

**PERANCANGAN PROTOTIPE SMART PARKING BERBASIS
SENSOR INFRARED DAN PROXIMITY
DESIGN OF SMART PARKING PROTOTYPE BASED ON
INFRARED AND PRXIMITY SENSORS**

Sulthan Aidhar Mustamajid, Ahmad Tri Hanuranto², Dadan Nur Ramadan³

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

¹sulthanaidhar@student.telkomuniversitygmail.ac.id

²athanuranto@telkomuniversity.ac.id ³dadannr@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Beberapa lahan parkir sudah menyediakan informasi mengenai jumlah slot parkir, namun belum adanya informasi di mana pastinya slot parkir kosong yang tersedia secara *Realtime* sesuai yang diinginkan pengguna parkir tersebut, telah menimbulkan persoalan baru yaitu adanya penumpukan kendaraan yang diakibatkan oleh kesibukan pengguna parkir yang mencari slot parkir yang tersedia untuk ditempati. Tugas akhir ini fokus pada penerapan sistem berbasis *Internet of Things (IoT)* dengan perancangan sistem dalam mencari slot parkir yang sesuai dengan keperluan pengguna parkir. Pembuatan sistem ini mengandalkan Sensor *Infrared* dan *Proximity* sebagai pendeteksi slot parkir kosong dengan NodeMCU sebagai pemrogramannya yang dipasangkan di area slot parkir untuk penerapannya. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan diperoleh bahwa sensor *Infrared* dan *Proximity* dalam pengujian pada prototipe berfungsi dengan sempurna, karena mampu mendeteksi kendaraan dengan jarak 2 – 20 cm dan pada lampu LED yang semula tidak menyala apabila terdeteksi ada kendaraan oleh sensor akan berubah berwarna merah, pada pengujian waktu delay pengiriman data ke *Firestore* memiliki rata – rata waktu delay 0,1 detik.

Kata kunci: *Internet of Things (IoT), NodeMCU, sensor Infrared dan Proximity.*

Abstract

Some parking lots have provided information about the number of parking slots, but there is no information on where exactly the empty parking slots are available in real-time as desired by the parking users, which has created a new problem, namely congestion caused by busy parking users looking for slots. parking available to be occupied. This final project focuses on implementing an Internet of Things (IoT) based system with a system design in finding a parking slot that suits the needs of parking users. The manufacture of this system relies on Infrared and Proximity sensors to detect empty parking slots with NodeMCU as a programming paired in the parking slot area for its application. Based on the results of the tests that have been carried out, it is found that the Infrared and Proximity sensors in testing on the prototype function perfectly because they are able to detect vehicles with a distance of 2 - 20 cm and the LED light which initially does not light up if there is a vehicle will turn red when the vehicle is detected by the sensor, In testing the delay time sending data to Firestore has an average delay time of 0.1 second.

Keywords: *Internet of Things (IoT), NodeMCU, Infrared and Proximity sensors.*

1. Pendahuluan

Perparkiran merupakan permasalahan klasik yang sering terjadi di Indonesia, sudah banyak ragam cara ditempuh baik oleh Pemerintah maupun swasta untuk menanggulangi atau setidaknya mengurangi dampak dari permasalahan tersebut, namun tetap saja belum bisa berkurang secara signifikan. Panjang jalan dan pesatnya penjualan mobil merupakan penyumbang 65 % penyebab permasalahan perparkiran nasional. Menurut data dari Badan Pusat Statistik setiap tahunnya jalan aspal bertambah panjang dan volumenya sebanyak 2.478 km² dan sedangkan data dari GAIKINDO penjualan mobil setiap tahunnya bertambah 265.050 unit, dimana penjualan terbanyak adalah mobil penumpang/ mobil keluarga yang mewakili 6,88% penjualannya[1]. Apabila rata-rata ukuran panjang kendaraan dihitung 5 meter dengan perbandingan panjang jalan hanya 2.478 km² tersebut, maka akan didapatkan angka perbandingan 1 : 10, artinya apabila kondisi ini terus menerus terjadi, maka 15 tahun kedepan atau di tahun 2035 mobil akan parkir memenuhi seluruh permukaan jalan aspal di Indonesia tidak akan menyisakan ruang sedikitpun untuk bergerak[2].

Penelitian sebelumnya mengenai sistem *Smart Parking* dengan judul “SMART PARKING BERBASIS ARDUINO UNO” mengusulkan penggunaan *Internet of Things (IoT)* dalam mengurangi kesulitan pengguna parkir. Dengan membuat suatu sistem parkir yang tidak hanya menghitung jumlah kendaraan yang masuk dan keluar namun juga dapat menampilkan letak dari lahan parkir yang penuh dan kosong. Informasi mengenai lahan parkir yang kosong ini dapat membantu para pengendara agar tidak berkeliling terlebih dahulu untuk menemukan lahan parkir yang kosong[3].

Sistem ini menggunakan Sensor *Infrared* dan *Proximity* sebagai pendeteksi keberadaan kendaraan pada tempat parkir. NodeMCU yang mengirimkan data dari sensor menuju ke *Firebase* sehingga data dapat dilihat secara *Realtime*. Perancangan Prototipe *Smart Parking* Berbasis Sensor *Infrared* dan *Proximity* akan memberikan informasi sekaligus memandu pengguna parkir secara lengkap mengenai slot, nomor dan denah parkir yang sudah khusus disediakan untuk pengguna parkir tersebut.

2. Dasar Teori

2.1 *Internet of Things (IoT)*

Internet of Things (IoT) menurut Rekomendasi ITU-T Y.2060 didefinisikan sebagai sebuah penemuan yang mampu menyelesaikan permasalahan yang ada melalui penggabungan teknologi dan dampak sosial. Jika ditinjau dari standarisasi secara teknik, *IoT* dapat digambarkan sebagai infrastruktur global untuk memenuhi kebutuhan informasi masyarakat, memungkinkan layanan canggih dengan interkoneksi baik secara fisik dan virtual berdasarkan pada yang telah ada dan perkembangan informasi serta teknologi komunikasi (ICT) [2].

2.2 NodeMCU

NodeMCU merupakan salah satu pengendali mikro *single-board* yang memiliki fitur WiFi. NodeMCU berguna dalam pembuatan produk platform IoT. NodeMCU adalah sebuah platform IoT yang bersifat *opensource* dan menggunakan *script* LUA sebagai bahasa pemrogramannya. NodeMCU terdiri dari perangkat keras (*hardware*) berupa *System on Chip* ESP8266 buatan *espressif system* dan juga menggunakan *firmware* bahasa pemrograman *scripting* LUA. NodeMCU merupakan modul turunan pengembangan dari modul platform *Internet of Things (IoT)*. ESP8266 tipe ESP-12. Yang dapat dipelajari secara manual. Secara fungsi modul ini hampir menyerupai dengan platform modul *Arduino*, tetapi yang membedakan yaitu dikhususkan untuk “*Connected to Internet*”[3].

2.3 Sensor *Infrared* dan *Proximity*

Modul sensor dapat beradaptasi dengan lingkungan, sensor ini memiliki sepasang inframerah yang berfungsi untuk mengirim dan menerima, sensor *Infrared* dan *Proximity* memancarkan frekuensi tertentu, ketika mendeteksi arah bertemu dengan rintangan (permukaan yang memantulkan), tabung penerima *Infrared* dan *Proximity* yang dipantulkan, setelah pemrosesan rangkaian pembanding, indikator hijau akan menyala, pada saat yang sama antarmuka output sinyal untuk output sinyal digital (sinyal tingkat rendah), dapat melalui tombol potensiometer menyesuaikan jarak deteksi, jarak efektif rentang 2 ~ 30cm, tegangannya adalah 3,3V hingga 5V. Rentang deteksi sensor ini dapat diatur untuk menyesuaikan pemakaian. Sensor ini memiliki kelebihan yaitu menggabungkan dua buah sensor untuk mendeteksi jarak seperti sensor inframerah dan juga mendeteksi logam seperti sensor *proximity*[4].

2.4 *Smart Parking System*

Parkir adalah keadaan tidak bergerak suatu kendaraan yang bersifat sementara karena ditinggalkan oleh pengemudinya[5]. Sudah banyak pada saat ini berkembang mengenai teknologi sistem parkir yang memudahkan penggunaannya, yaitu *Smart Parking System*. *Smart Parking System* adalah sistem *stand alone* otomatis yang menyediakan informasi ketersediaan dan posisi slot parkir bagi pengguna slot parkir. Sistem ini dikembangkan untuk memenuhi standar *Smart Parking System* agar sesuai dengan kebutuhan peningkatan pelayanan parkir pada lahan parkir dengan memberikan kegiatan *monitoring* parkir dan fitur untuk mengontrol informasi parkir[6].

2.5 *Quality of Service (QoS)*

Quality of Service (QoS) merupakan bagian dari pengguna dengan kualitas layanan berdasarkan parameter tertentu. Setiap layanan memiliki standar nilai kinerja yang berbeda. Parameter pengujian antara lain *delay*, *jitter*, *throughput*, dan *packet loss*[7]. Parameter QoS terstandarisasi mengikuti dari standar *The International Telecommunication Union Standardization*

Sector (ITU-T G.1010). Parameter QoS yang digunakan seperti berikut[8]:

2.5.1 Delay

Delay merupakan suatu parameter yang menggambarkan waktu tunda suatu paket yang diakibatkan oleh proses transmisi dari satu titik ke titik lain yang menjadi tujuannya. Akibat dari *delay*, data yang kita terima akan mengalami keterlambatan waktu datang sehingga hal ini menyebabkan harus menunggu sejenak data tersebut sampai pada tujuan. Persamaan perhitungan *Delay* :

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

Tabel 2.1 Standar *delay* ITU-T G.1010

Kategori Latensi	Besar Delay (ms)	Indeks
Sangat Bagus	<150 ms	4
Bagus	150 ms s/d 300 ms	3
Sedang	300 ms s/d 450 ms	2
Buruk	> 450 ms	1

2.6 Teori Antrian

Teori antrian perlu dipelajari untuk mengenal perilaku pergerakan arus lalu lintas kendaraan dalam mendapatkan lokasi parkir. Hal ini disebabkan sangat banyak kejadian yang terjadi di sektor transportasi terutama dalam mendapatkan tempat parkir. dalam penelitian ini. pada sistem jaringan mendapatkan tempat parkir dapat dijelaskan dan dipecahkan dengan bantuan analisis teori antrian. Antrian pada dasarnya terjadi karena sebuah proses pergerakan kendaraan yang terganggu oleh adanya suatu kegiatan pelayanan yang harus dilalui, seperti misalnya antrian loket kendaraan yang terbentuk akibat adanya proses pembelian tiket parkir. Bagi pengguna parkir hal yang selalu dipermasalahkan adalah waktu menunggu selama proses mengantri, setiap pengendara akan selalu berpikir bagaimana caranya untuk dapat mendapatkan parkir secepatnya. Teori antrian merupakan suatu analisis yang sangat membantu di dalam memecahkan masalah mencari tempat parkir[9]. Berikut ini merupakan rumus dalam teori antrian :

$$W_s = \frac{1}{\mu - \lambda} \quad (2.2)$$

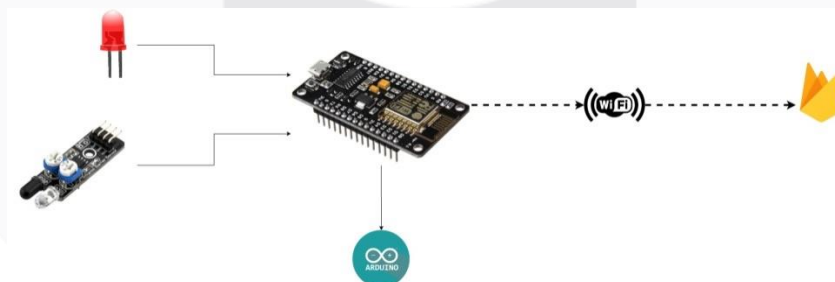
W_s = Waktu rata-rata dalam sistem.

λ = jumlah rata-rata pelanggan yang datang persatuan waktu.

μ = jumlah rata-rata pelanggan yang dilayani per satuan waktu.

3. Perancangan dan Simulasi Sistem

3.1 Desain Sistem

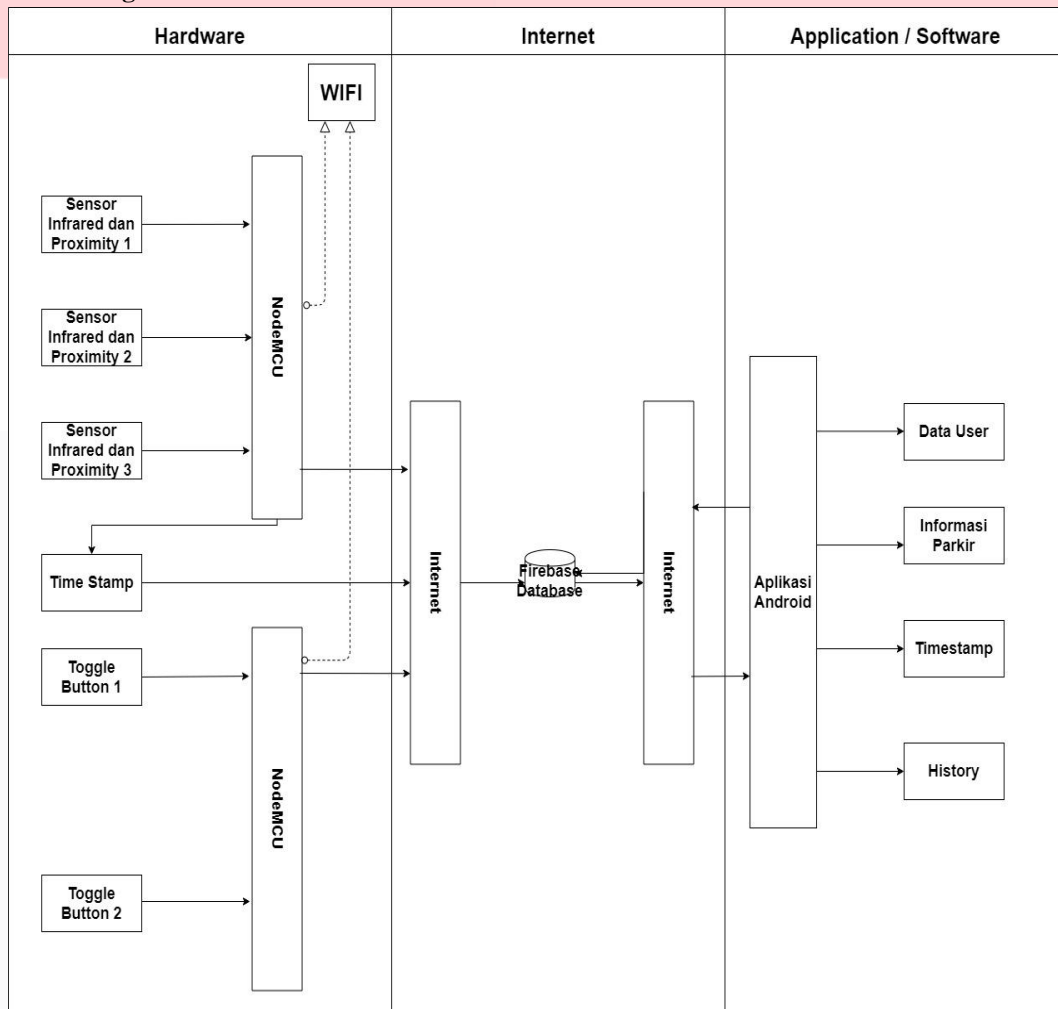


Gambar 3.1 Desain Sistem.

Pada **Gambar 3.1** Menunjukkan bahwa perancangan Prototipe *Smart Parking* Berbasis Sensor *Infrared* dan *Proximity*. Pada setiap titik tempat parkir terpasang sensor *Infrared* dan *Proximity* serta lampu LED. Sensor tersebut dipasang di bagian belakang slot parkir dan sejajar dengan beton agar bisa mendeteksi dengan kendaraan dengan sempurna. Lampu LED digunakan

sebagai pendeteksi ada atau tidaknya kendaraan pada slot parkir, apabila lampu menyala berwarna merah maka terdapat kendaraan sedangkan apabila lampu tidak menyala berarti slot parkir tersebut kosong. NodeMCU yang terhubung dengan sensor *Infrared* dan *Proximity* membaca data yang selanjutnya hasil data tersebut dikirimkan ke *Firestore* menggunakan jaringan internet. NodeMCU dikoneksikan dengan WiFi agar bisa masuk ke dalam *Firestore*. Sistem ini dirancang menggunakan 3 buah sensor *Infrared* dan *Proximity* 3 buah lampu LED sebagai sistem deteksi keberadaan kendaraan pada tempat parkir, 2 buah NodeMCU sebagai mikrokontroler yang membaca data dari sensor yang diletakkan di slot parkir. *Firestore* digunakan sebagai *database* dan *cloud storage*.

3.2 Diagram Blok



Gambar 3.2 Diagram Blok

Pada **Gambar 3.2** menjelaskan bahwa sistem yang dibuat adalah rancang bangun sistem perangkat keras. Sistem *Smart Parking* ini berbasis sensor *Infrared* dan *Proximity* dirancang untuk mendeteksi slot parkir yang kosong ataupun terisi. *Toggle Button* sebagai pembanding sensor untuk dalam menentukan slot parkir yang kosong maupun terisi. NodeMCU yang mengolah data dari sensor dan *Toggle Button* untuk dilakukan pemindaian slot parkir dengan mengirimkan informasi slot parkir mengenai hasil pemindaian tersebut melalui internet dengan bantuan Wifi menuju ke *Realtime Firestore Database*. Data yang berada di *Realtime Firestore Database* mengenai informasi slot parkir digunakan aplikasi android untuk dilanjutkan sebagai aplikasi reservasi parkir.

4. Pengujian Sistem

Pada Sistem yang telah dibuat dilakukan pengujian agar dapat dilihat kesalahan yang terjadi. Pengujian sistem ini dimaksudkan untuk mengetahui sistem yang dibuat sudah sesuai dengan perancangan sistem dan pengujian yang dilakukan terdiri dari pengujian pada alat dan pengujian pada aplikasi *Wireshark*.

4.1 Pengujian Alat

Pengujian pada alat dilakukan dengan cara pengujian fungsionalitas untuk menguji sensor pada alat dan pengujian waktu delay pengiriman data ke *Firestore Realtime Database*.

4.1.1 Pengujian Alat pada Sistem Prototipe Smart Parking

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui fungsi masing-masing perangkat keras yang digunakan pada sistem protoipe yang telah dibuat seperti sensor *Infrared* dan *Proximity*, NodeMCU, LED, *Toggle Button* dan *Firebase* yang digunakan. Hasil dari pengujian fungsi tiap perangkat ditunjukkan pada **Tabel 4.1** berikut:

Tabel 4.1 Pengujian Perangkat pada Prototipe

No	Fungsi	Indikator	Status
1	NodeMCU dapat terhubung ke sensor <i>Infrared</i> dan <i>Proximity</i> .	Sensor dapat mendeteksi adanya kendaraan.	Berhasil
2	NodeMCU dapat terhubung dengan lampu LED.	Lampu LED berfungsi sesuai dengan program yang telah dirancang.	Berhasil
3	NodeMCU dapat terhubung dengan <i>Toggle Button</i> .	<i>Toggle Button</i> digunakan sebagai tambahan untuk perbandingan sensor.	Berhasil
4	NodeMCU dapat terhubung dengan <i>Firebase Database</i> .	<i>Firebase Database</i> berfungsi sebagai tempat munculnya data dari NodeMCU menuju aplikasi.	Berhasil

4.1.2 Pengujian Jarak Maksimal dan Akurasi Sensor

Pengujian ini bertujuan untuk menguji keakuratan dari sensor *Infrared* dan *Proximity*. Untuk mendapatkan jarak maksimal yang dapat dibaca oleh sensor dilakukan pengujian yang terbaca oleh sensor dengan jarak sebenarnya. Pengujian dilakukan dengan menghubungkan sensor *Infrared* dan *Proximity* dengan NodeMCU. Kemudian dilakukan pemrograman untuk membaca jarak menggunakan sensor *Infrared* dan *Proximity* melalui *software* Arduino IDE dan untuk jarak sebenarnya dengan menggunakan penggaris. Pertama dilakukan pengujian untuk mengetahui seberapa jauh sensor *Infrared* dan *Proximity* dapat mendeteksi objek. Pengujian ini dilakukan sebanyak 15 kali dengan kelipatan jarak 2 cm.

Tabel 4.2 Pengujian Jarak Maksimal dan Akurasi Sensor

Jarak (Cm)	Sensor 1	Sensor 2	Sensor 3
2	YA	YA	YA
4	YA	YA	YA
6	YA	YA	YA
8	YA	YA	YA
10	YA	YA	YA
12	YA	YA	YA
14	YA	YA	YA
16	YA	YA	YA
18	YA	YA	YA
20	YA	YA	YA
22	TIDAK	TIDAK	TIDAK
24	TIDAK	TIDAK	TIDAK
26	TIDAK	TIDAK	TIDAK
28	TIDAK	TIDAK	TIDAK
30	TIDAK	TIDAK	TIDAK

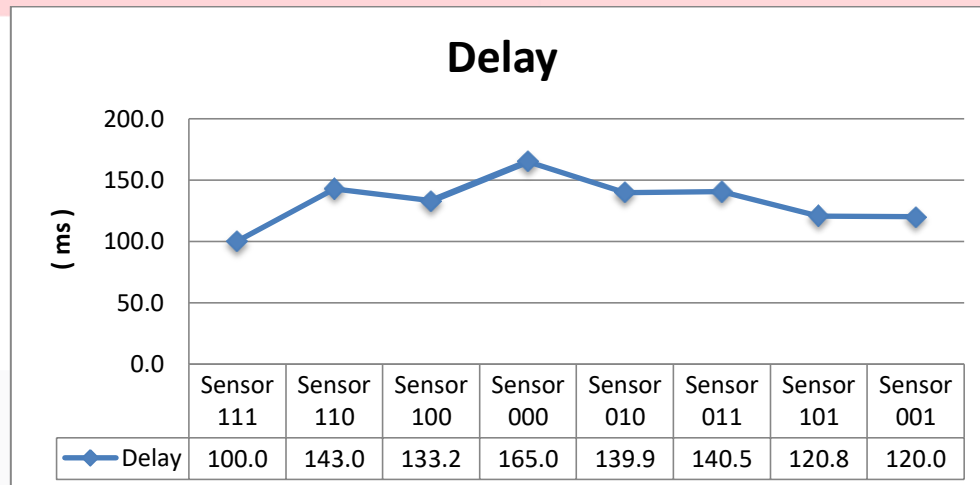
Pada pengujian jarak sensor *Infrared* dan *Proximity* serta *Toggle Button* menunjukkan bahwa hasil yang didapatkan pada ketiga sensor jaraknya mencapai 20 cm. Dari spesifikasi sensor menunjukkan hasil yang sangat bagus.

4.2 Pengujian Kualitas Jaringan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kualitas jaringan atau *Quality of Service* pada jaringan saat melakukan pengiriman dan penerimaan data dalam sistem ini. Parameter-parameter yang akan diuji adalah *delay*, *throughput*, *jitter* dan *paket loss*. Sensor 1-- menunjukkan data sensor 1, Sensor -1- menunjukkan data sensor 2, dan Sensor --1 menunjukkan data sensor 3. Sensor 111 menunjukkan keadaan sensor apabila ketiga sensor mendeteksi adanya object maka hasilnya 111, sebaliknya jika ketiga sensor tidak mendeteksi maka hasilnya 000. Begitu juga dengan *Toggle Button* Toggle 1- menunjukkan data Toggle 1 dan Toggle-1 menunjukkan data Toggle 2. Toggle 11 menunjukkan keadaan apabila Toggle mendeteksi adanya object, sebaliknya jika kedua Toggle tidak mendeteksi maka hasilnya Toggle 00.

4.2.1 Pengujian Delay

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui keandalan jaringan yang digunakan karena jaringan yang baik adalah jaringan dengan angka *delay* yang kecil. *Delay* yang diamati dalam pengujian ini adalah delay antara NodeMCU dengan sensor *Infrared* dan *Proximity* dengan *delay* NodeMCU dengan *Toggle Button*. Pengujian *delay* diamati menggunakan *software Wireshark* yang telah terinstal pada server, sehingga setiap paket yang melalui server akan dapat diamati langsung. Pengujian dilakukan sebanyak 30 kali dimulai dari hanya 1 *node* yang aktif hingga 2 *node* aktif.



Gambar 4.1 Grafik *Delay* NodeMCU dengan Sensor *Infrared* dan *Proximity*

Dari **Gambar 4.1** hasil pengujian *Delay* NodeMCU dengan 8 keadaan sensor didapatkan rata-ratanya adalah 132,7 ms. Menurut standarisasi ITU-T *Delay* kurang dari 150 ms termasuk sangat bagus dengan indeks 4. Dengan hasil yang didapat maka waktu pengiriman data dari NodeMCU menuju *Firebase* sangat cepat.

4.3 Perhitungan Teori Antrian

Perhitungan ini dilakukan untuk mengetahui waktu rata-rata yang akan didapatkan dalam sistem, antrian, tingkat intensitas pelayanan, dan jumlah pelanggan yang menunggu di dalam antrian dan sistem parkir. Sebelum dilakukan perhitungan terlebih dahulu dilakukan pengamatan selama 2 jam di tempat parkir pusat keramaian dalam hal ini adalah tempat parkir Gramedia. Dari pengamatan tersebut didapatkan informasi bahwa jumlah kedatangan mobil adalah 25 per jam dan dari 25 mobil yang datang mobil dilayani adalah 20 mobil dalam satu jam. Hasil yang didapatkan melalui perhitungan nantinya akan dibandingkan dengan hasil pengujian dari sensor..

4.3.1 Waktu Rata-rata Dalam Sistem

Dalam mencari perhitungan waktu rata-rata dalam sistem didapatkan jumlah rata-rata pelanggan dalam persatuan waktu (λ) yaitu 20 dan jumlah rata-rata pelanggan yang dilayani per satuan waktu (μ) yaitu 25. Berikut perhitungannya menggunakan persamaan (2.2) :

$$W_s = \frac{1}{25 - 20} = \frac{1}{5} = 12 \text{ menit}$$

Dari hasil perhitungan didapatkan waktu tunggu rata-rata pengguna parkir pada antrian adalah 12 menit.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis sistem yang telah dilakukan, kesimpulan yang dapat ditarik adalah sebagai berikut:

1. Prototipe *Smart Parking System* yang telah dirancang dapat berfungsi dengan baik sesuai dengan yang diharapkan dan dapat mendeteksi objek kendaraan.
2. Pada pengujian jarak jangkauan maksimum dengan menghubungkan NodeMCU dengan sensor *Infrared* dan *Proximity* didapatkan ketiga sensor mencapai jarak maksimumnya yaitu sebesar 20cm.

3. Pada pengujian *delay* antara NodeMCU dengan sensor *Infrared* dan *Proximity* menuju *Firebase* berada di rata-rata nilai 132,7 ms. Pengujian *delay* selanjutnya NodeMCU dengan *toggle button* menuju *Firebase* didapatkan rata-rata 206,1 ms. Artinya menurut standarisasi ITU-T *delay* yang berada di sensor *Infrared* dan *Proximity* dengan indeks 4 atau sangat bagus.
4. Prototipe *smart parking* yang diaplikasikan pada slot parkir dapat bekerja dengan baik dalam memberikan informasi slot parkir. Sehingga sistem ini dapat diaplikasikan pada tempat parkir yang memiliki banyak slot parkir. Dari pengujian yang didapatkan, *delay* rata-rata 132 ms dalam mengirim data ke *Firebase* adalah *delay* yang sangat baik berdasarkan ITU-T. Dari hasil tersebut prototipe yang digunakan dapat membantu mengurangi waktu bagi pengguna parkir untuk mendapatkan slot parkir dibandingkan dengan parkir manual yang membutuhkan waktu rata-rata 12 menit.

6. Saran

Berdasarkan penjabaran pengujian analisis dan kesimpulan dari prototipe yang telah dibuat, masih terdapat beberapa kekurangan. Untuk itu penyusun memberikan saran untuk penelitian selanjutnya agar prototipe bisa berjalan dengan lebih baik, yaitu:

- a. Menggunakan modul *wireless* yang memiliki spesifikasi lebih baik.
- b. Menggunakan sensor *Infrared* dan *Proximity* dengan jarak jangkauan yang bisa lebih jauh.
- c. Menggunakan Protokol yang berbeda.
- d. Dapat diimplementasikan pada lahan parkir berskala besar guna membantu mengurangi masalah perparkiran.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Baihaqi, R. Marota, A. F. Ilmiyono, and I. Firmansyah, "Pengaruh Return On Equity (ROE), Gross Profit Margin (GPM) Dan Pertumbuhan Penjualan Terhadap Harga Saham Yang Terdaftar Di Bursa Efek Indonesia Periode 2013-2017," p. 2, 2017.
- [2] B. P. Statistika, "Output Tabel Dinamis," 2018. .
- [3] G. R. Pradana, "Smart Parking Berbasis Arduino Uno," *Tek. Elektron. Univ. Negeri Yogyakarta*, no. 12507134001, pp. 1–9, 2015.
- [4] D. A. Utama, M. I. Mardhotillah, J. T. Elektro, P. N. Jakarta, and K. Ui, "SISTEM PEMANTAU LEVEL CAIRAN INFUS PADA PASIEN RAWAT INAP DI RUMAH SAKIT MENGGUNAKAN SENSOR INFRARED FC51 MEDICAL INFUSE MONITORING SYSTEM FOR INPATIENTS USING FC51 INFRARED SENSORS," vol. 4, pp. 272–277, 2019.
- [5] Andy Prasetyo Utomo, "ANALISA DAN PERANCANGAN SISTEM INFORMASI PARKIR DI UNIVERSITAS MURIA KUDUS," *J. Teknol.*, p. 2, 2013.
- [6] R. Kurniawan and A. Zulus, "Sistem Smart Parking Menggunakan Ultrasonik Sensor," *J. Sist. Komput. Musirawas*, vol. 3, no. 1, p. 22, 2018.
- [7] P. Monika, R. M. Negara, and D. D. Sanjoyo, "Performance analysis of software defined network using intent monitor and reroute method on ONOS controller," *Bull. Electr. Eng. Informatics*, vol. 9, no. 5, pp. 2065–2073, 2020.
- [8] ITU-T, "G.1010: End-user multimedia QoS categories," *Int. Telecommun. Union*, vol. 1010, 2001.
- [9] T. Rachman, "Simulasi model antrian optimal loket pembayaran parkir," *J. INOVISI*, vol. 12, no. 2, pp. 72–85, 2016.