

PERANCANGAN SISTEM PERINGATAN DINI KEDATANGAN AMBULANS BERBASIS IOT DAN PERBANDINGAN *QUALITY OF SERVICE* DALAM KEADAAN *MOBILE* DAN *IDLE STATE*

DESIGN OF EARLY WARNING SYSTEM AMBULANCE ARRIVAL BASED ON IOT CONCEPT AND COMPARING QUALITY OF SERVICE FOR MOBILE AND IDLE STATE

Faisal Fajar Islami¹, Istikmal², Dadan Nur Ramadhan³

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

faisalfajarislami@student.telkomuniversity.ac.id¹, istikmal@telkomuniversity.ac.id²,
dadannr@telkomuniversity.ac.id³

Abstrak

Internet of Things (IoT) menjadi sebuah bidang penelitian tersendiri semenjak semakin berkembangnya teknologi internet dan media komunikasi lainnya. Semakin berkembang kebutuhan manusia akan teknologi, maka semakin banyak juga penelitian yang akan hadir. Salah satunya adalah sistem peringatan dini kedatangan ambulans yang mengimplementasikan konsep IoT untuk memudahkan ambulans mendapat prioritas di jalan raya dengan mengirimkan koordinat GPS ke *realtime database* Google Firebase lalu meneruskan informasi ke kendaraan yang berada di sekitarnya agar dapat segera memberi jalan. Data yang sudah dikirim lalu dianalisis QoS dan akurasi GPS nya, dan didapatkan nilai rata-rata pergeseran lokasi dari koordinat yang didapat dengan koordinat yang sebenarnya sebesar 2,0014 meter, Alat yang dibuat juga menunjukkan bahwa pada saat alat dalam keadaan diam (*idle*) mendapatkan rata-rata *delay* 0,16389 s, rata-rata *jitter* sebesar 0,17473 ms, *throughput* rata-ratanya 1502,53 Kbps. Sedangkan pada saat alat sedang dalam keadaan *mobile*, rata-rata *delay* nya sebesar 0,1685 s, rata-rata *jitter* sebesar 0,1846 ms, dan *throughput* rata-rata nya 1511,975 Kbps. Semua parameter yang diuji sudah termasuk baik menurut standarisasi TIPHON, dengan perhitungan QoS yang tergolong baik ini, diharapkan ambulans lebih mendapat prioritas seiring dengan ketepatan informasi dari alat yang dibuat.

Kata Kunci : *Internet of Thing*, Titik koordinat GPS, Google Firebase.

Abstract

Internet of Things (IoT) has become a separate field of research since the development of internet technology and other media communication. The more developing human needs for technology, the more research will be present. One of them is the early warning system for ambulance arrival which implements the IoT concept to helping ambulans get priority on the road by sending GPS coordinates to the realtime database Google Firebase then forwarding the information of coordinates to nearby vehicles so they can immediately let the ambulance go on. The data that has been sent are then analyzed for QoS and GPS accuracy. The average value of the location shift from the coordinate obtained with the actual coordinates is 2,0014 meters, The early warning system also shows when the device is idle it gets an average delay of 0,16389 s, the average jitter is 0,17473 ms, the average throughput is 1502,53 kbps. Meanwhile, when the device is in mobile state, the average delay is 0,1685 s, the average jitter is 0,1846 ms, and the average throughput is 1511,975 kbps. According to the Standarization of TIPHON, the parameter is good, it is hoped that the ambulance will get more priority with the accuracy of the information from this system.

Keywords: *Internet of Things*, Coordinate point GPS, Google Firebase.

1. Pendahuluan

Kasus nyawa pasien yang tidak terselamatkan karena ambulans yang terjebak dalam kemacetan semakin banyak. Seperti yang disebutkan oleh Gabungan Industri Kendaraan Bermotor Indonesia (GAIKINDO) bahwa untuk di Indonesia sepanjang Januari sampai November 2019 ada total 940.362 unit kendaraan terjual[1], hal ini akan menyebabkan semakin padatnya volume kendaraan di jalan raya terutama di Indonesia, ini membuat pada satu kasus yang terjadi di tahun 2016 yang

mengakibatkan pasien meninggal dunia karena ambulans tidak diberi jalan ketika terjadi kemacetan di jalan raya. Selain disebabkan oleh kemacetan, keterlambatan ambulans juga disebabkan oleh seringnya rotator, strobo dan sirine yang tidak digunakan sebagaimana mestinya[2].

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Johan Ericka dan Hendra Suprayogi dengan sebuah jurnal berjudul Antisipasi Kedatangan Kendaraan Darurat Melalui *Emergency Message* Pada Lingkungan VANET menunjukkan sebuah simulasi mengenai ambulans yang mengirimkan informasi kepada kendaraan lain disekitarnya menggunakan *Network Simulator 2.34*, *Simulator for Urban Mobility (SUMO 0.19)*, dan *OpenStreet Map* sehingga mendapatkan QoS yang cukup baik[3]. Namun pada jurnal tersebut belum dilakukan implementasi dengan melakukan perancangan sistem di dunia nyata. Hal tersebut melatar belakangi penulis melakukan perancangan sistem peringatan dini kedatangan ambulans yang menggunakan mikrokontroler dan beberapa modul tambahan.

Pembuatan sistem peringatan dini ini membutuhkan mikrokontroler *single-Board* yang bersifat *open-source*[4]. Dan dengan tambahan modul GPS Neo Ublox 6m agar dapat mengetahui titik koordinat dari kendaraan yang sedang melaju di jalur laju ambulans dan ambulans akan mengirimkan peringatan dini ke seluruh kendaraan disekitarnya, dan mengirimkan pesan peringatan secara *broadcast*.

2. Dasar Teori

2.1 Internet of Things

Internet of Things adalah infrastruktur jaringan yang dapat menggabungkan komunikasi antara objek fisik dan visual. Jaringan benda fisik tersebut tertanam dengan elektronik, *software*, sensor, dan konektivitas jaringan yang memungkinkan untuk mengumpulkan dan bertukar data[5]. *Internet of Thing* memungkinkan untuk membangun komunikasi antara *Machine to Machine*, atau *Object to Machine*[6].

2.2 Global Positioning System (GPS)

GPS adalah *global positioning system* yang digunakan untuk mendapatkan informasi lokasi suatu objek dalam latitude dan longitude. GPS dapat digunakan untuk mengirim lokasi informasi berbasis pada *satellite navigation system*, yang mana terhubung dengan 24 satelit yang berlokasi di dunia. GPS dapat digunakan kapan saja dan dimana saja diseluruh dunia tanpa bergantung pada cuaca[7].

2.3 Google Firebase

Cloud merupakan suatu system penyimpanan dinamis yang dapat di distribusikan pelayanannya dengan mengurangi *owner*, serta sumber penyimpanan yang lebih baik. Seiring dengan meningkatnya kapasitas suatu computer dalam mengerjakan sesuatu sehingga cloud dapat meningkatkan performa aplikasi dalam cloud[8].

Cloud Service terdiri dari beberapa layanan yang di deskripsikan oleh NIST (*National Institute of Standards and Technology*) dibagi menjadi beberapa bagian yaitu[8]:

1. *Infrastructure as a Service (IaaS)*

Infrastructure as a Service (IaaS) adalah layanan *cloud computing* yang menyediakan sumber daya komputasi, pengolahan data dan menyimpan data pengguna sesuai kebutuhan.

2. *Platform as a Service (PaaS)*

Platform as a Service (PaaS) adalah layanan *cloud computing* yang menyediakan pengembangan aplikasi, *interface* pemrograman aplikasi, pustaka perangkat lunak, dan semua layanan yang diperlukan dalam pengembangan aplikasi.

3. *Software as a Service (SaaS)*

Software as a service (SaaS) adalah layanan *cloud computing* yang menyediakan *user interface* secara lengkap dengan aplikasi perangkat lunak. Pengguna dapat mengakses aplikasi tersebut dengan pencarian internet yang ada *desktop*, *workstation*, laptop, dan juga dapat menggunakan aplikasi *Smartphone* jika tersedia.

2.4 Regulasi Kecepatan Berkendara

Regulasi dibuat untuk meminimalisir angka kecelakaan serta mengatur kendaraan agar pengendara mengetahui batasan yang ada di jalan raya. Penetapan batas kecepatan ditetapkan oleh Menteri Perhubungan Republik Indonesia pada pasal 3 disebutkan[9]:

1. Paling rendah 60 km/jam dalam kondisi arus bebas dan paling tinggi 100 km/jam untuk jalan bebas hambatan.
2. Paling tinggi 80 km/jam untuk jalan antarkota.
3. Paling tinggi 50 km/jam untuk Kawasan perkotaan.
4. Paling tinggi 30 km/jam untuk Kawasan permukiman.

Regulasi pada ambulans juga diperlukan demi menjamin keselamatan penumpangnya maupun kendaraan yang berada disekitar ambulan. Menteri Kesehatan Dan Kesejahteraan Sosial Republik Indonesia membuat regulasi untuk batasan kecepatan ambulan seperti yang ada pada peraturan nomor 143/MENKES-KESOS/SK/II/2001 tanggal 23 Februari 2001 yang menyebutkan: Kecepatan kendaraan maksimum 40km/jam di jalan biasa dan 80km/jam di jalan bebas hambatan[10].

2.5 Ketentuan Jarak Aman Antar Kendaraan

Dalam artikel Panduan Jarak Aman Kendaraan Menurut Polisi, dijelaskan bahwa Korlantas Polri punya rumus menentukan jarak aman, dihitung dari kecepatan mobil yang berada di belakang mobil lain [11]. Rumus ini dituangkan dalam buku saku yang disebar gratis untuk umum berjudul Panduan Praktis Berlalu Lintas. Berikut tabulasi jarak minimal dan jarak aman berdasarkan kecepatan mobil di belakang [11]:

Tabel 2. 1 Tabulasi Jarak Berdasarkan Kecepatan Mobil

Kecepatan Kendaraan	Jarak Minimal	Jarak Aman
30 km/jam	15 Meter	30 Meter
40 km/jam	20 Meter	40 Meter
50 km/jam	25 Meter	50 Meter
60 km/jam	40 Meter	60 Meter
70 km/jam	50 Meter	70 Meter
80 km/jam	60 Meter	80 Meter
90 km/jam	70 Meter	90 Meter
100 km/jam	80 Meter	100 Meter
120 km/jam	100 Meter	120 Meter
Dst	Dst	Dst

2.6 Standar Untuk Menentukan Tingkat Akurasi GPS

Dalam menentukan tingkat akurasi dari GPS, diperlukan perhitungan selisih jarak antara titik koordinat dari alat yang dibuat dengan pembandingan alat navigasi yang sudah ada, dan untuk menentukan alat navigasi pembandingan yang akan digunakan diperlukan analisis perbandingan aplikasi dari navigasi untuk memastikan tingkat akurasi yang didapatkan benar-benar *realible*. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Oki Ari Saputra, Fatwa Ramdani, dan Mochamad Chandra Saputra yang berjudul “Analisis Perbandingan Aplikasi Google Maps, Wisepilot, dan Here Wego Dengan Pendekatan *User Centered Design* (UCD) dan Kaidah Cartography dikatakan bahwa hasil uji efisiensi dengan menggunakan *tool* Pingdom dan GTMetrik”, dari Google Maps memiliki *score* rata-rata sebesar 84,33 dengan rata-rata *load time* 2,37 detik, termasuk ke *performance grade* GOOD dan mendapat *Grade score* B yang mana lebih besar ketimbang alat navigasi dari Wisepilot yang hanya memiliki *Score* rata-rata sebesar 82, dan dengan rata-rata *load time* 5,43 detik [12]. Selain dilakukan uji *Efficiency*, dilakukan juga pengujian *Funcionality* menggunakan *task* dan kuesioner, Google Maps tidak ditemukan fungsi gagal dari 171 total pengujian atau memiliki persentase 100% atau dapat disimpulkan bahwa memiliki tingkat *functionality* yang memuaskan karena berada di kisaran 60 – 100% [12]. Selain pengujian *efficiency* dan *functionality*, dilakukan juga pengujian *usability* untuk mengetahui alat navigasi mana yang lebih sering digunakan oleh masyarakat menggunakan kuesioner SUS pada ketiga aplikasi yang diteliti dan Google Maps memiliki nilai penggunaan tertinggi yaitu sebesar 70,62% dan masuk kedalam kategori GOOD [12].

2.7 TIPHON

Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON) diajukan oleh ETSI, yang dirancang untuk mendukung pasar komunikasi suara dan aspek multimedia terkait antara pengguna jaringan *circuit switched*. TIPHON juga biasa digunakan sebagai standarisasi Quality of Service bagi pengguna jaringan. Berikut adalah beberapa standar QoS yang dikeluarkan TIPHON[13]:

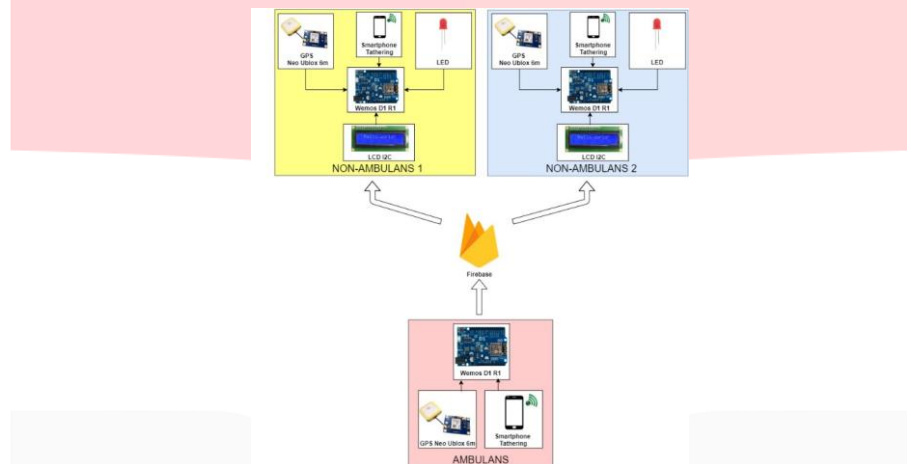
Tabel 1. Standarisasi TIPHON [13]

NO	QoS	Unnacceptable	Poor	Good	Excellent
1	Delay	>450 ms	300-450 ms	150-300 ms	<150 ms
2	Jitter	125 - 255 ms	75 - 125 ms	0 - 75 ms	0 ms
3	Throughput	>25 bps	50 bps	75 bps	100 bps

3. Perancangan Sistem

3.1 Desain Sistem

Desain sistem peringatan dini ini terdiri dari beberapa perangkat keras yaitu Wemos D1 R1 sebagai *microcontroller*, modul GPS UBLOX 6m sebagai pemancar GPS, LCD I2C 16x2 dan LED sebagai *display* untuk menampilkan informasi.

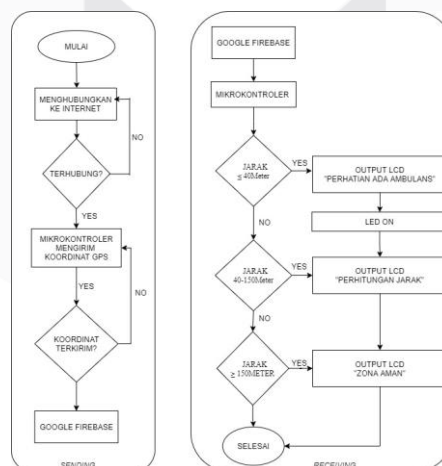


Gambar 1. Desain Sistem

Pada perancangan desain sistem peringatan dini kedatangan ambulans ini terdiri dari 3 bagian perangkat yaitu yang ada di ambulans berupa Wemos D1 R1 yang sudah dipasangkan GPS Neo Ublox 6m dan mendapat jaringan internet dari *Smartphone Tathering* agar dapat mengirim koordinat ke *firebase*, lalu perangkat yang ada di non-ambulans 1 dan 2 berupa LCD I2C dan LED, Wemos D1 R1 yang sudah di pasang GPS Neo Ublox 6m yang juga mendapat konektivitas jaringan internet dari *Smartphone Tathering* agar dapat mengirim koordinat ke *firebase* dan menerima koordinat ambulans agar nantinya menampilkan notifikasi ketika ada ambulans.

3.2 Flowchart Sistem

Langkah-langkah sistematis dalam melaksanakan penelitian Tugas Akhir ini dijelaskan pada Gambar 3.



Gambar 2. Flowchart Sistem

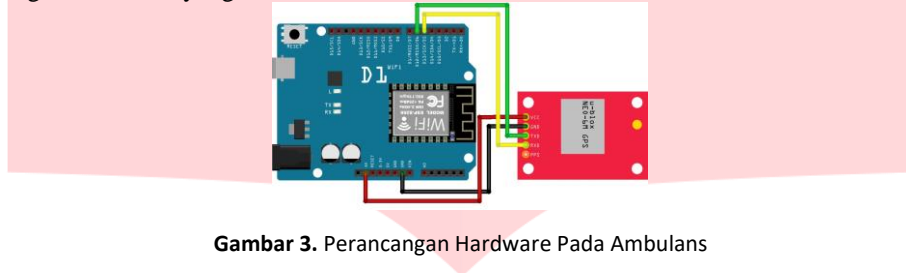
3.3 Skenario Pengujian

Skenario Pengujian dilakukan dengan 2 tahap yaitu:

- Pengujian parameter alat ini dilakukan dengan cara menampilkan hasil uji akurasi GPS terhadap parameter yang telah dilakukan dan *output*-nya dapat ditampilkan di LCD.
- Pengujian parameter jaringan pada perancangan ini yang dilakukan adalah menghitung *Quality Of Service* (QOS) dalam keadaan *idle* dan *mobile* berupa *delay*, *jitter*, dan *throughput* dari sistem.

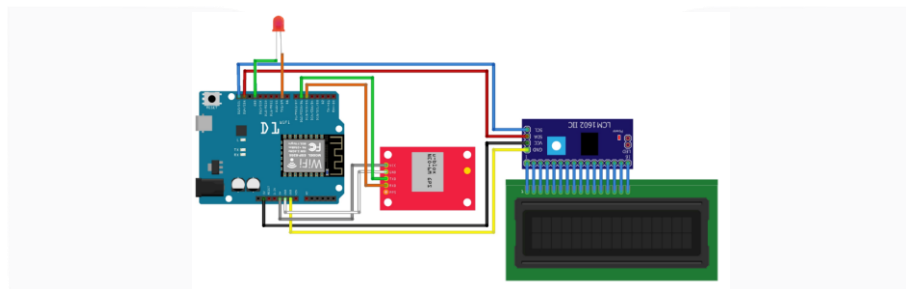
3.4 Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

Dalam proses perancangan *hardware* akan dibuat 2 desain. Berikut ini adalah gambar perancangan *hardware* yang akan dibuat.



Gambar 3. Perancangan Hardware Pada Ambulans

Pada rancangan alat yang dibuat untuk ambulans berupa mikrokontroler Wemos D1 R1 dan GPS Neo Ublox 6m yang mendapatkan jaringan internet dari *Smartphone Tathering* pengendara. Selain perancangan *hardware* pada ambulans, dibutuhkan juga perancangan *hardware* pada non-ambulans seperti pada gambar berikut:



Gambar 4. Perancangan Hardware Pada non-Ambulans

Pada perancangan *hardware* non-Ambulans terdapat mikrokontroler berupa Wemos D1 R1 dan GPS Neo Ublox 6m yang mendapatkan jaringan internet dari *Smartphone Tathering* pengendara, LCD I2C dan LED untuk menampilkan notifikasi. Pada perancangan ini, terdapat 3 bagian rancangan yaitu antara mikrokontroler Wemos D1 R1 dengan modul GPS Neo Ublox 6m, dan mikrokontroler Wemos D1 R1 dengan LCD I2C, dan yang terakhir Wemos D1 R1 dengan LED.

4. Pengujian Dan Analisis

4.1 Pengujian Hasil *Output* dan Akurasi GPS

Pengujian hasil *output* dan Akurasi GPS dilakukan guna melihat hasil dari *output* dari alat yang dibuat. Konsep dari pengujian alat yang dibuat dalam penelitian ini memiliki 3 kondisi dimana kondisi pertama yaitu pada saat keberadaan ambulans berjarak ≥ 150 meter dengan kendaraan non-ambulans maka tulisan pada LCD berupa 'ZONA AMAN' seperti pada gambar 5.



Gambar 5. Tampilan LCD Ketika Jarak Ambulans >150 Meter

GPS yang dipasang di ambulans akan terus menerus mengirim titik koordinat ke firebase, dan pada saat tidak terdeteksi ambulans, LCD akan menampilkan 'ZONA AMAN' yang artinya tidak ada ambulans yang mendekat ke kendaraan non-ambulans. Ketika jarak ambulans dengan kendaraan non-ambulans berada di antara 40meter – 150meter, maka LCD akan menampilkan perhitungan jarak secara *realtime* seperti pada **gambar 6**.



Gambar 6. Tampilan LCD Ketika Jarak Ambulans 150 – 40 Meter.

Pada saat jarak ambulans ≤ 40 meter, maka LCD akan menampilkan 'PERHATIAN! ADA AMBULANS!' yang artinya ada ambulans yang mendekat dengan radius ≤ 40 meter disekitar kendaraan non ambulans sehingga informasi yang ditampilkan pada LCD seperti pada **gambar 7**.



Gambar 7. Tampilan LCD Ketika Jarak Ambulans <40 Meter.

Pada pengujian akurasi GPS koordinat dilakukan pengujian sebanyak 30 kali untuk mengukur perbedaan hasil koordinat yang diperoleh melalui GPS pada alat dan koordinat yang diambil dari Google Maps, berikut hasil dari perhitungan selisih jarak yang sudah dilakukan.

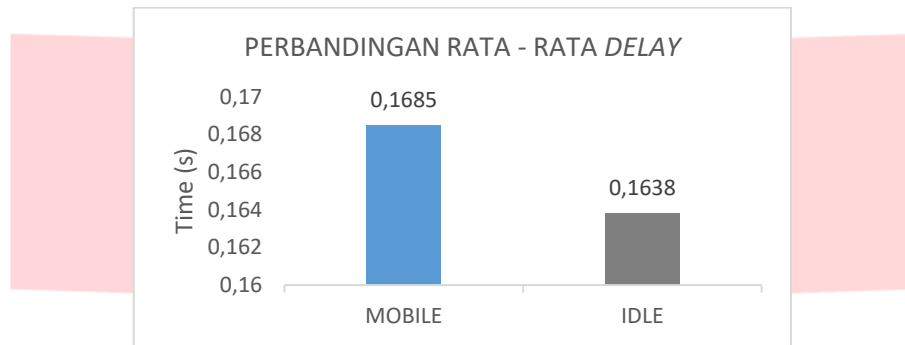
Tabel 2. Pengujian Akurasi GPS

LATITUDE GPS	LONGITUDE GPS	LATITUDE REAL	LONGITUDE REAL	SELISIH JARAK (METER)
-6,9387570	107,6163020	-6,9389195	107,6162621	1,88989
-6,9387550	107,6162950	-6,9389195	107,6162621	1,89504
-6,9387580	107,6163100	-6,9389195	107,6162621	1,86449
-6,9387760	107,6163100	-6,9389195	107,6162621	2,06484
-6,9387770	107,6163100	-6,9389195	107,6162621	2,07713
-6,9387780	107,6163100	-6,9389195	107,6162621	2,08955
-6,9387790	107,6163100	-6,9389195	107,6162621	2,10211
-6,9387800	107,6163100	-6,9389195	107,6162621	2,11480
-6,9387730	107,6163100	-6,9389195	107,6162621	2,02876
-6,9387740	107,6163100	-6,9389195	107,6162621	2,04066
-6,9387720	107,6163100	-6,9389195	107,6162621	2,01698
-6,9387700	107,6163100	-6,9389195	107,6162621	1,99381
-6,9387690	107,6163100	-6,9389195	107,6162621	1,98241
-6,9387670	107,6163100	-6,9389195	107,6162621	1,95996
-6,9387660	107,6163100	-6,9389195	107,6162621	1,94891
-6,9387680	107,6163100	-6,9389195	107,6162621	1,97112
-6,9387650	107,6163020	-6,9389195	107,6162621	1,97857
-6,9387660	107,6163020	-6,9389195	107,6162621	1,99021
-6,9387610	107,6163020	-6,9389195	107,6162621	1,93326
-6,9387600	107,6163020	-6,9389195	107,6162621	1,92224
-6,9387580	107,6163020	-6,9389195	107,6162621	1,90056
-6,9387570	107,6163020	-6,9389195	107,6162621	1,88989
-6,9387590	107,6162950	-6,9389195	107,6162621	1,93934
-6,9387600	107,6162950	-6,9389195	107,6162621	1,95073
-6,9387610	107,6162950	-6,9389195	107,6162621	1,96225
-6,9387620	107,6162950	-6,9389195	107,6162621	1,97391
-6,9387650	107,6162950	-6,9389195	107,6162621	2,00968
-6,9387680	107,6162950	-6,9389195	107,6162621	2,04672
-6,9387710	107,6162950	-6,9389195	107,6162621	2,08510
-6,9387870	107,6162550	-6,9389195	107,6162621	2,42095
RATA-RATA				2,00146

Dari **tabel 4.3** terdapat 30 kali pengujian akurasi GPS, dan mendapat selisih rata-rata pergeseran koordinat dari data yang didapat dari Google Maps sebesar 2,00146 meter. Hasil yang didapatkan memiliki selisih jarak yang cukup baik karena GPS yang digunakan Neo ublox-6m.

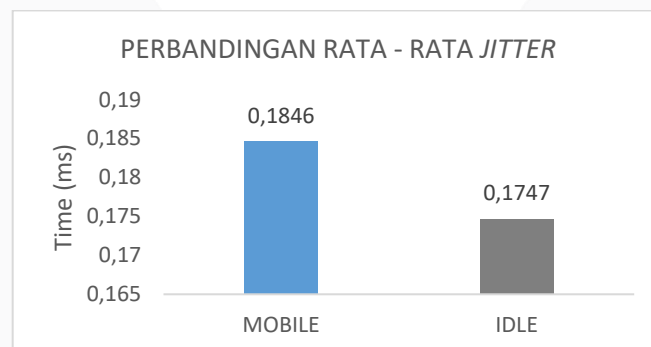
4.2 Perbandingan Hasil QoS *idle* dan *mobile*.

Dari perhitungan *Quality of Service* keseluruhan, didapat perbandingan hasil antara uji coba secara *mobile* dan *idle* seperti pada **gambar 6**.



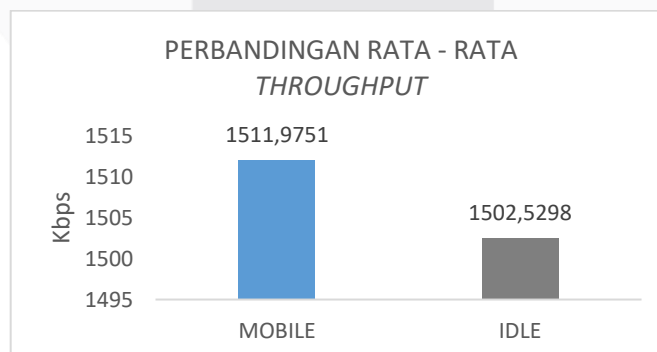
Gambar 8. Perbandingan Rata – Rata Delay Dalam Keadaan *Idle* dan *Mobile*

Rata – rata *delay* didapat dari 3 kondisi yang mana setiap kondisi dilakukan 30 pengambilan data. Dari data yang didapat, percobaan dalam keadaan *mobile* mendapat rata – rata *delay* yang lebih besar yaitu sebesar 0,1685 s, sedangkan dalam keadaan *idle* mendapat rata – rata *delay* yang lebih kecil yaitu 0,1638. Perbedaan nilai antara keadaan *mobile* dan *idle* tidak begitu signifikan, karena pengujian dalam keadaan *idle* dilakukan tidak dalam keadaan bergerak.



Gambar 9. Perbandingan Rata – Rata Jitter

Perbandingan rata – rata *jitter* didapat dari pengujian sebanyak 3 kondisi, tiap kondisi dilakukan 30 kali pengujian, dari total keseluruhan *jitter* dihitung rata – ratanya sehingga mendapat hasil seperti pada **gambar 4.12**. Pengujian dalam keadaan *mobile* memiliki nilai rata – rata *jitter* yang lebih besar yaitu 0,1846, sedangkan dalam keadaan *idle* memiliki rata – rata *jitter* lebih kecil yaitu sebesar 0,1747.



Gambar 10. Perbandingan Rata – Rata Throughput

Pengujian yang dilakukan secara *mobile* memiliki nilai rata – rata *throughput* yang lebih besar yaitu sebesar 1511,9651 sedangkan pengujian yang dilakukan secara *idle* memiliki nilai *throughput* yang lebih kecil yaitu sebesar 1502,5298, artinya ketika dalam keadaan *mobile* alat yang dibuat bekerja lebih optimal dikarenakan ada 1511,9751 bit data yang ditransmisikan disetiap detik, sedangkan dalam keadaan *idle* hanya ada 1502,5298 bit data yang ditransmisikan tiap detik. Hal itu dikarenakan ketika dalam keadaan *mobile* modul GPS lebih bisa bekerja dengan optimal karena berada di tempat yang lebih terbuka atau hanya terhalang oleh atap dari kendaraan.

5. Simpulan

Sistem peringatan dini ini terdiri dari perangkat keras (*hardware*) berupa Wemos D1 R1, GPS Neo Ublox 6m, LCD I2C 16x2, LED, dan perangkat lunak (*software*) Arduino IDE, Wireshark, Realtime Database Google Firebase agar dapat berfungsi dengan baik dalam pengiriman pesan koordinat dalam keadaan *mobile* ataupun *idle*. Untuk melihat hasil kualitas pengiriman data dilakukan pengujian secara *mobile* dan *idle*, yang mana pada keadaan *mobile* menggunakan kecepatan kendaraan 40km/jam. Didapat hasil pengujian dalam keadaan *idle*, *delay* rata-rata yang didapat lebih kecil yaitu 0,1638 s, sedangkan dalam keadaan *mobile* mendapat rata – rata *delay* lebih besar yaitu 0,1685 ms. Untuk rata – rata *jitter* yang didapat dalam keadaan *idle* mendapat nilai lebih kecil yaitu 0,17473 s, sedangkan dalam keadaan *mobile* rata – rata *jitter* mendapat nilai lebih besar yaitu 0,18468 ms. *Throughput* yang didapat dalam keadaan *idle* mendapat nilai lebih kecil yaitu 1502,53 Kbps, sedangkan dalam keadaan *mobile* rata – rata *throughput* nya adalah 1511,975 Kbps. Semua hasil perhitungan yang didapat dari pengujian alat ini termasuk kategori baik jika menurut standarisasi TIPHON.

Referensi

- [1] GAIKINDO, “Penjualan Mobil Januari sampai November 2019 Dekati 1 Juta Unit,” 2019. <https://www.gaikindo.or.id/gaikindo-penjualan-mobil-januari-sampai-november-2019-dekati-1-juta-unit/>.
- [2] Januar Alamijaya (TribunKaltim), “Tak Diberi Jalan saat Macet, Pasien Meninggal Dalam Ambulance,” 2017. <https://kaltim.tribunnews.com/2017/10/11/tak-diberi-jalan-saat-macet-pasien-meninggal-dalam-ambulance>.
- [3] J. E. W. P, “Antisipasi Kedatangan Kendaraan Darurat Melalui Emergency Message Pada Lingkungan Vehicular Adhoc Network,” no. February 2017, pp. 0–4, 2016.
- [4] H. Yuliansyah, “Uji Kinerja Pengiriman Data Secara Wireless Menggunakan Modul ESP8266 Berbasis Rest Architecture,” *J. Rekayasa dan Teknol. Elektro*, vol. 10, no. 2 (Mei 2016), pp. 68–77, 2016, doi: 10.23960/elc.v10n2.217.
- [5] M. Bayani, K. Leiton, and M. Loaiza, “Internet of Things (IoT) Advantages on E-learning in the Smart Cities,” *Int. J. Dev. Res.*, vol. 7, no. 12, pp. 17747–17753, 2017.
- [6] A. Al-Fuqaha, M. Guizani, M. Mohammadi, M. Aledhari, and M. Ayyash, “Internet of Things: A Survey on Enabling Technologies, Protocols, and Applications,” *IEEE Commun. Surv. Tutorials*, vol. 17, no. 4, pp. 2347–2376, 2015, doi: 10.1109/COMST.2015.2444095.
- [7] A. C. P. College and N. Mumbai, “SMART CAR MONITORING SYSTEM USING ARDUINO,” pp. 3–6, 2018.
- [8] D. K. Verma and T. Sharma, “Issues and Challenges in Cloud Computing,” *Ijarccce*, vol. 8, no. 4, pp. 188–195, 2019, doi: 10.17148/ijarccce.2019.8431.
- [9] M. P. R. INDONESIA, *PERMENHUB-11 Tahun 2015-BATAS KECEPATAN.pdf*. MENTERI PERHUBUNGAN REPUBLIK INDONESIA, 2015.
- [10] M. K. D. K. S. R. I. SOSIAL, *STANDARISASI KENDARAAN PELAYANAN MEDIK*. MENTERI KESEHATAN DAN KESEJAHTERAAN SOSIAL REPUBLIK INDONESIA, 2001.
- [11] Kompas.com, “Panduan Jarak Aman Kendaraan Menurut Polisi,” 2016. <https://otomotif.kompas.com/read/2016/08/03/172300915/Panduan.Jarak.Aman.Kendaraan.Menurut.Polisi> (accessed Jan. 17, 2021).
- [12] O. A. Saputra, F. Ramdani, and M. C. Saputra, “Analisis Perbandingan Aplikasi Google Maps , Wisepilot , dan Here Wego Dengan Pendekatan User Centered Design (UCD) dan Kaidah Cartography,” *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput. Univ. Brawijaya*, vol. 3, no. 1, pp. 974–980, 2019.
- [13] 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, [Online]. Available: http://www.etsi.org/deliver/etsi_tr/101300_101399/101329/02.01.01_60/tr_101329v020101p.pdf.