

# Monitoring Jamaah Haji Berbasis *Internet Of Things*

## *Monitoring Of Hajj Pilgrism Based Internet Of Things*

1<sup>st</sup> Arman Dwi Putra  
Fakultas Teknik Elektro

Bandung, Indonesia  
armandwiputra@student.telkomuniversity.ac.id

2<sup>nd</sup> Rendy Munadi  
Fakultas Teknik Elektro  
Universitas Telkom

Bandung, Indonesia  
rendymunadi@telkomuniversity.ac.id

3<sup>rd</sup> Arif Indra Irawan  
Fakultas Teknik Elektro  
Universitas Telkom

Bandung, Indonesia  
arifirawan@telkomuniversity.ac.id

### Abstrak

Ibadah haji merupakan sebuah kewajiban bagi seluruh umat islam yang mampu melaksanakan perjalanan haji dan Indonesia menjadi salah satu jumlah pemberangkatan Jemaah haji terbanyak setiap tahunnya. Sebelum pelaksanaan ibadah haji dimulai, jamaah akan dibagi menjadi kelompok-kelompok haji dari setiap daerah. Dengan dibentuknya kelompok haji tersebut, maka panitia haji akan lebih mudah dalam memantau atau mengawasi para jamaah di tanah suci nantinya. Namun tidak sedikit jamaah yang tersesat pada saat melaksanakan ibadah haji. Pada Tugas Akhir ini dirancang dan diimplementasikan sistem monitoring jemaah saat proses pelaksanaan ibadah haji dengan menggunakan *Global Positioning System* (GPS) untuk melakukan pengambilan data lokasi *latitude* dan *longitude*. Tugas Akhir ini juga mengintegrasikan sistem GPS dan *database* sehingga Jemaah haji dapat dimonitoring secara *realtime* melalui website dengan metode *Internet of Things*. Sistem monitoring ini menggunakan ESP32 sebagai otak dari sistem ini dan dilengkapi dengan Modul SIM800L yang berfungsi untuk mengirimkan data lokasi jamaah ke database melalui jaringan GSM. Hasil dari pengujian sistem monitoring jamaah haji menunjukan bahwa sistem berfungsi dan bekerja dengan baik. Hasil data dari Modul GPS NEO6 dibandingkan dengan *Google Maps* memperoleh rata-rata selisih jarak 4,24 meter dengan hasil presentase rata-rata eror yang didapatkan sebesar 4,71%. Hasil pengujian *end to end delay* pengiriman data dari alat sampai ke *website* sebesar 6,307s dengan nilai *reability* sebesar 98,77% dan *availability* sebesar 98,79%.

**Kata Kunci:** ESP32, *Global Positioning System*, *Internet of Things*, Jamaah Haji, Modul SIM800L, Monitoring.

### Abstract

*Hajj is an obligation for all Muslims who are able to carry out the pilgrimage and Indonesia is one of the largest number of pilgrims departing each year. Before the implementation of the pilgrimage begins, the pilgrims will be divided into groups of pilgrims from each*

*region. With the formation of the hajj group, the hajj committee will find it easier to monitor or supervise the pilgrims in the holy land later. But not a few pilgrims who get lost during the pilgrimage. In this final project, a monitoring system is designed and implemented during the pilgrimage process using the Global Positioning System (GPS) to collect latitude and longitude location data. This final project also integrates a GPS system and a database so that Hajj pilgrims can be monitored in real time through the website using the Internet of Things method. This monitoring system uses ESP32 as the brain of this system and is equipped with a SIM800L Module which functions to transmit data on the location of pilgrims to the database via the GSM network. The results of testing the pilgrim monitoring system show that the system is functioning and working well. The results of the data from the NEO6 GPS Module compared to Google Maps obtained an average distance difference of 4.24 meters with an average error percentage of 4.71%. The results of the end-to-end test are that the delay in sending data from the device to the website is 6,307s with a reliability value of 98,77% and availability of 98,79%.*

**Keywords:** ESP32, *Global Positioning System*, *Internet of Things*, Pilgrims, SIM800L Module, Monitoring.

### I. PENDAHULUAN

Pergi ke tanah suci untuk melaksanakan ibadah haji/umrah merupakan sebuah kewajiban bagi seluruh umat islam yang mampu, baik secara fisik, ekonomi, maupun psikologis. Sebelum pelaksanaan ibadah haji, panitia haji akan membantu memberikan arahan kepada para jamaah haji mengenai segala sesuatu yang berkaitan dengan pelaksanaan ibadah haji nantinya. Salah satunya yaitu dengan cara membentuk kelompok bimbingan ibadah haji untuk mempelajari tata cara pelaksanaan ibadah haji maupun umrah[1].

Hal tersebut dimaksudkan untuk mempermudah panitia haji dalam memonitoring para jamaah. Namun tidak sedikit jamaah haji yang sudah tua dan memiliki daya ingat yang kurang mengakibatkan jamaah haji sering tersesat saat

melakukan ibadah di sekitar kabbah dan juga setiap jamaah haji memiliki tujuan yang berbeda. Dalam penanganan jamaah haji yang tersesat saat ini masih banyak yang menggunakan sistem manual, yaitu dengan memanfaatkan pusat informasi untuk mencari keberadaan jamaah yang tersesat. Namun sistem ini kurang efisien dikarenakan membutuhkan waktu pencarian jamaah yang lama serta jumlah jamaah haji yang melaksanakan ibadah di mekkah sangat banyak dari berbagai Negara [2].

Berdasarkan permasalahan tersebut maka pada Tugas Akhir ini membuat sebuah alat yang berfungsi untuk memonitoring jamaah selama pelaksanaan ibadah haji/umrah di tanah suci. Cara kerja pada alat ini adalah para jamaah membawa alat monitoring tersebut, sehingga petugas dapat memonitoring lokasi jamaah menggunakan *website* yang telah terintegrasi dengan alat tersebut. Alat ini diharapkan untuk mempermudah para petugas/panitia dalam memonitoring jamaah dengan mengetahui posisi jamaah haji, sehingga penanggulangan jamaah haji yang tersesat dapat dilakukan secara otomatis dan cepat menggunakan alat monitoring yang dapat di akses melalui *website*.

## II. KAJIAN TEORI

### a. Ibadah Haji dan Umroh

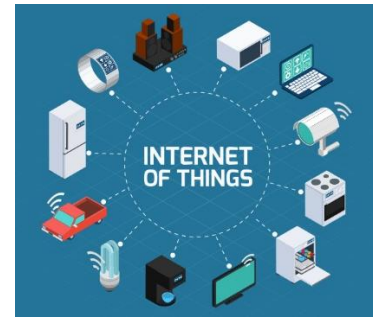
Ibadah haji merupakan ibadah yang wajib dilaksanakan oleh umat islam yang mampu untuk melakukannya baik secara fisik, ekonomi, keilmuan, psikologis, dan sebagainya. Ibadah haji merupakan salah satu dari rukun islam yaitu rukun islam kelima setelah syahadat, salat, zakat, dan puasa, yang dilakukan minimal sekali seumur hidup. Ibadah haji dilakukan dengan melaksanakan beberapa kegiatan di beberapa tempat yang ada di Arab Saudi. [1]



Gambar 2.1 Ibadah haji/umrah [1]

### b. Internet of Things(IoT)

IoT adalah perangkat disekitar manusia yang terkoneksi dengan internet dan dapat dikendalikan secara nirkabel. IoT menggunakan antarmuka yang terintegrasi dengan jaringan internet serta dapat melakukan komunikasi data kepada pengguna dan lingkungannya secara jarak jauh [3].



Gambar 2. 2 Konfigurasi Internet of Things [4]

### c. Global Standard for Mobile Communications (GSM)

Pada penelitian ini akan menggunakan komunikasi seluler yaitu jaringan GSM dan akan di terapkan di Arab Saudi tepatnya di Makkah, Band saat ini yang digunakan untuk seluler di Arab Saudi adalah 700 MHz, 800 MHz, 900 MHz, 1800 MHz, 2100 MHz, 2300 MHz, 2600 MHz dan 3500 – 3800 MHz. Selain itu, akses seluler pita bebas lisensi untuk penggunaan seperti Wi-Fi off-load dan beberapa pita di atas 10 GHz untuk backhaul dan dalam beberapa kasus FWA. [4]

Tabel 2. 1 Pita Frekuensi Arab Saudi [5]

Network	Frequency(Mhz)
2G	GSM 900, GSM 1800
3G	UMTS 2100
4G	LTE 1800, LTE 2300, LTE 2600
5G	5G 2500(78), 5G 3500(78)

### d. Pemantauan

Pemantauan atau sering disebut monitoring merupakan suatu proses dalam pengumpulan data maupun analisis informasi berdasarkan indikator yang ditetapkan secara sistematis dan kontinu. Pemantauan yang dapat dijelaskan sebagai kesadaran (*awareness*) tentang apa saja yang ingin diketahui, baik pemantauan berkadar tinggi maupun tindakan dalam penilaian kinerja yang dilakukan agar dapat membuat pengukuran suatu pekerjaan melalui waktu yang menunjukkan pergerakan ke arah yang lebih tepat sasaran atau menjauh dari tujuan itu sendiri [6].

e. Global Positioning System (GPS)

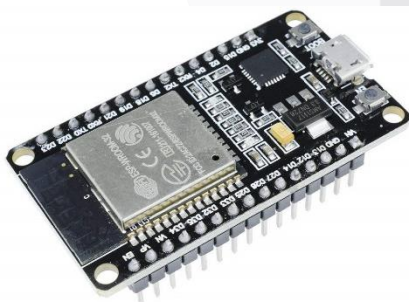
GPS merupakan teknologi komunikasi yang berguna untuk menentukan posisi di permukaan bumi, yang meliputi navigasi darat dan juga air. Teknologi ini menggunakan sinyal satelit dalam menentukan posisi dan di interpresentasikan oleh *receiver* yang ada di permukaan bumi. GPS merupakan satu satunya teknologi yang akurat untuk menentukan posisi dengan menggunakan sinyal satelit. Menggunakan 24 satelit yang memancarkan gelombang mikro ke bumi kemudian terdapat penerima, sehingga dapat menentukan posisi, waktu, kecepatan, arah dan waktu. [7]



Gambar 2. 3 U-Blox GPS NEO-6M [8]

f. Mikrokontroler ESP32

ESP32 adalah mikrokontroler yang dikenalkan oleh *Espressif System* yang merupakan penerus dari mikrokontroler ESP8266. Pada mikrokontroler ini sudah tersedia modul WiFi yang terdapat di dalam chip. Sehingga mikrokontroler ini sangat mendukung untuk membuat sistem aplikasi *Internet of Things*. Pada ESP32 terdapat pin out yang dapat dijadikan *input* atau *output* untuk menyalakan LCD, lampu, bahkan untuk menggerakkan motor DC [9].

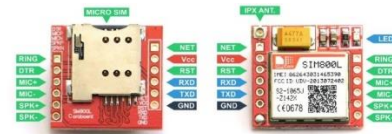


Gambar 2. 4 Mikrokontroler ESP32 [10]

g. Modul SIM800L

SIM800L merupakan versi yang lebih baru dibanding SIM900 dan SIM900A. Hal tersebut terlihat dari beberapa fungsi SIM800L yang belum ada pada versi SIM900A. Modul SIM800L sudah memiliki fitur *Quadband*, artinya modul dapat beroperasi pada empat frekuensi, yaitu 850, 900, 1800, dan 1900 MHz. Konfigurasi *baud rate* "auto"

membuat modul SIM800L dapat menyesuaikan *baud rate* sesuai dengan yang diterapkan pada Arduino. [11]



Gambar 2. 5 Modul SIM800L [9]

h. Parameter Pengujian

2.7.1 Delay

*Delay* merupakan waktu yang dibutuhkan data untuk menempuh jarak dari asal ke tujuan atau sebaliknya [12]. *Delay* dapat dipengaruhi oleh jarak, media fisik, atau waktu proses yang lama. Pada table 2.1 diperlihatkan kategori dari delay dan persamaan perhitungan delay:

$$Delay = Waktu\ paket\ diterima - Waktu\ paket\ dikirim \quad (2.1)$$

Tabel 2. 2 Spesifikasi Delay [14]

Medium	Application	Degree of symmetry	Typical amount of data	Key performance parameter and target values		
				One-way delay	Delay variation	Information loss
Data	Bulk data transfer/retrieval	Primarily one-way	10 KB - 10 MB	Preferred < 15 s Acceptable < 60 s	N.A.	Zero

2.7.2 Reliability

*Reliability* adalah probabilitas sistem dalam menjalankan fungsi yang diperlukan pada kondisi dan periode waktu tertentu sehingga sistem yang dijalankan harus memungkinkan untuk terbebas dari kegagalan [13].

$$Reliability = \frac{(Uptime - Downtime)}{Uptime} \times 100\% \quad (2.2)$$

2.7.3 Availability

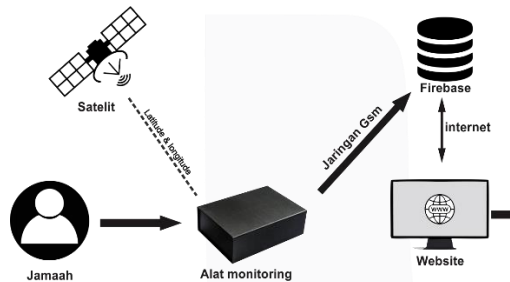
Availability adalah kemampuan sistem untuk menjalankan fungsi yang diperlukan selama masa pakai sistem atau bisa dikatakan *availability* adalah probabilitas sistem tidak gagal atau sedang tidak dalam perbaikan ketika sistem diperlukan [13].

$$Availability = \frac{Uptime}{(Uptime + Downtime)} \times 100\% \tag{2.3}$$

III. METODE

a. Gambaran Umum Sistem

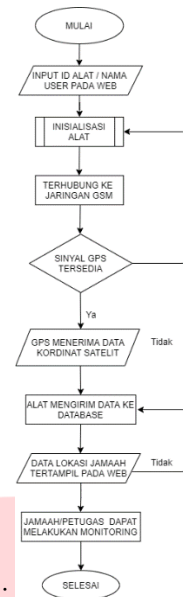
Pada gambar 3.1 merupakan desain sistem yang akan digunakan dalam penelitian ini. Dimana user membawa alat monitoring yang telah terintegrasi dengan GPS yang berfungsi untuk memberikan data lokasi berupa latitude dan longitude. Kemudian data yang diterima oleh alat yang dibawa user akan dikirimkan ke database melalui jaringan GSM menggunakan Modul SIM800L lalu menampilkannya di website berupa maps sehingga dapat di monitoring secara *realtime*.



Gambar 3.1 Desain Sistem Monitoring Jamaah Haji

b. Diagram Alir

Dalam mencapai tujuan dari penelitian Tugas Akhir ini, maka akan dilakukan langkah langkah atau alur kerja agar mendapatkan hasil yang di inginkan. Berikut diagram alir cara kerja system

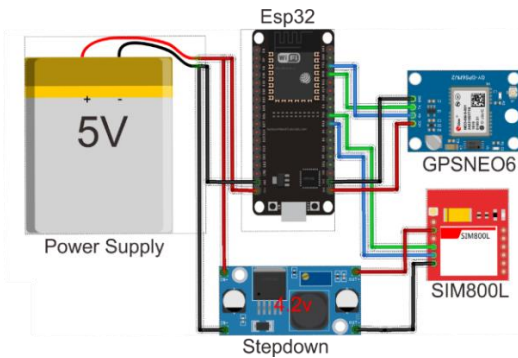


Gambar 3.2 Diagram Alir Sistem

Pada gambar 3.2 merupakan diagram alir utama sistem monitoring jamaah haji secara keseluruhan. Dimulai dengan menginput ID alat beserta Data jamaah haji secara registrasi pada website, Kemudian alat tersebut diberikan kepada jamaah untuk dibawa saat melakukan ibadah haji. Disisi alat, modul SIM800L mencoba untuk mendaftar/menghubungkan ke dalam jaringan GSM lalu modul GPS terhubung dan menerima data kordinat satelit berupa *latitude* dan *longitude*. Lalu alat mengirimkan data kordinat tersebut melalui jaringan GSM ke dalam database. Data kordinat yang dikirim ke *database* akan di tampilkan pada *website* berupa kordinat di maps sehingga petugas dapat memonitoring secara *realtime* lokasi terakhir jamaah haji.

c. Desain Perangkat Keras

Untuk mendukung penelitian ini maka dibutuhkan perangkat lunak serta perangkat keras agar dapat memenuhi keperluan dalam penelitian. Perancangan perangkat keras yang digunakan dalam sistem monitoring jamaah haji ialah ESP32 sebagai mikrokontroler atau sebagai otak pemrosesan data yang dihubungkan langsung dengan modul GPS NEO6 dan modul sim800L. desain perangkat keras ditujukan pada gambar 3.3.

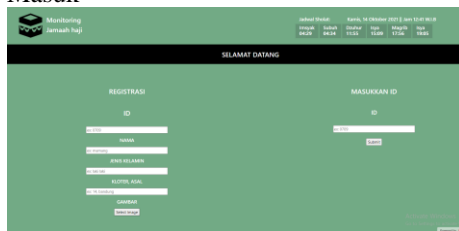


**Gambar 3. 3** Wiring Sistem

Pada gambar 3.3 merupakan *wiring* sistem yang menghubungkan antara modul dengan ESP32 melalui pin-pin yang tersedia agar modul dapat berjalan sebagaimana mestinya.

- d. Desain Perangkat Lunak
- e. Desain Website

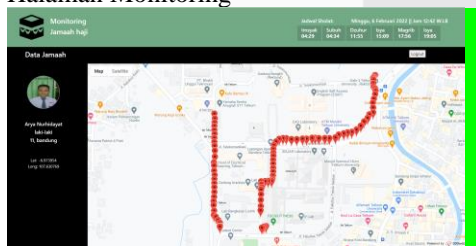
1. Halaman Registrasi dan Halaman Masuk



**Gambar 3. 4** Halaman Registrasi

Pada gambar 3.4 Pada halaman registrasi memiliki fungsi untuk mendaftarkan ID alat dan Biodata jamaah yang nantinya akan di berikan kepada jamaah haji. Begitu pula pada halaman masuk memiliki fungsi untuk pengisian ID yang telah terdaftar dalam database.

2. Halaman Monitoring



**Gambar 3. 5** Halaman Monitoring

Pada gambar 3.5 pada halaman utama memiliki fungsi intuk memonitoring perjalanan jamaah haji yang telah terdaftar dalam database berupa titik lokasi pada maps yang ada pada halaman utama dan menampilkan biodata jamaah haji.

IV. HASIL DAN PENGUJIAN

a. Pengujian Perangkat Keras

Pada pengujian ini dilakukan pada sistem perangkat keras untuk mengetahui kondisi setiap komponen yang terpasang pada alat berfungsi dan berjalan dengan baik sebagaimana mestinya. Berikut adalah hasil dari pengujian perangkat keras :

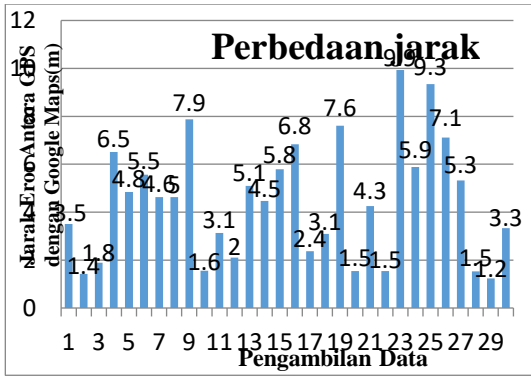
**Tabel 4. 1** Pengujian Perangkat Keras

No	Bagian	Indikator	Status
1	Modul GPS dan Modul SIM 800L	Semua perangkat terintegrasi dengan ESP32	Bekerja
2	ESP32	ESP32 terhubung dan dapat menerima data dan mengirimkan data ke firebase	Bekerja
3	Sumber Tegangan	Menggunakan sumber tegangan berupa Powerbank sebesar 5 volt dan menurunkan tegangan ke 4,2 volt dengan menggunakan Stepdown DC	Bekerja

b. Pengujian Modul GPS

c. Pengujian Akurasi GPS

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui selisih jarak antara kordinat pembacaan Modul GPS Neo-6m dengan keadaan lokasi yang sebenarnya menggunakan *Google Maps*. Skenario pengujian ini dilakukan dengan cara mengambil data lokasi GPS berupa *latitude* dan *longitude* menggunakan alat monitoring, lalu membandingkan dengan data lokasi *latitude* dan *longitude* yang di ambil menggunakan *Google Maps* dengan rumus *Euclidean Distance*.

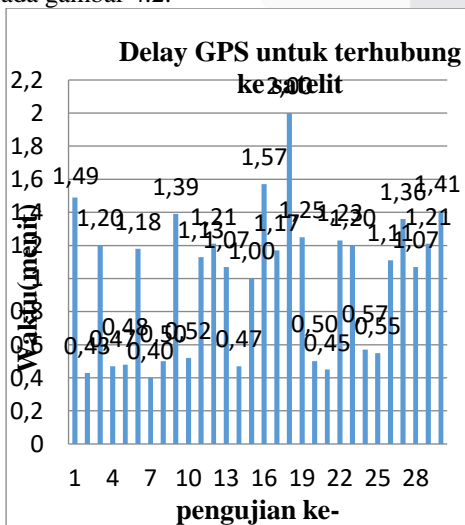


Gambar 4.1 Grafik Perbedaan Jarak Modul GPS dengan Google Maps

Dari hasil pengujian pada gambar 4.1 adalah selisih jarak antara modul GPS NEO6M dengan *Google maps* dapat diketahui selisih jarak antara titik kordinat Modul GPS NEO6M dengan *Google Maps*, dari pengambilan 30 data dibagi menjadi 3 lokasi yaitu dalam kompleks perumahan, pinggir jalan raya dan lapangan sepak bola. Data yang diambil mendapatkan nilai rata-rata jarak eror sebesar  $\pm 4,24$  meter dengan hasil persentase rata rata error sebesar 4,71%. Jarak terjauh sebesar 9,9 meter pada kompleks perumahan dan jarak terdekat sebesar 1,2 meter pada lapangan sepak bola.

d. Pengujian Delay Modul GPS Mendapatkan Sinyal

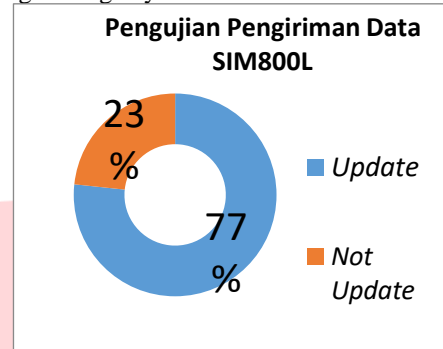
Pada pengujian ini dilakukan untuk mengetahui berapa waktu yang dibutuhkan modul GPS untuk mendapatkan/terhubung dengan satelit. Pengujian ini dilakukan dengan cara menghitung waktu menggunakan *stopwatch* sebanyak 30 kali percobaan hingga mendapatkan/terhubung dengan satelit. Berdasarkan pengujian *delay* yg dilakukan menggunakan modul GPS membutuhkan waktu rata-rata 1,38 menit untuk memperoleh sinyal dan mendapatkan data lokasi *latitude* dan *longitude* seperti pada gambar 4.2.



Gambar 4. 1 Delay Modul GPS untuk mendapatkan sinyal

e. Pengujian Modul SIM800L

Pada Pengujian Modul SIM800L ini dilakukan dengan mengecek *AT-command* pada serial monitor. *AT-command* yang telah di program dalam *source code* dan akan menampilkan hasil sesuai dengan fungsinya.



Gambar 4. 2 Pengujian Pengiriman Data SIM800L

Pada gambar 4.3 dapat dilihat dari 30 kali proses *looping*, 7 kali percobaan pengiriman data yang gagal dikirim ke *database*, dibuktikan dengan adanya eror *+HTTPACTION:604*, faktor yang mempengaruhi terjadinya pengiriman gagal adalah kondisi sinyal pada wilayah tersebut tidak stabil, tidak mendapatkan IP dan tidak berhasil mendaftar ke jaringan GSM, sedangkan 23 kali percobaan yang berhasil dibuktikan dengan command *+HTTPACTION: 200* dan LED modul SIM800L berkedip cepat. Berikut serial monitor pengiriman data berhasil dan pengiriman data yang gagal.

f. Pengujian Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang diuji dengan teknik *black box testing* adalah website monitoring jamaah haji. Pengujian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui keadaan sistem berfungsi dengan baik sesuai yang telah di rancang. Adapun rencana pengujian dan hasil pengujian *website* adalah sebagai berikut.

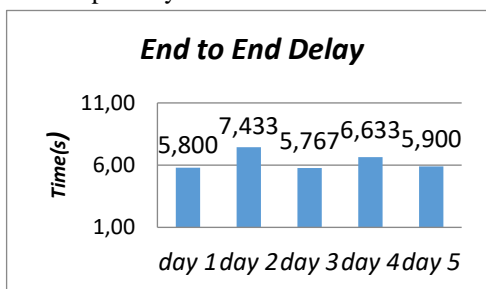
Tabel 4. 2 pengujian perangkat lunak

Skenario Pengujian	Kasus Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian
Masuk Kedalam Website	Membuka Website Monitoring	menampilkan halaman splash beberapa detik lalu	Sesuai

Skenario Pengujian	Kasus Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian
	Jamaah Haji	menampilkan menu utama	
mengisi halaman registrasi	Klik tombol submit	mengirimkan data registrasi ke <i>database</i>	Sesuai
memasukkan ID	klik tombol masuk	masuk ke dalam menu utama <i>website</i>	Sesuai
menampilkan halaman utama	masuk ke dalam halaman utama	menampilkan data registrasi, foto serta lokasi di <i>Maps website</i>	Sesuai
keluar dari halaman utama	klik tombol <i>logout</i>	keluar dari halaman utama dan kembali ke halaman registrasi	sesuai

g. Pengujian End to End Delay

*End to End Delay* merupakan penundaan ujung-ke-ujung atau penundaan satu arah pada waktu yang dibutuhkan oleh suatu paket data untuk dikirim melalui jaringan sumber ke tujuan. Pengujian dilakukan dengan menghitung *delay* dari alat monitoring Jamaah haji berhasil mengirim data dan menampikannya di *website*.



Gambar 4. 4 Grafik pengujian *end to end delay*

Pada gambar 4.4 merupakan grafik rata rata *end to end delay* yang di hitung menggunakan *stopwatch* sebanyak 30 kali pengiriman yang berhasil dalam waktu 5 hari. Didapatkan hasil *delay* terkecil sebesar 5,676s pada hari ke 3 dan *delay* terbesar adalah 7,433 pada hari ke 2 dengan rata rata *delay* sebesar 6,307s .Rata rata *Delay* yang di dapatkan pada setiap hari naik turun dikarenakan kondisi sinyal pada wilayah tersebut tidak stabil dan adanya trafik penggunaan jaringana GSM yang berubah ubah. Berdasarkan Table 2.1 Termasuk dalam kategori bagus karena *delay* kurang dari 15s.

h. Pengujian Reliability dan Availability

Pada proses pengujian *reliability* dan *availability* menggunakan *uptime* sebagai waktu ketika alat dalam keadaan aktif dan menjalankan fungsinya dan *downtime* sebagai waktu dimana terjadi perbaikan atau alat tidak menjalankan fungsinya. Pada pengujian *uptime* dilakukan selama 6 jam lamanya atau 21600 detik. Sedangkan *downtime* didapatkan 265 detik, Dimana ketika sistem mengalami *rebooting* dan GPS membutuhkan beberapa waktu untuk dapat terhubung ke satelit.

Tabel 4. 3 Hasi pengujian *Reliability* dan *Availability*

N O	<i>Uptime</i> ( <i>Secon</i> )	<i>Downtime</i> ( <i>secon</i> )	<i>Realia</i> <i>bility</i>	<i>Availa</i> <i>bility</i>
1	21600	265	98,77 %	98,79 %

Berdasarkan hasil pengujian *reliability* dan *availability* termasuk dalam kategori bagus karena nilai lebih dari 75% atau mendekati 100%.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

a. Kesimpulan

Kesimpulan dari Tugas Akhir ini adalah

1. Sistem monitoring jamaah haji dapat berfungsi dengan baik untuk memantau lokasi jamaah saat melakukan ibadah haji melalui *website*.
2. Sistem monitoring menampilkan data jamaah haji berupa ID, Nama, Foto jamaah beserta lokasi jamaah berupa data *latitude* dan *longitude*.
3. Cara kerja sistem monitoring jamaah haji ini diawali dengan modul GPS

mengambil titik kordinat jamaah berupa *latitude* dan *longitude* lalu data tersebut diproses oleh ESP32 sebagai mikrokontroler dan dikirim menggunakan modul SIM800L ke *database* sehingga lokasi jamaah dapat dimonitoring menggunakan *website* yang telah terintegrasi dengan alat.

4. Sistem ini menggunakan modul SIM800L untuk mengirim data dari alat ke database firebase menggunakan jaringan GSM.
5. Hasil pengujian *end to end delay* dari alat hingga data yang dikirim ditampilkan ter-*update* pada *website* didapatkan nilai delay terkecil sebesar 6,958s dan nilai delay terbesar 7,199 dengan rata rata delay sebesar 7,093s atau 7093ms.
6. Hasil pengujian *reliability* dan *availability* didapatkan nilai *reliability* sebesar 98,77% dan nilai *availability* 98,79%.

b. Saran

Adapun saran yang diberikan selanjutnya

1. Menggunakan modul SIM yang memiliki spesifikasi transfer data yang lebih cepat
2. Mendisain alat sekecil mungkin agar mudah dibawa jamaah saat mekakukan ibadah haji.
3. Penggunaan alat monitoring sistem pada Tugas Akhir ini belum menggunakan Printed Circuit Board (PCB) dalam pengintegrasian beberapa komponen dan diharapkan untuk penelitian selanjutnya dapat mengimplementasikan di PCB.
4. Diharapkan untuk penelitian selanjutnya dikembangkan menjadi sebuah aplikasi yang dapat mendukung sistem operasi android

Management Jamaah Haji di Tanah Suci,” pp. 1–6.

- [3] F. S. Putranta, Y. G. Bisono, and I. R. Munadi, “Perancangan Dan Analisa Smart Lighting Berbasis Wireless Sensor Network Untuk Meningkatkan Kenyamanan Aktivitas Di Dalam Rumah Analisis and Design Smart Lighting Based on Wireless Sensor Network To Improve Comfort of Activity At Home,” vol. 4, no. 3, pp. 3430–3437, 2017.
- [4] P. Consultation, “Spectrum Outlook for Commercial and Innovative Use 2021- 2023 Publishing Date : 28 January 2021 Closing Date for Responses : 28 February 2021 Table of Contents,” no. February, 2021.
- [5] www.gsmarena.com "Nertwork Coverage in ARAB SAUDI" <https://www.gsmarena.com/network-bands.php3?sCountry= SAUDI+ARABIA> (diakses, 31 januari 2022)
- [6] www.centerklik.com,"PENGERTIAN LENGKAP TENTANG APA ITU INTERNET OF THINGS (IOT)?" 2 Desember 2018.<<https://ridwaninstitute.co.id/cara-menulis-daftar-pustaka-dari-internet/>>(di akses, 25 November 2021)
- [7] G. T. Mardiani, “Sistem Monitoring Data Aset Dan Inventaris Pt Telkom Cianjur Berbasis Web,” *Komputa J. Ilm. Komput. dan Inform.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–6, 2013, doi: 10.34010/komputa.v2i1.78.
- [8] F.R KARIM, B. A. B. II and S. Pustaka, “4 Institut Teknologi Nasional,” *Mater Komposit*, vol. 5, pp. 4–22, 2002.
- [9] U-blox, “NEO-6 u-blox 6 GPS Modules,” *Www.U-Blox.Com*, p. 25, 2017, [Online]. Available: [https://www.u-blox.com/sites/default/files/products/documents/NEO-6\\_DataSheet\\_\(GPS.G6-HW-09005\).pdf](https://www.u-blox.com/sites/default/files/products/documents/NEO-6_DataSheet_(GPS.G6-HW-09005).pdf).
- [10] I. Suhendra, A. Rudinar, and M. A. Murti, “PERANCANGAN DAN IMPELEMENTASI SISTEM PENGISIAN BATERAI OTOMATIS PADA MOBIL LISTRIK BEBAS IOT,” vol. 6, no. 2, pp. 1–8, 2019.
- [11] Santoso, H. (2018). *Monster Arduino 3 : Implementasi Internet of Things pada Jaringan GPRS*. Elangsakti. Retrieved from

## REFERENSI

- [1] D. Rustandi, I. B. Dirgantoro, and U. A. Ahmad, “Perancangan Dan Implementasi Aplikasi Mobile Panduan Haji Dan Umroh Berbasis Android ( *Design and Implementation of Hajj and Umroh ' S Guide Mobile Application Based on Android* ),” vol. 2, no. 2, pp. 3864–3870, 2015.
- [2] A. Sufi, R. Satriya, P. Kristalina, and A. Subhan, “Rancang Bangun Sistem Informasi Penanganan Koordinasi



- books.google.co.id/books?id=oMKHDwAAQBAJ&dq
- [12] R. Wulandari, "Analisi QoS (Qualitu 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
- [13] D. J. Trujillo and C. J. B. Scharmer, "Reliability , Availability , and Maintainability Considerations in the Design and Evaluation of Physical Security Systems," pp. 1–12, 2012.
- [14] ITU-T, "G.1010: End-user multimedia QoS categories," *Int. Telecommun. Union*, vol. 1010, 2001, [Online]. Available: [http://scholar.google.com.au/scholar?hl=en&q=ITU-T+Recommendation+G.1010&btnG=&as\\_sdt=1,5&as\\_sdtp=#7](http://scholar.google.com.au/scholar?hl=en&q=ITU-T+Recommendation+G.1010&btnG=&as_sdt=1,5&as_sdtp=#7).

