

ANALISIS PERFORMANSI PROTOKOL MQTT PADA SISTEM KONTROL HIDROPONIK TANAMAN PAKCOY

PERFORMANCE ANALYSIS OF MQTT PROTOCOL IN PAKCOY HYDROPONIC CONTROL SYSTEMS

Muhammad Fuadi Sururuzzaman¹, Rendy Munadi², Arif Indra Irawan³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹sururuzzaman@students.telkomuniversity.ac.id, ²rendymunadi@telkomuniversity.ac.id,

³arifirawan@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Kultur hidroponik merupakan metode penanaman tanaman tanpa menggunakan media tumbuh dari tanah. Sistem otomatis pada hidroponik memiliki kemudahan dalam pengontrolan perkembangan tumbuhan dan kebutuhan akan nutrisi yang cukup agar tumbuhan bisa tumbuh dengan baik. Komunikasi antar perangkat menggunakan protokol MQTT dengan menggunakan model Publish/Subscribe. Pada paper ini akan membahas performansi protokol MQTT. Pengujian dilakukan dengan melakukan pengukuran nilai delay, throughput, reliability dan availability yang diperoleh dari 3 kondisi jam kosong, jam normal, jam sibuk. Serta pada pengujian perangkat dengan melakukan pengukuran sensor TDS dan sensor ultrasonik. Hasil pengujian menunjukkan pada jam kosong memiliki delay 180 ms dan throughput 17,6 Kbps. Pada kondisi jam normal memiliki delay 210 ms dan throughput 15,5 Kbps. Pada kondisi jam sibuk memiliki delay 190 ms dan throughput 15,7 Kbps. Serta hasil pengukuran sensor TDS kondisi stabil berada di 900 ppm.

Kata kunci : Hidroponik, MQTT, IoT, Quality of Service, Pakcoy.

Abstract

Hydroponic culture is a method of planting plants without using growing media from the soil. Automatic systems on hydroponics simplify in controlling the development of plants and the need for plants that can grow well. Communication between devices uses the MQTT protocol using the Publish / Subscription model. In this paper, the MQTT protocol performance will be discussed. Testing is done by measuring the value of the delay, throughput, reliability, and availability obtained from 3 conditions of empty hours, normal hours, rush hours. Then in testing the device by measuring the TDS sensor and ultrasonic sensor. Test results show that empty hours have a delay of 180 ms and throughput of 17.6 Kbps. Under normal clock conditions, it has a delay of 210 ms and throughput of 16.2 Kbps. During rush hour conditions it has a delay of 190 ms and throughput of 15.7 Kbps. The measurement results of the TDS sensor are stable at 900 ppm.

Keyword : Hydroponic, MQTT, IoT, Quality of Service, Pakcoy.

1. Pendahuluan

Kultur hidroponik adalah metode penanaman tanaman tanpa menggunakan media tumbuh dari tanah. Secara harfiah hidroponik berarti penanaman dalam air yang mengandung campuran hara. Dalam praktek sekarang ini, hidroponik tidak terlepas dari penggunaan media tumbuh lain yang bukan tanah sebagai penopang pertumbuhan tanaman [1]. Jenis metode yang digunakan sangatlah beragam antara lain *Nutrient Film Technique (NFT)*, *Deep Flow Technique (DFT)*, sistem *drip*, sistem *wick*, dan sebagainya. Dengan menggunakan metode tersebut tumbuhan dapat tumbuh dan berkembang dengan baik karena nutrisi yang digunakan mudah dikontrol di dalam air sehingga akar tanaman dapat langsung menyerap nutrisi yang larut di dalam air. Keuntungan paling penting dari bertanam secara hidroponik adalah hasil produksinya yang sehat [13].

Seiring dengan menipisnya lahan pertanian dan meningkatnya lahan permukiman, hidroponik dapat digunakan sebagai solusi bagi masyarakat di perkotaan yang memiliki lahan yang sempit dan memiliki waktu yang tidak banyak mengetahui tentang bercocok tanam. Hidroponik harus membutuhkan perhatian khusus seperti memperhatikan ketersediaan air di tandon penampungan, ketersediaan nutrisi, dan pH air. Dari beberapa survey yang telah dilakukan, perkebunan hidroponik ini menggunakan sistem NFT, peralatan dan pengecekan nutrisi, air, dan pH air dilakukan secara manual. Dan narasumber mengharapkan adanya teknologi yang membantu mereka untuk mengontrol perkebunan hidroponik yang efisien dan otomatis.

Dari kekurangan metode manual yang ada selama ini, maka dibuatlah sistem kontrol hidroponik menggunakan wemos D1 mini sebagai mikrokontroler, sensor TDS sebagai pendeteksi nutrisi dan sensor ultrasonik sebagai pendeteksi ketinggian air tandon. Sistem kontrol hidroponik memiliki proses kontrol tandon hidroponik secara otomatis sehingga dapat mengalirkan air nutrisi secara optimal ke tanaman hidroponik.

MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*) merupakan protokol yang mendukung konektivitas *internet of things*, MQTT menggunakan konsep *publish/subscribe*. Prinsip dari model komunikasi *publish/subscribe* yaitu beberapa komponen yang menginginkan sejumlah informasi yang sesuai dengan topik mereka inginkan dengan cara mendaftarkan topik apa yang diinginkan yang disebut dengan *subscribe*. Komponen lain memberikan informasi terkait dengan topik yang diinginkan oleh *subscriber* dengan cara melakukan *publish* informasi, komponen tersebut disebut *publisher*.

Berdasarkan permasalahan diatas, maka penelitian ini diimplementasikan sistem kontrol hidroponik yang berbasis IoT dengan menggunakan protokol MQTT. yang terhubung dengan mikrokontroler, sensor ultrasonik, relay, dan sensor TDS, yang berfokus pada analisa performansi QoS. IoT (*Internet of Things*) adalah teknologi yang terhubung ke beberapa sensor dan perangkat menggunakan jaringan internet [10].

2. Dasar Teori

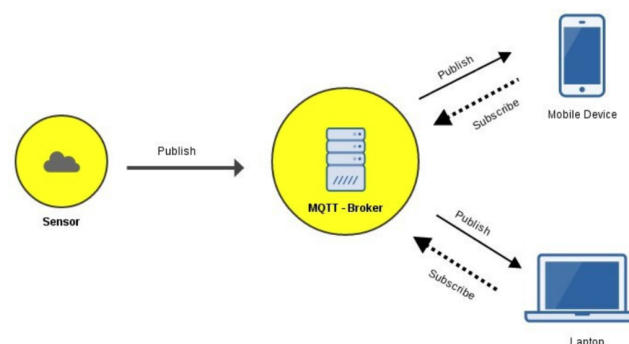
2.1 Hidroponik

Budidaya hidroponik merupakan budidaya menanam tanpa menggunakan tanah sebagai media tanam. Hidroponik berasal dari bahasa Yunani. Hidroponik terdiri dari dua suku kata, *hydro* yang berarti air dan *ponos* yang berarti kerja. Jadi, hidroponik dapat diartikan sebagai bercocok tanam dengan menggunakan air, nutrisi dan oksigen. Kultur hidroponik adalah metode penanaman tanaman tanpa menggunakan media tumbuh dari tanah. Secara harfiah hidroponik berarti penanaman dalam air yang mengandung campuran hara. Dalam praktek sekarang ini, hidroponik tidak terlepas dari penggunaan media tumbuh lain yang bukan tanah sebagai penopang pertumbuhan tanaman [12].

Menurut beberapa pakar hidroponik mengemukakan beberapa kelebihan dan kekurangan sistem hidroponik dibandingkan dengan pertanian konvensional [12]. Kelebihan sistem hidroponik yaitu penggunaan lahan lebih efisien, tanaman berproduksi tanpa menggunakan tanah, tidak ada resiko untuk penanaman terus menerus sepanjang tahun, kuantitas dan kualitas produksi lebih tinggi dan lebih bersih, penggunaan pupuk dan air lebih efisien, periode tanam lebih pendek, dan pengendalian hama dan penyakit lebih mudah. Kekurangan sistem hidroponik yaitu membutuhkan modal besar, pada "*Close Sistem*" (nutrisi disirkulasi), jika ada tanaman yang diserang patogen maka dalam waktu yang sangat singkat seluruh tanaman akan terkena serangan tersebut, dan pada kultur substrat, kapasitas memegang air substrat lebih kecil daripada media tanah, sedangkan pada kultur air volume air jumlah nutrisi sangat terbatas sehingga akan menyebabkan pelayuan tanaman yang sangat cepat dan stres yang serius.

2.2 MQTT

MQTT (*Message Queue Telemetry Transport*) adalah protokol yang berjalan diatas TCP/IP. MQTT menggunakan metode *publish/subscribe message*. Perangkat yang melakukan *publish message* dikenal dengan sebutan *publisher* sedangkan perangkat yang melakukan *subscribe* dikenal dengan sebutan *subscriber*. Perangkat *publisher* dan *subscriber* terhubung satu sama lain melalui penghubung yang disebut *broker*. Ketika *publisher* mengirimkan pesan, pesan tersebut akan dikirim kepada *broker* terlebih dahulu, kemudian akan diteruskan kepada *subscriber* [7].



Gambar 2.1 Proses kerja MQTT

Keuntungan dari sistem *publish/subscribe* adalah antara sumber pengirim data (*publisher*) dan penerima data (klien) tidak saling mengetahui karena ada broker diantara keduanya yang disebut *space decoupling* dan yang lebih penting lagi yaitu adanya *time decoupling* dimana *publisher* dan klien tidak perlu terkoneksi secara bersamaan, misalnya klien bisa saja *disconnect* setelah melakukan *subscribe* ke broker dan beberapa saat kemudian klien *connect* kembali ke broker dan klien tetap akan menerima data yang terunda sebelumnya proses ini dikenal dengan mode *offline* [3].

2.3 Quality of Service

QoS (Quality of Service) merupakan metode pengukuran tentang seberapa baik jaringan dan merupakan suatu usaha untuk mendefinisikan karakteristik dan sifat dari satu servis. QoS digunakan untuk mengukur sekumpulan atribut kinerja yang telah dispesifikasikan dan diasosiasikan dengan suatu servis. Analisis jaringan menggunakan QoS (Quality of Service) khususnya adalah *latency* dan *throughput* mampu memberikan analisis jaringan yang baik, dimana aspek ini yang sering digunakan didalam analisis jaringan. QoS didefinisikan sebagai sebuah mekanisme atau cara yang memungkinkan layanan dapat beroperasi sesuai dengan karakteristiknya masing-masing dalam jaringan IP (*Internet Protocol*) [15].

2.3.1 Delay

Delay adalah lamanya waktu yang diperlukan suatu paket data untuk dikirim pada penerima maupun sebaliknya. *Delay* dipengaruhi oleh jarak, media fisik, dan juga waktu proses. Saat nilai *delay* besar, maka jaringan yang digunakan sedang dalam kondisi sibuk atau juga kapasitas sebuah jaringan yang kecil. Menurut standar ITU-T G.1010 *delay* dapat dikategorikan menjadi 4 kategori yang dapat dilihat pada tabel 1.

Rumus menghitung *delay* dapat dilihat pada persamaan 1:

$$\text{Rata - Rata Delay} = \frac{\text{Total Delay}}{\text{Total Paket yang diterima}} \quad (2.1)$$

Tabel 1 standar ITU-T G.1010 *delay* [8]

Kategori Delay	Besar Delay
<i>Excellent</i>	<150 ms
<i>Good</i>	150 – 300 ms
<i>Poor</i>	300 – 450 ms
<i>Unnacceptable</i>	>450 ms

2.3.2 Throughput

Throughput adalah kecepatan rata – rata yang diterima suatu node dalam selang waktu tertentu. *Throughput* biasanya diukur dalam satuan bit per detik (bps) atau bisa juga dalam per satuan waktu. Jika nilai *Throughput* tinggi, maka suatu jaringan memiliki performa yang baik.

Rumus menghitung *Throughput* dapat dilihat pada persamaan 2:

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Jumlah data yang dikirim}}{\text{Waktu pengiriman data}} \quad (2.2)$$

2.3.3 Reliability dan Availability

Reliability dapat diartikan sebagai kemungkinan pada suatu sistem untuk memenuhi fungsi tertentu pada kondisi dan waktu yang ditentukan. *Reliability* bisa dapat dirumuskan sebagai berikut:

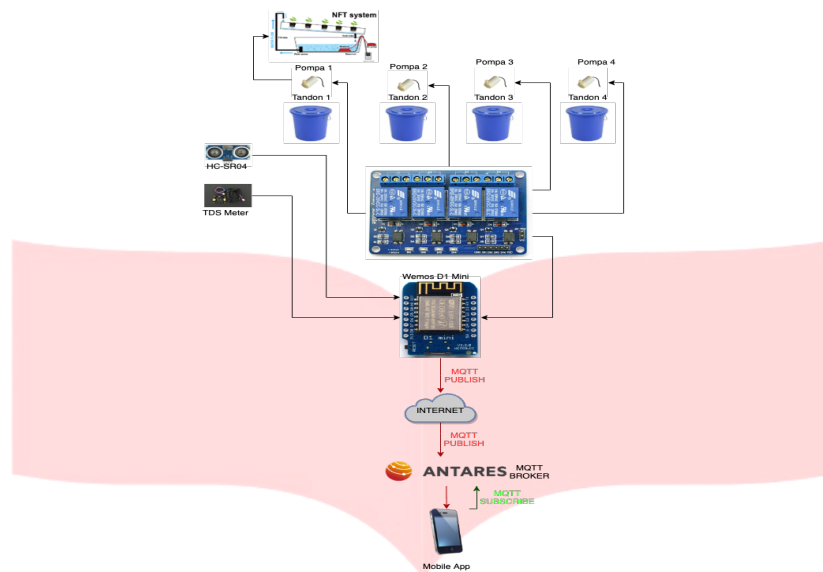
$$\text{Reliability} = \frac{(\text{Uptime} - \text{Downtime})}{\text{Uptime}} \quad (2.3)$$

Maksud *Uptime* diatas adalah total waktu dalam kondisi berhasil, sedangkan *downtime* adalah total waktu dalam kondisi gagal.

Availability merupakan kemungkinan suatu sistem siap untuk beroperasi pada waktu yang dibutuhkan

$$Availability = \frac{Uptime}{Uptime + Downtime} \quad (2.4)$$

2.4 Diagram Sistem Kerja



Gambar 2.2 Gambaran Umum Sistem

Penjelasan gambar 3.2 sebagai berikut:

1. Pompa 1 dan tandon 1 merupakan tandon utama akan mengalirkan campuran nutrisi hidroponik ke sistem hidroponik.
2. Pompa 2 dan tandon 2 merupakan tandon air baku akan mengalirkan air baku ke tandon 1.
3. Pompa 3 dan tandon 3 merupakan tandon nutrisi A hidroponik akan mengalirkan nutrisi ke tandon 1.
4. Pompa 4 dan tandon 4 merupakan tandon nutrisi B hidroponik akan mengalirkan nutrisi ke tandon 1.
5. Sensor ultrasonik dan sensor TDS yang dihubungkan dengan Wemos D1 mini akan membaca hasil tinggi air tandon dan hasil kepekatan nutrisi pada tandon 1.
6. Wemos D1 mini sebagai mikrokontroler mengirimkan data ke server antares melalui MQTT broker antares dengan topik yang telah dibuat. Proses ini disebut MQTT publish.
7. User akan menerima data dari MQTT broker apabila ada pesan yang masuk ke MQTT broker sesuai dengan topik yang telah dibuat.

2.5 Pengujian Sistem

Untuk mengetahui apakah sistem ini bekerja maka dibutuhkan pengujian sistem. Pengujian tersebut dibagi menjadi dua, yaitu pengujian pada jaringan dan pengujian pada perangkat. Untuk pengujian pada jaringan, parameter yang digunakan adalah *Quality of Services (QoS)* sistem tersebut yang meliputi *delay*, *throughput*, *reliability*, dan *availability*. Sedangkan untuk pengujian pada perangkat, parameter yang digunakan persentase eror sensor yang digunakan.

Pada pengujian QoS, penulis membagi pengujian menjadi 5 skenario yaitu pengujian *delay* dan *throughput* pada kondisi jam kosong, kondisi jam normal, kondisi jam sibuk, pengujian *reliability* dan *availability* pada.

a) Kondisi Jam Kosong

Skenario yang dilakukan pada jam kosong adalah sebagai berikut:

- 1) Waktu pengujian dilakukan pada rentang jam 01.00 WIB – 03.00 WIB
- 2) Dilakukan pengambilan sebanyak 100 data.
- 3) Pengambilan data dilakukan pada 3 hari dan diambil hasil rata-rata.
- 4) Pengujian diukur ketika *microcontroller* mengirimkan data dan diterima oleh aplikasi android.
- 5) Pengujian dilakukan dengan pengiriman data hasil sensor dari *microcontroller* ke MQTT broker kemudian dikirim ke aplikasi android.
- 6) Pengujian dilakukan dengan mengukur *delay* dan *throughput* menggunakan aplikasi wireshark.
- 7) Pengujian dilakukan dengan menggunakan jaringan 4G.

b) Kondisi Jam Normal

Skenario yang dilakukan pada jam normal adalah sebagai berikut:

- 1) Waktu pengujian dilakukan pada rentang jam 12.00 WIB – 14.00 WIB

- 2) Dilakukan pengambilan sebanyak 100 data.
 - 3) Pengambilan data dilakukan pada 3 hari dan diambil hasil rata-rata.
 - 4) Pengujian diukur ketika *microcontroller* mengirimkan data dan diterima oleh aplikasi android.
 - 5) Pengujian dilakukan dengan pengiriman data hasil sensor dari *microcontroller* ke MQTT broker kemudian dikirim ke aplikasi android.
 - 6) Pengujian dilakukan dengan mengukur *delay* dan *throughput* menggunakan aplikasi wireshark.
 - 7) Pengujian dilakukan dengan menggunakan jaringan 4G.
- c) Kondisi Jam Sibuk
Skenario yang dilakukan pada jam sibuk adalah sebagai berikut:
- 1) Waktu pengujian dilakukan pada rentang jam 19.00 WIB – 22.00 WIB
 - 2) Dilakukan pengambilan sebanyak 100 data.
 - 3) Pengambilan data dilakukan pada 3 hari dan diambil hasil rata-rata.
 - 4) Pengujian diukur ketika *microcontroller* mengirimkan data dan diterima oleh aplikasi android.
 - 5) Pengujian dilakukan dengan pengiriman data hasil sensor dari *microcontroller* ke MQTT broker kemudian dikirim ke aplikasi android.
 - 6) Pengujian dilakukan dengan mengukur *delay* dan *throughput* menggunakan aplikasi wireshark.
 - 7) Pengujian dilakukan dengan menggunakan jaringan 4G.
- d) Skenario Pengujian *Reliability*
Pada pengukuran *reliability* dilakukan pengiriman informasi dari wemos ke server Antares dimana pengujian yang dilakukan adalah dengan mengirimkan pesan sebanyak 20 kali dengan selang waktu 5 jam dalam setiap pengirimannya.
- e) Skenario Pengujian *Availability*
Pada pengukuran *availability* dilakukan pengiriman informasi dari wemos ke server Antares dimana pengujian yang dilakukan adalah dengan mengirimkan pesan sebanyak 30 kali dengan selang waktu yang *random*.

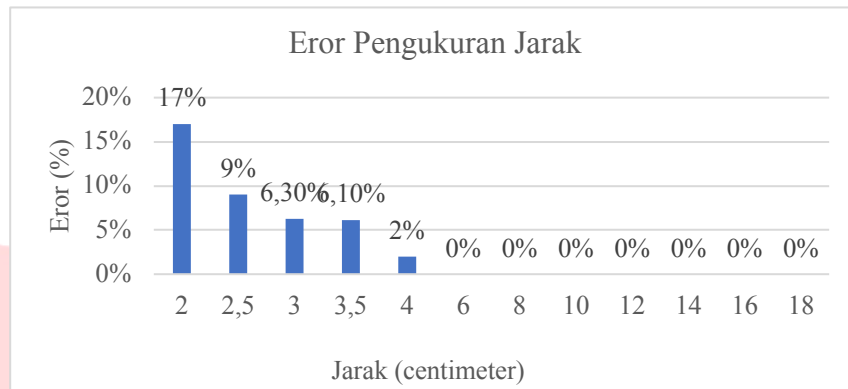
2.6 Pengujian Perangkat

Pada skenario pengujian perangkat dilakukan dengan melakukan pengambilan data pengukuran persentase eror dari sensor ultrasonik dan sensor TDS.

- a) Pengujian Sensor Ultrasonik
Pada pengujian sensor ultrasonik akan dilakukan sebagai berikut:
- 1) Pengambilan 100 pengukuran dari 12 parameter yaitu, 18 cm, 16 cm, 14 cm, 12 cm, 10 cm, 8 cm, 6 cm, 4 cm, 3,5 cm, 3 cm, 2,5 cm, dan 2 cm.
 - 2) Pengambilan hasil rata-rata dari 100 pengambilan pengukuran.
 - 3) Perhitungan hasil persentase eror pada masing-masing parameter.
- b) Pengujian Sensor TDS
Pada pengujian sensor TDS akan dilakukan sebagai berikut:
- 1) Pengambilan 1 jam pengukuran dari 3 parameter yaitu, 800 ppm, 850 ppm, dan 900 ppm.
 - 2) Pengambilan data dilakukan setiap 1 jam selama 3 hari.
 - 3) Pengambilan hasil rata-rata setiap 10 menit.
- c) Pengujian sistem hidroponik
Pada pengujian sistem hidroponik akan dilakukan sebagai berikut:
- 1) Mengatur ketinggian air kurang dari 12 cm dan kepekatan nutrisi diantara 800 ppm sampai 900 ppm, kemudian pompa utama akan menyala.
 - 2) Mengatur ketinggian air lebih dari 12 cm, kemudian pompa air baku akan menyala sampai ketinggian air kurang dari 12cm.
 - 3) Mengatur kepekatan nutrisi kurang dari 800 ppm, kemudian pompa nutrisi A dan nutrisi B akan menyala sampai kepekatan nutrisi diantara 800 ppm sampai 900 ppm.
 - 4) Mengatur kepekatan nutrisi lebih dari 900 ppm, kemudian pompa air baku akan menyala sampai kepekatan nutrisi diantara 800 ppm sampai 900 ppm

3. Pembahasan

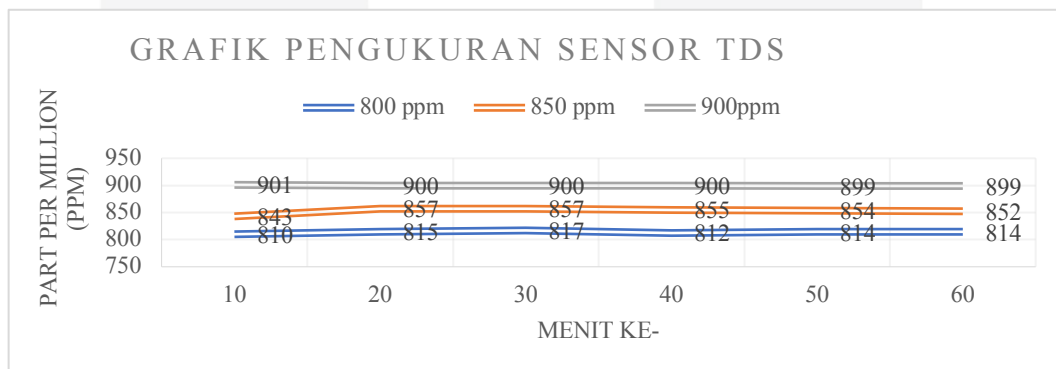
3.1 Pengujian Sensor Ultrasonik



Gambar 3.1 Grafik Eror Pengukuran Jarak

Pada gambar 3.1 kesalahan pengukuran tertinggi terjadi pada jarak pengukuran 2 cm, sedangkan pada jarak 6 cm sampai 18 cm tidak ditemukan kesalahan pengukuran. Selain itu, peneliti juga mengukur eror pada jarak 1 cm, ditemukan hasil bahwasanya pengukuran pada jarak 1 cm memiliki presentase eror mencapai 1302%, hal tersebut terjadi dikarenakan sensor HCSR-04 memiliki jarak pengukuran minimum pada jarak 2 cm, sehingga ketika pengukuran dilakukan pada jarak kurang dari 2 cm maka presentase eror yang dihasilkan sangat tinggi. Pada gambar 3.1 dapat disimpulkan semakin dekat jarak pengukuran maka akan semakin besar kesalahan pada jarak pengukuran. Hal ini dapat diakibatkan oleh adanya gangguan, baik gangguan udara maupun suhu dalam proses propagasi gelombang ultrasonik, serta pengaruh terhadap penyimpanan alat yang dapat menyebabkan kesalahan dalam pengukuran.

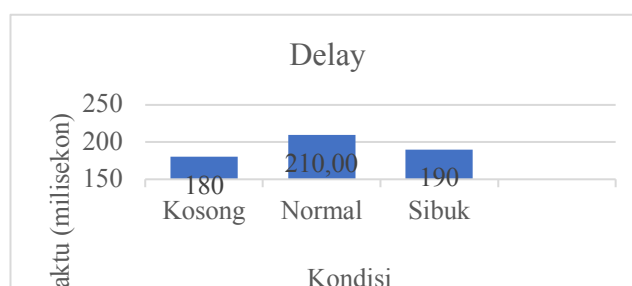
3.2 Pengukuran Sensor TDS



Gambar 3.2 Grafik Eror Pengukuran Sensor TDS

Pada gambar 4.3 Terdapat 3 parameter pengukuran yaitu 800 ppm, 850 ppm, dan 900 ppm. Pada pengukuran 800 ppm didapatkan angka pengukuran tertinggi yaitu pada 817 ppm. Pada pengukuran 850 ppm didapatkan angka pengukuran tertinggi yaitu pada 857 ppm dan angka terendah pada 843 ppm. Pada pengukuran 900 ppm didapatkan angka tertinggi pada 901 ppm dan angka terendah pada 899 ppm. Pengaruh pengukuran kepekatan nutrisi dipengaruhi oleh kondisi air dan suhu, jika pengukuran dilakukan pada air diam maka hasil pengukuran akan cenderung stabil, sedangkan jika pengukuran dilakukan pada air yang bergerak maka hasil pengukuran akan ber-ubah ubah sehingga menimbulkan tingkat kesalahan yang tinggi. Hal tersebut terjadi karena kualitas sensor yang digunakan pada pengujian merupakan kualitas rendah yang tercantum pada *website* produk bahwa akurasi sekitar 10% dan maksimum pengukuran pada 1000 ppm.

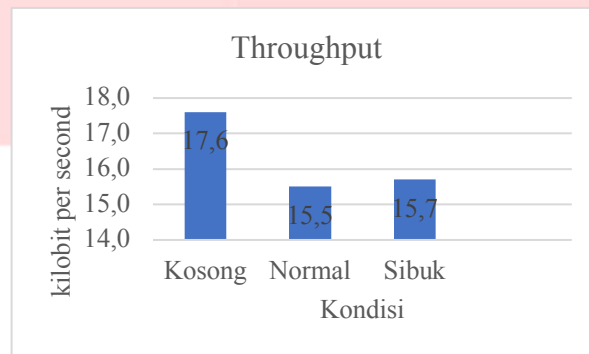
3.3 Pengujian Delay



Gambar 3.3 Grafik Pengukuran *Delay*

Dari gambar 3.3 dapat disimpulkan dari tiga kondisi bahwa pada jam kosong memiliki *delay* sebesar 180 ms, pada jam normal memiliki *delay* sebesar 210 ms, pada jam sibuk memiliki *delay* sebesar 190 ms. Ketiga parameter diatas dipengaruhi oleh pemakaian *bandwidth*, semakin besar penggunaan *bandwidth* maka semakin besar *delay*. Pemakaian *bandwidth* dipengaruhi oleh semakin banyak aktivitas yang terjadi sehingga *bandwidth* yang tersisa untuk pengiriman data akan menjadi sedikit sehingga menyebabkan *delay* semakin besar. Pada pengukuran ini, penulis menggunakan jaringan 4G sehingga kualitas jaringan tergantung pada trafik BTS tempat pengujian. Menurut standart *TIPHON delay* yang didapatkan termasuk kategori bagus sehingga data masih dapat dikirimkan dengan baik.

3.4 Pengujian Throughput



Gambar 3.4 Grafik Pengukuran *Throughput*

Dari gambar 3.4 dapat disimpulkan dari tiga kondisi bahwa pada jam kosong memiliki *throughput* sebesar 17,6 Kbps pada jam normal memiliki *throughput* sebesar 15,5 Kbps, pada jam sibuk memiliki *throughput* sebesar 15,7 Kbps. *Throughput* terendah terjadi pada kondisi jam sibuk dikarenakan penggunaan *bandwidth* pada aktivitas lain semakin besar sehingga jalur yang dilalui untuk pengiriman data semakin kecil. Begitu juga pada kondisi jam kosong memiliki *throughput* tertinggi karena rendahnya aktivitas sehingga jalur yang dilalui untuk pengiriman data semakin besar.

3.5 Pengujian Availability

$$Reliability = \frac{(Uptime - Downtime)}{Uptime} = \frac{(20 - 0)}{20} = 1 \quad (3.1)$$

Pada 20 kali percobaan pengiriman yang dikirim setiap 5 jam berhasil terkirim semua. Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan rumus 3.1 dapat disimpulkan bahwa *reliability* sistem mendapatkan angka 1 yang berarti semua data berhasil terkirim. Artinya *Reliability* pada kondisi tersebut adalah 100%. Hal tersebut dikarenakan selama wemos terhubung dengan internet maka program dapat berjalan dengan baik.

3.6 Pengujian Reliability

$$Availability = \frac{Uptime}{Uptime + Downtime} = \frac{30}{(30 + 0)} = 1 \quad (3.2)$$

Pada pengujian *availability* menunjukkan bahwa Antares memiliki ketersediaan yang baik terlihat dari hasil pengiriman data dengan waktu yang *random*, server mampu menerima data dengan baik dan 100% diterima. Berdasarkan hasil perhitungan pada rumus 3.2 mendapatkan hasil *Availability* sebesar 1 yang berarti ketersediaan sistem tersebut mencapai 100%.

4 Kesimpulan

Setelah dilakukan pengujian dan analisis terhadap sistem yang dirancang, maka penulis memperoleh beberapa kesimpulan dan saran agar penelitian dapat terus dikembangkan. perangkat HidroponikKu dapat berfungsi secara optimal. Beberapa pengaruh yang dapat mengurangi kinerja perangkat secara optimal yaitu pengaruh suhu sekitar dan penggunaan ukuran tandon yang kecil. Pada pengujian ini, penggunaan *Green House* atau tempat yang teduh dalam implementasi dapat mempengaruhi hasil pengujian, serta penempatan sensor TDS yang sesuai dapat menghasilkan pengukuran nutrisi yang stabil, sehingga kebutuhan nutrisi pada tanaman dapat terpenuhi secara maksimal. Pengukuran eror sensor ultrasonik tertinggi pada jarak 2 cm mencapai 17%. Pengukuran eror sensor TDS menunjukkan bahwa hasil pengukuran sensor TDS paling stabil berada pada

kepekatan nutrisi 900 ppm. Pengujian delay menunjukkan bahwa *delay* rata-rata kondisi jam normal mengalami delay paling besar yaitu 210 ms dibandingkan dengan kondisi jam kosong 180 ms dan kondisi jam sibuk 190 ms. Hasil delay tersebut masih dikategorikan Good menurut standar ITU-T G.1010. Nilai *throughput* terbesar terjadi pada kondisi jam kosong sebesar 17,6 kbps, kondisi jam normal sebesar 15,5 kbps, dan kondisi jam sibuk sebesar 15,7 kbps. Nilai *Reliability & Availability* pada saat pengiriman informasi dari wemos ke antares memiliki nilai 100% dengan skenario yang telah ditentukan.

Daftar Pustaka:

- [1] R. Rosliani dan N. Sumarni, *Budidaya Tanaman Sayuran dengan Sistem Hidroponik*, Lembang: Balai Penelitian Tanaman Sayuran, 2005.
- [2] Anonim, "Dasar Sistem Hidroponik dan Bagaimana Sistem Hidroponik Tersebut Bekerja (Bagian 6): Nutrient Film Technique (NFT)" [Online]. Available: <https://klinikhidroponik.com/dasar-sistem-hidroponik-dan-bagaimana-sistem-hidroponik-tersebut-bekerja-bagian-6-nutrient-film-technique-nft/> [Diakses 31 Oktober 2019]
- [3] M. Chernyshev, Z. Baig, O. Bello, and S. Zeadally, "Internet of Things (IoT): Research, Simulators, and Testbeds," *IEEE Internet of Things Journal.*, Vol. 5, No. 3, Pp. 1637–1647, 2018.
- [4] S. Teguh, *Rahasia Sukses Budi Daya Tanaman Dengan Metode Hidroponik*. Depok: Bibit Publisher, 2015.
- [5] Ilham, Firta, "Analisis Performansi QoS MQTT Pada Sistem Monitoring Sungai" e-Proceeding of Engineering: Vol.6, No.1, ISSN. 2355-9365, 2019.
- [6] Anonim, "Mengenal MQTT" [Online]. Available: <https://medium.com/pemrograman/mengenal-mqtt-998b6271f585> [Diakses 31 Oktober 2019]
- [7] Wulandari, Tika, "Analisis QoS (Quality of Service) Pada Jaringan Internet (Studi Kasus : UPT Loka Uji Teknik Penambangan Jampang Kulon-Lipi)". *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi.*, Vol. 2, No. 2, e-ISSN. 2443-2229, 2016.
- [8] Arini, Lintang, "Pengontrol Sirkulasi Air Untuk Hidroponik Berbasis IoT". *E-Proceeding of Applied Science : Vol.4, No.3, ISSN: 2442-5826*, 2018.
- [9] S. Ruengittinun, S. Phongsamsuan, and P. Sureeratanakorn, "Applied internet of thing for smart hydroponic farming ecosystem (HFE)," *Ubi-Media 2017 - Proc. 10th Int. Conf. Ubi-Media Comput. Work. with 4th Int. Work. Adv. E-Learning 1st Int. Work. Multimed. IoT Networks, Syst. Appl.*, 2017.
- [10] Hanan, A. A. N. Gunawan, and M. Sumadiyasa, "Water level detection system based on ultrasonic sensors HC-SR04 and Esp8266-12 modules with telegram and buzzer communication media," *Instrum. Mes. Metrol.*, vol. 18, no. 3, pp. 305–309, 2019.
- [11] M. Ali Syakur and D. R. Anamisa, "Multitek Indonesia : Jurnal Ilmiah Multitek Indonesia : Jurnal Ilmiah," *Multitek Indones. J. Ilm.*, vol. 6223, no. 1, pp. 1–7, 2018.
- [12] Abdurrosyid, "Cara Menyemai Benih Pakcoy" [Online] Available: <https://www.kampustani.com/cara-menyemai-benih-pakcoy/> [Diakses 31 Oktober 2019]
- [13] J. Kumar, N. Gupta, A. Kumari, and S. Kumari, "Automatic Plant Watering and Monitoring System using NodeMCU," *2019 9th Int. Conf. Cloud Comput. Data Sci. Eng.*, pp. 545–550, 2019.
- [14] I. T. UNION, "SERIES G: TRANSMISSION SYSTEMS AND MEDIA, Quality of service and performance," in *ITU-T*, Geneva, 2001.
- [15] Fithcard, Kevin., Rizzato, Francesco., Fogg, Ian. "The 5G Opportunity How 5G Will Solve The Congestion Problems of Today's Networks". *OpenSignal*, 2019.