

IMPLEMENTASI SISTEM MONITORING DAN TRACKING BIS MENGGUNAKAN GLOBAL POSITIONING SYSTEM (GPS) BERBASIS INTERNET OF THINGS

IMPLEMENTATION OF BUS MONITORING AND TRACKING SYSTEM USING GLOBAL POSITIONING SYSTEM (GPS) BASED INTERNET OF THINGS

Rafli Ramadhan¹, Rendy Munadi², Sussi³

^{1,2,3} Universitas Telkom, Bandung

¹rafliramadhanzzz@student.telkomuniversity.ac.id, ²rendymunadi@telkomuniversity.ac.id,

³sussiss@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Pentingnya ketepatan waktu merupakan indikator penumpang untuk menggunakan transportasi. Trans Metro Bandung (TMB) merupakan transportasi bis dengan konsep *Bus Rapid Transit* (BRT). Namun TMB masih menerapkan sistem *Checkpoint* untuk melakukan pengecekan bis sudah sampai di titik tersebut secara manual, sehingga mempengaruhi waktu kedatangan selanjutnya. Penanganan hal tersebut dapat dilakukan dengan bantuan *Internet of Things* (IoT). Tugas Akhir (TA) ini merupakan TA gabungan dari tiga topik yang berbeda, seperti implementasi *Internet of Things* menggunakan Webcam Logitech C270, dan implementasi aplikasi Android. Pada TA ini penulis berfokus pada implementasi GPS menggunakan Ublox Neo-6M. Maka dari itu dilakukan perancangan sebuah alat yang dapat melakukan *monitoring* posisi bis secara *realtime* berupa titik koordinat posisi bis, kecepatan yang ditempuh bis pada saat itu, Serta dapat menyimpan waktu dan riwayat perjalanan bis menggunakan Firebase. Data tersebut dapat divisualisasikan menggunakan Google Maps. Hasil dari penelitian Tugas Akhir ini, tingkat akurasi pada GPS sebesar 90%. Hasil pengujian *Quality of Service* dari alat ke Firebase untuk rata-rata *Delay* sebesar 84,421 ms pada pagi hari, serta 82,259 ms pada sore hari. Untuk rata-rata *Throughput* sebesar 19200 bps pada pagi hari, serta 19833,33 bps pada sore hari. Hasil pengujian *Availability* keseluruhan sistem sebesar 97,91% dan pengujian *Reliability* sebesar 97,87%.

Kata Kunci : *Monitoring, Realtime, Firebase, Internet of Things (IoT), Sensor GPS Ublox Neo-6M, Quality of Service (QoS).*

Abstract

The importance of punctuality is indicator of passengers to use transportation. Trans Metro Bandung (TMB) is a bus transportation with concept of *Bus Rapid Transit* (BRT). However, TMB still applies system *Checkpoint* to manually check when bus has arrived at the point, this affecting to next arrival time. Handling this can be done with *Internet of Things* (IoT). This Final Project (FP) is a combined FP of three different topics, such as implementing *Internet of Things* using Logitech C270 Webcam, and implementing Android applications. In this FP the author focuses on implementation GPS using Ublox Neo-6M. Therefore, design of a tool can monitor position bus in real time form of the coordinates bus position, the speed that bus traveling at that time, and can save time and history bus trip using Firebase. The data can visualized using Google Maps. The results of final project, accuracy rate on GPS is 90%. The results *Quality of Service* test from the tool to Firebase for average delay of 84,421 ms in morning, and 82.259 ms in afternoon. The average throughput is 19200 bps in morning, and 19833.33 bps in afternoon. The results test of *Availability* is 97.91% and test result *Reliability* is 97.87%.

Keywords : *Monitoring, Realtime, Firebase, Internet of Things (IoT), Ublox Neo-6M Sensor, Quality of Service (QoS).*

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Trans Metro Bandung (TMB) merupakan suatu transportasi bis dibawah naungan Dinas Perhubungan Kota Bandung dengan tujuan untuk memberi pelayanan publik khususnya pada transportasi darat. TMB memiliki konsep *Bus Rapid Transit* (BRT) yang dapat memudahkan masyarakat untuk menjangkau bis di halte terdekat. Dengan hadirnya TMB di Kota Bandung dapat mengurangi masyarakat yang menggunakan kendaraan pribadi, serta dapat mengurangi kepadatan lalu lintas. TMB melayani lima koridor seperti Cibiru – Cibeureum (koridor 1), Cicaheum – Cibeureum (koridor 2), Cicaheum – Sarijadi (koridor 3), Antapani – Leuwipanjang (koridor 4), dan Antapani – Stasiun Hall (koridor 5).

Sistem pemantauan bus di TMB masih menerapkan sistem *Checkpoint*, dimana terdapat petugas yang sudah ditempatkan di salah satu halte dengan tujuan cek jumlah penumpang, membuat laporan posisi bus, dan waktu kedatangan. Pada satu kali perjalanan, terdapat dua *Checkpoint*. Hal ini menimbulkan permasalahan, karena waktu pemberhentian di *Checkpoint* memakan waktu sekitar lima menit, sehingga memicu terjadinya keterlambatan.

Pada penelitian sebelumnya [1], mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino UNO. Namun pada penelitian ini penulis mengusulkan menggunakan NodeMCU ESP32, karena pada mikrokontroler tersebut sudah tersedia modul Wi-Fi. Sehingga dapat mengirimkan data secara langsung dari mikrokontroler tersebut. Lalu pada penelitian [2], pada GPS hanya terlampir data koordinat saja, pada penelitian ini mengusulkan informasi kecepatan, serta waktu dari sistem merekam koordinat ke *database*.

Oleh karena itu, penulis merancang sebuah sistem yang terintegrasi dengan perangkat NodeMCU ESP32 serta GPS Ublox Neo-6M. Komponen tersebut digunakan untuk memudahkan pihak pengelola TMB agar bisa melihat secara *realtime* seperti menghimpun data koordinat, waktu pengambilan koordinat, serta kecepatan yang data tersebut disimpan di *database*. Hal ini merupakan penambahan dari penelitian [1] [2].

Pada tahap visualisasi, penulis menggunakan Google Maps untuk mengunggah hasil koordinat yang sudah dilalui oleh bus, agar pemantau dapat melihat secara visual mengenai lokasi mana saja yang telah dilewati, serta penampilannya dengan *point* guna menambah keakuratan.

2. Dasar Teori

2.1 Internet of Things

Internet of Things (IoT) adalah kumpulan benda-benda (*things*) yang berupa perangkat fisik (*Software* dan *Hardware*) dengan memiliki kemampuan bertukar informasi baik antar sumber informasi, operator layanan, maupun perangkat lain dengan terhubung kedalam sistem [3].



Gambar 2.1 Internet of Things [12]

2.2 Bus Rapid Transit (BRT)

Bus Rapid Transit (BRT) merupakan transportasi yang cepat dengan melayani perjalanan dalam kota khususnya di kota-kota besar. BRT adalah moda transportasi yang fleksibel dengan kombinasi halte atau perhentian bus, kendaraan, pelayanan dan jalur khusus. Di Bandung, layanan transportasi ini disebut Trans Metro Bandung yang berdiri sejak 2004, dengan memiliki lima rute serta 52 halte bus [1].



Gambar 2.2 Rute Trans Metro Bandung [13]

2.3 Global Positioning System (GPS)

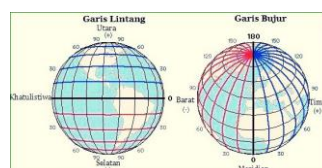
Global Positioning System (GPS) merupakan sebuah sistem navigasi yang berbasis satelit yang mengorbit pada bumi. GPS *receiver* dapat mengambil sebuah informasi dengan menggunakan perhitungan lokasi pengguna dengan tepat.[5].

2.4 Garis Bujur (Longitude)

Garis bujur (*Longitude*) merupakan garis yang digunakan untuk menentukan lokasi di wilayah timur atau barat dari garis utara selatan yang sering disebut garis meridian [6].

2.5 Garis Lintang (Latitude)

Garis Lintang (*Latitude*) merupakan garis yang menentukan lokasi berada di sebelah utara atau selatan ekuator [6].



Gambar 2.3 Garis Bujur dan Garis Lintang [14]

2.6 NMEA

NMEA (*National Marine Electronics Association*) adalah sebuah lembaga asosiasi non-profit yang tertarik pada bidang pekerjaan elektronik kelautan [7]. Salah satu peralatan yang mengeluarkan data NMEA adalah GPS. Beberapa informasi dari NMEA berhubungan dengan data geografis yaitu garis bujur, garis lintang, waktu, kecepatan dengan memiliki standard dalam bentuk kalimat [8].

2.7 Arduino IDE

Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) adalah sebuah layanan platform komputasi fisik dengan mengimplementasikan sebuah bahasa pemrograman.

2.8 NodeMCU

NodeMCU merupakan sebuah *board* elektronik yang berbasis ESP32 yang memiliki kemampuan menjalankan fungsi mikrokontroler serta konektivitas internet untuk *monitoring* maupun kontrol di proyek IoT.



Gambar 2.4 NodeMCU

2.9 GPS Ublox Neo-6M

GPS Ublox Neo-6M adalah modul GPS yang cocok digunakan untuk mengambil data koordinat secara tepat.



Gambar 2.5 GPS Ublox Neo-6M

2.10 Firebase

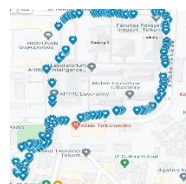
Firebase Adalah *Backend as a Service* (BaaS) dimiliki oleh Google. Firebase ini merupakan solusi yang ditawarkan oleh google untuk mempermudah pada pekerjaan *web development* [8].



Gambar 2.6 Fitur-Fitur Firebase

2.11 Google Maps API

Google Maps adalah salah satu aplikasi dalam kategori GIS, yang mendefinisikan lokasi melalui koordinat (lintang dan bujur) [9].



Gambar 2.7 Contoh kumpulan koordinat

2.12 Wireshark

Wireshark merupakan perangkat lunak dengan tujuan analisa aktivitas trafik pada jaringan komputer.

2.13 Quality of Service

Quality of Service (QoS) merupakan kemampuan suatu jaringan untuk menyediakan layanan dengan baik [10]. Berikut contoh dari parameter QoS:

1. Throughput

Throughput adalah *bandwidth actual* yang terukur pada suatu ukuran tertentu dalam mentransmisikan berkas dengan satuan *bits per second* (bps) [10].

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Paket Data Diterima}}{\text{Lama Pengamatan}} \quad (2.1)$$

2. Delay

Delay adalah total waktu yang dibutuhkan data untuk sebuah paket yang dikirimkan dari satu komputer ke komputer yang dituju [10].

$$\text{Delay rata - rata} = \frac{\text{Total delay}}{\text{Total paket yang diterima}} \quad (2.2)$$

2.14 Availability dan Reliability

Availability dan *Reliability* pada Tugas Akhir ini bertujuan untuk mengetahui kinerja dari keseluruhan sistem dalam tingkat keberhasilan serta fungsi sistem untuk mengirimkan data. *Availability* merupakan suatu keadaan dimana sistem dijalankan dapat berjalan secara normal [11].

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

Sedangkan *Reliability* adalah suatu keadaan dimana sistem dapat mengirimkan data dan dapat menerima data pada waktu acak [11].

$$\text{Reliability} = \frac{\text{Uptime} - \text{Downtime}}{\text{Uptime}} \times 100\% \quad (2.4)$$

Keterangan:

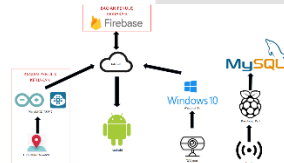
Uptime = Waktu alat dalam keadaan aktif

Downtime = Waktu alat sedang dalam perawatan atau perbaikan

3. Hasil dan Pembahasan

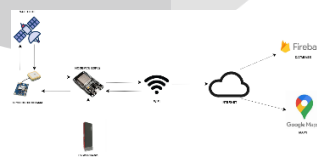
3.1 Desain Sistem

Sistem yang dirancang pada Tugas Akhir ini merupakan sistem pelacak untuk pemantauan posisi bis menggunakan modul GPS. Tujuan dari sistem ini adalah untuk memberikan penjelasan keseluruhan sistem yang dibuat pada Tugas Akhir ini. Berikut desain dari sistem dengan pemusatan topik penulis.



Gambar 3.1 Desain sistem keseluruhan

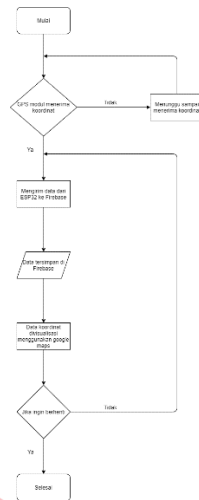
Pada **Gambar 3.1** merupakan sistem secara umum, dengan integrasi mikrokontroler NodeMCU ESP32 dan GPS Ublox Neo-6M. Data yang diperoleh akan diolah oleh mikrokontroler, dan akan diteruskan ke firebase melalui jaringan internet. Berikut desain sistem yang lebih detail pada **Gambar 3.2**.



Gambar 3.2 Desain sistem yang dirancang

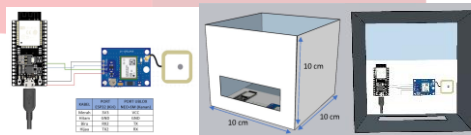
3.2 Diagram Alir

Berikut merupakan diagram alir kerja sistem:



Gambar 3.3 Diagram alir alur kerja sistem

3.3 Desain Perangkat Keras



Gambar 3.4 Desain Alat

3.4 Hasil Implementasi Perangkat

Pada pengujian ini, proses pengiriman data dari perangkat menuju *database* dan pembacaan data dari *database* telah berhasil. Berikut pengujiannya:

Connected with IP: 192.168.75.245

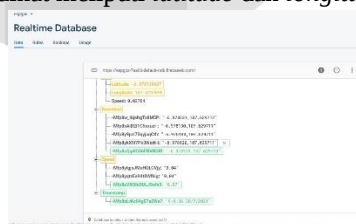
Connected...

Gambar 4.1 Koneksi ESP32 ke *mobile hotspot*

	"11:25:18 13/7/2021"	"23.60"
Latitude: -6.978156333	"11:25:19 13/7/2021"	"1.22"
Longitude: 107.629738833	"11:25:20 13/7/2021"	"26.93"
	"11:25:23 13/7/2021"	"14.40"

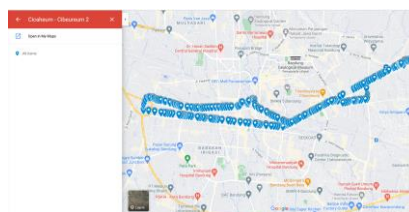
Gambar 4.2 Data diperoleh dari Ublox Neo-6M dan ESP32

Pada data diatas, diperoleh data koordinat meliputi *latitude* dan *longitude*, data waktu, dan data kecepatan.



Gambar 4.3 Histori data pada firebase

Data yang sudah diolah oleh ESP32, akan diteruskan ke Firebase untuk disimpan dalam bentuk riwayat, pada *realtime database* terdapat empat folder meliputi GPS, Koordinat, *Speed*, *Timestamp*. Masing-masing data tersimpan pada folder yang tersedia terkecuali pada folder GPS, dimana folder GPS hanya menampilkan data secara *realtime*.



Gambar 4.4 Visualisasi koordinat

Koordinat yang disimpan dapat divisualisasi dengan bantuan google maps dengan format (*latitude,longitude*).

3.5 Pengujian Hardware

Pengujian *hardware* ini bertujuan untuk menguji fungsionalitas dari alat.

Tabel 4.1 Pengujian *Hardware*

Komponen	Fungsi	Status
NodeMCU	Sebagai kontrol utama dari proses alat, pengambilan data timestamp, dan mengirim data ke firebase	Berhasil
GPS	Melakukan pengambilan data koordinat dan speed	Berhasil
Powerbank	Sebagai sumber daya dari alat untuk menjalankan fungsi komponen	Berhasil

Pengujian ini berhasil 100% karena tidak adanya error, dan pengujian dilakukan selama 30 kali dengan waktu berbeda.

3.6 Pengujian Software

Pengujian *software* bertujuan untuk mengetahui status keadaan tiap komponen alat dapat berfungsi dengan baik.

Tabel 4.2 Pengujian *Software*

Software	Fungsi	Status
Arduino IDE	Dapat memasukkan, mengedit, serta melakukan running pada program	Berhasil
Google Firebase	Dapat menyimpan data yang dipublish oleh NodeMCU	Berhasil

3.7 Uji Akurasi Alat

Tabel 4.3 Uji Akurasi Alat

No	Koordinat		Selisih (meter)
	Smartphone	Neo 6-M	
1	-6.978039,107.630146	-6.977977,107.630107	6
2	-6.979609,107.629318	-6.979582,107.629332	2
3	-6.978861,107.628984	-6.978855,107.628977	0
4	-6.979901,107.628876	-6.979884,107.628874	1
5	-6.980492,107.628581	-6.980498,107.628588	1
6	-6.981494,107.629117	-6.981472,107.629120	2
7	-6.982203,107.629256	-6.9821545,107.629250	0
8	-6.982525,107.628398	-6.982514,107.628465	7
9	-6.983534,107.628938	-6.983519,107.628973	0
10	-6.983584,107.628383	-6.983584,107.628398	2
Rata – Rata selisih			2.1
Akurasi			90%

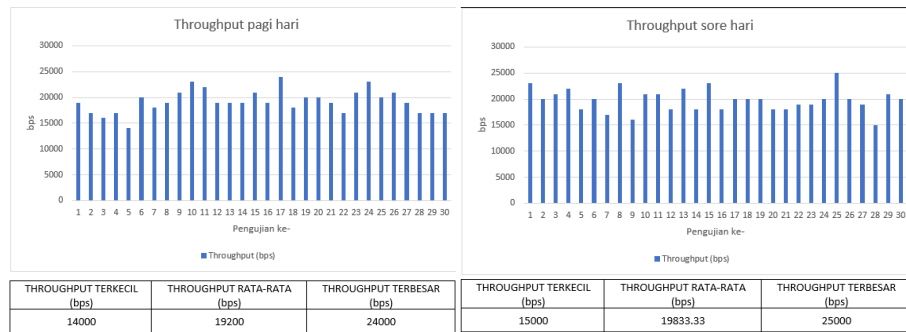
Pada tabel diatas, diperoleh bahwa total jarak selisih sebesar 21 meter, dengan rata-rata selisih 2,1 meter. Maka didapat nilai dari tingkat akurasi sebesar 90%.

3.8 Pengujian QoS

Pengujian *Quality of service* dilakukan untuk mengetahui kualitas dari sistem yang telah dirancang. Pengujian ini menggunakan parameter *delay* dan *throughput* pada proses pengiriman dan pembacaan data yang dilakukan oleh alat.

3.8.1 Hasil Pengujian Throughput

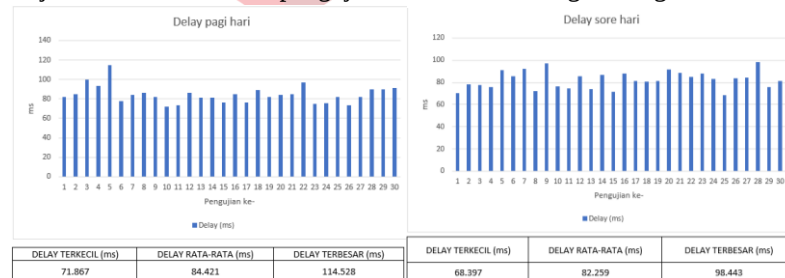
Pada pengujian *Throughput* dilakukan pada dua waktu yaitu pagi pada pukul 09.00 dan sore pada pukul 16.00 pada jam trafik sibuk, serta pengujian dilakukan masing-masing 30 kali.

**Gambar 4.5 Throughput**

Terjadinya perbedaan throughput dari terkecil hingga terbesar karena koneksi jaringan internet yang tidak stabil serta banyaknya pengguna pada jaringan tersebut. *Throughput* memiliki nilai yang berkebalikan dengan nilai *delay*, karena *throughput* adalah kecepatan pada transfer data, maka semakin tinggi nilai *throughput*, maka *delay* yang akan terjadi akan semakin mengecil, begitupun sebaliknya, jika semakin kecil *throughput*, maka *delay* akan semakin besar.

3.8.2 Hasil Pengujian Delay

Pada pengujian *Delay* dilakukan pada dua waktu yaitu pagi pada pukul 09.00 dan sore pada pukul 16.00 pada jam trafik sibuk, serta pengujian dilakukan masing-masing 30 kali.

**Gambar 4.6 Delay**

Terjadinya perbedaan *delay* dari terkecil hingga terbesar karena koneksi jaringan internet yang tidak stabil serta banyaknya pengguna pada jaringan tersebut. Besar kecilnya *delay* dapat disebabkan dari jumlah paket yang dikirimkan, semakin banyak paket maka akan membutuhkan waktu proses dalam pengiriman paket.

3.9 Hasil Pengujian Availability dan Reliability

Tabel 4.4 Availability dan Reliability

Uptime (s)	Downtime (s)	Availability	Reliability
84600	1800	97,91%	97,81%

Pada proses pengujian *availability* dan *reliability*, *uptime* digunakan sebagai waktu alat dalam kondisi aktif. Sedangkan *downtime* digunakan sebagai waktu dimana terjadi perbaikan dan perawatan sistem. Total dari waktu pengujian alat adalah 24 jam. Pengujian dilakukan pada jam 05.00 pagi hingga 05.00 pagi kembali. Total waktu *uptime* berjumlah 84600 detik dengan waktu *downtime* berjumlah 1800 detik. Pada waktu *downtime* terjadi sebanyak tiga kali dalam kurun waktu 24 jam. Waktu yang dibutuhkan proses *downtime* sebesar 600 detik pada satu kali perbaikan untuk melakukan proses pengecekan alat baik itu penggantian daya, maupun pengujian sistem agar dapat bekerja seperti semula.

4. Simpulan

Berdasarkan hasil dari perancangan sistem, pengujian dan analisis yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Implementasi dan desain sistem pemantauan yang terintegrasi dengan *internet of things* telah berhasil 100% tanpa terjadi kesalahan setelah melakukan pengujian fungsionalitas alat serta pengujian pada aplikasi.
2. Akurasi dari sistem tersebut diperoleh sebesar 90%.

3. Hasil pengujian *Quality of Service* pada sistem tersebut meliputi NodeMCU hingga Firebase. Hasil rata-rata *delay* terendah sebesar 82,259 ms pada kondisi sore hari, dan pada pagi hari sebesar 84,421 ms. Serta rata-rata *throughput* tertinggi sebesar 19833,33 bps pada sore hari, serta 19200 bps pada pagi hari.
4. Hasil pengujian *Availability* pada sistem tersebut sebesar 97,91% dan *Reliability* pada sistem tersebut sebesar 97,87%.

Referensi:

- [1] M. A. Hafiizh Nur, S. Hadiyoso, F. B. Belladina, D. N. Ramadan and I. Wijayanto, "Tracking, Arrival Time Estimator, and Passenger Information System on Bus Rapid Transit (BRT)," *2020 8th International Conference on Information and Communication Technology (ICoICT)*, 2020, pp. 1-4, doi: 10.1109/ICoICT49345.2020.9166375.
- [2] S. Akter, T. Islam, R. F. Olanrewaju and A. A. Binyamin, "A Cloud-Based Bus Tracking System Based on Internet-of-Things Technology," *2019 7th International Conference on Mechatronics Engineering (ICOM)*, 2019, pp. 1-5, doi: 10.1109/ICOM47790.2019.8952037.
- [3] M. I. Mahali, "Jurnal ELINVO," Smart Door Locks Based on Internet of Things Concept With Mobile Backend as a Service, vol. I, no. 3, pp. 171- 181, 2016.
- [4] International Telecommunication Union, "ITU-T Y.2060: Overview of the Internet of Things", 2012.
- [5] M. Ikhsan, N. A. Suwastika dan A. G. Putra, "Analisis Implementasi Kalman Filter Untuk Peningkatan Akurasi Pendeteksian Pada sistem Monitoring Area Terlarang Sepeda Motor Berbasis M2M," 2018 e-Proceeding of Engineering, 2018 vol. 5, no 1 pp 1478.
- [6] C. A. Pamungkas, "Applikasi Penghitung Jarak Koordinat Berdasarkan Latitude dan Longitude Dengan Metode Euclidean Distance dan Metode Haversine," 2019 Jurnal INFORMA Politeknik Indonusa Surakarta 2019 vol.5, no 2 pp. 1-6.
- [7] Betke Klaus., "The NMEA 0183 Protocol", in USA, May 2000, Revised August, 2001.
- [8] Firebase. Fitur firebase <https://firebase.google.com/>. Diakses pada 14 Juli 2021.
- [9] A. N. Yousif and A. S. Elameer, "An Expert System for the Tourism Destinations in IRAQ Based on the Google Maps API," *2018 1st Annual International Conference on Information and Sciences (AiCIS)*, 2018, pp. 1-6, doi: 10.1109/AiCIS.2018.00014.
- [10] P. R. Utami, "Analisis perbandingan *Quality of Service* Jaringan Internet Berbasis *Wireless* Pada Layanan *Internet Service Provider* (ISP) Indihome dan First media" *2020 Jurnal Ilmiah Teknologi dan Rekayasa*, 2020 vol.25, no 2 pp 1-13.
- [11] H. Mukhtar, D. Perdana, P. Sukarno, and A. Mulyana, "Sistem Pemantauan Kapasitas Sampah Berbasis IoT (SiKaSiT) untuk Pencegahan Banjir di Wilayah Sungai Citarum Bojongsoang Kabupaten Bandung," *J. Teknol. Lingkung.*, vol. 21, no. 1, pp. 56–67, 2020, doi: 10.29122/jtl.v21i1.3622.
- [12] Wangsa Design. (2021, Juli 24). Retrieved from Wordpress: <https://wangsadesigns.wordpress.com/2015/09/29/infographic-illustrations/>.
- [13] Wisatabdg.com. (2021, Juli 26). Retrieved from website: <https://www.wisatabdg.com/2019/10/inilah-rute-lengkap-5-jurusan-bus-trans.html>.
- [14] Nazwa Production. (2021, Juli 29). Retrieved from website: <https://nazwaproduction.com/garis-bujur/>.