

Perancangan Perangkat Keras Pada Konsep Sistem Rekomendasi Tempat Parkir

ALDHI NUR ROCHMAN, MILDA GUSTIANA HUSADA, UUNG UNGKAWA

Institut Teknologi Nasional (Itenas) Bandung

Email : aldhinurr@mhs.itenas.ac.id

Received DD MM YYYY | *Revised* DD MM YYYY | *Accepted* DD MM YYYY

ABSTRAK

Ketersediaan lahan parkir Itenas yang terbatas serta pemakaian lahan tempat parkir yang kurang terstruktur atau acak yang membuat sebagian orang harus mencari kembali alternatif tempat parkir lain jika tempat parkir yang ingin ditempati ternyata penuh karena sebelumnya tidak ada informasi mengenai tempat parkir yang tersedia. Kajian ini adalah sebagai kajian awal sistem rekomendasi ketersediaan tempat parkir mobil di Itenas yang merupakan rancangan alat berbasis Raspberry Pi dan sensor ultrasonik. Nilai dari sensor yang masuk atau keluar akan dikirim ke webserver firebase yang akan memberikan informasi mengenai ketersediaan lahan parkir. Nilai error pengukuran yang diperoleh dua sensor ultrasonik adalah 4,1757% dan 5,4%. Terdapat selisih waktu rata-rata pada saat pembacaan nilai sensor pada webserver adalah 2,2 detik.

Kata kunci: *Smart Parking System, Raspberry Pi, Internet Of Things.*

ABSTRACT

The limited availability of Itenas parking space and the use of unstructured or random parking lots make some people have to look for other alternative parking spaces if the parking lot they want to occupy turns out to be full because previously there was no information about available parking spaces. This study is an initial study of the recommendation system for the availability of car parking spaces at Itenas which is a Raspberry Pi-based device design and ultrasonic sensor. The value of incoming or outgoing sensors will be sent to the firebase webserver which will provide information about the availability of parking spaces. The measurement error values obtained by the two ultrasonic sensors are 4.1757% and 5.4%. There is a difference in the average time when the sensor value reading on the webserver is 2.2 seconds.

Keywords: *Smart Parking System, Raspberry Pi, Internet Of Things.*

1. PENDAHULUAN

Institut Teknologi Nasional (Itenas) merupakan salah satu perguruan tinggi swasta yang berada di kota Bandung. Sebagai salah satu dari 100 perguruan tinggi swasta terbaik di Indonesia (**Wardana, Agus, 2019**), setiap tahun mahasiswa yang daftar ke Itenas pun semakin bertambah. Pertambahan jumlah mahasiswa ini tidak dibarengi dengan pertambahan jumlah lahan yang tersedia. Dengan jumlah mahasiswa sebanyak 8.757 yang terbagi pada 3 fakultas dan 18 program studi (**Riset Dikti, 2019**) dan jumlah lahan seluas 53,000m² dan luas bangunan seluas 40,000m² (**Aschuri, Imam, 2019**) menjadikan kepadatan Itenas sebesar 168 jiwa/km². Dari perhitungan sederhana yang dilakukan dapat diketahui bahwa lahan kosong yang terdapat di Itenas sebesar 13,000m² yang harus dibagi menjadi lahan parkir untuk motor dan mobil.

Lahan parkir yang terbatas tersebut harus dibagi rata oleh sebagian besar civitas akademik Itenas yang membawa kendaraan pribadi ke kampus, baik kendaraan roda dua maupun roda empat. Jika civitas akademika tersebut tidak mendapat tempat parkir di Itenas, alternatif lain yang tersedia hanya sedikit. Terutama untuk kendaraan roda empat yang membutuhkan lahan sebesar 11,5m² untuk sebuah mobil (**Departemen Perhubungan, 1996**). Ketersediaan lahan parkir Itenas yang terbatas serta pemakaian lahan tempat parkir yang kurang terstruktur atau acak yang membuat sebagian orang harus mencari kembali alternatif tempat parkir lain jika tempat parkir yang ingin ditempati ternyata penuh karena sebelumnya tidak ada informasi mengenai tempat parkir yang tersedia. Sampai saat ini belum ada sistem yang memberikan informasi lokasi serta jalur terpendek menuju tempat parkir terdekat atau informasi mengenai berapa kapasitas yang tersedia pada tempat parkir, hal ini membuat pengguna membutuhkan waktu untuk menemukan tempat parkir di kampus Itenas.

Pada makalah ini dibahas pengkajian awal mengenai sistem rekomendasi ketersediaan tempat parkir mobil di Itenas mulai dari perancangan, pengolahan data ke webserver, dan pengujian alat. Sistem ini berbasis Raspberry Pi dengan sensor ultrasonik. Sensor Ultrasonik berfungsi sebagai alat untuk mendeteksi keluar-masuknya kendaraan.

2. METODOLOGI

Tahapan pengembangan sistem dilakukan dengan mengimplementasikan metodologi pengembangan *prototype*, metode ini dipilih karena waktu dalam pembangunan sistem relatif lebih singkat. Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai perancangan dari sistem rekomendasi ketersediaan tempat parkir mobil Itenas.

2.1. Analisis Kebutuhan Sistem

Dalam melakukan perancangan sistem rekomendasi tempat parkir ini terdapat dua jenis kebutuhan yaitu kebutuhan perangkat lunak (*software*) dan kebutuhan perangkat keras (*hardware*). Perangkat lunak (*software*) utama yang digunakan untuk sistem adalah *Raspberry Pi 3* yang diajalan pada platform *Raspbian OS* yang menggunakan Bahasa pemrograman *Python*, perangkat keras (*hardware*) lainnya yang digunakan adalah dapat dilihat pada Tabel 1 untuk gambar perangkat keras yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 1.

Tabel 1 Komponen Perangkat Keras

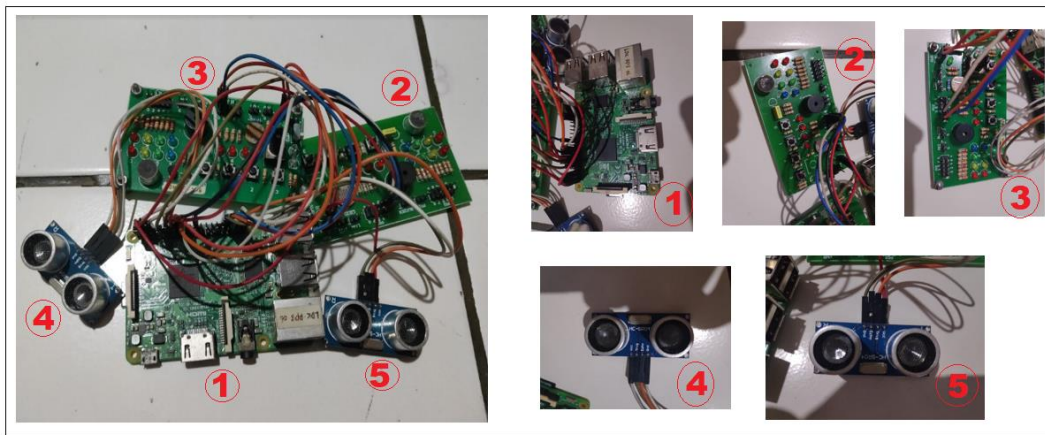
No	Perangkat Keras	Jumlah	Keterangan
1	<i>Raspberry Pi</i>	1	Sebagai pusat pengendalian dan pemrosesan data pada sistem yang dibangun
2	Sensor <i>Ultrasonic</i>	2	Sebagai sensor untuk mengukur jarak kendaraan yang masuk atau keluar.
3	Modul <i>Display Kit (Button)</i>	2	Sebagai alternatif penambah sensor ultrasonik dikarenakan 1 <i>Raspberry Pi 3</i> hanya bisa menampung 2 sensor ultrasonik, ketika tombol <i>button</i> ditekan jumlah kendaraan yang terisi akan bertambah dan ketika ditekan kembali maka jumlah kendaraan akan berkurang.
4	Kabel <i>LAN</i>	1	Untuk menghubungkan antara <i>Raspberry Pi</i> dengan laptop atau personal komputer.
5	<i>Power Adaptor Raspberry Pi</i>	1	Perangkat yang digunakan untuk memberikan daya listrik kepada <i>Raspberry Pi</i>
6	<i>Micro SD</i>	1	Sebagai media penyimpanan untuk sistem operasi dari <i>Raspberry Pi 3</i> .
7	Kabel <i>Jumper</i>	20	Penghubung port antara sensor yang digunakan dengan <i>Raspberry Pi</i>

Pada Tabel 2. merupakan *GPIO pin* yang digunakan oleh perangkat keras yang digunakan pada sistem sehingga perangkat keras tersebut dapat terhubung dengan *Raspberry Pi*.

Tabel 2. *GPIO pin* yang digunakan pada *Raspberry Pi*

No	Perangkat Keras	Keterangan	Nama Pin	No. Pin
1	Sensor Ultrasonik 1	<i>VOLT</i>	<i>DC Power 5V</i>	<i>Pin 4</i>
		<i>TRIG</i>	<i>GPIO 17</i>	<i>Pin 11</i>
		<i>ECHO</i>	<i>GPIO 27</i>	<i>Pin 13</i>
		<i>GROUND</i>	<i>Ground</i>	<i>Pin 9</i>
2	Sensor Ultrasonik 2	<i>VOLT</i>	<i>DC Power 5V</i>	<i>Pin 2</i>
		<i>TRIG</i>	<i>GPIO 26</i>	<i>Pin 37</i>
		<i>ECHO</i>	<i>GPIO 19</i>	<i>Pin 35</i>
		<i>GROUND</i>	<i>Ground</i>	<i>Pin 39</i>
3	Modul <i>Display Kit (Button) 1</i>	<i>VOLT</i>	<i>DC Power 3,3V</i>	<i>Pin 1</i>
		<i>BUTTON 1</i>	<i>GPIO 18</i>	<i>Pin 12</i>
		<i>BUTTON 2</i>	<i>GPIO 23</i>	<i>Pin 16</i>
		<i>BUTTON 3</i>	<i>GPIO 24</i>	<i>Pin 18</i>
		<i>BUTTON 4</i>	<i>GPIO 25</i>	<i>Pin 22</i>
4	Modul <i>Display Kit (Button) 2</i>	<i>GROUND</i>	<i>Ground</i>	<i>Pin 6</i>
		<i>VOLT</i>	<i>DC Power 3,3V</i>	<i>Pin 17</i>
		<i>BUTTON 1</i>	<i>GPIO 12</i>	<i>Pin 32</i>
		<i>BUTTON 2</i>	<i>GPIO 16</i>	<i>Pin 36</i>
		<i>BUTTON 3</i>	<i>GPIO 20</i>	<i>Pin 38</i>
4	Modul <i>Display Kit (Button) 2</i>	<i>BUTTON 4</i>	<i>GPIO 21</i>	<i>Pin 40</i>
		<i>GROUND</i>	<i>GPIO 20</i>	<i>Pin 34</i>

Adapun rangkaian *hardware* yang dirangkai sesuai dengan rancangan *hardware* pada Tabel 2 dapat dilihat pada Gambar 1.

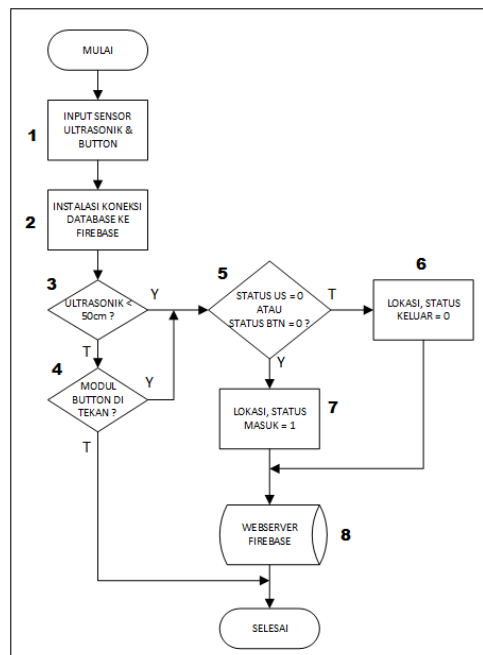


Gambar 1. Rancangan Alat

Pada Gambar 1. menampilkan perangkat keras yang dirangkai untuk menjalankan sistem validasi kendaraan masuk-keluar pada penelitian ini. Terdapat 2 buah modul ultrasonik dan modul *button*, dan semua fungsi sensor-sensor dapat bekerja atau dapat mengirimkan data melalui *Raspberry Pi*. Pada Gambar 1 terdapat masing-masing nomor yang mana nomor 1 adalah *Raspberry Pi 3* sebagai mini komputer yang terhubung ke nomor 2 dan nomor 3 adalah modul *button* sebagai penambah jumlah slot/kapasitas tempat parkir dikarenakan 1 buah *Raspberry Pi 3* hanya dapat mengkoneksikan 2 buah sensor ultrasonik, dan nomor 4 dan nomor 5 adalah modul sensor ultrasonik yang menghitung jarak ketika ada kendaraan yang masuk ke tempat parkir untuk memvalidasi apakah kendaraan tersebut sudah masuk atau keluar.

2.2. Perancangan

Adapun penjelasan mengenai skema perangkat yang terhubung pada sistem yang telah dibuat dapat dilihat pada Gambar 2.

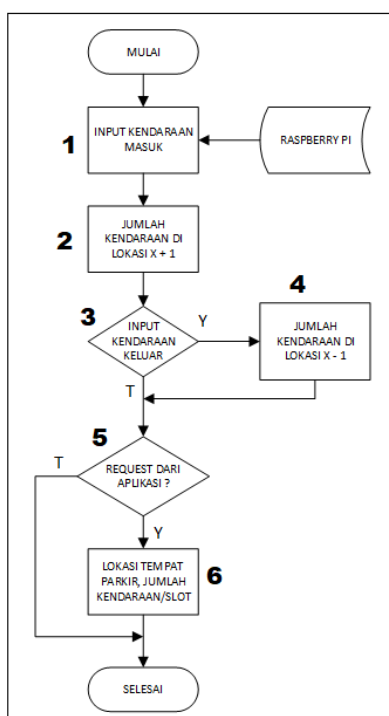


Gambar 2. Flowchart Sistem Perangkat

Pada Gambar 2. menunjukkan *Flowchart* perangkat *Raspberry Pi* yang akan dijelaskan sebagai berikut :

1. Nilai masukan dari sensor ultrasonik & modul *button*.
2. Melakukan instalasi koneksi dari database ke *firebase* agar data dapat diakses secara *realtime*
3. Perangkat *Raspberry Pi* akan menunggu data jarak dari kedua sensor Ultrasonik yang dimana jika salah satu sensor ultrasonik memiliki jarak kurang atau sama dengan 50cm maka proses lanjut ke poin 5, jika tidak ada proses selesai.
4. Jika tombol *button* pada modul *button* ditekan maka proses akan berlanjut ke poin 5, jika tidak ada maka proses selesai.
5. Sistem akan melakukan pengecekan status sensor ultrasonik dan modul *button*.
6. Jika status ultrasonik bernilai '0' dinyatakan bahwa tempat tersebut belum terisi sebelumnya. Jika tidak terdapat perubahan pada sensor ultrasonik, *raspberry* melakukan pengujian pada kedua modul *button*. Jika satu diantara 4 *button* dari masing-masing modul ditekan dan status *button* bernilai '0' maka *raspberry* menambah data mobil terisi di lokasi *button* tersebut berada.
7. Jika status ultrasonik bernilai '1' maka mobil tersebut merupakan mobil yang sudah ada sebelumnya dan ultrasonik ataupun *button* tidak dapat menambah jumlah yang terisi. Jika status *button* bernilai '1' hal tersebut menyatakan ada mobil keluar dan *raspberry* mengurangi data mobil terisi di lokasi *button* tersebut.
8. Status pada sensor ultrasonik dan modul *button* akan di data oleh *webserver firebase* agar data pada *Raspberry Pi* dapat diakses secara *realtime* oleh aplikasi di *smartphone*.

Selanjutnya terdapat *flowchart* sistem *webserver*. Pada sistem ini agar status tempat parkir dapat terdata yang mana ketika ada kendaraan masuk atau kendaraan keluar dapat terekam secara *realtime* oleh sistem, oleh karena itu diperlukan *webserver* menggunakan *firebase* yang terhubung dari alat atau sensor yang ada pada tempat parkir dan aplikasi yang ada pada *smartphone android*. Adapun penjelasan alur sistem dari *webserver firebase* tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Flowchart Sistem *Webserver*

Penjelasan dari Gambar 3 adalah sebagai berikut:

1. Sistem menerima masukan dari *Raspberry Pi* mengenai kendaraan yang masuk secara *realtime* karena *Raspberry Pi* terhubung dengan *webserver firebase*.
2. Ketika sensor ultrasonik atau modul button mendapatkan masukan nilai maka jumlah tempat parkir yang tersedia akan berkurang.
3. Sistem akan melakukan pengecekan kembali apakah kendaraan yang parkir sudah keluar atau tidak.
4. Jika kendaraan keluar maka sensor-sensor tersebut nilainya akan berkurang dan jumlah parkir yang tersediapun akan bertambah.
5. Sistem menerima masukan dari *Raspberry Pi* mengenai kendaraan yang masuk secara *realtime* karena *Raspberry Pi* terhubung dengan *webserver firebase*.
6. Ketika sensor ultrasonik atau modul button mendapatkan masukan nilai maka jumlah tempat parkir yang tersedia akan berkurang.
7. Sistem akan melakukan pengecekan kembali apakah kendaraan yang parkir sudah keluar atau tidak.
8. Jika kendaraan keluar maka sensor-sensor tersebut nilainya akan berkurang dan jumlah parkir yang tersediapun akan bertambah.
9. Aplikasi yang terhubung ke *Firebase* dapat meminta data yang mana data tersebut juga terhubung ke *Raspberry Pi* sehingga pengolahan data dari *Raspberry Pi* dan Aplikasi *Android* yang terhubung ke *smartphone* dapat dijalankan secara *realtime*.
10. Data yang dimaksud adalah berupa lokasi tempat parkir dan slot atau jumlah kendaraan yang sedang parkir.

2.3. Rancangan Alat Sistem Tempat Parkir

Pada perancangan alat untuk sistem untuk rekomendasi ketersediaan tempat parkir mobil di Iteas dengan menggunakan sensor ultrasonik adalah sebagai berikut:

- a) Tentukan port-port yang akan dihubungkan dengan sensor ultrasonik dan sensor *button* sebagai sensor tambahan, dapat dilihat pada Tabel 2.
- b) Lakukan proses pembacaan sinyal ultrasonik untuk mendeteksi sinyal yang masuk.
- c) Hitung data digital dari sensor ultrasonik yang masuk.
- d) Kirimkan data tersebut ke *webserver Firebase* dari terminal *Python* pada *Raspberry Pi*.

2.4 Prosedur Pengujian

Pengujian alat yang dilakukan merupakan pengujian terhadap kinerja alat sensor ultrasonik, dan pengujian alat secara keseluruhan. Pengujian terhadap sensor ultrasonik dilakukan dengan cara membandingkan antara jarak sesungguhnya yang diukur dengan meteran atau mistar manual dengan jarak yang tertampil pada alat, dalam hal ini dengan mendekatkan dan menjauhkan alat dengan penghalang. Selain itu pengujian integrasi antara alat dan *webserver*, pengujian yang dilakukan adalah dengan membandingkan nilai yang masuk pada alat apakah sesuai atau tepat waktunya dengan nilai yang masuk pada *webserver*.

3. HASIL PENGUJIAN

3.1 Pengujian Sensor

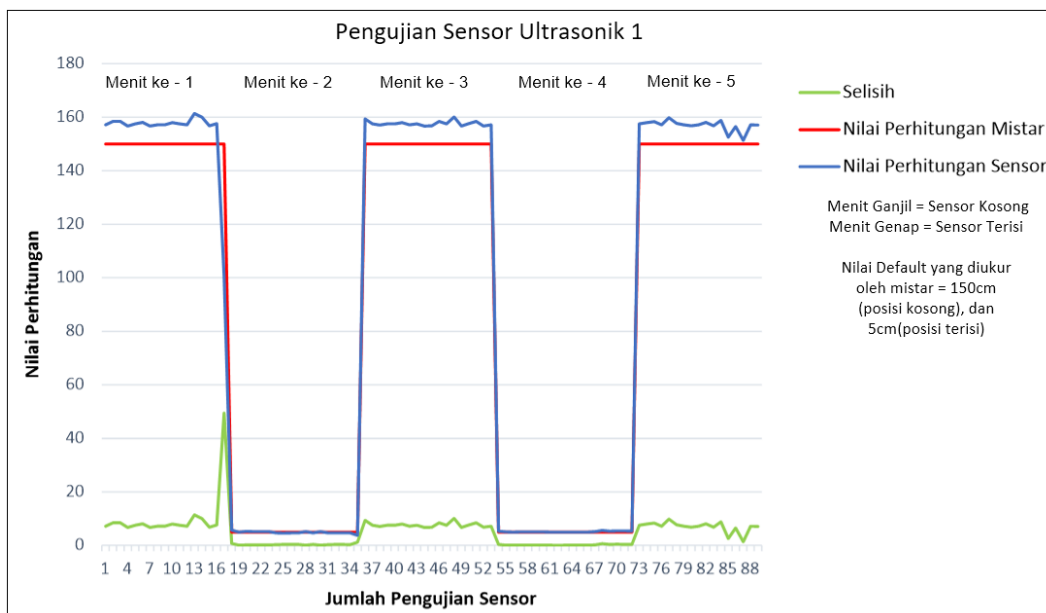
Pada Gambar 4 dan Gambar 5 memperlihatkan proses pengujian yang membandingkan antara pengukuran menggunakan sensor ultrasonik dan pengukuran secara manual menggunakan mistar atau meteran. Pada pengukuran manual dengan mistar atau meteran, nilai penghalang untuk kondisi tempat parkir kosong adalah 150cm, sedangkan untuk kondisi tempat parkir terisi adalah 5cm. Pengujian tersebut dibagi menjadi lima sesi waktu dengan total lima menit, tiap satu menit sensor akan membaca penghalang yang mengidentifikasi bahwa tempat

parkir terisi. Pada pengujian ini ada juga nilai error atau selisih antara pengukuran secara manual dan pengukuran menggunakan sensor. Nilai error yang diperoleh dihitung dengan menggunakan formulasi (1).

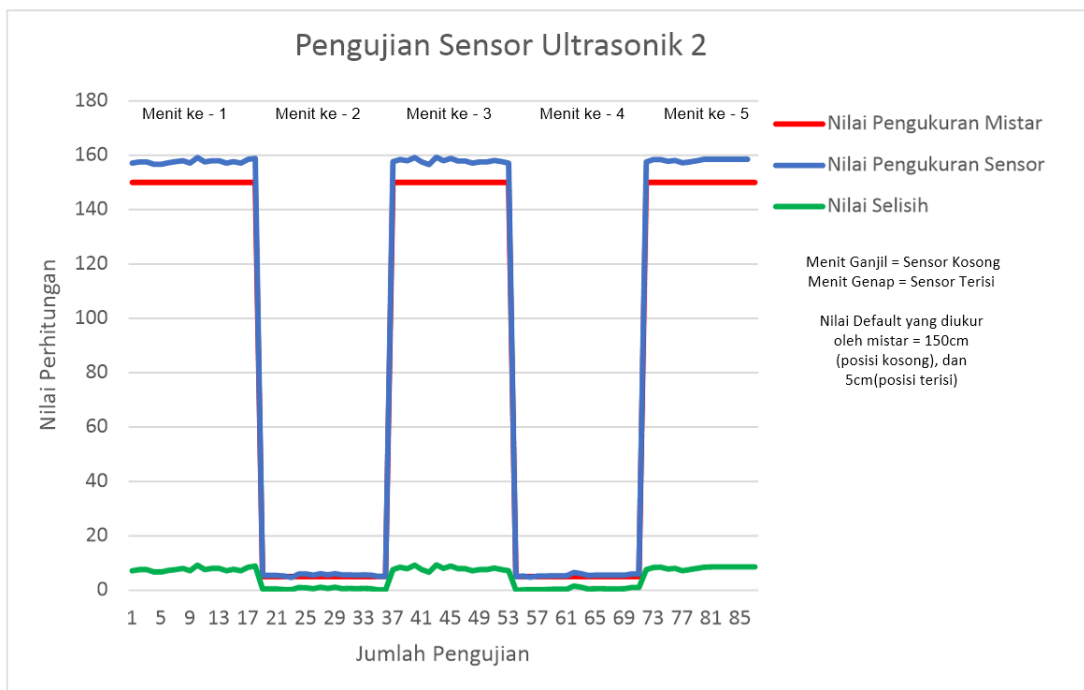
$$\text{Error (\%)} = \frac{\text{Pengukuran Manual} - \text{Pengukuran Sensor}}{\text{Pengukuran Manual}} \times 100\% \tag{1}$$

Sumber: (Greelane, 2016)

Didapatkan nilai error dari pengujian sensor ultrasonik 1 dengan melakukan 89 kali pengujian pengukuran jarak adalah 4,1757% atau keberhasilan sebesar 95,8243%. Dan nilai error untuk pengujian sensor ultrasonik 2 dengan melakukan 87 kali pengujian pengukuran jarak adalah 5,4% atau keberhasilan sebesar 94,6%.



Gambar 4. Pengujian Sensor Ultrasonik 1



Gambar 5. Pengujian Sensor Ultrasonik 2

3.2 Pengujian Webservice

Pada pengujian ini akan dibandingkan antara waktu data yang masuk pada alat dan data yang masuk pada webservice firebase. Terdapat dua belas pengujian yang dilakukan, data ini diambil dari pengujian pada Gambar 4 dan Gambar 5 ketika terjadi perubahan kondisi seperti kondisi kosong menjadi terisi, dan sebaliknya. Ketika terjadi perubahan kondisi tersebut *webservice* akan mengambil data dari alat untuk diolah sebagai sistem informasi ketersediaan tempat parkir. Pada tabel 3 memperlihatkan tabel pengujian pada *webservice*, total selisih rata-rata perbedaan waktu pembacaan data antara alat dan *webservice* pada dua belas percobaan adalah 2,2 detik. Selisih waktu tersebut dikarenakan tampilan *output* pada terminal *Raspberry Pi* di beri delay dua detik guna agar sistem pada *Raspberry Pi* tidak mengalami *overload*.

Tabel 3. Pengujian Pada Webservice

No	No Sensor	Tanggal	Waktu	Waktu Update Webservice	Selisih Waktu	Terisi	Tempat	Status
1	Ultrasonik 1	18/07/2022	18:04:12	18:04:10	00:00:02	11	Rektorat	Kosong
2	Ultrasonik 1	18/07/2022	18:05:10	18:05:07	00:00:03	12	Rektorat	Terisi
3	Ultrasonik 1	18/07/2022	18:06:09	18:06:07	00:00:02	11	Rektorat	Kosong
4	Ultrasonik 1	18/07/2022	18:07:09	18:07:07	00:00:02	12	Rektorat	Terisi
5	Ultrasonik 1	18/07/2022	18:08:12	18:08:10	00:00:02	11	Rektorat	Kosong
6	Ultrasonik 1	18/07/2022	18:09:07	18:09:04	00:00:03	11	Rektorat	Kosong
7	Ultrasonik 2	18/07/2022	17:55:38	17:55:36	00:00:02	19	Lap Tenis	Kosong
8	Ultrasonik 2	18/07/2022	17:56:38	17:56:36	00:00:02	20	Lap Tenis	Terisi
9	Ultrasonik 2	18/07/2022	17:57:41	17:57:39	00:00:02	19	Lap Tenis	Kosong
10	Ultrasonik 2	18/07/2022	17:58:35	17:58:33	00:00:02	20	Lap Tenis	Terisi
11	Ultrasonik 2	18/07/2022	17:59:35	17:59:33	00:00:02	19	Lap Tenis	Kosong
12	Ultrasonik 2	18/07/2022	18:00:32	18:00:30	00:00:02	19	Lap Tenis	Kosong

3.3 Pengujian Keseluruhan Alat

Proses pengujian selanjutnya alat adalah dengan cara pengujian apakah alat dapat bekerja dengan baik atau tidak. Proses pengujian ini akan dibagikan menjadi tiga bagian status alat yaitu, "Normal" yang berarti alat dapat bekerja dengan baik, "Delay" yaitu alat mengalami *delay* atau keterlambatan dalam mendeteksi kendaraan yang masuk atau keluar tetapi setelahnya alat bekerja dengan baik, dan "Error" yaitu alat mengalami *delay* atau keterlambatan dalam mendeteksi kendaraan yang masuk atau keluar dan setelahnya mengalami error atau terjadi kesalahan data yang masuk pada saat pendeteksian. Untuk pengujiannya dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengujian Keseluruhan Alat

No	Lokasi	Nama Alat	Data Awal	Data Masuk	Data Keluar	Keterangan	Keterangan
1	Rektorat	Ultrasonik 1	11	12	11	Normal	Pengujian menggunakan 1 unit raspberry, dan 1 buah sensor ultrasonik, semua alat berjalan dengan normal
2	Lapangan Tenis	Ultrasonik 2	19	20	19	Normal	Pengujian menggunakan 1 unit raspberry, dan 1 buah sensor ultrasonik, semua alat berjalan dengan normal
3	Rektorat	Ultrasonik 1	6	7	6	Normal	Pengujian menggunakan 1 unit raspberry, 1 buah sensor ultrasonik, dan 1 buah modul button berisi 4 push button, semua alat berjalan dengan normal
		Modul Button 1	6	11	6	Normal	
4	Lapangan Tenis	Ultrasonik 2	14	15	14	Normal	Pengujian menggunakan 1 unit raspberry, 1 buah sensor ultrasonik, dan 1 buah modul button berisi 4 push button, push button nomor 4 mengalami error, sedangkan yang lainnya berjalan dengan normal.
		Modul Button 2	14	18	14	Normal, Error	
5	Rektorat	Ultrasonik 1	11	12	11	Delay	Pengujian menggunakan 1 unit raspberry dan 2 buah sensor ultrasonik, alat mengalami delay atau keterlambatan pada saat membaca data yang masuk.
	Lapangan Tenis	Ultrasonik 2	19	20	19	Delay	
6	Rektorat	Ultrasonik 1	6	6	6	Error	Pengujian menggunakan 1 unit raspberry, 2 buah sensor ultrasonik, dan 2 buah modul button total berisi 8 push button, pengujian mengalami error dikarenakan raspberry pi tidak sanggup menampung semua sensor jika dijalankan secara bersamaan
		Modul Button 1	6	6	6	Error	
	Lapangan Tenis	Ultrasonik 2	14	14	14	Error	
		Modul Button 2	14	14	14	Error	

4. KESIMPULAN

Pada kajian ini telah dilakukan perancangan perangkat berbasis *Raspberry Pi* dan sensor ultrasonik serta *module button* sebagai *input* tambahan. Pada pengujian sensor ultrasonik terdapat nilai *error* 4,1757% untuk sensor ultrasonik ke -1, dan 5,4% untuk sensor ultrasonik ke-2. Terdapat selisih 2,2 detik perbedaan waktu input data antara sistem di alat dan *webservice firebase*. Rancangan alat yang berupa *Raspberry Pi*, sensor ultrasonik, dan modul *button*, dapat mengelola data secara masukan atau keluaran meskipun pada saat semua sensor dijalankan secara sekaligus *Raspberry Pi* tidak dapat berjalan dengan semestinya atau mengalami *error*. Di karena pada penelitian ini hanya menggunakan satu unit *Raspberry Pi* sehingga sensor yang bisa bisa menampung sebatas dua buah sensor ultrasonik dan dua modul *button* sebagai pengganti sensor ultrasonik. Selain itu tidak semua slot tempat parkir diberi sensor hanya dua tempat parkir saja dan pada tiap blok-bloknya diasumsikan hanya sekitar 2 blok menggunakan ultrasonik dan delapan blok menggunakan modul *button* yang di beri sensor dengan asumsi bahwa slot tempat parkir lain sudah terisi penuh.

5. KAJIAN LANJUTAN

Kajian yang telah disampaikan pada makalah ini adalah sebagai langkah awal untuk membentuk sistem rekomendasi tempat parkir mobil di Itenas. Kajian berikutnya adalah menerapkan algoritma *A-star* untuk menentukan jalur alternatif tercepat dari lokasi pengguna menuju lokasi tempat parkir tujuan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aschuri, I. (n.d.). *Sambutan Rektor*. Retrieved from <https://www.itenas.ac.id/https://www.itenas.ac.id/tentang-itenas/sambutan-rektor/>
- Dikti, R. (n.d.). *Data Perguruan Tinggi*. Retrieved from [pddikti.ristekdikti.go.id:https://pddikti.ristekdikti.go.id/data_pt/NDC1ODgzQTEtMTIEQS00MTgwLUJFMkEtODhGRUZGMjQyQUE3](https://pddikti.ristekdikti.go.id/https://pddikti.ristekdikti.go.id/data_pt/NDC1ODgzQTEtMTIEQS00MTgwLUJFMkEtODhGRUZGMjQyQUE3) Diakses pada 6 Maret 2020.
- Departemen Perhubungan. (1996). *Pedoman Teknis Penyelenggaraan Fasilitas Parkir*. Jakarta.
- Greelane. (2016). Ini Adalah Cara Menghitung Persen Kesalahan. Retrieved from Encyclopedia of Machine Learning and Data Mining website: <https://www.greelane.com/id/sains-teknologi-matematika/ilmu/how-to-calculate-percent-error-609584/>
- Wardana, A. (2019, 8 26). *Itenas masuk ke dalam 100 Perguruan Tinggi Terbaik Kemenristekdikti Tahun 2019*. Retrieved from [itenas.ac.id: https://www.itenas.ac.id/itenas-masuk-ke-dalam-100-perguruan-tinggi-terbaik-kemenristekdikti-tahun-2019/](https://www.itenas.ac.id/https://www.itenas.ac.id/itenas-masuk-ke-dalam-100-perguruan-tinggi-terbaik-kemenristekdikti-tahun-2019/)