

Implementasi Perangkat Iot Untuk *Smart Parking* Dalam Menentukan *Slot Parkir* Terdekat Pada Lahan Parkir

1st Trisno Bintang Pamungkas

Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

bintangpmngks@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Nyoman Bogi Aditya Karna

Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

aditya@telkomuniversity.ac.id

3rd Sussi

Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

sussiss@telkomuniversity.ac.id

Abstrak—Semakin meningkatnya jumlah kendaraan dari tahun ke tahun, lahan parkir menjadi suatu permasalahan di pusat perbelanjaan, kampus, dan tempat umum atau fasilitas publik. Sulitnya mencari tempat parkir menjadi suatu faktor kerugian bagi pengendara. Untuk meminimalisir kerugian yang terjadi, maka diperlukan suatu sistem yang dapat menentukan lokasi parkir. Dalam tugas akhir ini dirancang sistem *smart parking* yang akan menentukan lokasi parkir terdekat dari pintu masuk. Pengendara akan menerima karcis parkir dari thermal printer yang berisikan nomor slot parkir dan barcode sebagai pembayaran. Terdapat sensor ultrasonik untuk mendeteksi keberadaan suatu objek yang dihubungkan dengan Arduino Mega 2560. WiFi Expansion Shield digunakan untuk mengirim data ke database. Dengan mengetahui ketersediaan parkir sejak awal, maka pengguna parkir lebih menghemat waktu. Berdasarkan hasil pengujian sistem perangkat, diketahui bahwa perangkat dapat memberikan informasi ketersediaan slot parkir dan dapat mengirimkan data sensor ultrasonik menuju database. Proses pengiriman data dari sensor ultrasonik menuju database menunjukkan bahwa QoS pada sistem ini termasuk kategori baik dengan masing-masing nilai yaitu throughput sebesar 3276,3 bps, packet loss sebesar 0%, dan delay sebesar 159,08 ms.

Kata kunci— Internet of Things, smart parking, sensor ultrasonik, arduino mega 2560, WiFi expansion shield, thermal printer.

I. PENDAHULUAN

Banyaknya jumlah penduduk Indonesia dalam 10 tahun terakhir, dari tahun 2010 sampai 2020 mengalami peningkatan sebesar 32,56 jiwa [1]. Hal ini menyebabkan penambahan jumlah kendaraan bermotor untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari mereka. Penggunaan kendaraan bermotor yang semakin meningkat, mengakibatkan sulitnya mencari tempat parkir yang kosong. Khususnya pada daerah urban, pusat perbelanjaan, dan tempat wisata. Kejadian tersebut menjadi suatu permasalahan, yaitu sering terjadi parkir liar, kemacetan, dan kurangnya informasi mengenai slot parkir yang kosong.

Dari permasalahan diatas diperlukan pengembangan *smart parking* yang sudah dikembangkan oleh penelitian sebelumnya. Penelitian pertama membahas tentang informasi mengenai kapasitas parkir kendaraan roda dua. Penelitian ini menggunakan sensor RFID yang tersedia di pintu masuk dan

pintu keluar [2]. Kekurangan penelitian ini adalah tidak tersedia rute perjalanan menuju tempat parkir. Penelitian kedua yaitu aplikasi *smart parking* berbasis android. Menggunakan *android studio* dan bahasa pemrograman java untuk pembuatan aplikasi [3]. Penelitian ini menggunakan Arduino sebagai mikrokontrolernya. Penelitian ini mempunyai kekurangan, yaitu tidak terdapat rute menuju area parkir.

Dari permasalahan tersebut, peneliti perlu mengembangkan suatu sistem *smart parking* untuk menentukan slot parkir terdekat dari pintu masuk. Peneliti akan menggunakan Arduino yang akan dihubungkan dengan sensor ultrasonik, sensor tersebut berfungsi untuk mendeteksi slot parkir yang kosong dan terisi. Kemudian sensor tersebut akan mengirimkan data ke database. Data yang diterima dari sensor ultrasonik akan diolah dengan sistem yang telah dibuat pada mikrokontroler yang akan menunjukkan informasi slot parkir yang tersedia. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah dengan menggunakan penentuan slot parkir terdekat, dan barcode sebagai pembayaran..

II. KAJIAN TEORI

A. Internet Of Things

Internet of Things (IoT) adalah konsep yang menggunakan jaringan internet untuk menghubungkan beberapa komponen mesin ke satu entitas dan menghubungkannya satu sama lain. Konsep IoT memudahkan untuk mendapatkan informasi dari sistem yang terhubung ke internet dan mengontrolnya dari jarak jauh [4].

Saat ini IoT bisa diaplikasikan pada berbagai bidang, yaitu bidang pertanian, lingkungan, otomasi rumah, kesehatan, dan industri. Pada Tugas Akhir ini, implementasi IoT dapat dilakukan pada aplikasi yang menginformasikan kapasitas slot maksimum dan kapasitas slot yang tersedia pada area parkir berdasarkan jumlah pengendara yang masuk dan keluar.

B. Smart Parking

Smart Parking merupakan satu dari banyak teknologi yang diimplementasikan dalam sebuah konsep *smart city* [5]. *Smart parking* ini dirancang dengan *smart guides parking system*

yaitu untuk sistem pemandu yang berada pada area parkir yang memungkinkan pemberian informasi dan petunjuk kepada pengendara untuk memilih area parkir yang kosong [6]. Pendeteksian kendaraan yang parkir menggunakan sensor ultrasonik. Sensor tersebut diletakkan di setiap *slot* parkir dan pada pintu masuk parkir untuk menghitung jumlah area parkir yang kosong, data yang diperoleh dari sensor tersebut akan disalurkan ke mikrokontroler. Kemudian setiap mikrokontroler akan mengirim data melalui media *wireless* dan dikirim ke *database* yang bertindak sebagai *server* dan memandu ke *slot* parkir kosong.

Semua perangkat yang ada di area parkir menjadi satu kesatuan yang terintegrasi dengan perangkat elektronik. Perangkat yang sudah terintegrasi ini, kemudian terhubung dengan konektivitas internet sehingga dapat membentuk IoT.

C. Barcode

Barcode atau yang bisa disebut kode batang merupakan kode-kode untuk angka dan huruf yang terdiri dari kombinasi *bar* (garis) dengan berbagai jarak. Hal tersebut merupakan satu cara untuk memasukan data pada komputer. *Barcode* tidak berisi kode deskriptif melainkan hanya kode enkripsi dari sejumlah digit angka. Ketika *barcode* *discan* maka secara otomatis kode tersebut terhubung ke data. Pada penelitian ini, *barcode* berfungsi untuk kode pembayaran dari *smart parking* [7].

D. Hardware

1. Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik adalah perangkat elektronik yang dapat mendeteksi jarak suatu benda di depannya dengan menggunakan gelombang suara pantul yang dipancarkan [4]. Cara kerja sensor ini didasarkan pada prinsip dari pantulan suatu gelombang suara sehingga dapat dipakai untuk menafsirkan eksistensi (jarak) suatu benda dengan frekuensi tertentu.

2. Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 adalah *board* Arduino yang merupakan perbaikan dari *board* Arduino Mega sebelumnya. Arduino Mega awalnya memakai *chip* ATmega1280 dan kemudian diganti dengan *chip* ATmega2560, oleh karena itu namanya diganti menjadi Arduino Mega 2560 [8].

3. Wifi Expansion Shield

WiFi Expansion Shield adalah sebuah *shield* yang *support* untuk Arduino Mega. Dengan *shield* ini mempermudah untuk Arduino Mega terhubung ke WiFi dan internet. *Shield* ini juga dapat mempermudah untuk pemasangan beberapa komponen sensor dan sejenisnya. *Shield* ini juga *support project Internet of Things* yang menggunakan *IoT Platform Blynk*.

4. Thermal Printer

Thermal printer adalah *printer* yang memanfaatkan panas untuk membuat teks dan gambar di atas kertas. Proses pencetakan untuk *printer thermal* ini menggunakan kertas gulung. Untuk pencetakan warna hitam putih, *thermal printer* tidak memerlukan kertas khusus dan bisa dengan kertas biasa [9].

5. Push Button

Push Button adalah perangkat/sakelar sederhana yang digunakan untuk menghubungkan atau memutuskan daya ke sistem kerja yang tidak terkunci. Sistem buka kunci disini

artinya sakelar berfungsi sebagai alat yang terhubung atau pemutus arus listrik saat tombol ditekan dan kembali normal saat tombol tidak ditekan [10].

6. Relay Module 2 Channel

Modul relai adalah perangkat yang beroperasi berdasarkan prinsip elektromagnetik dan menggunakan arus listrik untuk memindahkan *switch* dari posisi *on* ke posisi *off* dan sebaliknya [11].

7. PWM Motor DC Speed Controller

PWM Motor DC *Speed Controller* merupakan perangkat yang dirancang untuk mengontrol kecepatan motor DC dan motor servo [12]. Pada penelitian ini, berfungsi untuk mengatur kecepatan motor DC.

8. Motor DC Power Window

Motor DC *Power Window* merupakan motor yang secara langsung mengubah energi listrik menjadi energi mekanik dalam bentuk tenaga penggerak torsi [12]. Pada penelitian ini, berfungsi sebagai palang parkir otomatis.

E. Software

1. Arduino IDE

IDE merupakan kependekan dari *Integrated Development Environment*. Program yang ditulis dengan menggunakan *software* Arduino IDE disebut sebagai *sketch*. *Sketch* ditulis dalam suatu *editor* teks dan disimpan dalam file dengan ekstensi ".ino" [14]. Arduino IDE menggunakan Bahasa C++ sebagai bahasa pemrogramannya.

2. PHP MyAdmin

Php *MyAdmin* merupakan sebuah *software* yang berbentuk seperti halaman situs yang terdapat pada *web server*. Mengatakan bahwa Php *MyAdmin* adalah *tool open source* yang di tulis dalam bahasa php untuk mengenai administrasi MySQL berbasis *world wide web*. Berdasarkan teori diatas, Php *MyAdmin* adalah sebuah *software* yang di tulis dalam bahasa php [15].

3. MySQL

MySQL adalah sistem manajemen *database* SQL yang bersifat *open source* dan paling populer saat ini. Sistem *database* MySQL mendukung fitur seperti *multithreaded*, *multi-user* dan *SQL Database Manajemen Sistem (DBMS)*. *Database* ini dibuat untuk keperluan sistem *database* yang cepat, handal dan mudah digunakan. MySQL adalah *multiuser database* yang menggunakan bahasa *Structured Query Language* [15].

4. XAMPP

XAMPP adalah sebuah paket kumpulan *software* yang terdiri dari Apache, MySQL, Php *MyAdmin*, PHP, Perl, Filezilla, dan lain-lain. Dengan menggunakan Xampp, tidak perlu *install* aplikasi-aplikasi tersebut satu persatu [15].

5. Wireshark

Wireshark adalah sebuah aplikasi *capture* paket data berbasis *open-source* yang berguna untuk memindai dan menangkap trafik data pada jaringan internet. Aplikasi ini umum digunakan sebagai alat *troubleshoot* pada jaringan yang bermasalah, selain itu juga biasa digunakan untuk pengujian *software* karena kemampuannya untuk membaca konten dari tiap paket trafik data.

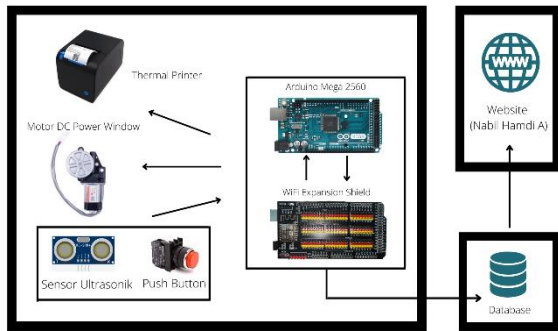
F. Quality Of Services

Pengujian sistem *smart parking* ini akan dilakukan dengan mengukur *Quality Of Service (QoS)*. Parameter yang

digunakan dalam pengujian sistem ini adalah *throughput*, *delay*, *packet loss*.

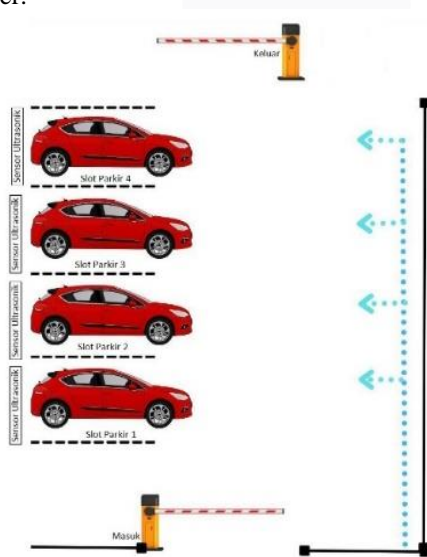
III. METODE

A. Desain Sistem



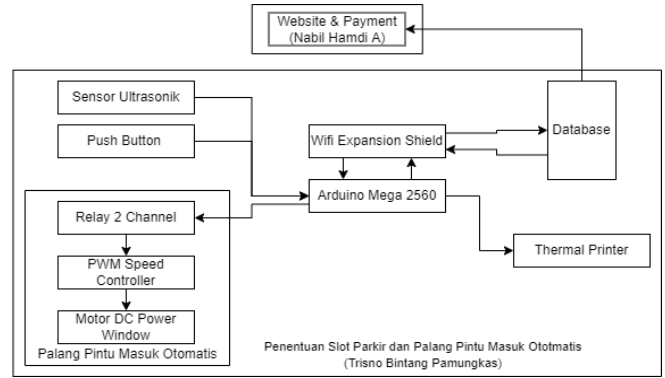
GAMBAR 3.1
DIAGRAM SISTEM

Pada gambar 3.1 menjelaskan bahwa terdapat rangkaian untuk palang parkir otomatis dan terdapat sensor ultrasonik untuk tempat parkir. Sensor ultrasonik akan terhubung dengan arduino. Sensor ultrasonik akan mendeteksi jarak suatu objek untuk ketersediaan slot parkir. Arduino akan mengirim data yang didapat dari sensor ultrasonik ke database menggunakan Arduino Mega 2560 yang sudah terdapat modul wifi didalamnya. Data yang tersimpan di database akan dikirim ke printer menggunakan Arduino Mega 2560 untuk mencetak karcis parkir yang terdapat nomor slot parkir terdekat. Untuk penentuan nomor slot parkir terdekat, telah dibuat sistem yang telah diatur pada mikrokontroler.



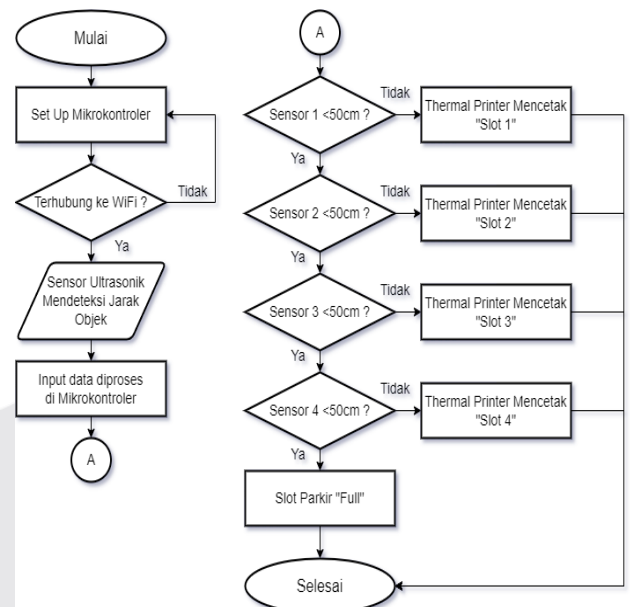
GAMBAR 3.2
DESAIN SISTEM SMART PARKING

1. Diagram Blok



GAMBAR 3.3
DIAGRAM BLOK

Sistem *smart parking* ini dirancang menggunakan beberapa komponen. Sistem ini dirancang menggunakan mikrokontroler yang terhubung dengan beberapa komponen yang berfungsi untuk menjalankan perintah sehingga komponen dapat bekerja tergantung pada kebutuhannya. Mikrokontroler akan terhubung dengan koneksi internet sehingga sensor dapat mengirim data ke database. Database tersebut akan memerintahkan komponen *thermal printer* untuk mencetak nomor slot parkir yang terdekat dari pintu masuk.

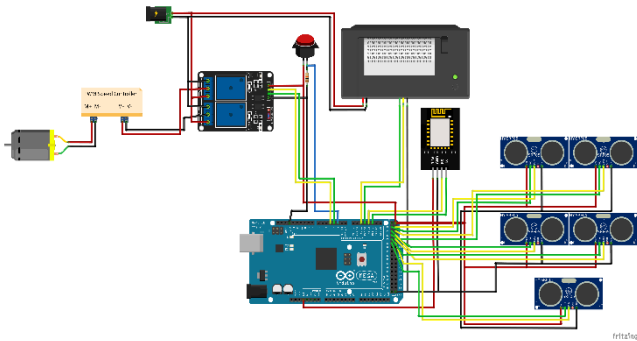


GAMBAR 3.4
DIAGRAM ALIR KESELURUHAN SISTEM

Dari gambar 3.4 dapat dilihat *flowchart* sistem. Sensor ultrasonik akan membaca apakah terdeteksi mobil atau tidak. Jika sensor membaca jarak kurang dari 50 cm, maka parkir tersebut penuh, jika lebih dari 50 cm berarti parkir tersebut kosong. Sensor ultrasonik akan mengirimkan data tersebut ke mikrokontroler. Kemudian mikrokontroler akan mengirimkan dan memperbarui data tersebut secara *realtime*. Jika parkir penuh, pengemudi akan mendapat informasi bahwa parkir tersebut penuh. Jika parkir tersebut tersedia, maka printer akan mencetak karcis parkir yang berisikan *barcode* dan nomor slot parkir.

Setelah pengemudi sampai pada parkirannya maka sensor akan membaca perubahan nilai sehingga dapat terdeteksi adanya kendaraan pada tempat parkir tersebut. Jika pengemudi meninggalkan tempat parkir, maka dilakukan pembaharuan kembali dan sensor akan memberikan informasi bahwa parkir tersebut tersedia.

B. Komponen Perangkat Keras



GAMBAR 3.5
KOMPONEN PERANGKAT KERAS

Desain perangkat keras dilakukan dengan menghubungkan beberapa perangkat seperti arduino mega 2560, *WiFi expansion shield*, sensor ultrasonik, *thermal printer*, *push button*, *relay module 2 channel*, *PWM speed controller*, dan *Motor DC Power Window*. Setelah itu dihubungkan ke WiFi sebagai komunikasi jarak jauh. Gambar 3.5 merupakan desain perangkat keras alat yang akan digunakan pada penelitian ini.

C. Komponen Perangkat Lunak

Spesifikasi perangkat lunak pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

TABEL 3.1
SPESIFIKASI PERANGKAT LUNAK

No.	Software	Keterangan
1.	Arduino IDE	Arduino IDE digunakan untuk memprogram suatu mikrokontroler. Arduino IDE akan memberikan perintah kerja dari sensor ultrasonik.
2.	MySQL	MySQL digunakan sebagai <i>database</i> yang didapat dari data hasil baca perangkat keras.
3.	Wireshark	Wireshark digunakan untuk pengujian <i>Quality Of Service (QoS)</i>

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Perangkat Keras

Pengujian perangkat keras bertujuan untuk memastikan kondisi setiap perangkat bekerja dengan baik sesuai dengan fungsinya masing-masing. Parameter keberhasilan pada pengujian ini adalah perangkat dapat bekerja sesuai dengan sistem yang sudah dibuat. Berikut adalah hasil pengujian yang telah dilakukan:

TABEL 4.2
PENGUJIAN PERANGKAT KERAS

No.	Hardware	Skenario	Keterangan	Status
1.	Arduino Mega 2560	Mikrokontroler dapat terkoneksi ke laptop dan dapat menjalankan program	Program yang dijalankan berhasil	Berhasil
2.	Sensor Ultrasonik	Mendeteksi keberadaan suatu objek	Berhasil get data Ketika program dijalankan	Berhasil
3.	Wifi Expansion Shield	Mengirimkan data sensor ke database	Mampu membaca dan mengirimkan data	Berhasil
4.	Motor DC Power Window	Dapat berputar sesuai arah putaran	Dapat membuka dan menutup palang parkir	Berhasil
5.	Thermal Printer	Mencetak karcis parkir	Mencetak karcis paker dan terdapat nomor slot parkir	Berhasil

B. Pengujian Akurasi Penentuan Slot Parkir Terdekat

Pengujian ini berfungsi untuk menentukan nomor *slot* parkir terdekat dari pintu masuk. Pengujian ini dimaksudkan untuk menguji kemampuan sistem dalam pengambilan keputusan *slot* parkir terdekat dengan pintu masuk. Pengujian ini dilakukan dengan 11 kondisi.

TABEL 4.2
PENGUJIAN AKURASI PENENTUAN SLOT PARKIR TERDEKAT

No.	Status Tempat Parkir				Keputusan	Status
	Slot 1	Slot 2	Slot 3	Slot 4		
1.	Kosong	Kosong	Kosong	Kosong	Slot 1	Ok
2.	Terisi	Kosong	Kosong	Kosong	Slot 2	Ok
3.	Terisi	Terisi	Kosong	Kosong	Slot 3	Ok
4.	Terisi	Terisi	Terisi	Kosong	Slot 4	Ok
5.	Kosong	Terisi	Kosong	Kosong	Slot 1	Ok
6.	Kosong	Terisi	Terisi	Kosong	Slot 1	Ok
7.	Kosong	Terisi	Terisi	Terisi	Slot 1	Ok
8.	Terisi	Kosong	Terisi	Kosong	Slot 2	Ok
9.	Terisi	Kosong	Terisi	Terisi	Slot 2	Ok
10.	Terisi	Terisi	Kosong	Terisi	Slot 3	Ok
11.	Terisi	Terisi	Terisi	Terisi	Full	Ok

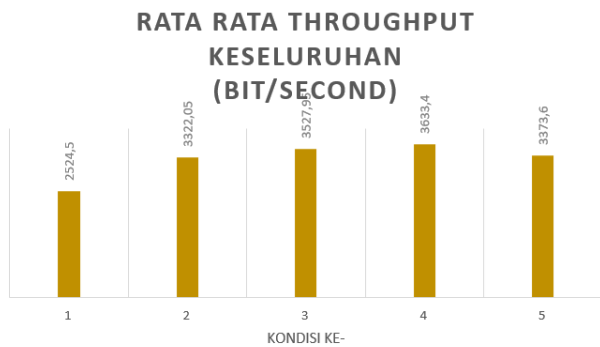
C. Pengujian QoS

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kualitas dari jaringan internet terhadap sistem yang telah dibuat. Parameter yang digunakan dalam pengujian ini adalah *throughput*, *delay*, dan *packet loss*. Pengujian ini dilakukan dengan lima macam kondisi. Pengujian ini untuk menentukan kualitas jaringan pada saat proses transmit data sensor ultrasonik dari modul WiFi menuju *database*.

TABEL 4.3
KONDISI PENGUKURAN QOS

Kondisi	Sensor 1	Sensor 2	Sensor 3	Sensor 4
Kondisi 1	Kosong	Kosong	Kosong	Kosong
Kondisi 2	Terisi	Kosong	Kosong	Kosong
Kondisi 3	Terisi	Terisi	Kosong	Kosong
Kondisi 4	Terisi	Terisi	Terisi	Kosong
Kondisi 5	Terisi	Terisi	Terisi	Terisi

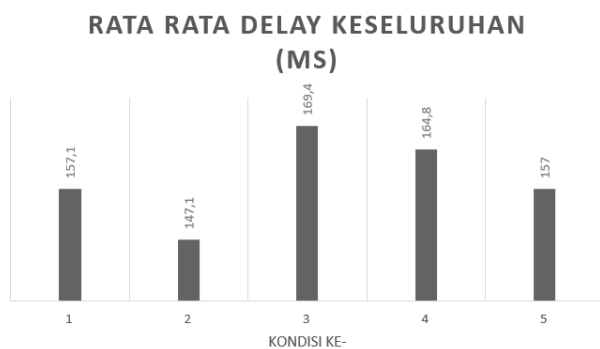
1. Pengujian Throughput



GAMBAR 4.1
HASIL RATA-RATA THROUGHPUT

Berdasarkan hasil pengujian *throughput* pada setiap kondisi, hasil yang didapat memiliki rata-rata 3276,3 bps dengan nilai tertinggi saat pengujian kondisi ke-4 sebesar 3633,4 bps dan nilai terkecil saat pengujian kondisi ke-1 sebesar 2524,5 bps.

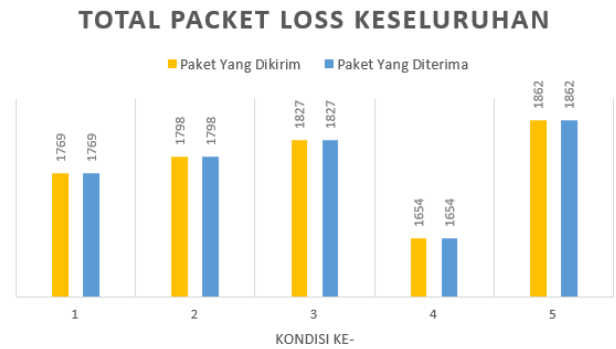
2. Pengujian Delay



GAMBAR 4.2
HASIL RATA-RATA DELAY

Berdasarkan hasil pengujian *delay* pada setiap kondisi, hasil yang didapat memiliki rata-rata 159,08 ms dengan nilai tertinggi saat pengujian kondisi ke-3 sebesar 169,4 ms dan nilai terkecil saat pengujian kondisi ke-2 sebesar 147,1 ms. Menurut standar *delay* dari ITU-T G.1010, termasuk kategori baik.

3. Pengujian Packet Loss



GAMBAR 4.3
HASIL RATA-RATA PACKET LOSS

Berdasarkan hasil pengujian *packet loss* pada setiap kondisi, hasil yang didapat memiliki total paket yang dikirim sebanyak 8.910 paket, dan total paket yang diterima sebanyak 8.910. Pada pengujian keseluruhan dengan berbagai kondisi ini, tidak terdapat paket yang hilang selama pengujian ini. Menurut standar *packet loss* dari ITU-T G.1010, hasil yang didapatkan sangat baik karena tidak ada paket yang hilang.

V. KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan sistem, pengujian dan analisis yang telah dilakukan maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Sistem *smart parking* berjalan dengan baik, pengiriman dan pembacaan data yang dilakukan sensor ultrasonik dan mikrokontroler dapat disimpan pada *database*.
2. Sensor ultrasonik memiliki tingkat akurasi sebesar 100%. Data yang ditampilkan pada *database* sesuai dengan data yang dikirimkan oleh sensor ultrasonik.
3. Sistem *smart parking* dapat memberikan nomor *slot* parkir terdekat dari pintu masuk. Tingkat akurasi yang didapat adalah sebesar 100%.
4. Saat pengujian QoS pada pengiriman data sensor ke *database* dalam sistem *smart parking* memiliki nilai *throughput* 3276,3 bps.
5. *Packet Loss* pada pengiriman data sensor ke *database* memiliki nilai *packet loss* sebesar 0%. Menurut standarisasi dari ITU-T G.1010, termasuk kategori sangat baik.
6. *Delay* pada pengiriman data sensor ke *database* memiliki nilai *delay* sebesar 159,08 ms. Menurut standarisasi dari ITU-T G.1010, termasuk kategori baik.

B. Saran

Pengujian yang telah dilakukan oleh penulis, terdapat beberapa kekurangan yang bisa dijadikan saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya, yaitu :

1. Pada sistem *smart parking* ini, perlu dikembangkan bagaimana membedakan mobil atau objek lain yang dapat terdeteksi oleh sensor.
2. Untuk mendapatkan akurasi sistem yang lebih maksimal, sebaiknya menggunakan sensor ultrasonik

yang lebih akurat dan stabil karena sangat berpengaruh terhadap pembacaan jarak.

3. Penambahan komponen lain untuk mengurangi keterbatasan alat pada sistem dengan minimum *cost*.
4. Pembuatan aplikasi agar karcis parkir tidak hilang, dan memudahkan pengendara untuk melihat *slot* parkir tersedia atau tidak.

REFERENSI

- [1] B. P. Statistik, "Potret Sensus Penduduk 2020," 2020.
- [2] A. N. M. Nasution, "Perancangan dan implementasi system smart parking menggunakan location based service (lbs) dan gamification berbasis internet of things (iot)," 2021.
- [3] A. W. H. I. A. d. T. Z. Suwono, Anggi Yoana Putri Damanik, "Aplikasi mobile smart parking pada basement bertingkat menggunakan sensor ketinggian," 2017.
- [4] F. P. Aji, A. Solehudin, and C. Rozikin, "Implementasi sensor ultrasonik dalam mendeteksi volume limbah b3 pada tempat sampah berbasis internet of things," *Jurnal Ilmiah Informatika*, vol. 6, no. 2, pp. 117-126, 2021.
- [5] E. S. Wahyuningtyas, R. Munadi, and S. Sussi, "Aplikasi smart parking berbasis android menggunakan sensor radio frequency identification (rfid) di universitastelkom," *eProceedings of Engineering*, vol. 6, no. 2, 2019.
- [6] A. G. Patrick Hendrianto, Endro Ariyanto, "Prototipe smart guides parking system menggunakan metode eventbased berbasis wireless network," 2017.
- [7] A. Febrianto, E. B. Syarif, and A. F. Setiawan, "Perancangan barcode power scanner pada bidang industri," *eProceedings of Art & Design*, vol. 9, no. 1, 2022.
- [8] L. Aditya and D. Wahyudin, "Lemari pengering pakaian menggunakan heater berbasis arduino mega 2560," *JURNAL ELEKTRO*, vol. 9, no. 2, 2021.
- [9] A. R. Lubis, "Aulia rumah tugas komputer," 2020.
- [10] L. N. Hayati and N. R. Wibowo, "Al-qur'an braille board interpreter glove bagi tunanetra dalam mengatasi buta aksara arab."
- [11] M. Jamil, S. Lutfi *et al.*, "Smart akuarium berbasis iot menggunakan raspberry pi 3," *JIKO (Jurnal Informatika dan Komputer)*, vol. 2, no. 2, pp. 60-66, 2019.
- [12] T. Y. Candra and T. Taali, "Sistem pengendali kecepatan motor dc penguatan terpisah berbeban dengan teknik control pwm berbasis arduino," *JTEV (Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional)*, vol. 6, no. 1, pp. 199-210, 2020.
- [13] "Pengertian software : Fungsi, jenis, spesifikasi dan contoh software (<https://idcloudhost.com/pengertian-software-fungsi-jenis-spesifikasi-dan-contoh-software/>) diakses 21 November 2021," 2020.
- [14] H. T. Saputra, A. Muhaimin, and B. Kurniawan, "Sistem control kunci pintu rumah menggunakan fingerprint smartphone android berbasis arduino uno," *Jurnal Ilmu Komputeri*, vol. 11, no. 1, pp. 5-9, 2022.
- [15] A. S. Putra, "Sistem manajemen pelayanan pelanggan menggunakan php dan mysql (studi kasus pada took surya)," *TEKINFO*, vol. 22, no. 1, pp. 100-116, 2021.
- [16] D. S. M. Ayatullah and I. Suardinata, "Implementasi sidik jari sebagai otentikasi parkir kendaraan menggunakan raspberry pi," 2018.