

Rekayasa Tempat Parkir Kendaraan Mobil Berbasis Teknologi Informasi

Husain

Jurusan Teknik Informatika
Universitas Dipa Makassar
Makassar, Indonesia
husain@undipa.ac.id

Asmah Akhriana

Jurusan Teknik Informatika
Universitas Dipa Makassar
Makassar, Indonesia
asmah.a@undipa.ac.id

Herlinda

Jurusan Sistem Informasi
Universitas Dipa Makassar
Makassar, Indonesia
herlinda@undipa.ac.id

Nurdiansah

Jurusan Sistem Informasi
Universitas Dipa Makassar
Makassar, Indonesia
nurdiansah@undipa.ac.id

Ahmad Ahmad

Jurusan Teknik Informatika
Universitas Dipa Makassar
Makassar, Indonesia
ahmadjabbareng@gmail.com

Risma Putri Willy Tutang

Jurusan Teknik Informatika
Universitas Dipa Makassar
Makassar, Indonesia
ahmadjabbareng@gmail.com

Abstract — The availability of parking lots is a must for perkatoran, shopping centers (malls), universities and others. Along with the ability of the public to have vehicles, both two-wheeled and four-wheeled vehicles, it makes parking spaces difficult and takes a long time to get a parking space, this is because there is no service regarding information on the availability of empty parking slots, so there is no marker to know whether the parking lot is fully filled or not. It is necessary to design a parking monitoring system tool, which aims to provide information on the availability of parking slots. Using the application design method by utilizing several object detection sensors including the Infrared Proximity Sensor and using the Message Queuing Telemetry Transport (MQTT) protocol which functions as a wireless communication protocol. The results of this study show that the system works as expected, that the sensor can detect parking objects that are filled or still empty and the system data communication also works well, namely the sensor sends data to wemos D1, then sent to the MQTT Broker (server) then resumes to wemos D1 and then the data is sent to the message viewer device, namely monitors and LEDs. The LED light as an indicator gives a message, if the LED lights up in green, it means that the parking lot is not filled and if the LED lights up red, it means that the parking slot is filled.

Keywords – LAN; Monitoring; MQTT Protocol ; Wemos D1 Mini.



Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License.

I. PENDAHULUAN

Kompleksnya kebutuhan masyarakat perkotaan menjadikan alat transportasi baik roda dua maupun roda empat menjadi pilihan sebagai sarana untuk melakukan aktivitas keseharian. Seiring dengan meningkatnya daya beli masyarakat terhadap

kendaraan khususnya roda empat (mobil) menjadi masalah tersendiri bagi ketersediaan tempat parkir, sehingga sering terjadi membutuhkan waktu lama untuk memarkir kendaraan. Hal ini terjadi karena adanya slot parkir tidak tersedia informasi mengenai adanya slot parkir baik itu secara manual maupun informasi secara digital. Dengan tidak adanya sistem informasi tersebut utamanya pada parkir perkantoran, pusat perbelanjaan, dan kampus-kampus (universitas) mengakibatkan pengguna kendaraan kesulitan untuk mencari slot parkir kosong, sehingga terjadi antrian saat akan memarkir kendaraan. Perkembangan teknologi saat ini sudah mengadakan sistem pendeteksi slot parkir yang kosong. Namun, masih menggunakan fullwire yang sulit digunakan pada lahan parkir yang luas. Oleh karena itu, sangat dibutuhkan sistem yang menggunakan wireless.

Penelitian terkait dengan perparkiran untuk menentukan slot kosong yaitu Pertama, penelitian [1] Sistem Informasi Ketersediaan Slot Parkir Menggunakan Arduino Uno menggunakan sensor LDR untuk mendeteksi adanya kendaraan yang terparkir dan jaringan fullwire. Kedua, penelitian [2] tentang Sistem Tersemit Pendeteksi Slot Parkir menggunakan sinar UV yang akan diterima oleh sensor LDR sensor hanya di letakkan pada pintu masuk dan pintu keluar sehingga yang di deteksi hanya jumlah kendaraan dalam area parkir namun belum bisa memberikan informasi slot parkir yang kosong dan juga menggunakan sistem *fullwire* dan proses datanya menggunakan mikrokontroler. Ketiga, terkait dengan penelitian ini [3] Perancangan Prototype Smart Parking System Sebagai Informasi Ketersediaan Tempat Parkir Berbasis Arduino Mega 2560, dimana sensor yang digunakan adalah LDR untuk mendeteksi jumlah kendaraan yang melintas ke area perparkiran.

Berdasarkan beberapa penelitian terkait di atas, maka penulis mengembang rekayasa tempat parkir dengan menggunakan komponen elektronik yang memiliki karakteristik yang lebih peka untuk

digunakan sebagai pendeteksi kendaraan hal ini didukung dengan tersedianya sensor jarak infrared dan sensor infrared proximity. Dengan adanya komponen ini menjadi kebaruan atau pembeda dari penelitian sebelumnya, apalagi dengan adanya dukungan Wemos D1 sebagai kontrol (pusat komunikasi data yang mengolah sinyal analog menjadi sinyal digital serta perintah pengiriman data server) yang lebih sederhana di bandingkan dengan Arduino uno. Sebagai kebaruan juga dengan digunakannya protokol Message Queuing Telemetry Transport (MQTT) yang memiliki kelebihan dapat berjalan pada mikrokontroler dan headers message yang kecil [4][5], sehingga dapat memaksimalkan jaringan dalam pengiriman data, serta tidak membutuhkan ruang atau tempat penyimpanan yang besar [3][6].

II. TEORI DASAR

A. Wemos D1 Mini

Modul wemos adalah pengembangan mikrokontroler ESP8266 [7][8] yang merupakan solusi dari mahalnya harga komponen elektronik dalam sistem jaringan penggunaan wireless berbasis mikrokontroler. Kelebihan lainnya dari Wemos D1 mini adalah bentuk fisik yang lebih kecil sehingga memudahkan meletakkan atau menata posisi letak modul atau komponen perangkat keras ini diantara perangkat keras yang lainnya. Modul wireless ESP ini memiliki firmware default bawaan pabrik yang mendukung perintah AT - Command [9]. Dengan adanya modul mikrokontroler Wemos D1 mini, biaya yang digunakan untuk merancang sistem penggunaan WiFi berbasis mikrokontroler sangatlah murah jika dibandingkan dengan Mikrokontroler Arduino Uno dan WiFi Safeguard

B. Sensor Jarak Infrared

Karakteristik daripada sensor ini dapat mengukur pada radius 10 – 80 cm dengan pantulan cahaya inframerah. Sensor ini mampu mengurangi gangguan yang disebabkan oleh pantulan permukaan, lama kerja, juga akibat suhu lingkungan sekitar, sehingga memungkinkan sensor dapat memberikan informasi data yang konsisten dan akurasi deteksi data (kendaraan) baik. Sensor Range IR SHARP GP2Y0A21 mempunyai output tegangan analog yang dapat di baca oleh ADC [10].



Gambar 1. Sensor Infrared GP2Y0A21

C. Sensor Infrared Proximity

Modul Sensor Infrared Proximity atau yang lebih dikenal Sensor Pendeteksi Halangan bagi kalangan teknisi elektronika memiliki karakteristik tegangan 5 volt dc sama dengan kebutuhan tegangan mikrokontroler sehingga tidak perlu dibuatkan catu daya atau sumber tegangan khusus pada modul ini, cukup diparalelkan dengan sumber tegangan

mikrokontroler. Modul ini saat menerima data menggunakan sinar inframerah untuk mendeteksi benda atau permukaan benda yang berada didepannya[11].



Gambar 2. Sensor Infrared Proximity

D. Message Queuing Telemetry Transport (MQTT)

Message Queuing Telemetry Transport (MQTT) adalah protocol yang memungkinkan komputer dalam suatu sistem jaringan dapat berinteraksi atau berkomunikasi mengirim dan menerima data yang dibutuhkan, sehingga terjadi pertukaran data [12]. Message Queuing Telemetry Transport (MQTT) adalah protokol transport data yang sangat ringan dengan konsep publish/subscriber. Protokol MQTT ditujukan untuk berjalan diatas stack Transmission Control Protocol (TCP) /Internet Protocol (IP). Sistem kerja MQTT menerapkan Publish dan Subscribe data dan pada penerapannya, device akan terhubung pada sebuah Broker dan mempunyai suatu Topic tertentu.MQTT ini merupakan solusi untuk membangun aplikasi pada lokasi kurang terjangkau jaringan internet serta harga bandwidth yang mahal. MQTT juga cocok digunakan untuk mobile application disebabkan ukuran datanya yang kecil dan penggunaan daya dan tegangan yang rendah[5].

E. Monitoring

Monitoring adalah proses atau kegiatan pengumpulan dan analisa data berupa informasi berdasarkan indikator yang ditetapkan secara sistematis yang berkaitan dengan kegiatan /program, sehingga dapat dilakukan tindakan koreksi untuk penyempurnaan program/kegiatan itu berikutnya [13]. Lebih lanjut Sistem monitoring merupakan suatu kegiatan yang dilakukan untuk mengumpulkan data dari berbagai sumber daya [14]. Pada umumnya data yang dikumpulkan adalah data yang real time. Sehingga memungkinkan atau memudahkan proses untuk mendapatkan dan menerima data di dalam suatu peralatan[15].

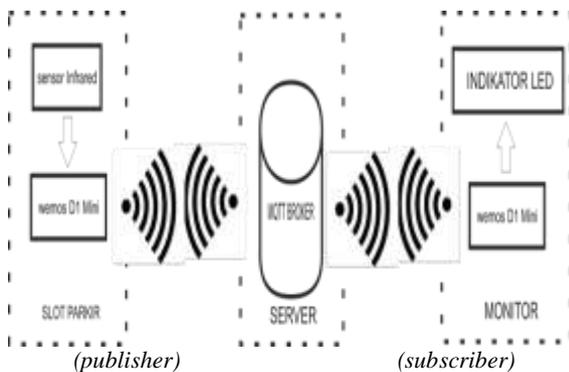
III. METODE PENELITIAN

Adapun metode yang digunakan pada penelitian ini adalah meliputi Analisis sistem, perancangan sistem dengan dua tahap yaitu tahap perancangan perangkat keras dan tahap perancangan perangkat lunak, tahap terakhir pengujian sistem dengan menggunakan metode pengujian teknik blackbox untuk mengetahui apakah fungsi sistem yang dibangun telah sesuai dengan yang diharapkan. Pada metode ini penulis membuat sistem rekayasa tempat parkir menggunakan wemos D1 yang terintegrasi dengan MQTT, dimana wemos ini akan mengontrol

data input dari sensor jarak infrared dan sensor infrared Proximity, sehingga dapat memberikan informasi slot parkir terisi atau kosong.

Komponen yang digunakan pada perangkat keras adalah modul wemos D1 mini ESP8266 (1 buah), sensor jarak infrared (4 buah), sensor infrared proximity (3 buah), LED RGB (4 buah), dan catudaya untuk sumber tegangannya. Untuk komponen perangkat lunak menggunakan Software Fritzing, Versi 0.9.2, Software Arduino IDE Versi 1.8.13, dan editor android studio.

Perancangan alat ini terbagi menjadi 3 bagian yaitu slot parkir (publisher), server (broker), dan bagian monitor (subscriber). Pada slot parker (bagian 1), penulis menggunakan sensor infrared sebagai input untuk mendapatkan data tentang keberadaan mobil di parkir. Data tersebut akan diterima oleh Wemos D1 Mini untuk diolah, kemudian akan dikirim ke server melalui jaringan wireless. Selanjutnya pada server (bagian 2) terdapat Queuing Telemetry Transport (MQTT) broker yang berfungsi untuk mengeksekusi topik (data) yang diterima dari publisher melalui protokol MQTT, sehingga topik (informasi pesan) yang diterima dari publisher dapat tepat sampai di subscriber (monitor) sesuai dengan topic (informasi pesan) yang di tentukan. Berikut bagian ke 3 yaitu monitor, penulis menggunakan indikator LED dengan warna hijau untuk menandakan slot itu kosong dan warna merah untuk menandakan slot itu terisi. Indikator LED akan dikendalikan oleh Wemos D1 Mini yang dimana akan berperan sebagai subscriber dan akan menerima data dari broker yang kemudian diolah untuk menentukan warna LED yang menyala pada bagian monitor. Lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar dibawah ini :

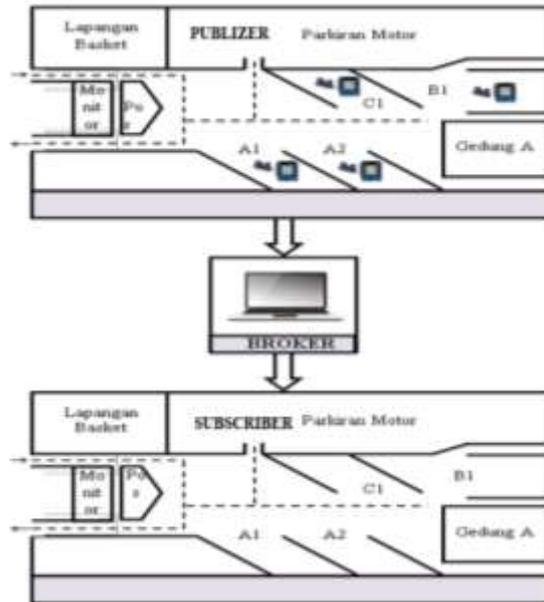


Gambar 3. Blok diagram Slot parkir

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Rancangan Arsitektur slot parkir

Pada rancangan arsitektur slot parkir ini terdiri dari *Publisher*, *Broker*, dan *Subscriber* yang memiliki peran atau fungsi masing-masing sesuai penjelasan di bawah ini :



Gambar 4. Rancangan Arsitektur Slot Parkir

Terdapat 4 slot parkir pada publisher yang masing-masing akan menggunakan Wemos D1 Mini dan sensor infrared. Sensor infrared akan di pasang di bawah untuk mendeteksi mobil pada slot parkir dengan cara mengukur jarak, ketika jarak yang dibaca terhitung melebihi jarak standar ground clearance mobil sekitar 10 – 30 cm maka Wemos akan membaca bahwa pada slot tersebut tidak ada kendaraan dan begitupun sebaliknya. Data akan berbentuk 0 jika tdk terdapat kendaraan dan 1 jika terdapat kendaraan. Agar data keberadaan kendaraan yang didapatkan lebih akurat lagi pada slot parkir B1 ditambahkan sensor infrared Proximity sebanyak 3 buah yang diposisikan di belakang, kanan, dan kiri dari slot parkir B1, fungsi dari sensor proximity sendiri untuk mendeteksi benda yang berada didepannya. Kemudian data tersebut dikirim oleh Wemos melalui jaringan ke broker MQTT dengan setiap slot akan memiliki topic (informasi pesan) yang berbeda setiap slot, pada slot A1 akan memiliki topic slotA1, slot A2 akan memiliki topic slotA2, slot B1 akan memiliki topic slotB1 dan slot C1 akan memiliki topic slotC1. Pada MQTT broker akan menggunakan mosquito sebagai pusat untuk mengatur pengiriman. Setiap data akan terkirim dari publisher ke subscriber dengan topik yang sama seperti topik slotA1 akan dikirim pada subscriber yang menggunakan topik slot A1 juga dan begitu seterusnya. Pada subscriber akan menggunakan papan yang memiliki tampilan seperti denah parkir, dengan menggunakan LED pada titik-titik slot parkir dan Wemos D1 Mini sebagai pusat kontrolnya. Wemos akan mensubscribe setiap topik slot parkir dan mengontrol LED pada titik slot parkir seperti menyalakan warna sesuai dengan keadaan parkir. Sebagai contoh jika pada topik slotA1 memiliki data 1 maka Wemos akan menyalakan LED merah pada LED A1 yang berarti

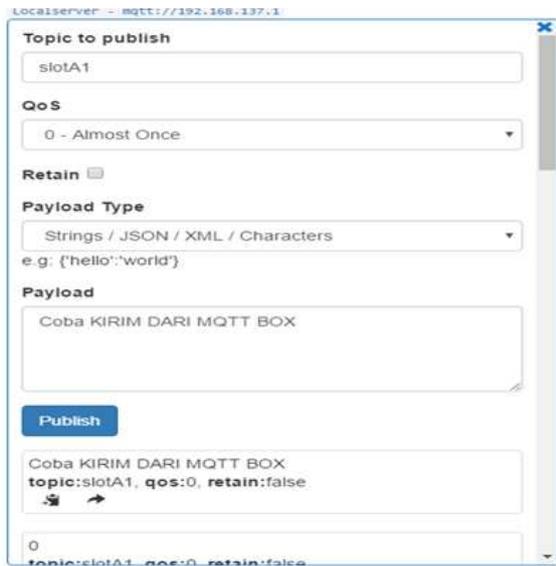
slot tersebut memiliki isi tetapi jika data 0 maka LED pada A1 akan berwarna hijau yang berarti pada slot itu kosong, dan boleh di isi mobil.

B. Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan dengan 2 cara yaitu pengujian perangkat lunak dan pengujian perangkat keras.

1. Pengujian Perangkat lunak

Pengujian pengiriman data ini dilakukan dengan melakukan perintah publish pada wemos dan untuk menguji data tersebut sudah betul-betul terkirim maka kami menggunakan MQTT Box untuk pemantauannya. Berikut adalah gambar pengujiannya pada gambar 5 dan hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 3.

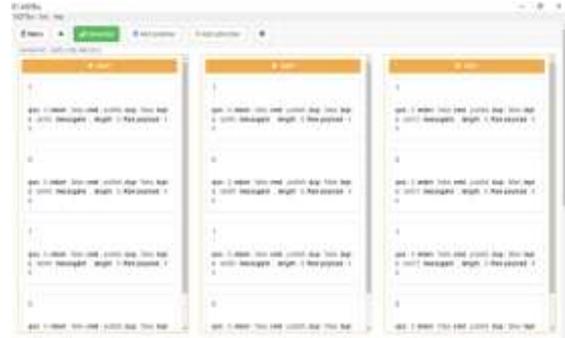


Gambar 5. Pengiriman Data pada MQTT Box

Tabel 3 Hasil Pengujian Pengiriman data pada MQTT Box

Skenario pengujian	Yang diharapkan	Hasil	
		sesuai	Tidak sesuai
Melakukan perintah publish sesuai topik	Data tampil di MQTT Box	√	x
Melakukan perintah publish tidak sesuai topik Wemos		x	√

Selanjutnya melakukan Pengujian penerimaan data, ini dilakukan dengan melakukan perintah subscribe pada wemos dan untuk menguji data tersebut sudah betul-betul diterima maka kami menggunakan MQTT Box untuk melihat datanya. Berikut adalah gambar pengujiannya pada gambar 6:



Gambar 6. Penerimaan Data pada MQTT Box

Adapun hasil pengujian yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4 di bawah ini:

Tabel 4 Hasil Pengujian Penerimaan Data pada MQTT Box

Skenario pengujian	Yang diharapkan	Hasil	
		sesuai	Tidak sesuai
MQTT Box mempublish data sesuai topik yang di subscribe oleh Wemos D1 Mini.	Wemos D1 Mini menerima data sesuai topik dan ditampilkan pada serial monitor.	√	x
MQTT Box mempublish data tidak sesuai topik yang di subscribe oleh Wemos D1 Mini.		x	√

2. Pengujian Perangkat keras

Pada pengujian perangkat keras ini dilakukan untuk mengetahui apakah rangkaian yang dirancang dapat bekerja sesuai dengan yang diharapkan. Adapun tahap pengujian perangkat keras akan dibagi menjadi beberapa tahapan pengujian yaitu :

a. Sensor Range IR SHARP GP2Y0A21

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah sensor Range IR SHARP GP2Y0A21 dapat bekerja dengan baik dalam mendeteksi objek. Sensor ini mengirim analog yang kemudian akan dikonversi oleh mikro menjadi data jarak. Berikut adalah gambar tampilan saat pengujian sensor mendeteksi objek:



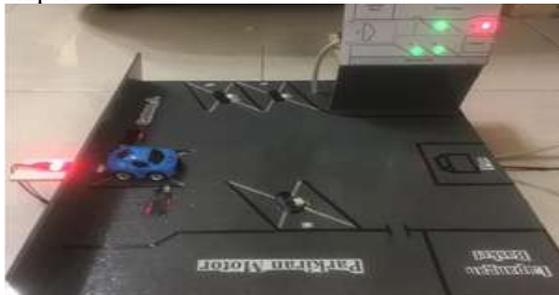
Gambar 7. Pengujian Objek Di Atas Sensor Slot A1

Tabel 5 Hasil Pengujian Sensor Jarak IR SHARP GP2Y0A21.

Pengujian	Skenario pengujian	Jarak tinggi (cm)	Hasil	
			Deteksi	Tidak dideteksi
Slot A1 Slot A2 Slot B1 Slot C1	Meletakkan objek di atas sensor jarak IR SHARP GP2Y0A21 dengan jarak tertentu.	2-5	√	x
		6-9	√	x
		10-19	√	x
		20-29	√	x
		30-39	x	√
	40-49	x	√	
	≥50	x	√	

b. Sensor Infrared Proximity

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah sensor infrared proximity dapat bekerja dengan baik dalam mendeteksi objek yang memiliki data digital 0/1. Berikut adalah gambar tampilan saat pengujian sensor mendeteksi objek. Slot parker B1 sebagai sampel tes.



Gambar 8. Pengujian Objek Menggunakan Sensor Infrared Proximity Slot B1

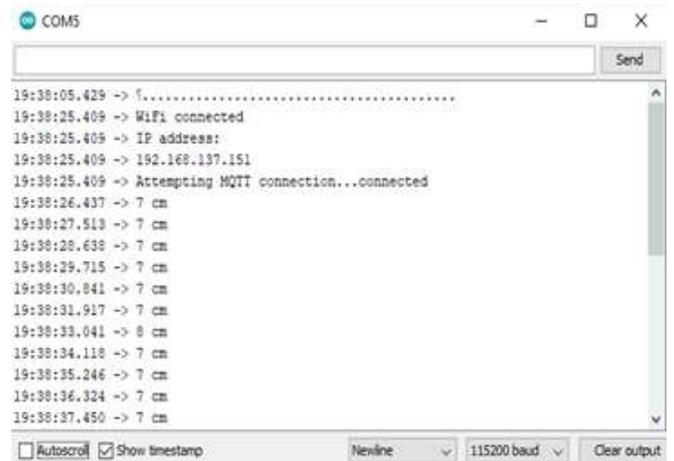
Adapun hasil dari pengujian yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 6. berikut :

Tabel 6. Hasil Pengujian Sensor Infrared Proximity

Pengujian slot parker B1	Skenario pengujian	Jarak tinggi (cm)	Hasil	
			Deteksi	Tidak dideteksi
Sisi kanan Sisi kiri Sisi belakang	Meletakkan objek di depan sensor jarak infrared proximity dengan jarak tertentu.	1-2	√	x
		3-4	√	x
		5-6	√	x
		≥7	x	√

3. Pengujian Wemos D1 Mini

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah wemos yang kami gunakan dapat berjalan dengan baik. Dengan melihat apakah wemos dapat terhubung ke jaringan dan dapat membaca jarak yang dikirim oleh sensor. Berikut gambar pengujiannya :



Gambar 9. Pengujian Wemos D1 Mini

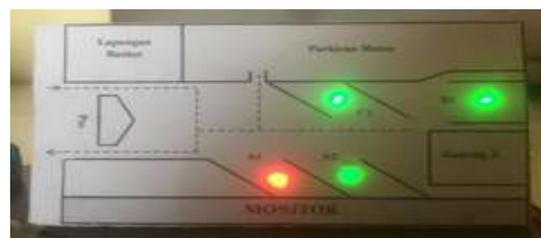
Adapun hasil pengujian yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 7 berikut :

Tabel 7 Hasil Pengujian Wemos D1 Mini pada Slot Parkir

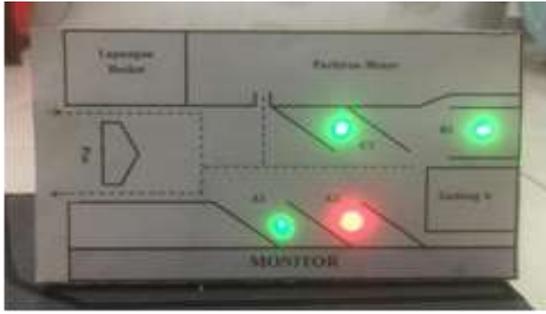
Skenario pengujian	Yang diharapkan	Hasil	
		sesuai	Tidak sesuai
Menyambungkan Wemos D1 mini ke MQTT Broker	Mampu mengirim data ke MQTT Broker	√	x
Wemos D1 Mini mendeteksi objek pada slot parkir	Wemos mampu mempublish inputan data 1 ke MQTT Broker	√	x
Wemos D1 Mini tidak mendeteksi objek pada slot parkir	Wemos mampu mempublish inputan data 0 ke MQTT Broker	√	x

4. Pengujian Monitoring (LED RGB)

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah sistem kontrol Light Emitting Diode (LED) pada monitoring yang digunakan dapat berjalan dengan baik. Dengan melihat apakah Wemos D1 Mini dapat mengontrol warna LED yang menyala pada setiap slot parkir atau tidak. Berikut adalah gambar hasil pengujiannya teknik blackbox yang dilakukan dan hasilnya dapat dilihat pada gambar 10 di bawah ini :



Gambar 10.a (slot A1)

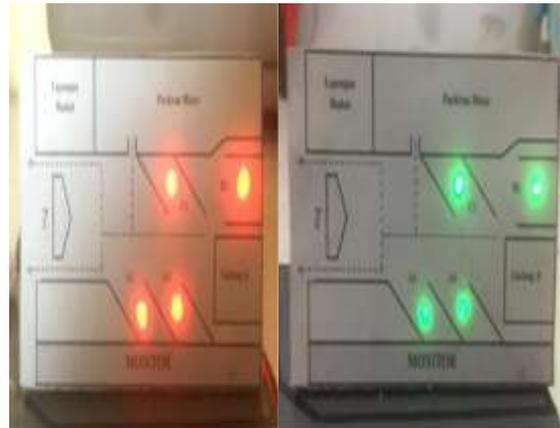


Gambar. 10.b (slot A2)

Gambar 10. Pengujian Slot A1 dan A2

Pada gambar. 10.a terlihat bahwa LED slot A1 menyala warna merah yang berarti memberikan informasi bahwa slot A1 terpakai (terisi), begitupun gambar 10.b LED slot A2 menyala berwarna merah juga menandakan slot A2 terisi. Sedangkan pada gambar. 11.a di bawah ini memberikan informasi LED warna merah menyala menandakan slot parkir terisi semua dan gambar 11.b memperlihatkan LED warna

hijau menyala semua yang artinya semua slot parkir kosong.



(a) (b)

Gambar 11. (a) Pengujian Slot parkir penuh dan (b) kosong

Tabel 8 Hasil Pengujian Wemos D1 Mini Pada Monitoring

Skenario Pengujian	Data yang Diterima di MQTT	Diharapkan	Warna LED Merah (terisi) Hijau (tidak terisi)	Hasil	
				Sesuai	Tidak Sesuai
Meletakkan objek di atas sensor jarak infrared pada slot parkir A1.	1	Dapat berubah warna sesuai kondisi slot parkir.	Merah	√	×
Tidak meletakkan objek di atas sensor jarak infrared pada slot parkir A1.	0	Dapat berubah warna sesuai kondisi slot parkir.	Hijau	√	×
Meletakkan objek di atas sensor jarak infrared pada slot parkir A2.	1	Dapat berubah warna sesuai kondisi slot parkir.	Merah	√	×
Tidak meletakkan objek di atas sensor jarak infrared pada slot parkir A2.	0	Dapat berubah warna sesuai kondisi slot parkir.	Hijau	√	×
Meletakkan objek di atas sensor jarak infrared pada slot parkir B1.	1	Dapat berubah warna sesuai kondisi slot parkir.	Merah	√	×
Tidak meletakkan objek di atas sensor jarak infrared pada slot parkir B1.	0	Dapat berubah warna sesuai kondisi slot parkir.	Hijau	√	×
Meletakkan objek di atas sensor jarak infrared pada slot parkir C1.	1	Dapat berubah warna sesuai kondisi slot parkir.	Merah	√	×
Tidak meletakkan objek di atas sensor jarak infrared pada slot parkir C1.	0	Dapat berubah warna sesuai kondisi slot parkir.	Hijau	√	×

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan bahwa sensor jarak IR SHARP GP2Y0A21 hanya bisa mendeteksi jarak tinggi objek < 30 cm, yang dimana jika jarak >30 cm maka pendeteksi sensor sudah tidak stabil, dengan protokol MQTT dapat memberikan informasi ketersediaan tempat parkir sehingga memudahkan pengendara mobil mengetahui tempat parkir yang tersedia

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. Salamah, M. Fadhli, and P. N. Sriwijaya, "Sistem persediaan slot parkir dengan pengamanan data berbasis arduino," vol. 9, no. 2, pp. 122–131, 2019.
- [2] M. Akbar, S. Jura, and P. S. Komputer, "Sistem tersemaat pendeteksi slot parkir."
- [3] D. WAHYUNI, "PERANCANGAN PROTOTYPE SMART PARKING SYSTEM SEBAGAI INFORMASI KETERSEDIAAN TEMPAT PARKIR BERBASIS ARDUINO MEGA 2560," *IEEE Trans. Softw. Eng.*, 2019.
- [4] Ts. Priya and Ms. Devi, "IOT Based Home Automation Using NodeMCU and Blynk Application," *Int. J. Mod. Trends Sci. Technol.*, 2021.
- [5] R. A. Atmoko, *Dasar Implemetasi Protokol MTQQ menggunakan Phytan dan NodeMCU*. 2019.
- [6] M. Muslih *et al.*, "Developing smart workspace based iot with artificial intelligence using telegram chatbot," 2019, doi: 10.1109/ICCED.2018.00052.
- [7] Y. Yuliza and H. Pangaribuan, "RANCANG BANGUN KOMPOR LISTRIK DIGITAL IOT," *J. Teknol. Elektro*, 2016, doi: 10.22441/jte.v7i3.897.
- [8] Mohamad Yusuf Efendi and Joni Eka Chandra, "Implementasi Internet of Things Pada Sistem Kendali Lampu Rumah Menggunakan Telegram Messenger Bot Dan Nodemcu Esp 8266," *Glob. J. Comput. Sci. Technol. A Hardw. Comput.*, vol. 19, no. 1, p. 16, 2019.
- [9] D. A. Prijambodo, "PURWARUPA SISTEM MENYALAKAN DAN MEMATIKAN LAMPU RUANGAN BERBASIS ANDROID DENGAN WEMOS D1 MINI." UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA, 2017.
- [10] A. Mieva, Vonnete Lusi, Mayer Louk, Andreas Ch Warsito, "Sensor Jarak Infra Merah Dan Load Cell," *J. Fis. Fis. Sains dan Apl.*, vol. 3, no. 1, pp. 43–48, 2018.
- [11] ADPRIODHITA, "APLIKASI SENSOR INFRARED PENDETEKSI OBJEK PADA ROBOT LINE FOLLOWER SEBAGAI PRAMUSAJI." POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA PALEMBANG, 2014.
- [12] B. Irawan, *Jaringan Komputer*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2015.
- [13] B. Prayitno, "Prototipe Sistem Monitoring Penggunaan Daya Listrik Peralatan Elektronik Rumah Tangga Berbasis Internet of Things," *Petir*, vol. 12, no. 1, pp. 72–80, 2019, doi: 10.33322/petir.v12i1.333.
- [14] M. F. Pela and R. Pramudita, "Sistem Monitoring Penggunaan Daya Listrik Berbasis Internet of Things Pada Rumah Dengan Menggunakan Aplikasi Blynk," *Infotech J. Technol. Inf.*, vol. 7, no. 1, pp. 47–54, 2021, doi: 10.37365/jti.v7i1.106.
- [15] Aminuddin, R., Rais, M., & Sirad, M. H. (2018). Implementasi Sistem Pengontrolan Smart Parking Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno Di Universitas Patria Artha. *Patria Artha Technol. J*, 2(2), 123-132.
- [16] Yusniati, "Penggunaan Sensor Infrared Switching Pada Motor DC Satu Fasa," *J. Electr. Technol.*, vol. 3, no. 3, pp. 90–96, 2018.