

RANCANG BANGUN SISTEM *SMART PARKING* MENGGUNAKAN SENSOR ULTRASONIK DAN *QR CODE*

DESIGN SYSTEM OF SMART PARKING USED BY ULTRASONIC SENSOR AND QR CODE

Ihksan Hidayat Masrian Noor¹, Iwan Iwut Tritoasmoro, S.T., M.T.², Arif Indra Irawan, S.T., M.T.³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Telkom University

¹ihksanhmn@student.telkomuniversity.ac.id, ²iwaniwut@telkomuniversity.ac.id, ³arifirawan@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Dengan banyaknya jumlah kendaraan yang dimiliki masyarakat sekarang maka kebutuhan lahan parkir jelasnya menjadi fasilitas utama di suatu kampus. Namun ketika saat banyaknya pengunjung yang datang, halaman parkir menjadi penuh. Terkadang juga ada halaman parkir yang terlihat penuh di depan saja, tetapi sebenarnya di belakang kosong/tersedia parkir. Hal ini menjadi suatu permasalahan, karena kurangnya informasi yang didapatkan pengunjung, maka banyak pengunjung kampus yang memarkir kendaraannya di luar halaman parkir. Dengan kejadian tersebut maka seringlah terjadi parkir liar yang dimana mengakibatkan kemacetan pada jalan utama.

Tugas akhir ini telah dibuat untuk membuat suatu sistem yang memudahkan. Sistem ini telah memudahkan pengguna parkir untuk mengetahui ketersediaan parkir. Menggunakan QR Code yang dipindai melalui ponsel pintar pengguna parkir. Yang dimana setiap informasi ketersediaan parkir ada pada QR Code yang diberikan. Dengan mengetahui ketersediaan parkir sejak awal, maka pengguna parkir tidak perlu melakukan pengecekan kembali saat dilahan parkir dan lebih menghemat waktu.

Hasil dari pengujian yang telah dilakukan, semua perangkat yaitu perangkat lunak maupun perangkat keras telah bekerja dengan baik. Sistem juga memiliki nilai MTBF dan MTTR masing-masing 160 jam dan 18,5 menit/0.308 jam. Pada hasil pengukuran kualitas jaringan kedua NodeMCU memiliki nilai delay yang sangat terpengaruh oleh jarak antara NodeMCU dengan Akses Point. Yang dimana pada pengujian jarak 10M memiliki nilai rata-rata 0,672 detik, sedangkan jarak 15M memiliki nilai rata-rata 0,710 detik. Adapun nilai rata-rata throughput dari sistem yaitu 7.129,996 bit/s pada NodeMCU-1 dan 13.212,116 pada NodeMCU-2.

Kata Kunci: Internet of Things, Smart Parking, Sensor Ultrasonik, QR Code, Parkiran.

Abstract

With the large number of vehicles owned by the community now, the need for parking area clearly become the main facility on a campus. But when the number of visitors came, the parking page became full. Sometimes there is also a parking page that looks full in front of it, but it is actually behind the blank/available car park. This becomes a problem, because of the lack of information that visitors get, so many campus visitors who park their vehicles outside the parking page. With this incident, there is often a wild parking that causes traffic congestion on the main road.

This late Tugas has been made to make a system easier. This system has made it easier for the user to find parking availability. Use the QR Code scanned through the smart phone of the parking user. Which is where each parking availability information is in the QR Code given. By knowing the availability of parking since the beginning, then the user does not need to re-check the parking time and save more time.

The results of tests that have been done, all devices such as software and hardware have worked well. The system also has a value of MTBF and MTTR respectively 160 hours and 18.5 minutes/0.308 hours. In the results of the second network quality measurement NodeMCU has a delay value that is strongly affected by the distance between NodeMCU with access Point. Which at a distance test 10M has an average value of 0.672 seconds, while the 15M distance has an average value of 0.710 seconds. The average value of throughput of the system is 7,129.996 bit/s on NodeMCU-1 and 13,212.116 on NodeMCU-2.

Keywords: Internet of Things, Smart Parking, Sensor Ultrasonic, QR Code, Park and Ride.

1. Pendahuluan

Parkir adalah keadaan Kendaraan berhenti atau tidak bergerak untuk beberapa saat dan ditinggalkan pengemudinya[1]. Proses parkir kendaraan, khususnya untuk kendaraan roda empat merupakan sesuatu hal umum yang terjadi di beberapa tempat seperti kampus, sekolahan, rumah sakit, pusat perbelanjaan, perkantoran, ataupun gedung parkir. Hal seperti ini sering ditemui oleh masyarakat yang khususnya tinggal di kota besar. Tetapi terkadang kondisi tempat parkir yang sangat padat dan keterbatasan ketersediaan slot parkir yang tidak dapat dipastikan oleh pengunjung, sering kali ditemui khususnya pada saat hari-hari banyaknya pengunjung tiba. Permasalahan yang sering terjadi adalah terlihatnya kondisi parkiran yang sudah penuh dibagian depannya saja sehingga bagian belakang tidak terlihat dan pengunjung berfikir parkiran sudah penuh. Karena masalah tersebut seringkali terjadi parkir liar yang mengakibatkan macet pada jalan utama.

Dari studi kasus diatas sudah pernah dilakukan sebuah penelitian pertama[2]. Pada penelitian itu dilakukan pengujian dengan sensor Ultrasonik. Pada penelitian itu penulis membuat sensor mendeteksi mobil kemudian mengirim informasi ke server. Kemudian dari server menuju ke aplikasi yang telah dibuat. Kemudian pengguna membuat aplikasi tersebut dan melakukan cek ketersediaan parkiran. Dan juga pernah dilakukan penelitian kedua menggunakan QR Code pada sistem parkir[3]. Yaitu digunakan hanya untuk membuka portal parkir menggunakan identitas.

Kekurangan dari penelitian pertama adalah karena informasi yang didapatkan lambat untuk pengujian 5 orang dengan waktu 5-10 menit. Ada juga dikarenakan sensor yang kurang peka sehingga hasil kurang akurat yaitu sensor ultrasonik bertipe HY-SRF05. Dan juga sebagai pengguna, seorang pengguna akan banyak menggunakan waktunya untuk mendapatkan informasi ketersediaan parkiran karena informasi yang didapatkan tidak langsung didapatkan saat memasuki parkiran. Dan pada penelitian kedua memiliki kekurangan yang menurut penulis kurang memaksimalkan fungsi dari QR Code. Dan tidak memberikan informasi apapun terhadap pengguna parkir.

Untuk mengetahui seberapa besar dampak yang dirasakan dari kurang maksimalnya layanan parkir yang ada saya telah melakukan survei berupa kuisioner yang telah diisi oleh 47 para pengguna parkir dikampus. Hasil survei yang dilakukan mendapatkan pendapat responder sebesar 95,7% pernah melakukan parkir dikampus, 87,2% pernah mengalami kepenuhan parkiran setelah berkeliling mencari slot parkir, 87,2% responder merasa tidak nyaman dengan hal itu, dan 85,1% responder mendukung bahwa sistem Smart Parking ini dapat membantu mengatasi masalah tersebut.

Di zaman modern ini terdapat banyak sistem yang dapat membantu mengurangi masalah pada parkiran tersebut, salah satunya adalah Smart Parking. Smart Parking adalah suatu sistem yang menggunakan kecerdasan teknologi terkini yang dihubungkan melalui jaringan internet sehingga memudahkan pengunjung[2]. Pada sistem ini penulis menawarkan solusi menggunakan sensor ultrasonik bertipe HC-SR04 karena memiliki kepekaan sensor yang lebih akurat dari HY-SRF05. Sensor ini untuk mengidentifikasi slot parkiran yang tersedia. Kemudian sensor tersebut mengirim informasi ke mikrokontroler yang sudah disetel agar dapat menerima informasi tersebut. Lalu mikrokontroler tersebut memberikan semacam code menggunakan QR Code. Qr Code digunakan pada sistem ini agar mengurangi penggunaan kertas/tiket fisik. Kemudian pengunjung melakukan scan menggunakan QR Code dan mendapatkan informasi slot parkiran yang tersedia yang terpapar di ponsel pengunjung. Sehingga pengunjung tidak perlu lagi berputar-putar mencari parkiran yang kosong atau lebih parahnya melakukan parkir liar.

2. Dasar Teori

2.1 Parkir

Parkir adalah keadaan tidak bergerak suatu kendaraan yang bersifat sementara karena ditinggalkan oleh pengemudinya[1]. Secara hukum dilarang untuk parkir di tengah jalan raya, namun parkir di sisi jalan umumnya diperbolehkan. Fasilitas parkir dibangun bersama-sama dengan kebanyakan gedung, untuk memfasilitasi kendaraan pemakai gedung. Termasuk dalam pengertian parkir adalah setiap kendaraan yang berhenti pada tempat-tempat tertentu baik yang dinyatakan dengan rambu lalu lintas ataupun tidak, serta tidak semata-mata untuk kepentingan menaikkan dan/atau menurunkan orang dan/atau barang.

II.1.1. Parkir memiliki beberapa cara yaitu :

1. Parkir Paralel : Parkir yang posisi kendaraannya diatur secara sejajar dalam sebuah garis/tanda. Dengan bumper mobil yang menghadap salah satu bumper belakang tidak berjauhan. Parkir dilakukan

sejajar dengan pinggir jalan, baik di sisi kiri jalan atau sisi kanan bila memungkinkan. Patah tulang, khususnya pada panggul dan paha.

2. Parkir Tegak Lurus : Parkir ini adalah posisi mobil yang berposisi tegak lurus, berdampingan, menghadap tegak lurus ke Lorong atau gang, trotoar, atau dinding. Jenis parkir ini biasanya ditemui di ruang parkir atau Gedung parkir.
3. Parkir Serong : Cara ini adalah salah satu cara parkir yang sering digunakan saat dipinggir jalan. Bertujuan untuk memudahkan kendaraan untuk keluar masuk parkiran. Diare disertai demam.

2.2 QR Code

Code adalah kode yang termasuk dua dimensi. QR Code diciptakan pada tahun 1994 oleh Denso, salah satu perusahaan grup besar Toyota, dan disetujui sebagai standar internasional ISO (ISO / IEC18004) pada bulan Juni 2000. QR Code ini awalnya dimaksudkan untuk digunakan dalam pengendalian produksi suku cadang otomotif di Jepang, tetapi sekarang QR Code telah tersebar luas di bidang lain dan digunakan di berbagai tempat[5].



Gambar 2. 1 Contoh QR Code

2.3 Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik memiliki beberapa macam jenis, yaitu :

1. Sensor SRF05 merupakan sensor pengukur jarak yang menggunakan gelombang ultrasonik dan menghasilkan gelombang dengan frekuensi 40KHz.
2. Sensor HC-SR04 adalah modul elektronika yang dapat mengubah energi listrik menjadi mekanik dalam bentuk gelombang suara ultrasonik. Jarak antara waktu pancar dan waktu terima adalah representasi dari jarak objek. Sensor HC-SR04 adalah versi low cost dari sensor ultrasonik PING buatan parallax

2.4 Delay

Delay adalah waktu yang dibutuhkan data untuk menempuh jarak dari asal ke tujuan. Delay dapat dipengaruhi oleh jarak, media fisik, kongesti atau juga waktu proses yang lama[12].

2.5 Throughput

Throughput yaitu kecepatan (rate) transfer data efektif, yang diukur dalam bit per second (bps). *Throughput* merupakan jumlah total kedatangan paket yang sukses yang diamati pada tujuan selama interval waktu tertentu dibagi oleh durasi interval waktu tersebut[12].

$$\text{Throughput} = Pr / Lp \quad (2.1)$$

Di mana :

Pr = Paket yang diterima (paket)

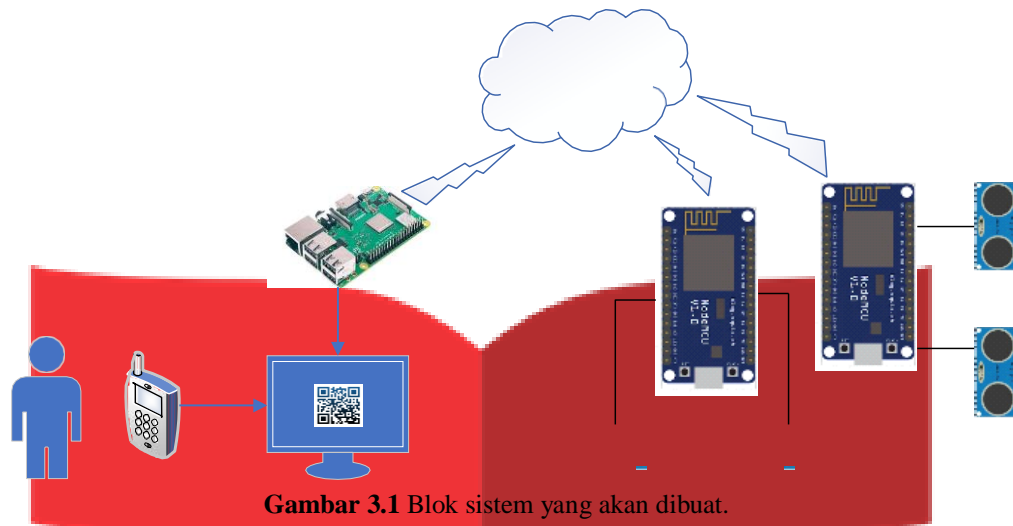
Lp= Lama pengiriman paket melalui kanal

Contoh : Throughput = 2157 / 2100 = 0.972 bit/s

3. Pembahasan

3.1 Blok Diagram Sistem Keseluruhan

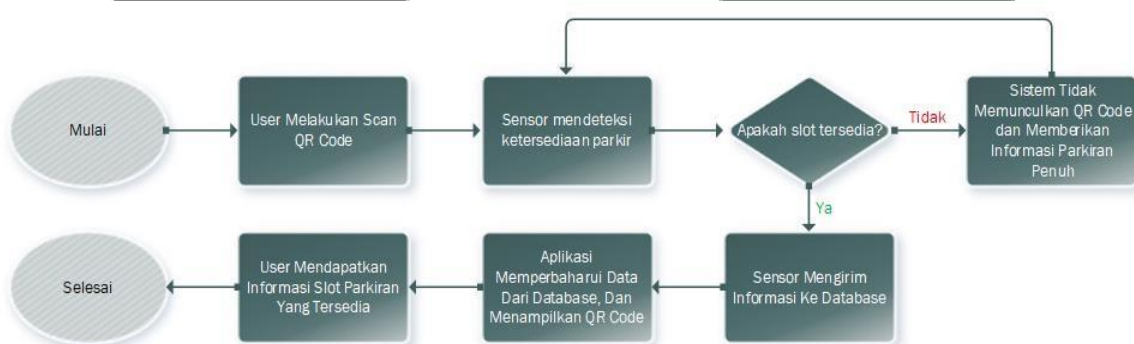
Adapun blok diagram eseluruhan dari aplikasi yang telah dibuat adalah sebagai berikut:



Gambar 3.1 Blok sistem yang akan dibuat.

Pada Gambar 3.1 yaitu gambar blok sistem yang akan dibangun ditunjukkan alur kerja dari sistem ini. Pertama-tama sensor yang digunakan akan mengirimkan informasi ke NodeMCU untuk ketersediaan atau tidak tersedianya parkir. Kemudian NodeMCU mengirim informasi tersebut ke Firebase, dan database yang ada di Firebase akan terus diperbaharui. Sehingga Raspberry Pi selalu mendapatkan informasi terbaru. Kemudian pengguna melakukan pemindaian QR Code menggunakan ponsel genggamnya, lalu pengguna akan mendapatkan informasi yang telah tersedia pada RaspBerry Pi. Jika ada parkir yang tersedia maka pengguna akan menuju parkir tersebut dan melakukan parkir. Jika tidak tersedia maka pengguna tidak akan jadi parkir di parkir tersebut.

3.2 Perancangan Pengerjaan Tugas Akhir

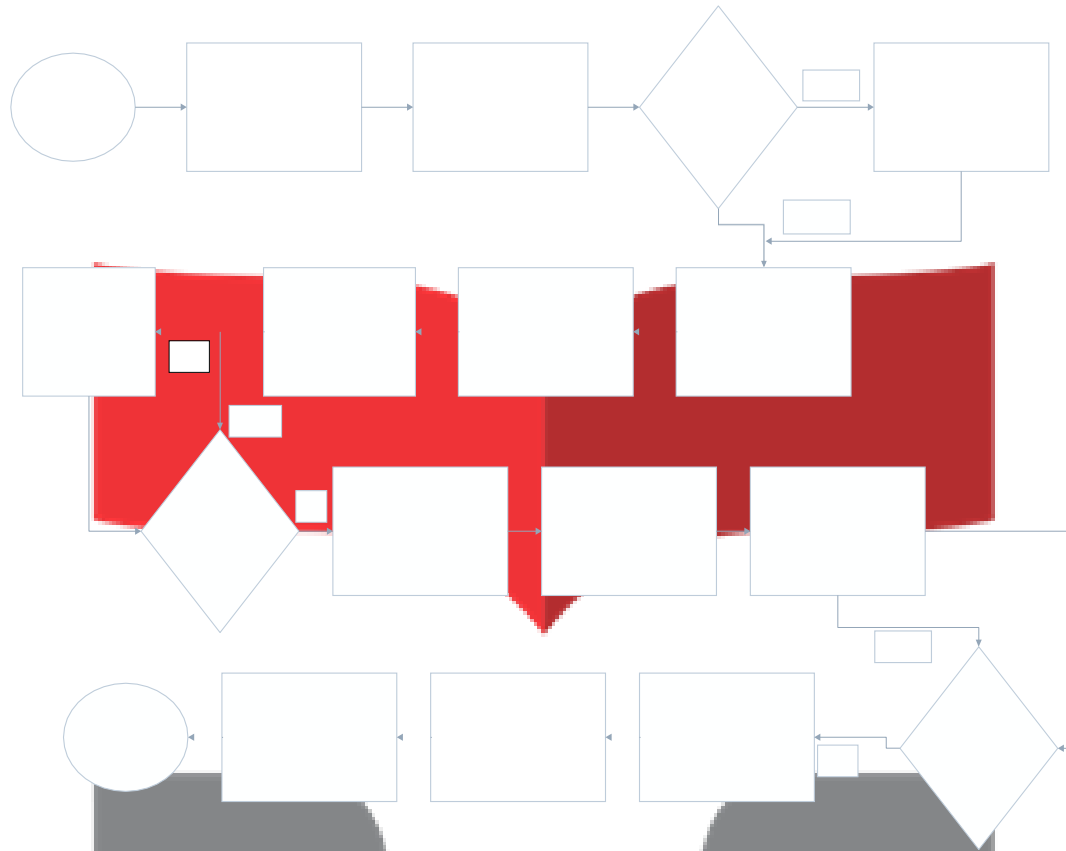


Gambar 3.2 Blok Diagram Pengerjaan Tugas Akhir

Blok diagram tersebut merupakan cara kerja sistem Smart Parking tersebut. Dengan flow chart diatas kita dapat melihat bahwa system akan terus membaca ketersediaan parkir sehingga terus terjadi pembaharuan. Dengan saat yang sama pengguna parkir akan melakukan scanning pada QR Code yang disediakan dan mendapatkan informasi terkait ketersediaan parkir. Apa bila parkir tidak tersedia maka pengguna tidak akan mendapatkan QR Code. Dan apa bila tersedia maka pengguna akan pergi menuju parkir yang di temukan..

3.3 Sistem Perancangan Website

Berikut merupakan blok diagram kerja dari website:

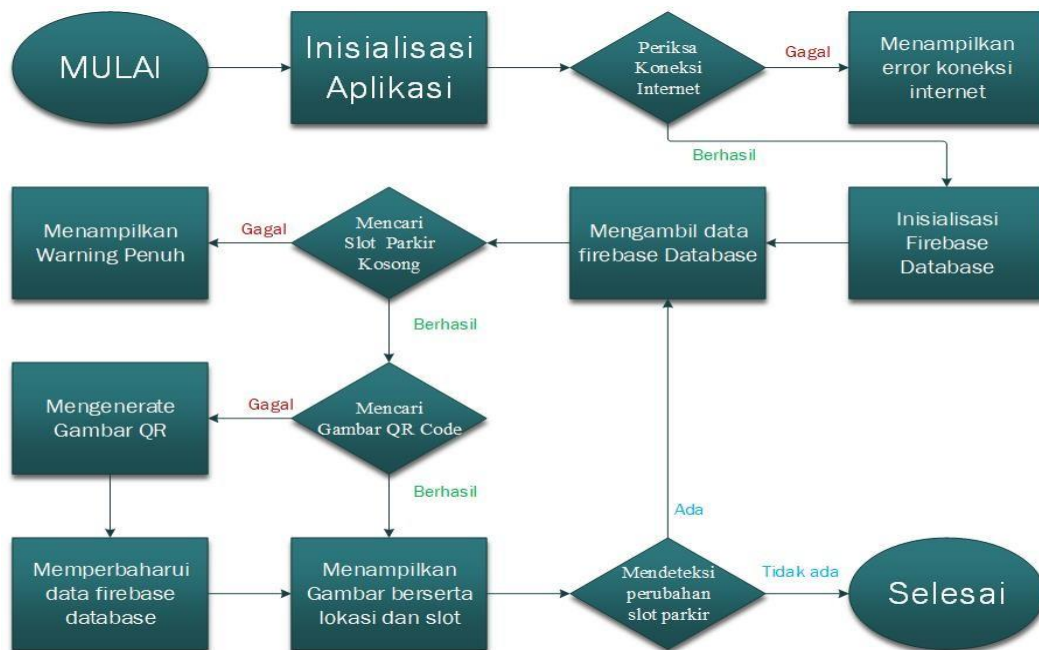


Gambar 3.3 *Flow chart* Perancangan sistem pada *website*.

Dari gambar 3.3 dapat dilihat diagram alur website yang akan dibuat. Setelah pengguna melakukan pemindai QR Code pada aplikasi yang ada di Raspberry Pi, maka pengguna akan mendapatkan link menuju website yang telah dihosting untuk mendapatkan informasi mengenai parkir. Sebelum mendapatkan informasi tersebut pengguna diminta untuk melakukan pengisian nama pengguna dan pasword, apabila belum memiliki maka pengguna akan diminta melakukan pendaftaran nama pengguna. Setelah berhasil masuk menggunakan nama pengguna dan pasword maka pengguna akan menuju parkir. Setelah pengguna sampai pada parkirannya maka sensor akan membaca perubahan nilai sehingga dapat terdeteksi adanya pengguna parkir di slot tersebut. Waktu penghitung parkir akan berjalan hingga pengguna parkir pergi meninggalkan parkir. Setelah pengguna meninggalkan parkir maka website akan melakukan pembaharuan kembali untuk menampilkan waktu lama penggunaan parkir dan sensor akan memberikan informasi bahwa parkir sudah kembali tersedia.

3.4 Sistem Perancangan Aplikasi

Pada perancangan sistem aplikasi yang akan dibuat, dirancang dahulu diagram alur dari aplikasi pada sistem ini, berikut:



Gambar 3. 4 Diagram Alur Dari Perancangan Sistem Aplikasi Pada Raspberry Pi.

Dari gambar 3.4 dapat dilihat diagram alur dari aplikasi Raspberry pi yang akan dibuat. Aplikasi ini menggunakan koneksi internet untuk menjalankannya. Apabila koneksi internet tidak ditemukan maka aplikasi tidak dapat bekerja dengan baik. Dan jika berhasil maka aplikasi akan melakukan pengecekan pada database di Firebase. Aplikasi akan terus mencari ketersediaan slot parkir untuk memperbaharui tampilan QR Code yang ditampilkan. Apabila parkir tersedia maka aplikasi akan menampilkan QR Code yang berisi informasi ketersediaan parkir. Setelah pengguna parkir melakukan pemindaian dan masuk menggunakan nama pengguna dan kata sandi lalu berhasil. Aplikasi akan mengecek kembali ketersediaan parkir. Jika parkir penuh maka aplikasi akan memunculkan pemberitahuan.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil

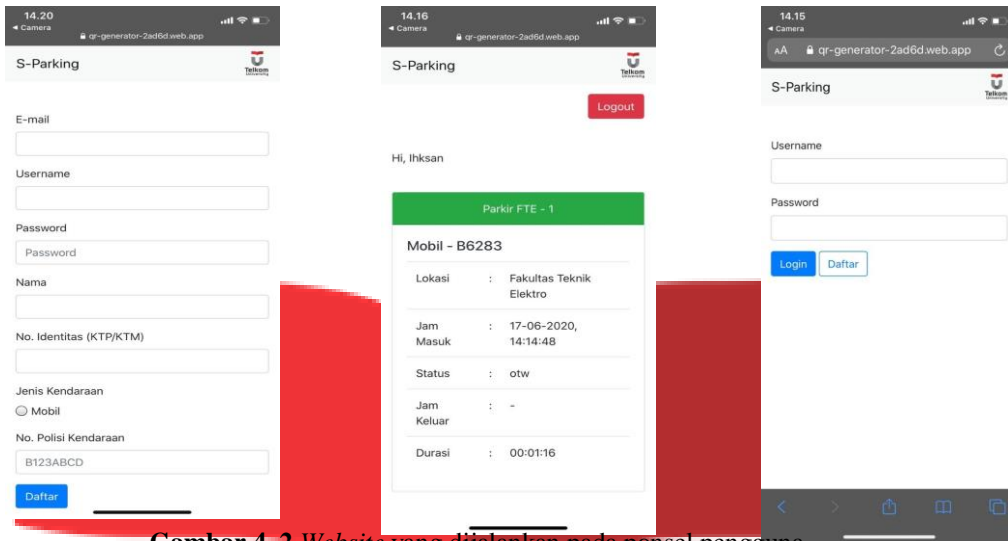
IV.1.1 Perangkat Lunak (Software)

- Sistem yang telah dibuat menghasilkan sebuah Aplikasi yang bernama SMART PARKING. Aplikasi ini dapat dijalankan pada Raspberry PI yang memiliki OS Raspbian untuk berjalan dengan baik.



Gambar 4. 1 Aplikasi SMART PARKING

- Sistem yang dibuat juga menghasilkan sebuah *website* untuk pengguna mendapatkan informasi. *Website* ini disarankan untuk dijalankan di ponsel pintar pengguna parkir.



Gambar 4. 2 Website yang dijalankan pada ponsel pengguna.

IV.12 Perangkat Keras (Hardware)



Gambar 4. 2 Perangkat Keras/Prototype dari Smart Parking

Selain perangkat lunak ada juga perangkat keras yang dibuat untuk mendukung sistem *Smart Parking* ini. Pemasangan sensor dibawah slot parkir yang tersedia berfungsi untuk mendeteksi ketersediaan parkir yang ada.

4.2 Pengujian Sistem

4.2.1 Pengujian Fungsi Perangkat Keras

Tabel 4. 1 Pengujian Fungsi Perangkat Keras

No.	Perangkat Keras	Skenario Pengujian	Harapan	Hasil
1	NodeMCU	NodeMCU dapat mengakses internet melalui SSID dan kata sandi yang telah dituju	Berhasil terkoneksi dengan wifi yang dituju	Berhasil
2	Raspberry Pi 3	Raspberry di instalakan OS Raspbian	Berhasil menjalankan OS Raspbian	Berhasil
3	Monitor	Monitor dapat memberikan keluaran dari Raspberry Pi3	Berhasil menampilkan tampilan dari Raspberry	Berhasil
4	4 Buah Sensor HC-SR04	Diberikan penghalang didepan sensor	Berhasil memberikan perubahan nilai ketika ada	Berhasil

			penghalang atau tidak	
--	--	--	-----------------------	--

Dari tabel 4.1 dapat dilihat bahwa semua perangkat keras yang digunakan pada sistem ini telah berjalan dengan baik. Sehingga dapat dilakukan pengujian analisis berikutnya.

4.2.2 Pengujian Fungsi Perangkat Lunak

Tabel 4. 2 Pengujian Aplikasi yang ada pada Raspberry Pi.

No	Skenario Pengujian	Hasil
1	Aplikasi dapat menampilkan halaman utama	Berhasil
2	Aplikasi memberikan gambar QR Code untuk pengguna parkir	Berhasil
3	Aplikasi memberikan informasi bahwa parkir penuh	Berhasil
4	Aplikasi dapat terhubung dengan server database	Berhasil
5	Aplikasi dapat melakukan perubahan informasi secara <i>real time</i>	Berhasil
6	Aplikasi memberikan informasi ketersediaan slot parkir 1 dan <i>QR Code</i> untuk akses ke website	Berhasil
7	Aplikasi memberikan informasi ketersediaan slot parkir 2 dan <i>QR Code</i> untuk akses ke website	Berhasil
8	Aplikasi memberikan informasi ketersediaan slot parkir 3 dan <i>QR Code</i> untuk akses ke website	Berhasil
9	Aplikasi memberikan informasi ketersediaan slot parkir 4 dan <i>QR Code</i> untuk akses ke website	Berhasil

Dari tabel 4.2 dapat dilihat bahwa seluruh pengujian terhadap aplikasi yang berjalan di Raspberry Pi telah bekerja dengan baik. Semua yang dilakukan aplikasi telah sesuai dengan apa yang diperintahkan.

4.2.3 Pengukuran Delay

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan Wireshark untuk mengukur lamanya proses pertukaran data antara NodeMCU ke *server* Firebase. Sehingga didapatkan nilai rata rata delay di 15 percobaan yang dilakukan. Berikut rincian hasil delay yang telah diukur:

Tabel 4. 3 Hasil Pengukuran *Delay*

NO.	WAKTU	Nama Perangkat	Jarak	Rata-rata delay Percobaan ke- (detik)	Total rata-rata delay (detik)	NO.	WAKTU	Nama Perangkat	Jarak	Rata-rata delay Percobaan ke- (detik)	Total rata-rata delay (detik)		
1	PAGI (9:00 WITA)	NODEMCU-1	10 M	0.601	0.665	31	SIANG (14:00 WITA)	NODEMCU-2	10 M	0.799	0.685		
2				0.640		32				0.587			
3				0.754		33				0.667			
4				0.609		34				0.733			
5				0.725		35				0.641			
6			0.600	36		0.699							
7			0.755	37		0.758							
8			0.710	38		0.698							
9			0.753	39		0.787							
10			0.689	40		0.648							
11		NODEMCU-2	10M	0.591	0.677	41		MALAM (19:00 WITA)	NODEMCU-1	10M		0.666	0.678
12				0.620		42						0.682	
13				0.773		43						0.677	
14				0.625		44						0.756	
15				0.778		45						0.613	
16	0.720		46	0.798									
17	0.745		47	0.733									
18	0.698		48	0.678									
19	0.722		49	0.712									
20	0.678		50	0.627									
21	NODEMCU-1	10M	0.587	0.659	51	NODEMCU-2	10M		0.599	0.669			
22			0.627		52				0.687				
23			0.699		53				0.703				
24			0.725		54				0.744				
25			0.657		55				0.612				
26		0.620	56		0.766								
27		0.796	57		0.724								
28		0.678	58		0.702								
29		0.798	59		0.689								
30		0.677	60		0.678								

Pada tabel 4.3 terlihat bahwa rata-rata *delay* yang terjadi selama 60 kali percobaan, dengan dibagi menjadi 3 waktu berbeda dan jarak yang berbeda pada masing-masing NodeMCU. Mendapatkan nilai yang sangat relatif berbeda pada setiap percobaan. Pada perbedaan waktu pengujian untuk kedua NodeMCU mendapatkan nilai rata-rata yaitu 0.688 detik pada waktu pagi, 0,693 detik pada waktu siang, dan 0,691 detik pada waktu malam.

4.2.4 Pengukuran Throughput

Tabel 4. 4 Hasil Pengukuran Throughput

Percobaan Ke-	Nilai Throughput(bit/s)	
	NodeMCU-1	NodeMCU-2
1	6.720,166	12.963,201
2	7.049,185	12.698,308
3	6.569,224	12.379,852
4	6.728,269	13.237,257
5	7.135,555	14.045,329
6	8.225,663	13.444,585
7	7.017,345	13.897,168
8	7.331,279	12.211,030
9	6.674,329	12.768,536
10	8.129,599	13.609,645
11	6.635,497	13.007,035
12	7.107,947	13.630,183
13	7.856,496	13.243,552
14	6.066,540	12.283,500
15	7.702,845	14.762,560
Rata-rata	7.129,996	13.212,116

Dari tabel 4.8 terlihat bahwa rata-rata nilai pada throughput yang dilakukan sebanyak 15 kali untuk setiap NodeMCU memiliki nilai masing-masing 7.129,996 bps atau 7,1 Kbps pada NodeMCU-1 dan 13.212,116 bps atau 13,2 Kbps pada NodeMCU-2. Pada pengujian ini dilakukan pada waktu yang ditentukan yaitu ketika internet hanya digunakan untuk pengukuran *throughput* ini. Sehingga ini adalah hasil dari pengiriman yang dilakukan dari setiap NodeMCU ke *database* Firebase.

5. Penutup

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari pengujian dan analisis sistem yang dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem *Smart Parking* dari perangkat lunak dan perangkat keras telah bekerja dengan baik.
2. *Website* dapat melakukan semua fungsi yang diharapkan dengan benar.
3. Aplikasi pada Raspberry Pi dapat memberikan informasi terbaru dari database Firebase.
4. Pada pengujian kualitas jaringan untuk menemukan nilai delay kedua NodeMCU yang dilakukan sebanyak 60 kali dibagi berdasarkan waktu pengujian dan jarak (antara NodeMCU dengan Akses Point) untuk kedua NodeMCU. Berdasarkan pengujian yang dilakukan bahwa perbedaan jarak sangat berpengaruh pada nilai delay yang didapatkan. Yaitu pada jarak 10 Meter nilai rata-rata delay kedua NodeMCU adalah 0,672 detik, sedangkan pada jarak 15 Meter nilai rata-rata delay kedua NodeMCU adalah 0,710 detik. Dari hasil tersebut disimpulkan bahwa jarak 10 Meter memiliki nilai delay yang lebih kecil dari nilai delay jarak 15 Meter, berarti kualitas pada jarak 10 Meter lebih baik dibandingkan jarak 15 Meter.
5. Pada pengujian kualitas jaringan untuk menemukan nilai throughput kedua NodeMCU pada saat pengiriman data ke database Firebase dilakukan sebanyak 15 kali untuk setiap NodeMCU mendapatkan nilai rata-rata masing-masing sebesar 7.129,996 bit/s pada NodeMCU-1 dan 13.212,116 bit/s pada NodeMCU-2.
6. Pada pengujian performansi yang dilakukan selama 14 hari seluruh sistem dicoba dan memiliki nilai MTBF 160 jam, dan MTTR 0,308 jam. Dari hasil perhitungan diatas maka jadwal perawatan yang dibutuhkan adalah 1 kali dalam 1 minggu atau 7 hari.

5.2 Saran

Pada Tugas Akhir ini, penulis menyadari masih terdapat kekurangan, dengan harapan aplikasi ini selanjutnya dapat dikembangkan kembali. Adapun saran penulis untuk pengembangan aplikasi ini adalah sebagai berikut:

1. Membuat tampilan aplikasi yang lebih menarik.
2. Menggunakan 1 NodeMCU untuk 1 buah sensor, agar mengurangi delay selama pembacaan data yang berubah dari sensor.
3. Sistem dapat dikembangkan untuk di implementasikan pada lingkup yang lebih luas.

Daftar Pustaka

- [1] Pemerintah Indonesia. 2009. Undang-Undang No. 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan. Lembaran Negara RI Tahun 2009, No. 96. Sekretariat Negara. Jakarta.
- [2] Abdurro'uf Wildan Hilmy; Anggi Yoana Putri Damanik; Suwono Indra Azimi, S.T., M.T.; Tafta Zani, S.T., M.T., "Aplikasi Mobile Smart Parking pada Basement Bertingkat Menggunakan Sensor Ketinggian," 2017.
- [3] Arman Fernando Sianipar, Ninda Lutfiani, "Sistem parkir Berbasis QR Code Pada Perguruan Tinggi Raharja", 2017, Vol.1.
- [4] Cellan, Rory. 2011. Computer To Inspire Young. Retrieved from: (https://www.bbc.co.uk/blogs/thereporters/rorycellanjones/2011/05/a_15_computer_to_inspire_young.html, diakses 21 Oktober 2019).
- [5] Horan, B., Practical Raspberry Pi, Tecnology In Action, (Online) july 2013 (https://thepiratebay.sx/torrent/8606141/Practical_Raspberry_Pi_V413HAV, akses 21 Oktober 2019).
- [6] Muhammad Taufiq Ramadhan, Meta Mahyarani, dan Hariandi Maulid, "Aplikasi Pengelolaan Informasi berbasis Android dan QR Code dengan menghubungkan elemen virtual dan fisik di lingkungan kampus," 2019.

- [7] Wibisurya, Aswin. 2018 . Pengenalan QR Code. Dari (<https://socs.binus.ac.id/2018/12/15/pengenalan-qr-code/>, diakses 30 Oktober 2019).
- [8] Junaidi, Edi. 2015. "Rancang Bangun Scanner 3d Menggunakan Sensor Ultrasonik Dengan Tampilan Realtime Berbasis Mikrokontroler" dalam Fibusi (Jurnal Online Fisika) Vol. 3 No. 2
- [9] Abdurro'uf Wildan Hilmy; Anggi Yoana Putri Damanik; Suwono
Indra Azimi, S.T., M.T.; Tafta Zani, S.T., M.T., "*Aplikasi Mobile Smart Parking pada Basement Bertingkat Menggunakan Sensor Ketinggian*," 2017.
- [10] Tri Saputra, Teddy, "Mengenal NodeMCU: Pertemuan Pertama" April 19, 2017. (<https://embeddednesia.com/v1/tutorial-nodemcu-pertemuan-pertama/>, akses 21 Oktober 2019).
- [11] Galih Hadiana; Rohmat Tulloh, ST., M.T; Ridha Muldina Negara, S.T., M.T., "*Desain Dan Implementasi Sistem Deteksi Kesehatan Kamar Indekost Mahasiswa Berbasis Internet of Things*," 2018.
- [12] Rusdan Muchamad, "*Analisis Quality of Service (QoS) Pada Jaringan Wireless (Studi Kasus: Universitas Widyatama)*", 2017.
- [13] Hendra Setyo Adi Nugroho, Anjik Sukmaaji, Kurniawan Jatmika, "*Sistem Informasi IT Help Desk Prioritas Kerja Berbasis Web (Studi Kasus : PT PELABUHAN INDONESIA III CABANG TANJUNG PERAK)*", 2013.