

Desain dan implementasi miniatur *smart parking* dengan sistem reservasi parkir berbasis *Internet of Things*

Dandy Nugraha¹, Toto Tohir², Sofyan Muhammad Ilman^{3*}

^{1,2,3} Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung

Jl. Gegerkalong Hilir Ds. Ciwaruga Mailbox 1234, Bandung 40012, Indonesia

¹dandy.nugraha.toi20@polban.ac.id, ²toto.tohir@polban.ac.id, ^{3*}sofyan.muhammad@polban.ac.id

ABSTRAK

Pada era modern ini sistem *smart parking* sudah menjadi hal penting dalam kehidupan sehari-hari, permasalahan yang sering muncul adalah kurangnya informasi mengenai ketersediaan lahan parkir dan antrian panjang di pintu masuk. Untuk itu diperlukan sebuah sistem *smart parking*. Tujuan penelitian ini adalah merancang dan merealisasikan sebuah model miniatur sistem *smart parking* yang dilengkapi fasilitas pemilihan lahan parkir serta sistem reservasi menggunakan aplikasi berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan waktu respon di bawah 5 detik. Alat ini terdiri dari 2 lantai yang mana masing-masing lantai akan menampung 2 buah miniatur mobil, sehingga total kapasitas simulator ini ada 4 slot, dan pada aplikasi juga dapat memonitoring lahan parkir mana saja yang sudah terisi (*booked*) atau lahan parkir yang masih kosong (*available*). Implementasi sistem dilakukan dengan mengintegrasikan beberapa komponen, yaitu sensor ultrasonik sebagai pendeteksi mobil, servo untuk buka-tutup palang, LED sebagai lampu indikator di area slot parkir dan sistem reservasi yang bisa digunakan oleh user untuk *membooking slot* parkir melalui aplikasi. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata waktu respon sistem palang otomatis adalah 1,83 detik, untuk sistem monitoring selama 3,66 detik, dan untuk waktu respons sistem reservasi 3,36 detik. Sistem reservasi dan monitoring berbasis aplikasi *smartphone* ini mampu mempermudah user dalam mencari ketersediaan lahan parkir serta meningkatkan efisiensi waktu tempuh dalam memarkirkan kendaraan.

Kata kunci: *Smart parking, booked, Internet of Things*

ABSTRACT

In this modern era, smart parking systems have become an important part of everyday life. Problems that often arise are the lack of information about parking space availability and long queues at the entrance. For this reason, a smart parking system is needed. The purpose of this study is to design and realize a miniature model of a smart parking system equipped with parking space selection facilities and a reservation system using an Internet of Things (IoT) based application with a response time of under 5 seconds. This tool consists of 2 floors, each of which will accommodate 2 miniature cars, so that the total capacity of this simulator is 4 slots, and the application can also monitor which parking spaces are occupied (booked) or which parking spaces are still empty (available). The system implementation is carried out by integrating several components, namely ultrasonic sensors as car detectors, servos for opening and closing barriers, LEDs as indicator lights in the parking slot area and a reservation system that can be used by users to book parking slots through the application. The results of the study show that the average response time of the automatic barrier system is 1.83 seconds, for the monitoring system for 3.66 seconds, and for the reservation system response time of 3.36 seconds. This smartphone application-based reservation and monitoring system can make it easier for users to find available parking spaces and increase the efficiency of travel time in parking vehicles

Keywords: *Smart parking, booked, Internet of Things*

1. PENDAHULUAN

Pertumbuhan jumlah kepemilikan kendaraan bermobil yang pesat tidak diimbangi dengan kapasitas dan efisiensi pengelolaan lahan parkir di gedung bertingkat. Kondisi ini justru menimbulkan permasalahan, seperti pengemudi tidak memiliki informasi real time mengenai ketersediaan slot parkir sebelum memasuki gedung, sehingga mereka harus berputa-putar untuk mencarinya secara *manual*. Ketidaktahuan ini menyebabkan antrian kendaraan yang panjang di pintu masuk dan di dalam gedung, yang berujung pada pemborosan waktu dan bahan bakar kendaraan. Hal ini akan berdampak pada kemacetan pada luar parkir. Realita di lapangan, pengguna mobil tidak mengetahui ketersediaan lahan

parkir sehingga harus mencari *slot* kosong secara bertahap tanpa arahan petugas, yang mengakibatkan banyak waktu terbuang. Selain itu, antrian panjang saat masuk ke parkir gedung selalu menjadi masalah. Hal tersebut terjadi karena tidak adanya informasi lahan parkir yang kosong. Untuk mengatasi permasalahan diatas maka diperlukan suatu sistem untuk mengetahui letak lahan parkir yang tersedia pada gedung parkir dan sistem reservasi pada gedung parkir yang dilakukan secara mudah diakses melalui *smartphone*. Penggunaan sensor ultrasonik, dan *Internet of Things* (IoT) dapat digunakan untuk memberikan informasi terhadap pengguna gedung parkir dan memudahkan saat memilih lahan parkir yang akan dituju serta mengefektifkan waktu *user* dalam memarkirkan kendaraan. IoT dan sensor ultrasonik untuk mengidentifikasi suatu (objek) berupa kendaraan, yang kemudian akan diinterpretasikan secara *visual* melalui IoT, kemudian diolah menggunakan perangkat lunak aplikasi yang sudah disiapkan untuk menjadi suatu informasi.

Berbagai penelitian tentang Smart Parking sudah banyak dilakukan oleh peneliti dengan tujuan untuk mendapatkan metode terbaik agar bisa memenuhi tingkat akurasi dan kecepatan respon sistem yang tinggi. Studi [1] telah melakukan penelitian tentang smart parking berbasis Arduino IDE peneliti menyimpulkan bahwa sistem smart parking yang dirancang telah berjalan dengan nilai rata-rata total pada pengujian ini adalah 0,3556 s, dengan tingkat keberhasilan kerja sistem 100%. Penelitian lain mengenai smart parking dengan menggunakan Raspberry PI dan aplikasi telegram. Temuan penelitian ini, yang melibatkan lima percobaan delay, dengan delay rata-rata 254,1760707 ms, dilaporkan oleh [2]. Sensor dapat dihubungkan dan mengirimkan informasi kepada pengguna melalui aplikasi Telegram dengan akurasi informasi yang akurat. Selanjutnya, konsep lebih lanjut diusulkan oleh [3] dan [4], yang menurutnya RFID dapat berfungsi sebagai pengontrol sistem, memproses *input* data yang diterima langsung ketika perangkat terhubung, serta mengoperasikan sistem basis data. Selain itu, RFID dapat dipasang dengan sensor lain, seperti sensor cahaya, yang dapat mendukung akses ke blok parkir di gedung dengan waktu membaca minimal 2 detik. Untuk memandu orang ke tempat parkir, penelitian [5] dan [6] membangun sistem parkir pintar yang menggunakan mikrokontroler Arduino Uno dengan output suara manusia dan sensor PIR yang dapat mendeteksi keberadaan manusia dari jarak kurang dari 5 meter. Inovasi lain ditambahkan oleh [7] dan [8] dengan menambahkan e-KTP dan QR Code saat masuk lokasi parkir dimana palang pintu otomatis ini dapat memberikan keamanan kepada pengguna parkir apartemen karena menggunakan data e-KTP dan QR Code yang masuk dan keluar kendaraan. Karena konektivitas sistem yang ditingkatkan, penelitian [9] dan [10] mampu membangun sistem berdasarkan mikrokontroler ATmega16 dan menghubungkannya ke modul GPS untuk secara tepat menampilkan tempat parkir yang tersedia. Penggunaan lampu LED sebagai indikator *slot* parkir dan juga sensor ultrasonik sebagai pendeteksi kendaraan yang digunakan untuk palang otomatis dan *slot* parkir yang di integrasikan dengan IoT untuk menampilkan informasi *slot* parkir yang tersedia menggunakan platform *Ubidots* dengan media perantara internet sebagai komunikasi sistem dapat dijadikan salah satu solusi nyata untuk mengatasi permasalahan parkir yang di buktikan oleh peneliti [11], [12], dan [13]. Penelitian yang dilakukan oleh [14], [15], dan [16] pengimplementasian dari reservasi parkir dan juga penggunaan kartu RFID sebagai akses masuk area parkir yang data nya bisa di proses oleh mikrokontroler dan dikirim ke database melalui jaringan internet dan saling berintegrasi dengan sensor sehingga dapat memberikan kemudahan pelayanan pada *user* dalam melakukan pemesanan (*booking*) area parkir yang dapat diakses melalui *gadget* atau *smart phone* yang dimiliki. Peneliti [17], [18], dan [19] mengimplementasikan *smart parking* menggunakan kontroler Arduino Uno R3 dan sensor *infrared* yang terintegrasi dengan aplikasi dengan kemanan yang tinggi dan dapat memberikan informasi ketersediaan area parkir secara *real time* lewat aplikasi dengan *cyber security* untuk menjaga keamanan data privasi pengguna sehingga tidak akan ada *user* yang bisa mengakses kalau tidak teregistrasi. Penggunaan sensor nirkabel juga dapat di implementasikan di prototipe sistem *smart parking* yang memungkinkan pengemudi untuk secara efektif menemukan tempat parkir yang kosong, baik di lingkungan luar dan dalam ruangan. Keadaan *slot* parkir terdeteksi oleh sensor nirkabel dan dilaporkan ke *server web* melalui jaringan wifi secara *real time*, dan pengemudi kendaraan bisa temukan juga tempat parkir kosong menggunakan *smart phone* seperti yang di buktikan oleh penelitian [20].

Meninjau penelitian yang telah dilakukan oleh banyak peneliti mengenai *smart parking* dengan metode dan basis yang berbeda-beda salah satunya penggunaan rfid pada sistem smart parking yang belum bisa memberikan solusi untuk para pengguna mendapatkan *slot* parkir sebelum tiba di lokasi. Pada penelitian ini bertujuan untuk membuat simulator *smart parking* menggunakan *system* reservasi

yang akan disimulasikan pada alat simulator gedung parkir 2 lantai dengan waktu respon keseluruhan sistem yang dibuat di bawah 5 detik, untuk mengefektifkan waktu tempuh para pengguna gedung parkir dalam memarkirkan kendaraanya.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Kontruksi Miniatur *Smart Parking*

Alat yang akan dirancang yaitu berukuran panjang 55cm, lebar 52cm, dan tinggi 57cm. Alat ini dibuat dua lantai yang mana di tiap lantainya akan menampung 2 buah miniatur mobil. Sehingga untuk total kapasitas dari model alat ini yaitu 4 *slot* parkir. Untuk kerangkanya terbuat dari besi yang di las custom, untuk alas dari alat ini yaitu menggunakan akrilik dan mika berwarna hitam, serta ditambahkan sticker untuk keterangan arah parkir untuk memudahkan informasi arah parkir, dan juga *cover* untuk LED sebagai indikator *slot* parkir di *hardware* menggunakan bahan dari *filament* yang di kustom oleh 3D *printing*. Tabel 1 merupakan tabel spesifikasi dari perancangan *hardware*.

Tabel 1. Spesifikasi alat

No.	Nama Komponen	Spesifikasi	Satuan	Jumlah
1	Besi Siku	25x25mm	mm	2
2	Mika	Hitam	mm ²	3
3	Sticker	Putih	mm ²	1
4	Baut & Mur	M3	Set	1
5	Ultrasonic Casing	HCSR-04	Pcs	8
6	Dudukan RFID	MFRC522	Pcs	2
7	Casing LED	case	Pcs	4
8	Casing motor servo	Bracket	Pcs	2



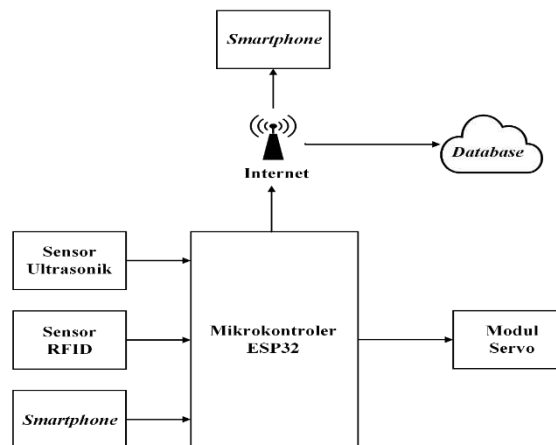
Gambar 1. Kontruksi miniatur *smart parking*

Gambar 1 menunjukkan kontruksi dari miniatur *smart parking* yang dirancang oleh penulis. *Plant* tersebut merupakan tempat pengimplementasian sistem reservasi, sistem palang otomatis, dan sistem monitoring lahan parkir pada *smart parking* yang dibuat oleh penulis, di dalamnya terdapat beberapa komponen seperti sensor ultrasonik, RFID, motor servo dan mikrokontroler Esp32 sebagai kontrolernya. Algoritma program yang dibuat tujuannya untuk mengintegrasikan semua komponen yang ada pada alat agar fungsinya sesuai perintah yang diinginkan.

2.2 Blok Diagram Sistem

Blok diagram sistem dapat dilihat pada Gambar 2 dimana menjelaskan prinsip kerja dari alat yang akan dibuat, dimana sensor ultrasonik beserta sensor RFID berfungsi mendeteksi apabila ada kendaraan mobil yang akan masuk gedung parkir untuk menggerakkan motor servo dan sensor ultrasonik lainnya akan memberikan masukan kepada mikrokontroler lalu dikirim ke server *database* melalui modul WiFi

lalu diteruskan ke *smartphone* atau pengguna. Hal ini sesuai dengan blok diagram di bawah ini:



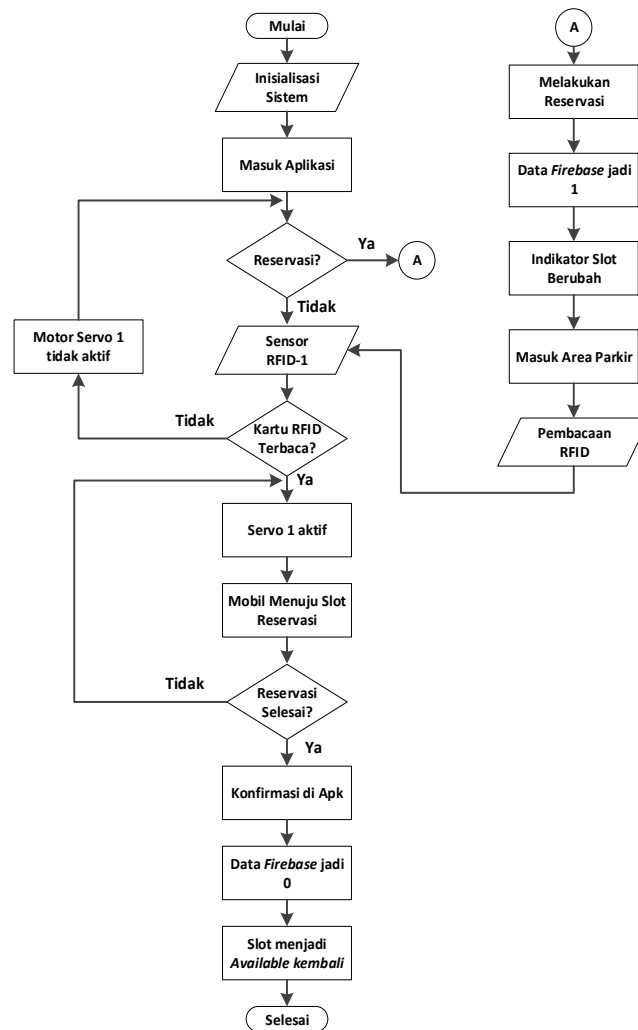
Gambar 2. Blok diagram sistem *smart parking*

Gambar 2 menjelaskan tentang deskripsi kerja sistem, dimulai dari:

1. Pengguna dapat mereservasi *slot* parking yang tersedia serta bisa melihat *slot* parking yang tersedia menggunakan aplikasi “SmartParking” yang harus *sign up* dan login terlebih dahulu.
2. Terdapat lampu indikator warna merah di setiap *slot* parkir, warna merah untuk menandakan *slot* terisi atau sudah di reservasi.
3. Saat pengguna tap kartu RFID, maka servo 1 akan berputar 90 derajat.
4. Setelah mobil memasuki palang, sensor ultrasonik akan mendeteksi mobil tersebut yang membuat servo 1 berputar ke posisi sebelumnya.
5. Setelah itu, pengguna dapat memarkirkan kendaraanya pada *slot* yang sudah di reservasi dan pada *slot* yang tersedia.
6. Sensor indikator 170 pada lahan parkir akan mendeteksi kendaraan tersebut. Apabila terdeteksi, maka tampilan lahan parkir pada aplikasi akan berubah menjadi merah, dan apabila lampu indikator pada *slot* berwarna merah meskipun *slot* tersebut kosong tandanya *slot* sudah di reservasi dan tidak bisa di isi oleh *user* selain yang sudah mereservasi.
7. Setelah pengguna meninggalkan lahan parkir, para pengguna harus mengkonfirmasi di aplikasi untuk merubah status *slot* di aplikasi untuk menandakan para pengguna selesai dalam memarkirkan kendaraanya dan *slot* telah tersedia indikator.
8. Saat pengguna tap RFID keluar, motor servo akan berputar 90 derajat dan ketika sensor indikator 170 di depan servo mendeteksi kendaraan, maka servo akan ke posisi awal.

2.3 Diagram Alir Sistem Rersevasi

Gambar 3 merupakan diagram alir sistem reservasi yang menjelaskan *flow* kerja sistem. Dimulai dengan menginisialisasi sistem apabila pengguna ingin mereservasi *slot* yang tersedia maka pengguna harus *sign up* dan *login* pada aplikasi “SmartParking” sesudah login pengguna dapat memilih *slot* yang akan di reservasi. Kemudian data pengguna yang sudah reservasi disimpan di *firebase* untuk memberi sinyal ke lampu indikator yang berwarna merah. Setelah itu ada sebuah *decision* atau keputusan untuk RFID masuk diizinkan atau tidak jika diizinkan maka data *user ID* di *input* ke *database* maka motor servo akan berputar untuk menggerakkan palang, kemudian ada 6 sensor ultrasonik yang terbagi menjadi 2 lantai dimana pada lantai 1 terdapat 4 sensor ultrasonik, 2 sensor untuk mendeteksi mobil di *slot* parkir dan 2 sensor untuk mendeteksi apabila mobil sudah lewat palang maka palang akan menutup secara otomatis. Dan terdapat 2 sensor di lantai 2 yang berfungsi untuk mendeteksi mobil di *slot* area parkir yang akan mengirimkan sinyal ke *firebase* sehingga tampilan aplikasi akan berubah. Apabila sudah mengizinkan maka seluruh *slot* akan aktif, kemudian saat akan keluar para pengguna harus mengkonfirmasi di aplikasi yang menandakan para pengguna telah selesai memarkirkan kendaraanya, Dan ada sebuah *decision* atau keputusan apakah RFID membaca atau tidak jika iya maka akan membaca dari *database* kemudian servo akan berputar untuk membuka palang.



Gambar 3. Diagram alir sistem reservasi



Gambar 4. Tampilan login dan reservasi pada aplikasi

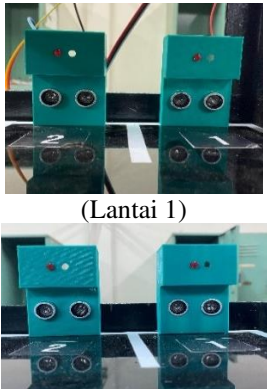
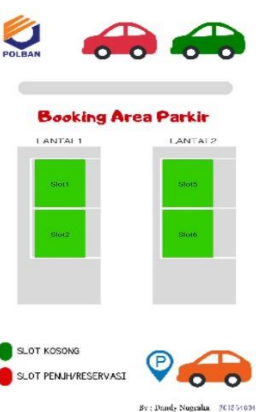
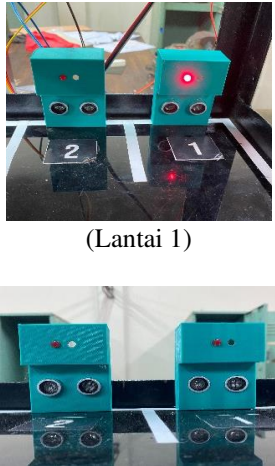

Gambar 4 merupakan tampilan reservasi pada aplikasi yang terintegrasi dengan simulator gedung parkir yang dibuat oleh penulis. Tampilan *slot* yang berwarna merah menandakan *slot* tersebut sudah di isi atau di reservasi oleh *user* yang lain sehingga *slot* yang berwarna merah tersebut tidak bisa digunakan. Untuk tampilan *slot* berwarna hijau menandakan *slot* tersebut kosong dan bisa di reservasi oleh *user* yang akan memarkirkan kendaraannya di area gedung parkir.



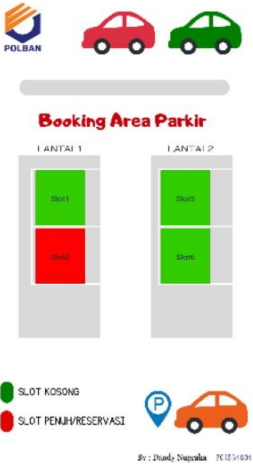

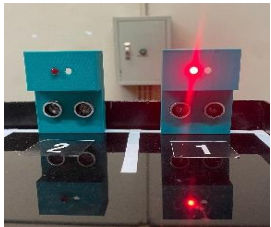




3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengujian Sistem Reservasi

Pengujian ini dilakukan dengan alur kerja dimana ketika pengguna akan memasuki area parkir dan sudah login ke aplikasi serta memilih *slot* yang akan di reservasi maka tampilan di aplikasi akan menjadi merah, dan lampu indikator yang ada di *slot* tersebut menjadi warna merah meskipun tidak ada kendaraan yang mengisi, tandanya *slot* tersebut tidak bisa di isi oleh pengguna lain atau sudah di reservasi. Berikut hasil pengujian di sistem reservasi.

Tabel 2. Hasil pengujian sistem reservasi

No	Posisi Benda	Tampilan Aplikasi	Keterangan
1	 <p>(Lantai 1)</p> <p>(Lantai 2)</p>		Dikarenakan belum ada pengguna yang mereservasi maka tampilan <i>slot</i> di aplikasi berwarna hijau dan lampu indikator pada <i>slot</i> 1 mati yang menandakan <i>slot</i> kosong
2	 <p>(Lantai 1)</p> <p>(Lantai 2)</p>		Lampu indicator warna merah pada <i>slot</i> 1 menyala meskipun tidak ada mobil yang mengisi, tandanya <i>slot</i> tersebut sudah di reservasi oleh pengguna aplikasi "SmartparkingSystem"

No	Posisi Benda	Tampilan Aplikasi	Keterangan
3	 <p>(Lantai 1)</p>  <p>(Lantai 2)</p>		Lampu indikator warna merah pada <i>slot</i> 2 nyala, meskipun tidak ada mobil yang parkir, tandanya <i>slot</i> tersebut sudah di reservasi oleh pengguna aplikasi. Dan tampilan <i>slot</i> 2 di aplikasi menjadi warna merah.
4	 <p>(Lantai 1)</p>  <p>(Lantai 2)</p>		Lampu indikator warna merah pada <i>slot</i> 3 nyala, meskipun tidak ada mobil yang parkir, tandanya <i>slot</i> tersebut sudah di reservasi oleh pengguna aplikasi. Dan tampilan <i>slot</i> 3 di aplikasi menjadi warna merah
5	 <p>(Lantai 1)</p>  <p>(Lantai 2)</p>		Lampu indikator warna merah pada <i>slot</i> 4 nyala, meskipun tidak ada mobil yang parkir, tandanya <i>slot</i> tersebut sudah di reservasi oleh pengguna aplikasi. Dan tampilan <i>slot</i> 4 di aplikasi menjadi warna merah

Pada Tabel 2 di atas merupakan hasil dari pengujian sistem reservasi yang di implementasikan pada alat simulator yang di buat oleh penulis. Untuk membuktikan sistem reservasi yang dibuat maka

dilakukan pengujian agar meminimalisir *error* yang akan terjadi ketika sistem sedang keadaan operasionalnya. Sehingga sistem yang nantinya digunakan oleh para *user* bisa digunakan dengan baik dan efisien. Sistem reservasi ini memudahkan para *user* gedung parkir untuk memarkirkan kendaraannya karena bisa *membooking slot* parkir yang akan digunakan oleh *user* sehingga bisa menghemat waktu banyak ketika *user* parkir kendaraan didalam gedung bertingkat.

3.2 Pengujian Kecepatan Respon Sistem Palang Otomatis

Pengujian dilakukan dengan mengukur waktu respon motor servo setelah Tap RFID hingga motor membuka 90 derajat, serta mengukur respon motor servo setelah objek dideteksi oleh motor servo. Tabel 3 merupakan hasil dari pengujian di bawah ini

Tabel 3. Hasil pengujian respon sistem palang otomatis


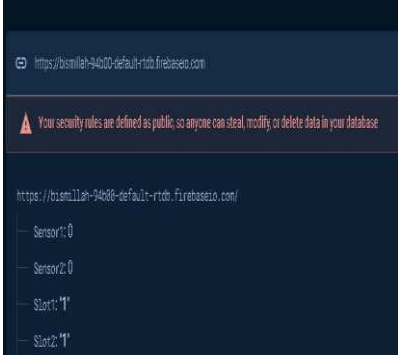
No	Gambar	Keterangan
1		Waktu respon motor servo dari saat kartu RFID di <i>Tap</i> sampai motor servo membuka yaitu selama 0.72 detik.
2		Waktu respon motor servo dari saat ultrasonik mendeteksi objek sampai motor servo menutup yaitu selama 02,18 detik.

Berdasarkan pertimbangan kenyamanan pengguna, target waktu respon sistem palang otomatis ditetapkan di bawah 3 detik. Pencapaian waktu respon di bawah 3 detik yang ditunjukkan pada Tabel 3 bahwa sistem ini layak beroperasi dan sesuai dengan target yang diinginkan oleh penulis. Tujuan dari pengujian ini yaitu untuk memastikan sistem pada *plant* sesuai dengan algoritma program yang dibuat oleh penulis.

3.3 Pengujian Kecepatan Respon Sistem Monitoring

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 4, kecepatan respon yang didapat yaitu 3,66 detik ketika sensor ultrasonik mendeteksi mobil dari jarak kurang dari 5 cm dan lampu indikator menyala serta tampilan di aplikasi menjadi merah dan di *firebase* berubah dari 0 menjadi 1.

Tabel 4. Pengujian kecepatan respon sistem monitoring

No	Tampilan <i>Plant</i>	Tampilan <i>Firestore</i>	Keterangan
1			lampu indikator di <i>slot</i> parkir menyala ketika sensor mendeteksi kendaraan yang berjarak kurang dari 5cm dan tampilan di <i>firebase</i> berubah dari 0 menjadi 1. Respon yang didapatkan yaitu selama 3,66 detik

Pada Tabel 4 merupakan hasil dari pengujian kecepatan respon sistem monitoring yang menunjukkan keakuratan sistem monitoring antara *database* dengan tampilan aplikasi secara *real time*. Hal itu menunjukkan keefektifan sistem untuk para pengguna gedung parkir.

3.4 Pengujian Kecepatan Respon Sistem Reservasi

Pada pengujian ini dilakukan penghitungan kecepatan respon yang dihasilkan ketika para *user* memesan *slot* parkir yaitu sebesar 3,66 detik melalui aplikasi “Smart Parking 2024”. Terdapat waktu respon seperti pada Tabel 5.

Tabel 5. Pengujian kecepatan respon sistem reservasi

No	Tampilan <i>Plant</i>	Tampilan <i>Firestore</i>	Keterangan
1			Ketika <i>user</i> memesan, maka lampu indikator warna merah menyala meskipun tidak ada mobil yang terparkir. Dan <i>database</i> di <i>fire base</i> berubah dari 0 jadi 1 dengan respon 3,36 detik.

Target waktu respon sistem reservasi ditetapkan di bawah 5 detik. Acuan ini ditentukan berdasarkan pertimbangan teknis operasional dan prinsip usability yang lazim diterima dalam perancangan sistem interaktif. Waktu respon dalam kisaran ini dianggap sebagai batas dimana sebuah proses masih terasa responsif bagi pengguna, sehingga tidak menimbulkan keraguan terhadap kehandalan sistem. Berdasarkan landasan tersebut, pencapaian waktu respon sebesar 3,36 detik, seperti yang di tunjukan pada Tabel 5 membuktikan bahwa sistem reservasi yang dibangun oleh penulis telah memenuhi target kinerja yang ditetapkan. Kecepatan ini menunjukkan keefektifan sistem dalam memproses permintaan reservasi yang memudahkan pengguna dan menghemat waktu dalam mencari slot parkir

3.5 Pengujian RFID MFRC-522

Pada pengujian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa cepat respon kartuu RFID mengirim sinyal ke RFID *reader* untuk mempercepat pembukaan palang pada motor servo yang dilakukan sebanyak 10 (sepuluh) kali. Pada Tabel 6 disajikan data hasil pengujian RFID.

Tabel 6. Hasil Pengujian waktu respon RFID MFRC-522

Percobaan Ke-	Waktu (s)
1	1,14
2	1,53
3	1,51
4	1,24
5	0,74
6	1,64
7	1,89
8	0,84
9	1,55
10	1,23
Rata-Rata	1,33

Hasil dari pengujian RFID MFRC-522 dengan hasil respon rata-rata 1,33 detik menunjukkan bahwa RFID yang digunakan pada *plant* simulator parkir hasil rancangan penulis minim *error*, karena telah dibuktikan dengan pengujian respon sebanyak 10 percobaan masih di bawah 5 detik.

4. KESIMPULAN

Penulis berhasil melakukan pengujian dan evaluasi terhadap sistem yang telah dibangun. Dari pengujian tersebut, didapatkan hasil bahwa setiap sistem memberikan respon yang memenuhi persyaratan yaitu 1,83 detik untuk sistem palang parkir otomatis ,3,66 detik untuk sistem monitoring dan 3,36 detik untuk sistem reservasi lahan parkir. Hal ini menunjukkan bahwa sistem-sistem yang telah dirancang dan di bangun mampu memberikan kecepatan yang baik dalam operasionalnya. Dalam melakukan pengujian respon keseluruhan sistem , sebaiknya dilakukan saat kondisi jaringan sangat baik, agar respon yang dihasilkan maksimal. Saran untuk penelitian selanjutnya, menambah sebuah *safety mechanism* berupa pengunci mekanis atau barrier kecil yang terintegrasi dengan sistem. *Safety valve* ini akan aktif secara otomatis mengunci *slot* yang statusnya *booked* dalam aplikasi. Penambahan sistem pembayaran yang sudah diintegrasikan dengan aplikasi dapat melengkapi ekosistem *smart parking*, sehingga meningkatkan nilai manfaat dan kenyamanan bagi pengguna.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Politeknik Negeri Bandung melalui Wakil Direktur Bidang Akademik yang telah memberikan bantuan pendanaan penelitian dengan kelompok pembiayaan A1 Serta Laboratorium Pengendalian Daya dan Mesin Listrik Politeknik Negeri Bandung yang sudah memfasilitasi penulis dalam penelitian ini.

REFERENSI

- [1] F. A. Pradipta and E. Rosdiana, "Rancang Bangun Prototipe Sistem Parkir Pintar Berbasis Iot," *e-Proceeding of Engineering* : Vol.8, No.2 April 2021
- [2] I. Kurniawan and D. R. Munadi, "Perancang Dan Iplementasi Parkir Pintar Menggunakan Raspberry Pi Melalui Telegram," *e-Proceeding of Engineering* : Vol.6, No.2 Agustus 2019
- [3] F. E. Laumal, O. A. Mone, and J. J. Mauta, "Pengembangan Sensor Parkir Berbasis Arduino Dan Rfid Pada Lahan Parkir Kendaraan Roda 2 Politeknik Negeri Kupang," *jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek*, 2017.
- [4] E. H. Himawan and A. S. Wibowo, "Sistem Parkir Elektronik Dengan Rfid Reader Berbasis Iot Pada Gedung Perkantoran," *e-Proceeding of Engineering*, vol. 8, p. 1060, 2021.

- [5] K. Pindrayana, R. Indra Borman, B. Prasetyo, and S. Samsugi, "Prototipe Pemandu Parkir Mobil Dengan Output Suara Manusia Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno," *CRC*, vol. 2, no. 2, Nov. 2018, doi: 10.22373/crc.v2i2.3705.
- [6] E. Wijaya and B. K. Yakti, "Prototipe Sistem Parkir Kendaraan Dengan Rfid Berbasis Arduino Uno R3," *tekno*, vol. 23, no. 1, pp. 26–37, 2018, doi: 10.35760/tr.2018.v23i1.2448.
- [7] E. Mufida, R. S. Anwar, and I. Gunawam, "Rancangan Palang Pintu Otomatis Pada Apartemen Dengan Akses e-KTP Berbasis Arduino," *INSANtek – Jurnal Inovasi dan Sains Teknik Elektro*, vol. 1, no. 2, 2020.
- [8] I. G. T. Isa, "Perancangan Sistem Parkir Qr Code Menggunakan Mikrokontroler Arduino Berbasis Android," p. 6, 2017
- [9] C. Kurniawan and W. I. Sukmana, "Perancangan Sistem Portal Parkir Otomatis Dengan Counter Sebagai Penanda Lahan Parkir Berbasis Mikrokontroler ATMEGA 16," *INA-Rxiv*, preprint, Mar. 2018. doi: 10.31227/osf.io/s74fz.
- [10] G. Tjahjadi, N. Dwi Cahya, N. R. Yenita, and S. Alam, "Deteksi Lokasi Parkir Kendaraan Menggunakan ATmega 16 dan Modul GPS," *JATE*, vol. 1, no. 1, pp. 20–25, Jun. 2021, doi: 10.22236/ate.v1i1.7081.
- [11] D. Setiadi and M. N. A. Muhaemin, "Penerapan Internet Of Things (Iot) Pada Sistem Monitoring Irigasi (Smart Irigasi)," *Jurnal Infotronik*, vol. 3, no. 2, 2018.
- [12] S. Rama, Madhurya. L "Automatic Garage Door and Smart Lighting System" vol1, no3, pp.12-23-2019.
- [13] L. Hidayat, E. Kurniawan, and M. Ramdhani, "Perancangan Sistem Palang Parkir Otomatis Dan Pendeteksi Slot Parkir," vol. 9, pp. 174–180, Apr. 2022.
- [14] A. Wihandanto, A. J. Taufiq, and W. Dwiono, "Rancang Bangun Prototipe Sistem Smart Parking Berbasis Iot Menggunakan Node Mcu Esp8266," *triac*, vol. 8, no. 1, pp. 18–22, May 2021, doi: 10.21107/triac.v8i1.10413.
- [15] T.- Tukadi, R.- Arief, and W. A. Rosyadi, "Reservasi Area Parkir Berbasis Internet Of Things," *Elektro*, vol. 5, no. 2, p. 370, Sep. 2020, doi: 10.30736/je.v5i2.458.
- [16] D. Wicaksono, R. H. Hardyanto, and P. W. Ciptadi, "Smart Parking Berbasis Web di Universitas PGRI Yogyakarta," vol. 4, pp. 222–226, 2020.
- [17] C. Serrão and N. Garrido, "A Low-Cost Smart Parking Solution for Smart Cities Based on Open Software and Hardware," in *Intelligent Transport Systems, From Research and Development to the Market Uptake*, vol. 267, J. C. Ferreira, A. L. Martins, and V. Monteiro, Eds., in Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social Informatics and Telecommunications Engineering, vol. 267. , Cham: Springer International Publishing, 2019, pp. 15–25. doi: 10.1007/978-3-030-14757-0_2.
- [18] Y. Geng and C. G. Cassandras, "A new 'Smart Parking' System Infrastructure and Implementation," *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, vol. 54, pp. 1278–1287, Oct. 2012, doi: 10.1016/j.sbspro.2012.09.842.
- [19] I. Chatzigiannakis, A. Vitaletti, and A. Pyrgelis, "A Privacy-Preserving Smart Parking System based on an IoT Elliptic Curve Based Security Platform".
- [20] J. Yang, J. Portilla, and T. Riesgo, "Smart parking service based on Wireless Sensor Networks," in *IECON 2012 - 38th Annual Conference on IEEE Industrial Electronics Society*, Montreal, QC, Canada: IEEE, Oct. 2012, pp. 6029–6034. doi: 10.1109/IECON.2012.6389096.

