

PERANCANGAN PURWARUPA LAMPU LALU LINTAS PINTAR UNTUK KENDARAAN PEMADAM KEBAKARAN MENGUNAKAN INTERNET OF THINGS

PROTOTYPE SMART TRAFFIC LIGHT DESIGN FOR FIRE FIGHTING VEHICLES USING INTERNET OF THINGS

Catur Pandoyo¹, Ir. Agus Ganda Permana, M.T.², Dadan Nur Ramadan, S.Pd., M.T.³

Prodi D3 Teknologi Telekomunikasi, Universitas Telkom

¹caturpandoyo@student.telkomuniversity.ac.id, ²agusgandapermana@tass.telkomuniversity.ac.id,

³[dadannr@tass.telkomuniversity.ac.id](mailto:dadanr@tass.telkomuniversity.ac.id)

Abstrak

Dalam kota besar seperti contoh nya kota Bandung yang sangat padat dengan lalu lintasnya. Perancangan ini bertujuan untuk pengembangan *Smart Traffic Light* menggunakan *Internet of Things*. Target dari perancangan ini difokuskan untuk memperlancar kendaraan Pemadam kebakaran pada saat mendapatkan panggilan darurat melalui *smart traffic light* menggunakan *internet of things*.

Dalam perancangan ini menggunakan beberapa alat untuk membantu dalam rancangan ini seperti: Layanan firebase digunakan pada *smart traffic light* adalah *authentication* dan *realtime database*. ESP8266 terhubung dengan *Firestore* melalui komunikasi internet. Aplikasi android menggunakan layanan *authentication* dan *realtime database*. Aplikasi *smart traffic light* melakukan update lokasi dengan menggunakan fitur GPS kemudian menyimpan data update lokasi perjalanan ke *Firestore* menggunakan koneksi internet. Ketika aplikasi dijalankan lampu *traffic light* yang sejalan dengan rute yang sudah ditentukan akan berubah menjadi warna hijau sebelum kendaraan pemadam kebakaran sampai pada titik *traffic light*.

Hasil pengujian *smart traffic light* dari lampu lalu lintas berhasil berubah secara *realtime* dengan jarak pengaturan 150 meter pada pengujian didapatkan hasil nilai jarak dari 10 kali percobaan setiap jalur dengan nilai berubah rata rata jalur 1 (133.39 meter), jalur 2 (127.47 meter), jalur 3 (136.34 meter), jalur 4 (126.45 meter), jalur 5 (127.38 meter). Dan dengan nilai penyimpangan rata – rata 19.794 meter.

Kata Kunci: *Smart Traffic Light, Internet of Things, ESP8266, Firestore, Android.*

Abstract

In big cities like Bandung, for example, the city is very congested with traffic. This design aims to develop Smart Traffic Light using the Internet of Things. The target of this design is focused on facilitating fire fighting vehicles when getting emergency calls through smart traffic light using the internet of things.

In this design using several tools to assist in this design such as: Firestore services used in the smart traffic light are authentication and realtime database. ESP8266 is connected to Firestore via internet communication. Android application uses authentication and realtime database services. The smart traffic light application updates locations using the GPS feature and then stores travel location update data to Firestore using an internet connection. When the application is run the traffic light that is in line with the predetermined route will turn green before the fire engine reaches the traffic light point.

The smart traffic light test results from the traffic lights successfully change in realtime with a setting distance of 150 meters. On the test, the results of the distance value from 10 trials per path with the average changing value of lane 1 (133.39 meters), lane 2 (127.47 meters), lane 3 (136.34 meters), line 4 (126.45 meters), line 5 (127.38 meters). And with an average deviation value of 19,794 meters.

Keywords: *Smart Traffic Light, Internet of Things, ESP8266, Firestore, Android.*

1. Pendahuluan

Kemacetan merupakan hal yang sudah terjadi di kota kota besar di Indonesia. Kota Bandung Jawa Barat termasuk dalam kota dengan tingkat kemacetan yang cukup tinggi. Hal ini menyebabkan sering terlambatnya kendaraan darurat saat sedang bertugas termasuk salah satunya yaitu pemadam kebakaran yang umumnya memiliki ukuran kendaraan yang besar tentu saja memerlukan jalan yang cukup dan sedikit kemacetan untuk melakukan tugas panggilan darurat saat sedang bertugas agar sampai ke lokasi dengan cepat.

Kendaraan Pemadam Kebakaran memiliki hak diprioritaskan dalam pelaksanaan tugasnya. Dalam penjelasan Pasal 104 ayat (1) UU LLAJ dan Pasal 4 ayat (1) huruf b Perkapolri 10/2012. Pada saat terjadinya keadaan yang tidak diinginkan seperti kebakaran maka dalam keadaan tertentu untuk ketertiban berlalu lintas untuk mengabarkan bahwa setiap jalannya kendaraan harus tertib dan kelancaran lalu lintas, menutup dan membuka arus lalu lintas. Keadaan tertentu yang di maksud adalah adanya pengguna jalan yang diprioritaskan. [6]

Dalam kasus masalah ini akan dibuat sebuah Perancangan *Smart Traffic Light* diharapkan dapat menjadi salah satu solusi untuk mempermudah dan memperlancar rute perjalanan kendaraan darurat pemadam kebakaran saat sedang melakukan panggilan tugas darurat dan dapat menangani kebakaran dan masalah darurat dengan cepat tanpa mendapatkan kemacetan yang parah saat dalam perjalanan..

Pada proyek perancangan sebelumnya *smart traffic light* ditunjukkan pada perancangan untuk kendaraan darurat dengan struktur dan proses perancangan hamper sama dengan implementasi untuk kendaraan darurat *Ambulance*. Dengan menggunakan beberapa library seperti :a. Pencarian rute perjalanan, b. Penentuan ordinat rute perjalanan , c. Pembuatan marker map , d. Menampilkan Google Map di Aplikasi . Aplikasi Smart Traffic Light memanfaatkan Google Map API untuk mengakses peta digital Google dengan menggunakan *KEY*. *Key* akan didapatkan setelah kita melakukan registrasi melalui akun developer google dan mengakses halaman *Google Developer Console*. [3]

Pada perancangan *smart traffic light* ini diharapkan dapat menjadi solusi atas masalah yang sering terjadi pada kendaraan darurat pemadam kebakaran saat akan bertugas pada kota besar seperti Bandung yang sudah terkenal akan kepadatan kendaraan dan menyebabkan kemacetan yang dapat menghambat panggilan darurat dari pemadam kebakaran.

2. Dasar Teori

2.1 Smart Traffic Light

Smart traffic light system adalah konsep lalu lintas cerdas yang dirancang guna membantu berbagai hal kegiatan masyarakat, salah satunya untuk memberikan prioritas bagi kendaraan darurat yang sedang bertugas. Layanan darurat sebagai contoh layanan ambulance, kendaraan pemadam kebakaran, dan kendaraan kepolisian, merupakan layanan yang mendapatkan prioritas khusus. Layanan-layanan ini mendapat keistimewaan pada setiap *traffic light*, yaitu ketika layanan ini melewati *traffic light*, maka kondisi *traffic light* pada jalur yang dilewati oleh kendaraan layanan darurat akan berubah kondisi menjadi hijau. Agar dapat diberikan prioritas ini maka diperlukan sebuah mekanisme yang mampu memberikan prioritas untuk melewati persimpangan jalan. [4]

Traffic Light (Lampu Lintas) adalah lampu yang mengendalikan arus lalu lintas yang terpasang di persimpangan jalan, tempat penyeberangan pejalan kaki (*zebra cross*), dan tempat arus lalu lintas lainnya. Karena fungsinya yang sangat penting, maka lampu lalu lintas harus dapat dikendalikan seefisien mungkin untuk memperlancar arus lalu lintas di suatu persimpangan jalan. Seiring dengan perkembangan zaman dan teknologi, jumlah kendaraan yang ada terus bertambah banyak sehingga lalu lintas di jalan juga semakin bertambah padat, akan tetapi hal tersebut tidak diikuti dengan perkembangan infrastruktur yang ada. Perkembangan tersebut mempunyai 4 dampak terhadap sistem lalu lintas yang ada yaitu dalam sistem pengaturan waktu penyalaaan *traffic light*. Lampu ini menandakan kapan kendaraan harus berjalan dan berhenti secara bergantian dari berbagai arah. Sistem pengendalian *actuated controller* lampu lalu lintas dikatakan baik apabila secara otomatis dapat menyesuaikan diri dengan kepadatan lalu lintas. Perlu adanya pengaturan waktu untuk lampu hijau yang lebih fleksibel. Hal ini bertujuan agar setiap simpang jalan memperoleh jumlah waktu yang sesuai dengan kepadatan yang terjadi di persimpangan jalan tersebut. Oleh karena itu simpang jalan lainnya tidak perlu menunggu giliran lampu hijau yang terlalu lama. Dengan begitu, kepadatan kendaraan pada persimpangan jalan diharapkan dapat berkurang. [3]

Traffic light berfungsi dalam jalan raya untuk menjalankan dan mengatur jumlah volume kendaraan pada persimpangan jalan raya sehingga dapat memaksimalkan perjalanan kendaraan dan meminimalisir kecelakaan yang sering terjadi pada persimpangan jalan dan meminimalisir kemacetan.

2.2 Mobil Damkar

Mobil pemadam kebakaran merupakan salah satu sarana yang penting untuk membantu kelancaran proses kerja pemadam kebakaran. Mobil pemadam kebakaran selayaknya berada dalam kondisi yang baik agar selalu siaga saat dibutuhkan. Dari semua jenis mobil yang dimiliki, mobil pancar merupakan mobil yang selalu diberangkatkan ketika kejadian kebakaran berlangsung. Saat ini belum terdapat tindakan perawatan pencegahan bagi perawatan mobil tersebut. Komponen yang sering mengalami kerusakan (kritis) adalah kopling (plat kopling) dan rem (pirodo rem). Kerusakan komponen kritis dapat menimbulkan kerugian bagi masyarakat karena mengakibatkan keterlambatan pihak damkar datang ke

lokasi kejadian. Oleh karena itu diperlukan penjadwalan perawatan yang optimal. Metode yang digunakan untuk menghitung interval penggantian kerusakan adalah metode *age replacement*. [2]

2.3 Firebase

Firebase adalah API yang disediakan google untuk penyimpanan dan penyelarasan data ke dalam aplikasi Android, iOS, atau web. *Real time database* adalah salah satu fasilitas yang menyimpan data ke *database* dan mengambil data darinya dengan sangat cepat tetapi *firebase* bukan hanya *realtime database*, jauh lebih dari itu. *Firebase* memiliki banyak fitur seperti *authentication*, *database*, *storage*, *hosting*, pemberitahuan dan lain-lain. [7]

Firebase menyediakan *library* untuk berbagai *client platform* yang memungkinkan integrasi dengan Android, iOS, JavaScript, Java, Objective-C dan Node aplikasi Js dan dapat juga disebut sebagai layanan DbaaS (*Database as a Service*) dengan konsep *realtime*. *Firebase* digunakan untuk mempermudah dalam penambahan fitur-fitur yang akan dibangun oleh developer. *Database Realtime* merupakan basis data dalam *firebase* yang berbasis *cloud* dan tidak memerlukan *query* berbasis SQL untuk menyimpan dan mengambil data. Basis data ini terkenal sangat handal dan supercepat dalam proses update data dan sinkronisasi sehingga data tetap dipertahankan bahkan ketika *user* tidak terhubung dengan internet sekalipun data tetap di pertahankan. [7]

2.4 NodeMCU ESP8266

Node MCU ESP8266 adalah firmware yang berbasis *Open Source* yang dikembangkan untuk chip wifi ESP8266. Perangkat ini dapat dimodifikasi atau dibangun sesuai dengan keinginan user. Papan Node MCU terdiri dari wifi ESP8266. Chip wifi murah ini dikembangkan oleh *Espressif System* dengan protokol TCP / IP [5].

2.5 Internet Of Things

"Internet of Things (IoT) adalah jaringan benda-benda fisik atau "things" yang tertanam (embedded) dengan elektronik, perangkat lunak, sensor dan konektivitas untuk memungkinkannya untuk mencapai nilai yang lebih besar dan layanan dengan bertukar data dengan produsen, operator dan / atau perangkat lain yang terhubung. Setiap hal yang unik diidentifikasi melalui sistem komputasi tertanam (embedded) tetapi mampu beroperasi dalam infrastruktur internet yang ada. Sejauh ini, IoT paling erat hubungannya dengan komunikasi *machine-to-machine (M2M)* di bidang manufaktur dan listrik, perminyakan, dan gas. Produk dibangun dengan kemampuan komunikasi M2M yang sering disebut dengan sistem cerdas atau "smart" (contoh: *smart label*, *smart meter*, *smart grid sensor*). Menurut hasil penelitian yang didapatkan dari Juniper Research terdapat pertumbuhan perangkat IoT 3 kali lipat antara tahun 2016 s/d 2021. Menurut hasil penelitian dari Juniper Research memperkirakan jumlah peralatan IoT yang sudah terhubung ke internet baik itu *device*, sensor maupun aktuatur di 2 perkiraan mencapai lebih dari 46 billion dalam waktu 4 tahun ke depan. [3]

Internet of Things menggunakan beberapa teknologi yang secara garis besar di gabungkan menjadi satu kesatuan diantaranya sensor sebagai pembaca data, koneksi internet dengan beberapa macam topologi jaringan, radio frequency identification (RFID), wireless sensor network dan teknologi yang terus akan bertambah sesuai dengan kebutuhan (C. Wang et al., 2013). [1]

2.6 Cloud Storage

Cloud storage merupakan penyimpanan data secara digital didalam komputer *server*, penyimpanan ini meliputi beberapa *server* di beberapa lokasi yang berbeda, serta yang mempunyai dan memiliki lingkungan fisik dari server adalah perusahaan *hosting*. Penyedia layanan *cloud storage* ini bertanggung jawab dalam hal menjaga agar data selalu tersedia untuk dapat diakses kapan saja, dan juga lingkungan fisik harus terjaga dan terlindungi dengan baik. Orang ataupun organisasi dapat menyewa ataupun membeli dari penyedia layanan *cloud storage* berbagai kapasitas penyimpanan. [8]

Perkembangan dari *cloud storage* ini semakin memudahkan pengembangan aplikasi terutama aplikasi *mobile*. Terutama Android Studio dengan menggunakan Google *Firebase* dapat memberikan layanan *cloud storage* secara *realtime* dan sangat membantu pengembangan aplikasi yang berbasis *internet of things*. *Firebase* adalah layanan dari Google yang dapat memudahkan *developer* aplikasi untuk mengembangkan aplikasinya. *Firebase* merupakan evolusi dari *Envolve* yang merupakan *startup* yang didirikan oleh James Tamplin dan Andrew Lee pada 2011 silam. *Envolve* menyediakan pemrograman aplikasi obrolan daring. Akan tetapi *Envolve* juga digunakan untuk menyingkronkan data dari aplikasi yang bukan pesan obrolan. Ini digunakan untuk menyingkronkan data aplikasi yang bersifat *realtime* pada pengguna dari aplikasi tersebut. Akhirnya diputuskan untuk memisahkan sistem obrolan dan arsitektur

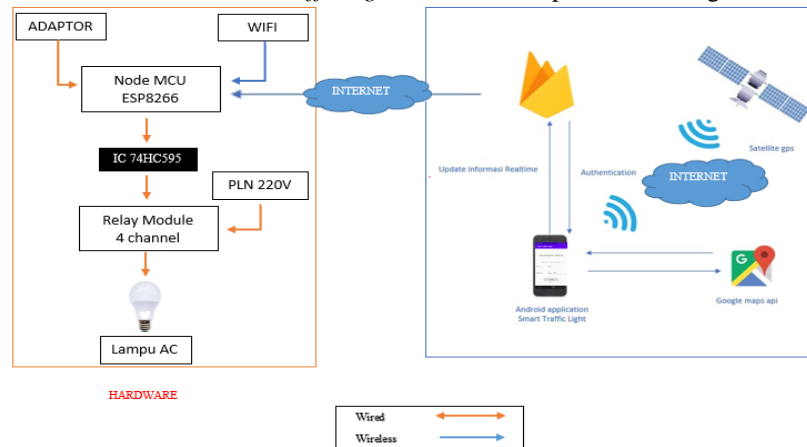
realtime. Pada April 2012 Firebase didirikan secara terpisah dan diakuisisi oleh Google pada Oktober 2014. Firebase berkembang secara pesat di Google dan saat ini sudah terintegrasi dengan berbagai layanan Google lainnya.[8]

Firebase juga dapat dijadikan sebagai perantara dalam teknologi IoT. Dikarenakan Firebase memberikan kemudahan kepada pengembang aplikasi dalam membangun aplikasi melalui semua fitur komplementernya. Semua fitur dikemas dalam SDK Firebase tunggal sehingga memberikan kemudahan dan tidak menghabiskan banyak waktu dalam membuat infrastruktur yang kompleks.[9]

3. Perencanaan

3.1 Blok Diagram Sistem

Pada sub bab ini menjelaskan mengenai blok diagram sistem yang memiliki beberapa bagian diantaranya yaitu *hardware*, *cloud*. Dari beberapa bagian tersebut nantinya akan dapat menjelaskan tentang keseluruhan sistem *smart traffic light*. Berikut merupakan blok diagram sistem pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Blok diagram sistem

Gambar 3. 1 Model Sistem Pendeteksi Hujan Berbasis Web dan Android

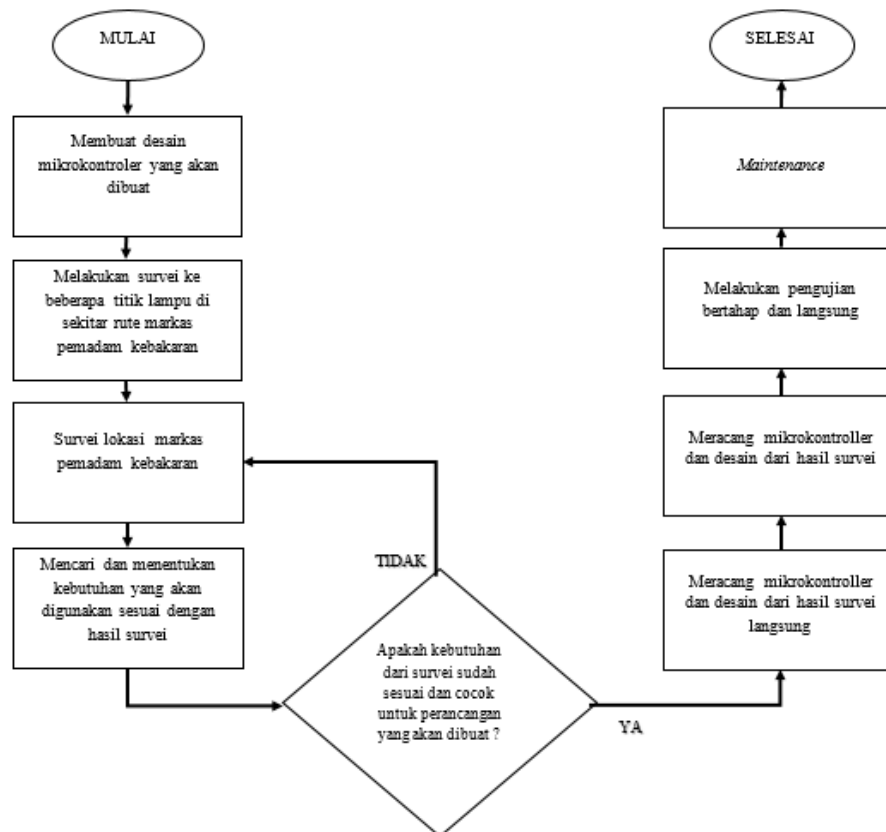
Pada Gambar 3.1 merupakan blok diagram keseluruhan sistem *Smart Traffic Light*. Pada gambar tersebut terbagi menjadi 2 kesatuan yaitu bagian utama yaitu *software* (kotak biru) dan *hardware* (kotak berwarna Jingga).

Pada bagian blok diagram *hardware* terdapat beberapa komponen dimulai dari *firebase* yang mendapatkan database dari aplikasi yang terdapat pada *Realtime Database* pada *firebase console* yang kemudian akan dilanjutkan oleh *NodeMCU* yang sudah terhubung dengan *firebase_Host* dan *firebase_Auth* pada *firebase console*. Kemudian dari *NodeMCU* akan membaca *database* dan diteruskan ke *hardware traffic light* untuk menunggu perubahan nilai yang akan menjadi *trigger* dari *traffic light* untuk berubah disalah satu arah sesuai dengan perubahan nilai pada *database* dan akan kembali menjadi keadaan normal setelah kurun waktu yang telah ditentukan kemudian *NodeMCU* akan mengirim data kembali ke *firebase* untuk merubah data nilai pada *database* menjadi keadaan normal kembali untuk bersiap kembali menerima data baru yang akan dikirim dari aplikasi.

Perubahan pada *hardware traffic light* dapat berubah dipengaruhi dengan kecepatan koneksi yang digunakan pada *NodeMCU* untuk menerima data dan mengirim data kembali setelah melakukan perubahan pada *hardware traffic light*.

3.2 Proses Pengerjaan Proyek Akhir

Pada proyek akhir ini akan dilakukan perancangan pada Proyek Akhir akan dibuat sistem *smart traffic light* yang akan lakukan beberapa tahapan yang akan di jelaskan melalui Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Blok Diagram Perencanaan

Pada bagian ini akan dijelaskan tahapan dan alur proses perencanaan *smart traffic light system* yang dilakukan melalui beberapa tahap.

Tahap pertama, Penentuan desain yang akan digunakan untuk mikrokontroler yang akan dibuat untuk sistem *smart traffic light*.

Tahap kedua, melakukan pengumpulan data dan survei titik lokasi lampu lalu lintas yang akan digunakan sebagai jalur darurat dari mobil pemadam kebakaran.

Tahap ketiga, melakukan survei langsung ke lokasi kantor Dinas Kebakaran dan Penanggulangan Bencana yang ada di lokasi yang sudah ditentukan di Jl. Sukabumi No.17, Kacapiring, Kec. Batununggal, Kota Bandung, Jawa Barat .

Tahap keempat, tahap wawancara dimana menanyakan beberapa hal yang dibutuhkan untuk pembuatan *project* ini kepada petugas secara langsung di lokasi kantor Dinas Kebakaran dan Penanggulangan Bencana Kota Bandung.

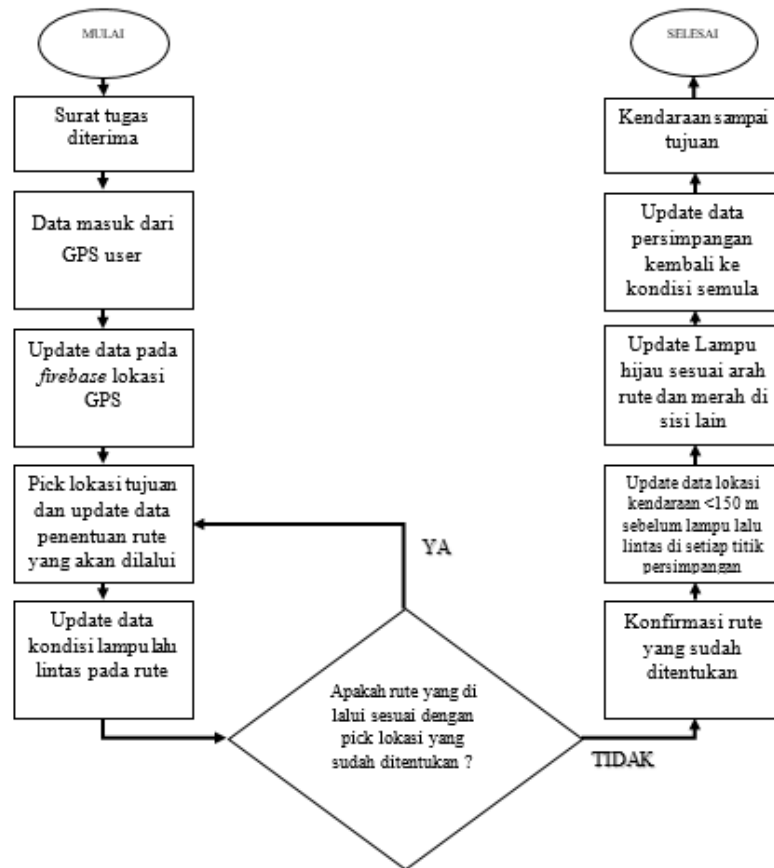
Tahap kelima, melakukan perancangan dan pembuatan mikrokontroler sesuai dengan data yang sudah dikumpulkan dan data dari hasil survei yang telah dilakukan ditahap sebelumnya.

Tahap keenam, Pada tahapan ini akan dilakukan simulasi dan pengujian langsung terhadap *project* yang sudah di buat apakah sudah sesuai dengan yang diharapkan dan tidak mengalami kendala sesuai yang diharapkan dapat menjalankan sesuai dengan hasil survei yang sudah di tentukan dari awal perancangan.

Tahap Ketujuh, setelah didapatkan hasil simulasi dan uji coba secara langsung dan dilakukan beberapa percobaan untuk mendapatkan waktu perbandingan tercepat dan apa ada *error* di salahsatu percobaan akan dapat diketahui langsung apakah *project* terjadi *error* atau ada yang kerusakan sistem. Maka akan dilakukan *maintenance* untuk memperbaiki dan melakukan pengujian ulang sampai mendapatkan hasil yang maksimal dan sesuai dengan keluaran yang diharapkan dari awal perancangan.

Penyebab dilakukannya beberapa percobaan dalam pengujian ini yaitu agar dapat diketahui apakah masih ada terjadi kerusakan sistem atau tidak sehingga dapat dilakukan perbaikan untuk meminimalisir kerusakan pada sistem untuk kedepannya.

3.3 Diagram alir



Gambar 3.3 Diagram Alir system smart traffic light

Pada Gambar 3.3, Merupakan skenario alur sistem dari *smart traffic light* atau bisa disebut langkah langkah yang terjadi pada sistem apabila dijalankan memiliki alur sesuai dengan yang di tunjukkan pada Gambar 3.3.

3.4 Survey lokasi Dinas Kebakaran dan Penanggulangan Bencana

Sebelum dilakukan perancangan sistem *smart traffic light* ini yang berlokasi di Jl. Sukabumi No.17, Kacaping, Kec. Batununggal, Kota Bandung, Jawa Barat. Harus dilakukan terlebih dahulu pencarian data dan survei lokasi untuk kondisi lapangan sesuai real dan hasil pengujian disekitar area kantor Dinas Kebakaran dan Penanggulangan Bencana. Tujuan dilakukannya survei di lokasi ini untuk mengetahui keadaan real disekitar lokasi yang akan di lakukan uji coba sistem *smart traffic light*.

4. Hasil Pengujian

4.1 Pengujian Fungsionalitas

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah rangkaian dan fungsi dari rangkaian sudah berjalan sesuai dengan konsep dan hasil yang sudah diharapkan atau belum. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan beberapa skenario berupa pengujian beberapa alur skenario jalur yang ada pada sekitar lokasi Dinas Pemadam Kebakaran yang terbagi pada 3 persimpangan 1 pertigaan dan 2 perempatan dengan cara menguji 5 skenario jalur dimana masing masing jalur dilakukan tes uji sebanyak 10 kali.

4.1.1 Hasil Pengujian Jalur 1

Pada Gambar 4.2 dilakukan pengujian jalur 1 dengan rute dari kantor Dinas Pemadam Kebakaran menuju arah barat sampai dengan persimpangan A berbelok menuju ke arah selatan



Gambar 4.1 Rute pengujian jalur 1

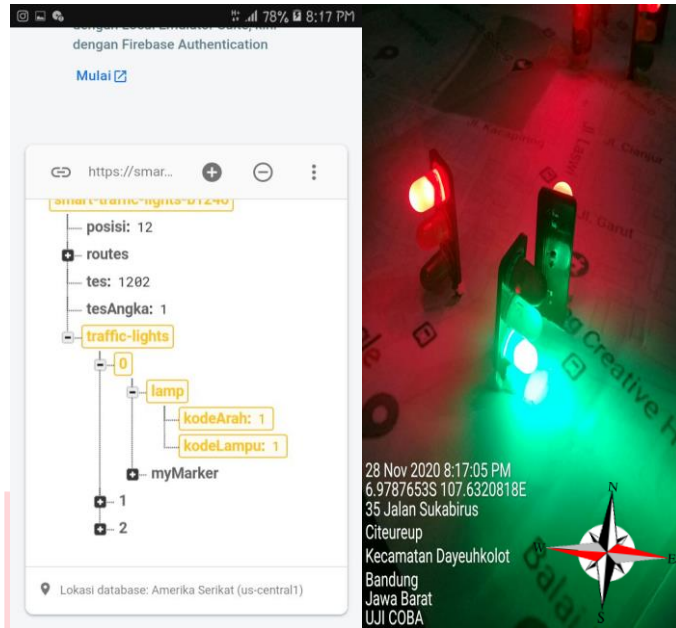
Pada pengujian skenario pengujian pada rute jalur Gambar 4.1 didapatkan hasil di mana nilai berubah pada firebase dan perubahan pada mockup berjalan sesuai hasil yang di ingin kan dan berubah sesuai dengan *Realtime* pada persimpangan pertama dapat dilihat dalam Gambar 4.2 sebagai berikut .



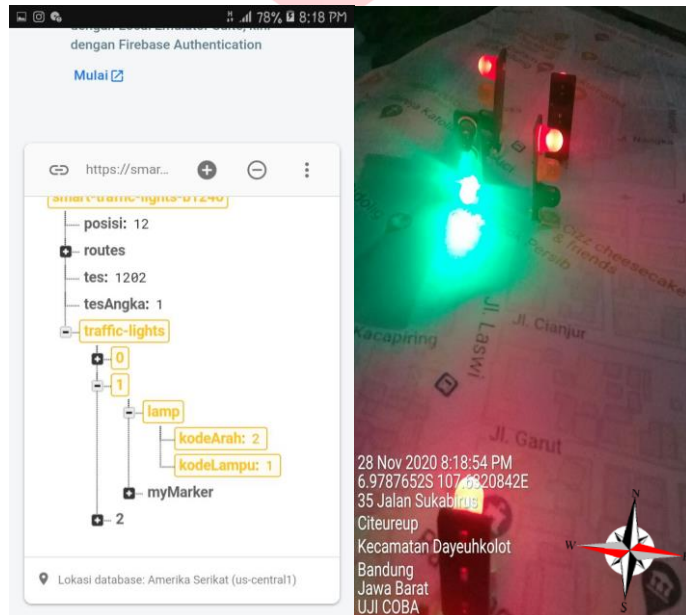
Gambar 4.2 Hasil perubahan *mockup* dan nilai pada firebase persimpangan pertama

Dari hasil dari pengujian terdapat nilai hasil yang telah didapatkan setelah dilakukan sebanyak 10 kali dan di dapatkan dilihat pada tabel 4.1 sebagai berikut.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Jalur 1



Gambar 4.4 Hasil perubahan *mockup* dan nilai pada firebase persimpangan pertama



Gambar 4.5 Hasil perubahan *mockup* dan nilai pada firebase persimpangan kedua

Dari hasil dari pengujian terdapat nilai hasil yang telah didapatkan setelah dilakukan sebanyak 10 kali dan di dapatkan dilihat pada tabel 4.2 sebagai berikut.

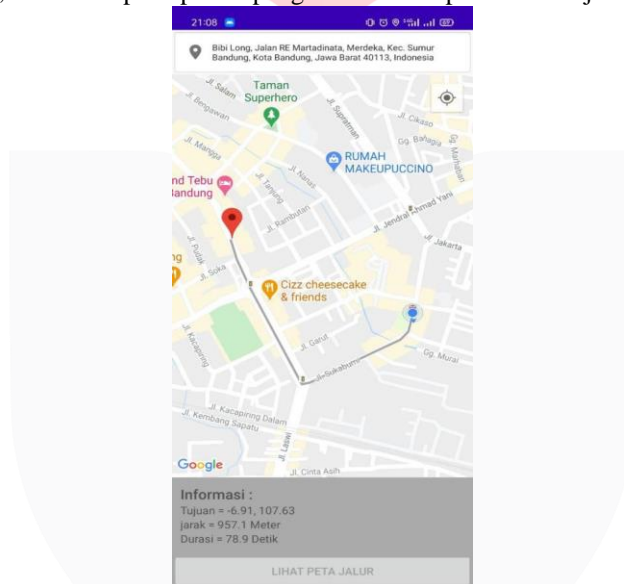
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Jalur 2

| Uji Coba | Jarak Target (m) | Nilai Hasil | | | Status Berubah | | | Status Lampu | | | | | |
|----------|------------------|-------------|------------|-----------|----------------|-----------|-----------|--------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|
| | | Simpang 1 | Simpang 2 | Simpang 3 | Simpang 1 | Simpang 2 | Simpang 3 | Simpang 1 | | Simpang 2 | | Simpang 3 | |
| | | | | | | | | kode arah | kode lampu | kode arah | kode lampu | kode arah | kode lampu |
| 1 | 150 | 120.845505 | 116.85221 | | Berhasil | Berhasil | | 1 | 1 | 2 | 1 | | |
| 2 | 150 | 120.845505 | 116.85221 | | Berhasil | Berhasil | | 1 | 1 | 2 | 1 | | |
| 3 | 150 | 120.845505 | 116.85221 | | Berhasil | Berhasil | | 1 | 1 | 2 | 1 | | |
| 4 | 150 | 145.62239 | 135.04866 | | Berhasil | Berhasil | | 1 | 1 | 2 | 1 | | |
| 5 | 150 | 138.82774 | 126.19265 | | Berhasil | Berhasil | | 1 | 1 | 2 | 1 | | |
| 6 | 150 | 134.35237 | 133.35387 | | Berhasil | Berhasil | | 1 | 1 | 2 | 1 | | |
| 7 | 150 | 122.243904 | 109.33687 | | Berhasil | Berhasil | | 1 | 1 | 2 | 1 | | |
| 8 | 150 | 146.09601 | 128.67143 | | Berhasil | Berhasil | | 1 | 1 | 2 | 1 | | |
| 9 | 150 | 137.49475 | 136.40012 | | Berhasil | Berhasil | | 1 | 1 | 2 | 1 | | |
| 10 | 150 | 133.67012 | 109.139084 | | Berhasil | Berhasil | | 1 | 1 | 2 | 1 | | |

Pada Tabel 4.2 dari pengujian jalur 2 ini menggunakan 2 lampu lalu lintas didua persimpangan berbeda yaitu persimpangan pertama dan persimpangan kedua. pada pengujian ini didapat nilai jarak terbaik 146.09601 m pada persimpangan pertama dan 136.40012 m pada persimpangan kedua.

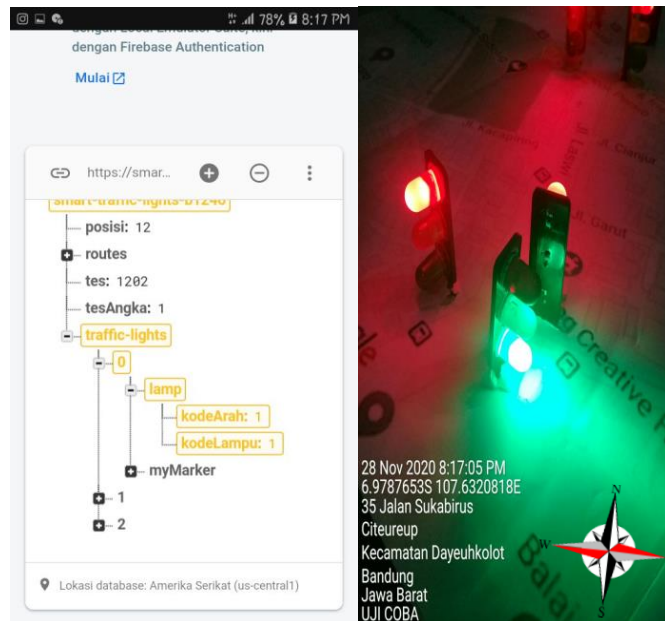
4.1.3 Hasil Pengujian Jalur 3

Pada Gambar 4.6 dilakukan pengujian jalur 3 dengan rute dari kantor Dinas Pemadam Kebakaran menuju arah barat sampai dengan persimpangan pertama berbelok menuju ke arah utara, kemudian pada persimpangan kedua tetap lurus menuju ke arah utara.

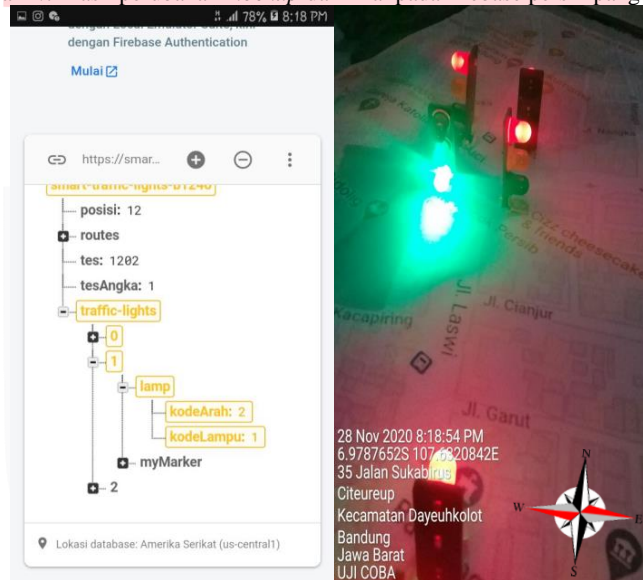


Gambar 4.6 Rute Pengujian Jalur 3

Pada pengujian skenario pengujian pada rute jalur Gambar 4.6 didapatkan hasil di mana nilai berubah pada firebase dan perubahan pada mockup berjalan sesuai hasil yang di inginkan dan berubah sesuai dengan *Realtime* yang dapat dilihat dalam Gambar 4.7 untuk persimpangan pertama dan Gambar 4.8 untuk persimpangan kedua sebagai berikut.



Gambar 4.7 Hasil perubahan *mockup* dan nilai pada firebase persimpang pertama



Gambar 4.8 Hasil perubahan *mockup* dan nilai pada firebase persimpang kedua

Dari hasil dari pengujian terdapat nilai hasil yang telah didapatkan setelah dilakukan sebanyak 10 kali dan di dapatkan dilihat pada tabel 4.3 sebagai berikut.

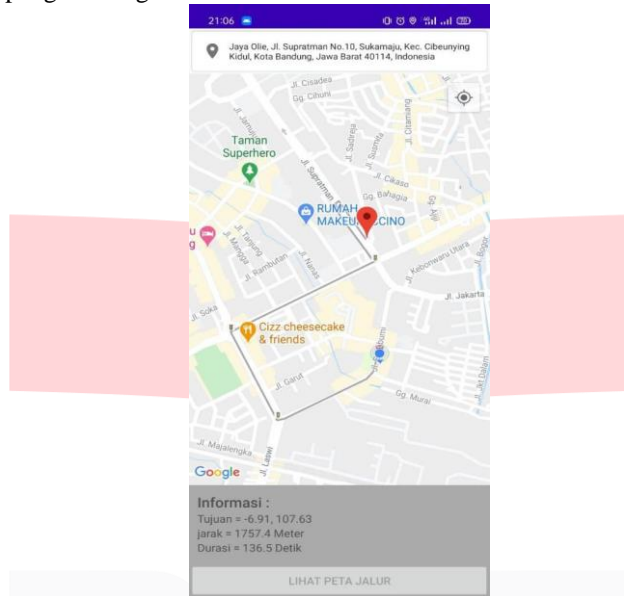
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Jalur 3

| Uji Coba | Jarak Target (m) | Nilai Hasil | | | Status Berubah | | | Status Lampu | | | | | |
|----------|------------------|-------------|-----------|-----------|----------------|-----------|-----------|--------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|
| | | Simpang 1 | Simpang 2 | Simpang 3 | Simpang 1 | Simpang 2 | Simpang 3 | Simpang 1 | | Simpang 2 | | Simpang 3 | |
| | | | | | | | | kode arah | kode lampu | kode arah | kode lampu | kode arah | kode lampu |
| 1 | 150 | 138.76672 | 137.7012 | | Berhasil | Berhasil | | 1 | 1 | 2 | 1 | | |
| 2 | 150 | 149.8093 | 129.04738 | | Berhasil | Berhasil | | 1 | 1 | 2 | 1 | | |
| 3 | 150 | 112.42389 | 149.71082 | | Berhasil | Berhasil | | 1 | 1 | 2 | 1 | | |
| 4 | 150 | 143.67294 | 123.41978 | | Berhasil | Berhasil | | 1 | 1 | 2 | 1 | | |
| 5 | 150 | 128.37572 | 138.42694 | | Berhasil | Berhasil | | 1 | 1 | 2 | 1 | | |
| 6 | 150 | 146.18979 | 147.67049 | | Berhasil | Berhasil | | 1 | 1 | 2 | 1 | | |
| 7 | 150 | 127.4651 | 99.07889 | | Berhasil | Berhasil | | 1 | 1 | 2 | 1 | | |
| 8 | 150 | 141.97311 | 145.92868 | | Berhasil | Berhasil | | 1 | 1 | 2 | 1 | | |
| 9 | 150 | 138.69844 | 147.04562 | | Berhasil | Berhasil | | 1 | 1 | 2 | 1 | | |
| 10 | 150 | 149.61766 | 131.79222 | | Berhasil | Berhasil | | 1 | 1 | 2 | 1 | | |

Pada Tabel 4.3 dari pengujian jalur 3 ini menggunakan 2 lampu lalu lintas didua persimpangan berbeda yaitu persimpangan pertama dan persimpangan kedua. pada pengujian ini didapat nilai jarak terbaik 149.8093 m pada persimpangan pertama dan 149.71082 m pada persimpangan kedua.

4.1.4 Hasil Pengujian Jalur 4

Pada Gambar 4.9 dilakukan pengujian jalur 2 dengan rute dari kantor Dinas Pemadam Kebakaran menuju arah barat sampai dengan persimpangan pertama berbelok menuju ke arah utara menuju ke persimpangan kedua ke mudian berbelok menuju ke arat timur sampai ke persimpangan ke tiga lalu berbelok ke arah utara.

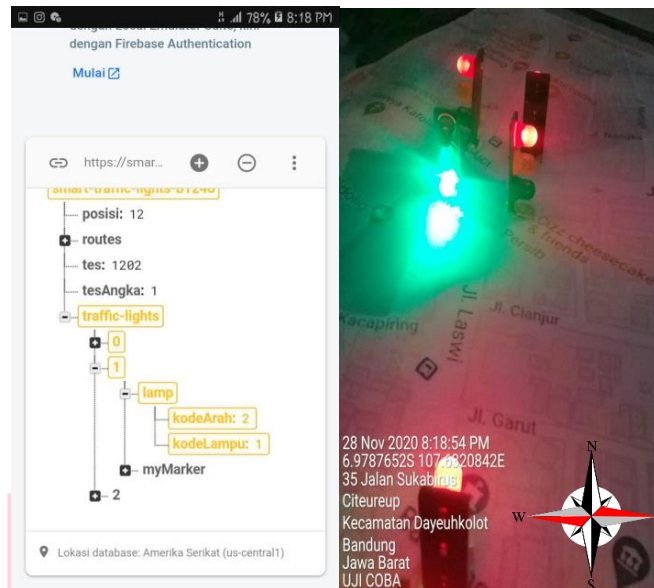


Gambar 4.9 Rute Pengujian Jalur 4

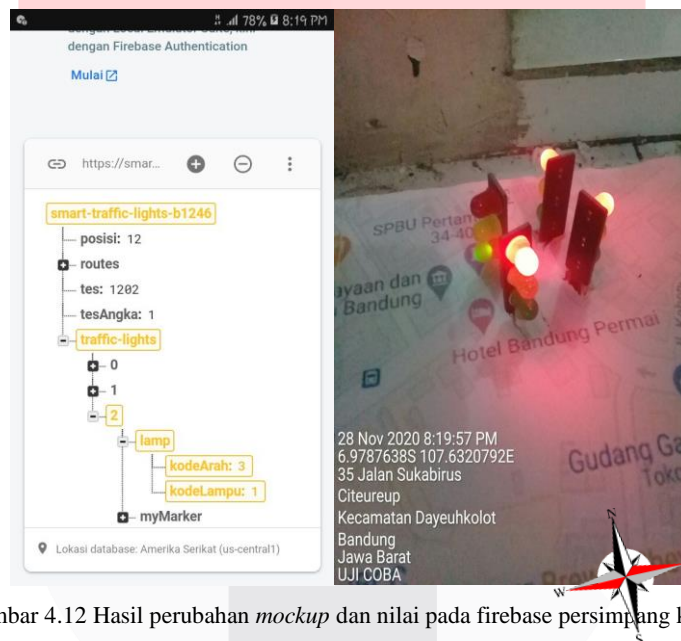
Pada skenario pengujian pada rute jalur Gambar 4.9 didapatkan hasil di mana nilai berubah pada *firebase* dan perubahan pada *mockup* berjalan sesuai hasil yang di inginkan dan berubah sesuai dengan *Realtime* yang dapat dilihat dalam Gambar 4.10 untuk persimpangan pertama, Gambar 4.11 untuk persimpangan kedua , dan Gambar 4.12 untuk persimpangan ketiga sebagai berikut.



Gambar 4.10 Hasil perubahan *mockup* dan nilai pada firebase persimpang pertama



Gambar 4.11 Hasil perubahan *mockup* dan nilai pada firebase persimpang kedua



Gambar 4.12 Hasil perubahan *mockup* dan nilai pada firebase persimpang ketiga

Dari hasil dari pengujian kali ini terdapat 3 persimpangan langsung dan mendapatkan nilai hasil yang telah didapatkan setelah dilakukan sebanyak 10 kali dan di dapatkan dilihat pada tabel 4.4 .

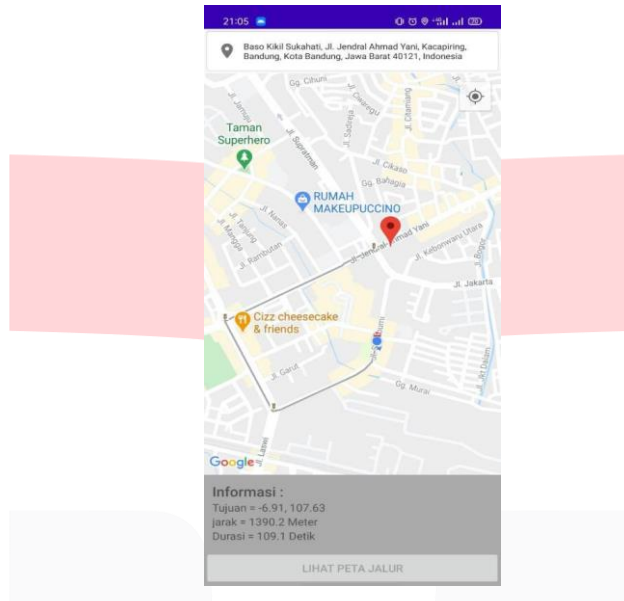
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Jalur 4

| Uji Coba | Jarak Target (m) | Nilai Hasil | | | Status Berubah | | | Status Lampu | | | | | |
|----------|------------------|-------------|------------|------------|----------------|------------|------------|--------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|
| | | Simpang 1 | Simpang 2 | Simpang 3 | Simpan g 1 | Simpan g 2 | Simpan g 3 | Simpang 1 | | Simpang 2 | | Simpang 3 | |
| | | | | | | | | kode arah | kode lampu | kode arah | kode lampu | kode arah | kode lampu |
| 1 | 150 | 125.32118 | 143.97672 | 127.45998 | Berhasil | Berhasil | Berhasil | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 |
| 2 | 150 | 131.69478 | 127.88543 | 75.79091 | Berhasil | Berhasil | Berhasil | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 |
| 3 | 150 | 143.92639 | 127.55822 | 132.46861 | Berhasil | Berhasil | Berhasil | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 |
| 4 | 150 | 105.50515 | 142.91449 | 129.91437 | Berhasil | Berhasil | Berhasil | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 |
| 5 | 150 | 125.51379 | 106.81895 | 122.64984 | Berhasil | Berhasil | Berhasil | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 |
| 6 | 150 | 147.15924 | 122.37286 | 111.72966 | Berhasil | Berhasil | Berhasil | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 |
| 7 | 150 | 149.82076 | 118.57652 | 143.40263 | Berhasil | Berhasil | Berhasil | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 |
| 8 | 150 | 138.47961 | 141.62497 | 84.09812 | Berhasil | Berhasil | Berhasil | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 |
| 9 | 150 | 126.76304 | 137.01009 | 126.425385 | Berhasil | Berhasil | Berhasil | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 |
| 10 | 150 | 126.16952 | 111.803024 | 138.83098 | Berhasil | Berhasil | Berhasil | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 |

Pada Tabel 4.4 didapatkan hasil dari pengujian jalur 4. Pada pengujian jalur 4 ini didapatkan jarak terbaik dari setiap persimpangan yaitu 149.82076 m pada persimpangan pertama, 143.97672 m pada persimpangan kedua, dan 143.40263 m pada persimpangan ketiga

4.1.5 Hasil Pengujian Jalur 5

Pada rute pengujian jalur kelima ini memiliki rute dari kantor pemadam kebakaran menuju arah barat hingga sampai dipersimpangan pertama. Dari persimpangan pertama berbelok ke arah utara hingga sampai ke persimpangan kedua. Pada persimpangan kedua berbelok ke arah timur hingga bertemu persimpangan ketiga. Dan di persimpangan ketiga tetap lurus ke arah timur setelah melewati lampu lau lintas persimpangan yang terlihat pada gambar 4.13 sebagai berikut.

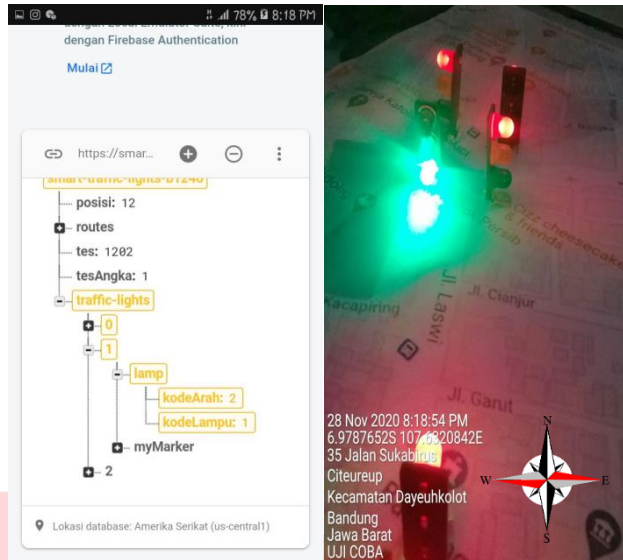


Gambar 4.13 Rute Pengujian Jalur 5

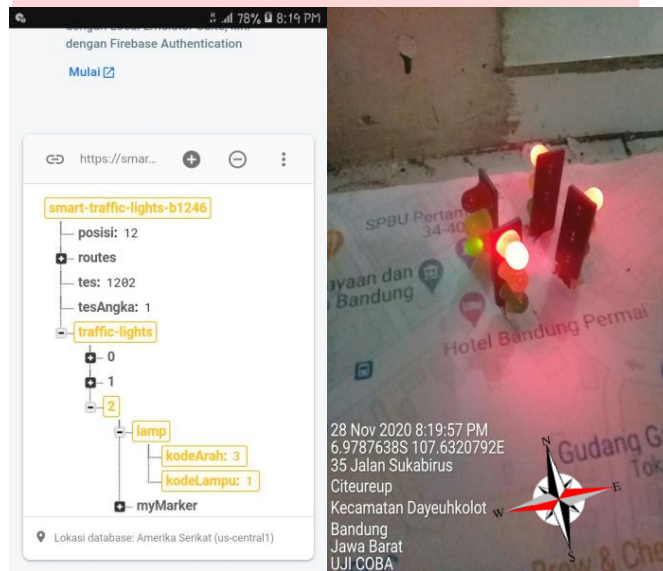
Pada skenario pengujian pada rute jalur Gambar 4.13 didapatkan hasil di mana nilai berubah pada *firebase* dan perubahan pada *mockup* berjalan sesuai hasil yang di inginkan dan berubah sesuai dengan *Realtime* yang dapat dilihat dalam Gambar 4.14 untuk persimpangan pertama, Gambar 4.15 untuk persimpangan kedua , dan Gambar 4.16 untuk persimpangan ketiga sebagai berikut.



Gambar 4.14 Hasil perubahan *mockup* dan nilai pada *firebase* persimpang pertama



Gambar 4.15 Hasil perubahan *mockup* dan nilai pada firebase persimpang kedua



Gambar 4.16 Hasil perubahan *mockup* dan nilai pada firebase persimpang ketiga

Dari hasil dari pengujian jalur kelima kali ini terdapat 3 persimpangan langsung dan mendapatkan nilai hasil yang telah didapatkan setelah dilakukan sebanyak 10 kali dan di dapatkan dilihat pada tabel 4.5 sebagai berikut.

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Jalur 5

| Uji Coba | Jarak Target (m) | Nilai Hasil | | | Status Berubah | | | Status Lampu | | | | | |
|----------|------------------|-------------|------------|------------|----------------|-----------|-----------|--------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|
| | | Simpang 1 | Simpang 2 | Simpang 3 | Simpang 1 | Simpang 2 | Simpang 3 | Simpang 1 | | Simpang 2 | | Simpang 3 | |
| | | | | | | | | kode arah | kode lampu | kode arah | kode lampu | kode arah | kode lampu |
| 1 | 150 | 143.616 | 140.74347 | 125.427925 | Berhasil | Berhasil | Berhasil | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 |
| 2 | 150 | 138.48657 | 111.95796 | 97.8533 | Berhasil | Berhasil | Berhasil | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 |
| 3 | 150 | 140.55496 | 125.998695 | 133.52325 | Berhasil | Berhasil | Berhasil | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 |
| 4 | 150 | 140.44917 | 121.981445 | 73.56207 | Berhasil | Berhasil | Berhasil | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 |
| 5 | 150 | 124.690674 | 133.05505 | 111.93112 | Berhasil | Berhasil | Berhasil | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 |
| 6 | 150 | 143.6849 | 146.69067 | 102.82941 | Berhasil | Berhasil | Berhasil | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 |
| 7 | 150 | 143.4824 | 129.72447 | 127.66334 | Berhasil | Berhasil | Berhasil | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 |
| 8 | 150 | 123.60381 | 115.61917 | 139.91254 | Berhasil | Berhasil | Berhasil | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 |
| 9 | 150 | 94.45289 | 142.65575 | 137.97679 | Berhasil | Berhasil | Berhasil | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 |
| 10 | 150 | 139.40569 | 133.99734 | 136.0692 | Berhasil | Berhasil | Berhasil | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 |

Pada Tabel 4.5 didapatkan hasil dari pengujian jalur 5. Pada pengujian jalur 5 ini didapatkan jarak terbaik dari setiap persimpangan yaitu 146.616 m pada persimpangan pertama, 146.69067 m pada persimpangan kedua, dan terakhir 139.91254 m pada persimpangan ketiga.

4.2 Pengujian Jaringan 3G & 4G

Pada pengujian ini di tunjukan untuk mengetahui hasil dari pemakain jaringan seluler pada sinyaya 3G dan 4G sebagai perbandingan untuk nilai hasil dari pengujian dan dapat dilihat pada gambar 4.17 dan tabel 4.6 sebagai berikut.



Gambar 4.17 Nilai Hasil 3G & 4G

Tabel 4.6 Nilai Hasil perbandingan 3G & 4G

| Persimpangan ke | Jarak Target (m) | Nilai Hasil | | Kode Arah | Kode Lampu |
|-----------------|------------------|-------------|-------------|-----------|------------|
| | | Jaringan 3G | Jaringan 4G | | |
| 1 | 150 | 121.924034 | 144.97862 | 1 | 1 |
| 2 | 150 | 105.21913 | 129.45331 | 2 | 1 |
| 3 | 150 | 108.23098 | 133.39398 | 3 | 1 |

5. Penutup

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, pengujian dan analisa yang telah dilakukan maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil pengujian fungsionalitas terhadap proyek sistem *smart traffic light* yang telah dibuat dapat disimpulkan bahwa semua fungsi 100% berjalan dengan baik sebagaimana semestinya.
2. Dari hasil implementasi dan pengujian secara langsung pada lokasi Kantor Dinas Pemadam Kebakaran, hardware mockup *smart traffic light* sudah dapat berjalan dengan baik dengan menggunakan kecepatan 4G yang lebih bagus dan maksimal.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil pembangunan Proyek Akhir ini, dapat disampaikan beberapa saran untuk pengembangan selanjutnya yaitu :

1. Menambahkan kreatifitas dengan membuat desain dan hardware dengan menggunakan bahan yang lebih bagus seperti akrilik
2. Menggunakan jaringan 5G yang bertujuan untuk transfer data dari aplikasi firebase dan hardware dapat lebih maksimal.
3. Membuat hardware yang dapat di implementasikan langsung ke lokasi untuk di uicoba secara langsung.

6. REFERENSI

- [1] Junaidi A. 2015. INTERNET OF THINGS, SEJARAH, TEKNOLOGI DAN PENERAPANNYA : REVIEW. Bandung. Universitas Widyatama.
- [2] Khoirunnisa N, dkk. 2015. PENJADWALAN PERAWATAN PENCEGAHAN KOMPONEN KOPLING DAN REM PADA MOBIL PANCAR DI DINAS PENCEGAHAN DAN PENANGGULANGAN KEBAKARAN KOTA BANDUNG. Bandung. Institut Teknologi Nasional.
- [3] Munir, dkk. 2017. Pengembangan Smart Traffic Light berbasis IoT (Internet Of Things) dengan Mobile Backend as a Service (MbaaS) sebagai wujud Smart City bidang transportasi. Yogyakarta. Universitas Negeri Yogyakarta.
- [4] Pranta A, dkk. 2017. Sistem Smart Traffic Light Berbasis RFID Untuk Layanan Darurat. Denpasar. Universitas Udayana Bali.
- [5] Pratap, dkk. "Smart Grid using Node MCU," Volume 22, Issue 3, e-ISSN: 2278- 0661,p-ISSN: 2278-8727.
- [6] Putra A, dkk. 2019. PERLINDUNGAN HUKUM TERHADAP PETUGAS PEMADAM KEBAKARAN DALAM KECELAKSAAN LALU LINTAS MENURUT UNDANG-UNDANG NOMOR 22 TAHUN 2009 TENTANG LALU LINTAS DAN ANGKUTAN JALAN STUDI KOTA TANJUNGBALAI. Sumatera Utara. Universitas Asahan.
- [7] Richard G, Tanone R. 2018. Penerapan Firebase Realtime Database Pada Prototype Aplikasi Pemesanan Makanan Berbasis Android. Salatiga. Universitas Kiristen Satya Wacana Salatiga.
- [8] R. T. Y. R. B. Roosevelt Joshua Gunadi, "PENERAPAN FIREBASE CLOUD STORAGE PADA APLIKASI MOBILE ANDROID UNTUK MELAKUKAN PENYIMPANAN IMAGE LAHAN PERTANIAN," Jurnal Teknologi Informasi, vol. IV, no. 2, pp. 283-284, 2020.
- [9] BAH Nasrullah, AG Permana, DN Ramadan, "PERANCANGAN MONITORING 2018. 41 STASIUN CUACA DAN KUALITAS UDARA BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT)," e-Proceeding of Applied Science, vol. IV, no. 3, pp. 2727-2728,