

Pengujian Aspek- Aspek Pada Sistem Parkir Pintar Pintar Pada Area Basement TULT

1st Oryza Sativa
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

oryzasatiiva@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Uke Kurniawan Usman
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

ukeusman@telkomuniversity.ac.id

3rd Sri Astuti
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

sriastuti@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Parkiran basement Telkom University Landmark Tower adalah fasilitas penting bagi dosen dan pegawai. Namun, efisiensi dan aksesibilitas tempat parkir menjadi tantangan signifikan. Oleh karena itu untuk mengatasi hal tersebut, penulis mengusulkan solusi inovatif berbasis IoT (*Internet of Things*). Solusi yang diusulkan adalah dengan cara mengintegrasikan teknologi sensor, perangkat ESP32, dan aplikasi seluler untuk menciptakan sistem parkir pintar yang canggih. Setiap tempat parkir akan dilengkapi dengan sensor yang terhubung secara *real-time* untuk mendeteksi keberadaan kendaraan dan mengirimkan informasi data ke server melalui ESP32. Data tersebut merupakan data ketersediaan tempat parkir yang dapat diakses oleh pengguna melalui aplikasi selalu secara *real-time*. Pengelolaan tempat parkir yang efektif ini diharapkan dapat mengurangi waktu pengguna untuk mencari ketersediaan tempat parkir yang kosong. Kinerja sistem dilakukan Kinerja sistem tersebut dianalisis berdasarkan beberapa parameter seperti keterlambatan deteksi, rentan jarak terdeteksi, ketahanan sumber daya, dan kecepatan respons aplikasi

Kata kunci— parkir pintar, IoT (*Internet of Things*), Aplikasi Seluler, parameter analisis.

I. PENDAHULUAN

Saat ini banyak universitas yang mendukung digitalisasi kampus pintar, termasuk dalam hal sistem parkir. Dengan metode parkir secara manual dapat menghabiskan waktu dan energi. Oleh karena itu sistem parkir pintar berbasis IoT (*Internet of Things*) dapat membantu pengguna menemukan parkir melalui aplikasi seluler. Menurut data yang tercatat pada tahun 2023, Universitas Telkom memiliki lebih dari 30.660 mahasiswa dan 1183 dosen [1], yang sebagian besar menggunakan kendaraan pribadi sehingga menjadi masalah dalam manajemen parkir di basement gedung TULT (*Telkom University Landmark Tower*). Area basement TULT memiliki 68 lahan parkir kosong, dengan 9 diantaranya khusus untuk dekan dan wakil dekan. Parkiran

dengan luas yang mencapai 3600 m² tersebut diusulkan agar menjadi sistem parkir pintar berbasis IoT yang mengintegrasikan mikrokontroler dan sensor dengan aplikasi seluler untuk memantau ketersediaan parkir secara *real-time*, sehingga dapat mengoptimalkan pengguna dan mengurangi waktu pencarian tempat parkir.

II. KAJIAN TEORI

A. QoS (*Quality of Service*)

Quality of Service (QoS) adalah metode dan standar pengukuran tentang seberapa baik jaringan yang digunakan untuk mendefinisikan karakteristik dari satu service [1].

B. Parameter-parameter QoS (*Quality of Service*)

Parameter-parameter yang digunakan untuk menghitung nilai QoS (*Quality of Service*) terdiri dari:

1. Delay

Delay adalah proses waktu yang dibutuhkan sebuah sistem untuk mengirimkan informasi data ke tujuannya. Nilai delay tersebut dapat mempengaruhi seberapa cepat kinerja sistem ketika digunakan. Pada Tabel 1 merupakan kategori standar delay:

TABEL 1
Standar Delay

Kategori Latensi	Delay (ms)
Sangat Baik	<150 ms
Baik	150-300 ms
Cukup	300- 450 ms
Buruk	>450 ms

2. Throughput

Throughput adalah kecepatan sistem dalam mentransfer data yang efektif. Throughput juga merupakan jumlah banyaknya total kedatangan paket yang sukses dikirim. Nilai throughput diukur dalam satuan bps (*bit per second*). Semakin besar nilai dari throughput yang didapatkan maka semakin baik kategori throughput

tersebut. Nilai *throughput* dapat dikategorikan sesuai standar pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2 Standar Throughput

Kategori Latensi	Throughput (bps)
Sangat Baik	100
Baik	75
Cukup	50
Buruk	>25

3. Packet Loss

Packet loss adalah parameter yang menjelaskan suatu kondisi ketika jumlah total paket yang dikirimkan terdapat paket yang hilang. Kondisi tersebut dapat terjadi dikarenakan beberapa alasan, salah satunya dikarenakan *collision* dan *congestion* pada jaringan [2]. Nilai *packet loss* dapat dikategorikan sesuai standar seperti pada Tabel 3 berikut:

TABEL 3
Standar Packet Loss

Kategori Latensi	Packet Loss (%)
Sangat Baik	0 %
Baik	3 %
Cukup	15 %
Buruk	25 %

C. Jangkauan Ketinggian Jarak Sensor

Sensor ultrasonik merupakan salah satu sensor yang dapat mendeteksi objek dan mengukur jarak antar objek. Cara kerja sensor ultrasonik dengan mengirimkan sinyal dari transmitter, kemudian tersebar dan dipantulkan oleh objek sebelum diterima kembali oleh receiver.

Jangkauan ketinggian jarak sensor meliputi tiga kategori yaitu: kategori mobil SUV dengan rentan jarak 2 cm hingga 5 cm, kategori mobil MPV dengan rentan jarak 6 cm hingga 8 cm, dan kategori mobil Sedan dengan rentan jarak dari 9 cm hingga 11 cm. Apabila objek/ benda diletakkan selain dari rentan jarak kurang dari 2 cm atau lebih dari 11 cm maka sensor tidak dapat membaca objek didepannya, dan status diaplikasi akan bernilai kosong.

D. Kekuatan Sinyal

Kekuatan sinyal yang digunakan untuk *prototype* ini sangat berpengaruh untuk kinerja sistem, dikarenakan apabila sinyal yang digunakan tidak bagus maka akan mempengaruhi nilai QoS (*Quality of Service*) nya. Sinyal yang dibutuhkan untuk sebuah *prototype* sistem parkir pintar adalah baik dengan standar kategorinya seperti Tabel 4 berikut:

Tabel 4 Kategori Kuat Sinyal

Kategori	Nilai Kuat Sinyal (dBm)
Sangat Baik	> -60 dBm
Baik	-60 s/d -70 dBm
Cukup	-71 s/d -80 dBm
Buruk	-81 s/d -90 dBm
Sangat Buruk	< -90 dBm

E. Catu Daya

Catu daya yang digunakan adalah berupa 2 buah baterai *Lithium-ion* dengan kapasitasnya 3400 mAh, dimana dengan kapasitas tersebut dapat bertahan hingga ± 2 jam pemakaian.

F. Pengujian Kualitatif Terhadap *Prototype* Aplikasi *Mobile*
Pengujian kualitatif dilakukan agar mengetahui pengalaman dari pengguna aplikasi sistem parkir pintar ini terhadap aplikasi yang dibuat. Pengujian dilakukan dengan cara menyebar kuesioner kepada *user* yaitu para dosen dan pegawai *Telkom University* yang menggunakan parkir *basement TULT (Telkom University Landmark Tower)*.

Kuesioner dibuat dengan total 23 pertanyaan setuju/tidak setuju dengan skala penilaiannya yaitu dari 1-5, dengan nilai 1 yang artinya tidak setuju dan nilai 5 yang artinya sangat setuju. Aspek yang dinilai pada survei tersebut berupa aspek UI (*User Interface*) dan UX (*User Experience*) terhadap aplikasi sistem parkir pintar *basement TULT*.

III. METODE

A. Pengujian Nilai QoS (Quality of Service)

1. Pengujian Nilai Delay

Langkah-langkah pengujian adalah sebagai berikut:

- Mencari nilai IP Address ESP32 dan IP Address Firebase yang terhubung terhadap sistem.
- Setelah sistem tersambung dengan *wireshark*, klik menu proses *capture* di *Wireshark*, lalu dijalankan selama ±2 menit.
- Setelah 2 menit, lakukan filter IP yang terhubung dengan cara menuliskan “ip.addr == 10.60.225.200 && ip.addr == 34.120.160.131” pada kolom filter sebagai filter untuk alamat IP Address ESP32 dan IP Address Firebase yang terhubung.
- Setelah melakukan *filtering*, langkah selanjutnya memilih salah satu baris *packet* yang terkirim sampai muncul tulisan “The RTT to ACK the segment” yang menunjukkan besar *delay* yang didapatkan.
- Dari hasil nilai *delay* yang didapatkan setiap *packet* yang terkirim tersebut, selanjutnya mencari nilai rata-rata *delay* dari semua *packet* yang terkirim.

2. Pengujian Nilai Throughput

Langkah-langkahnya sama dengan pengujian *delay* akan tetapi tidak perlu sampai tahap *filtering* “ACK segment”. Langkah yang dilakukan adalah mengklik menu “Capture File Properties”. Lalu menghitung nilai *throughput* nya dengan rumus berikut ini:

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Total Bytes}}{\text{Time Span}}$$

3) Pengujian Nilai Packet Loss

Langkah-langkah percobaannya hampir sama dengan pengujian *delay* menggunakan *wireshark* akan tetapi pada tahap *filtering* IP address, comment yang digunakan adalah “ip.src==10.60.225.200 &&ip.addr==34.120.160.131&&tcp.analysis.ack_lost_segment” yang menyatakan

bahwa alamat tersebut merupakan alamat dari IP ESP32 dan IP Firebase yang terhubung ke sistem.

B. Pengujian Jangkauan Ketinggian Sensor

Jangkauan jarak sensor dibagi menjadi 3 kategori, untuk setiap ketiga kategori tersebut dilakukan pengujian untuk 2 kondisi. Kondisi yang pertama adalah dengan meletakkan objek saat jarak sebenarnya bernilai 7 cm, dan pada kondisi kedua saat jarak sebenarnya bernilai 10 cm.

C. Pengujian Kekuatan Sinyal

Pengujian kekuatan sinyal dilakukan dengan 2 kondisi yaitu saat kondisi pertama ketika sinyal dalam kondisi bagus, dan pada saat kondisi kedua yaitu ketika sinyal dalam kondisi tidak bagus.

D. Pengujian Catu Daya

Pengujian catu daya berupa baterai dilakukan sebanyak 3 kali percobaan dengan aspek penilaiannya adalah berapa lama waktu yang dibutuhkan baterai untuk mengosongkan daya, dan berapa lama waktu yang diperlukan baterai saat mengisi daya.

E. Pengujian Kualitatif terhadap Prototype Aplikasi Mobile

Pengujian dilakukan dengan menyebarkan kuesioner ke para dosen dan pegawai yang sekiranya memarkirkan kendaraan mereka di area basement gedung TULT (Telkom University Landmark Tower).

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Nilai QoS (Quality of Service)

1. Pengujian Delay pada Database

Tabel 5 Hasil Pengujian Delay

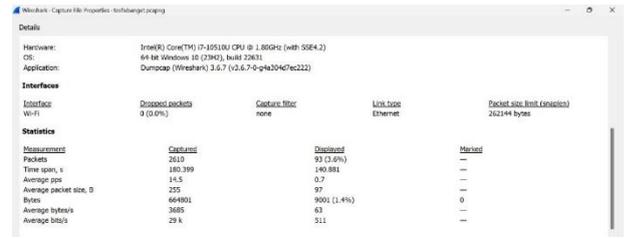
Percobaan ke-	Delay (ms)
1	50,41
2	46,25
3	49,44
4	46,96
5	45,59
Rata- Rata	38,66

Berdasarkan Tabel 5, dilakukan pengujian delay pada database dengan menggunakan aplikasi *wireshark*. Dari hasil nilai delay yang didapatkan setiap *packet* yang terkirim tersebut, selanjutnya mencari nilai rata-rata delay dari semua *packet* yang terkirim.

Dari percobaan yang telah dilakukan didapatkan nilai rata-rata delay nya adalah 38,66 ms (*milisecond*) yang mana jika dikategorikan nilai delay tersebut termasuk kategori sangat baik. Pengujian delay ini dilakukan untuk mengetahui seberapa efisien sistem yang dijalankan.

2. Pengujian Throughput pada Database

Pengujian nilai *throughput* dilakukan menggunakan aplikasi *wireshark*.



Gambar 1 Capture Wireshark Pengujian Throughput

Berdasarkan Gambar 1. didapatkan:

Total Bytes: 9001 bytes

Time span: 140.881 detik

Untuk menghitung nilai *throughput* menggunakan rumus berikut ini:

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Total Byt}}{\text{Time span}}$$

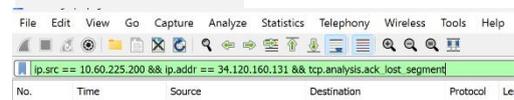
$$\text{Throughput} = \frac{9001}{140.881}$$

$$\text{Throughput} = 64,3 \text{ bit/detik}$$

Didapatkan nilai *throughput* nya adalah 64,3 bit/detik, jika dikategorikan nilai *throughput* tersebut termasuk kategori cukup baik.

3. Pengujian Packet Loss pada Database

Untuk mengukur nilai *packet loss* dalam penelitian ini yaitu menggunakan aplikasi *wireshark*. Percobaan dilakukan selama 2 menit.



Gambar 2 Capture Wireshark Pengujian Packet Loss

Berdasarkan Gambar.2 hasil nilai untuk *packet loss* nya adalah 0 % atau bisa disebutkan bahwa tidak ada paket yang gagal terkirim. Sehingga apabila dikategorikan nilai *packet loss* nya sangat baik.

B. Pengujian Jangkauan Ketinggian Jarak Sensor

Percobaan dilakukan dengan metode 2 kondisi untuk setiap kategorinya. Dari hasil kedua kondisi percobaan tersebut didapatkan hasil akurasi setiap sensor dan rata-rata akurasi semua sensor seperti pada Tabel 6 berikut:

TABEL 6

Hasil Pengujian Jangkauan Jarak Sensor

Sensor ke-	Akurasi (%)
Sensor 1	95,5
Sensor 2	95
Sensor 3	95
Sensor 4	94,66
Rata- rata Akurasi	95,04

Rata-rata akurasi sensor dapat mendeteksi benar saat kedua kondisi tersebut bernilai 95,04 %. Nilai tersebut dapat dicari dengan menggunakan rumus berikut:

$$Akurasi(\%) = \frac{1 - |Jarak\ Teukur - Jarak\ Sebenarnya|}{Jarak\ Sebenarnya} \times 100\%$$

$$Rata - Rata\ Akurasi\ Keseluruhan = \frac{Jumlah\ Akurasi\ Seluruh\ Sensor\ (\%)}{4}$$

Sehingga dapat dikategorikan nilai kesensitivitas nya sangat baik.

C. Pengujian Kekuatan Sinyal

TABEL 7
Pengujian Kuat Sinyal Kondisi 1

Percobaan ke-	Kuat Sinyal (dBm)
1	-49
2	-46
3	-42
4	-44
5	-53
Rata- Rata	-49

Tabel 8 Pengujian Kuat Sinyal Kondisi 2

Percobaan ke-	Kuat Sinyal (dBm)
1	-44
2	-43
3	-49
4	-46
5	-56
Rata- Rata	-54

Berdasarkan pengujian kedua kondisi tersebut dapat disimpulkan kondisi kekuatan sinyal pada kondisi kedua yaitu buruk sehingga akan sangat berpengaruh untuk kinerja sistem, sehingga dibutuhkan sinyal yang baik.

D. Pengujian Catu Daya

TABEL 9
Hasil Pengujian Catu Daya

Percobaan	Waktu pengujian	
	Pengisian Daya Baterai	Pengosongan Daya Baterai
1	3 jam 30 menit	± 2 jam
2	3 jam 30 menit	± 2 jam
3	3 jam 30 menit	± 2 jam

Dari Tabel 9 didapatkan hasil bahwa baterai membutuhkan waktu kurang lebih 2 jam untuk menghabiskan kapasitas dayanya, dan baterai membutuhkan waktu 3 jam 30 menit untuk melakukan pengisian daya nya.

E. . Pengujian Kualitatif terhadap Prototype Aplikasi Mobile

TABEL 10
Hasil Pengujian UI/UX Aplikasi Mobile

Question Number	Scoring Scale				
	1	2	3	4	5
Question about User Interface					
1	0	1	13	29	9
2	0	0	11	24	17

3	0	1	9	34	8
4	0	0	14	26	12
5	0	1	21	23	7
6	0	1	17	24	10
7	0	1	16	29	6
8	0	1	13	22	16
9	0	1	11	29	11
10	0	0	8	35	9

Question about User Experience and Interaksi with the Application

1	0	0	14	31	7
2	0	1	11	29	11
3	0	0	5	34	13
4	0	0	10	25	17
5	0	0	5	29	18
6	0	0	5	35	12
7	0	0	20	27	5
8	0	0	11	35	6
9	0	1	11	29	11
10	0	0	4	30	18
11	0	1	11	34	6
12	0	1	7	31	13
13	0	0	3	32	17

Berdasarkan Tabel 10 merupakan hasil dari pengujian sub-sistem ini dengan setiap aspek nya terdapat 10 pertanyaan.

V. KESIMPULAN

Kesimpulan dari pengujian sistem mencakup enam aspek utama dengan hasil sebagai berikut: Sensor ultrasonik mampu mendeteksi objek dengan rentang jarak 2 cm hingga 11 cm pada prototipe. Baterai lithium-ion dengan kapasitas 1200mAh membutuhkan waktu pengisian 2 jam 30 menit dan waktu pengosongan sekitar 2 jam. Rata-rata delay pengiriman data ke Firebase adalah 38,665 ms, yang tergolong sangat baik. Rata-rata throughput sebesar 93 pps cukup untuk menjalankan perangkat sistem parkir. Nilai packet loss sebesar 0% menunjukkan bahwa jaringan sangat stabil. Dari pengujian kualitatif, pengguna memberikan rating rata-rata 4 dari 5, yang menunjukkan tingkat kepuasan yang tinggi.

Dengan hasil tersebut, solusi prototipe ini dapat dianggap berhasil menjawab permasalahan sistem parkir yang akan diterapkan di basement TULT. Untuk implementasi penuh, beberapa penyesuaian diperlukan, seperti pemasangan tiang sensor setinggi 4 meter dan penggunaan arus listrik utama untuk memastikan operasi terus-menerus. Rencana pengembangan meliputi peningkatan keandalan sensor, kualitas jaringan, dan fitur aplikasi untuk memenuhi kebutuhan pengguna dengan lebih baik.

REFERENSI

[1] C. Ajcharyavanich *dkk.*, "Park King: An IoT-based Smart Parking System."
 [2] M. M. S. Ismail *dkk.*, "IoT Based Smart Parking System," dalam *Journal of Physics: Conference Series*, Institute of Physics Publishing, Des 2019. doi: 10.1088/1742-6596/1424/1/01202cc