Dingin				
Pengujian ke-	Nilai <i>Termometer</i> Digital (°C)	Nilai Sensor Suhu (°C)	% <i>Error</i>	% Akurasi
1	16.68	16.94	1.55	98.45
2	16.26	16.31	0.30	99.7
3	15.6	16	2.56	97.44
4	15.6	15.75	0.96	99.04
5	15.43	15.56	0.84	99.16
6	15.31	15.38	0.45	99.55
7	15.26	15.31	0.32	99.68
8	15.14	15.25	0.72	99.28
9	15.11	15.19	0.52	99.48
10	15.02	15.25	1.53	98.47
Rata-rata		15.69	0.98%	99.02%

Hasil pengukuran ditunjukkan pada tabel 1 yang berisi data sebanyak 10 kali pengujian sensor di dalam air dingin. Pada tabel 1 dijelaskan bahwa nilai sensor tiap pengujian berbeda-beda tetapi tetap konsisten dan suhu air tidak berubah secara drastis dengan nilai rata-rata sensor suhu 15.69°C. Kemudian didapatkan hasil dari akurasi sensor suhu DS18B20 yang dibandingkan dengan *thermometer* digital yaitu 99,02% dan % *error* sebesar 0,98%.

2. Pengujian pada air normal

Pengujian sensor Suhu DS18B20 yang kedua dilakukan untuk mengukur suhu air normal. *Thermometer* digital digunakan sebagai alat pembanding akurasi dengan sensor DS18B20. Seperti pada gambar 8 merupakan gambar saat pengujian sensor suhu DS18B20 yang dibandingkan dengan *thermometer* digital dalam air normal.



Gambar 8. Pengujian DS18B20 dan *Termometer* pada Air Normal

Tabel 2. Pengujian Suhu Pada Air Normal

Tabel Pengujian Suhu Air Normal				
Pengujian ke-	Nilai <i>Termometer</i> Digital (°C)	Nilai Sensor Suhu (°C)	% <i>Error</i>	% Akurasi
1	29.21	29.38	0.58	99.42
2	29.16	29.19	0.10	99.9
3	29.03	29.06	0.10	99.9
4	28.89	29	0.38	99.62
5	28.8	28.94	0.48	99.52
6	28.76	28.88	0.45	99.55
7	28.75	28.88	1.37	98.63
8	28.42	28.81	1.69	98.31
9	28.33	28.81	1.69	98.31
10	28.27	28.75	1.69	98.31
Rata-rata		28.97	0.85%	99.15%

Hasil pengukuran ditunjukkan pada tabel 2 yang berisi data sebanyak 10 kali pengujian sensor di dalam air normal. Pada tabel 2 dijelaskan bahwa nilai sensor tiap pengujian berbeda-beda tetapi tetap konsisten dan suhu air tidak berubah secara drastis dengan nilai rata-rata sensor suhu 28,97°C. Kemudian didapatkan hasil dari akurasi sensor suhu DS18B20 yang dibandingkan dengan *thermometer* digital yaitu 99,15% dan % *error* sebesar 0,85%.

3. Pengujian pada air hangat

Pengujian sensor Suhu DS18B20 yang terakhir dilakukan untuk mengukur suhu air hangat. Seperti pada gambar 9 merupakan gambar saat pengujian sensor suhu DS18B20 yang dibandingkan dengan *thermometer* digital dalam air hangat.



Gambar 9. Pengujian DS18B20 dan *Termometer* pada Air Hangat

Tabel 3. Pengujian Suhu Pada Air Hangat

Tabel Pengujian Suhu Air Hangat				
Pengujian ke-	Nilai <i>Termometer</i> Digital (°C)	Nilai Sensor Suhu (°C)	% <i>Error</i>	% Akurasi
1	40	40.31	0.78	99.23
2	40.35	40.63	0.69	99.31
3	40.23	40.81	1.44	98.56
4	40.05	40.44	0.97	99.03
5	39.72	39.88	0.40	99.6
6	39.54	39.69	0.38	99.62
7	39.52	40	1.21	98.79
8	39.71	40.13	1.06	98.94
9	40	40.19	0.47	99.53
10	40.12	40.19	0.17	99.83
Rata-rata		40.23	0.76%	99.24%

Hasil pengukuran ditunjukkan pada tabel 3 yang berisi data sebanyak 10 kali pengujian sensor di dalam air hangat. Pada tabel 3 dijelaskan bahwa nilai sensor tiap pengujian berbeda-beda tetapi tetap konsisten dan suhu air tidak berubah secara drastis dengan nilai rata-rata sensor suhu 40.23°C. Kemudian didapatkan hasil dari akurasi sensor suhu DS18B20 yang dibandingkan dengan *thermometer* digital yaitu 99,24% dan tingkat *error* sebesar 0,76%

V. KESIMPULAN

Hasil pengujian dari sistem monitoring suhu air pada *aquascape* menggunakan sensor suhu DS18B20 telah berjalan dengan baik. Untuk mengetahui *error* dan akurasi dari sensor telah dilakukan pengujian dengan menggunakan tiga skenario pengujian, yaitu pengujian pertama pada air dingin, pengujian kedua pada air normal dan pengujian ketiga pada air hangat. Dari hasil pengujian berdasarkan skenario tersebut didapatkan *error* sebesar 0,98% dengan akurasi 99,02% pada pengujian skenario pertama, *error* sebesar 0,85% dengan akurasi 99,15% pada pengujian skenario kedua dan *error* sebesar 0,76% dengan akurasi 99,24% pada pengujian skenario ketiga.

REFERENSI

- [1]. R. Kharisma and S. Thaha, "Rancang Bangun Alat Monitoring Dan Penanganan Kualitas Air Pada Akuarium Ikan Hias Berbasis Internet Of Things (IOT)," JURNAL TEKNIK ELEKTRO DAN KOMPUTER TRIAC, vol. 7, no. 2, 2020.
- [2]. A. O. Sudrajat, "Pemeliharaan Induk Ikan Tetra," in BUDIDAYA IKAN HIAS JENIS TETRA, Departemen Pendidikan Nasional, 2003, pp. 1-31.
- [3]. J. Akbar, "Budi Daya Perairan," in *Pengantar Ilmu Perikanan dan Kelautan*, Banjarmasin, Mr Arief Mirathan, 2016, pp. 1-82.
- [4]. T. Widjaja, *Aquascape, Pesona Taman dalam Akuarium*, Jakarta: PT. AgroMedia Pustaka, 2013.
- [5]. R. R. Rajessa and H. Kutanto, "Visualisasi Pada Dokumenter Aquascape Sebagai Media Pembelajaran Budidaya Tanaman Air," PANTAREI, vol. 2, no. 2, 2018.
- [6]. S. Indriyanto, F. T. Syifa and H. A. Permana, "Sistem Monitoring Suhu Air pada Kolam Benih Ikan Koi Berbasis Internet of Things," Jurnal Telekomunikasi, Elektronika, Komputasi, dan Kontrol, vol. 6, no. 1, pp. 10-19, 2020.
- [7]. H. D. Ahmad, P. Heny and H. Hendi, "Pengembangan Prototipe Sistem Otomasi Alat Pemberi Mkan Ikan Terjadwal Pada Aquarium Berbasis Arduino UNO R3," Widayaka, vol. 5, no. 2, pp. 2337-7313, 2018.
- [8]. D. Ramdani, F. M. Wibowo and Y. A. Setyoko, "Rancang Bangun Sistem Otomasi Suhu Dan Monitoring pH Air Aquascape Berbasis IoT (Internet Of Thing) Menggunakan Nodemcu Esp8266 Pada Aplikasi Telegram," JURNAL OF INISTA, vol. 3, no. 1, pp. 59-68, 2020.
- [9]. P. H. Eka, M. Jamil and L. Salkin, "SMART AKUARIUM BERBASIS IoT MENGGUNAKAN RASPBERRY PI 3," Jurnal Informatika dan Ilmu Komputer, vol. II, no. 2, pp. 60-66, 2019
- [10]. HK Shan Hai Group Limited, DS18B20 Waterproof Temperature Sensor Cable DataSheet [Online], Available: https://www.terraelectronica.ru/pdf/show?pdf_file=/z/Datasheet/1/1420644897.pdf