

Sistem Informasi Parkir Pintar berbasis Web dan IoT

Web and IoT-based Smart Parking Information System

Noel Vincent^{1*}, Agustinus Bayu Primawan²

^{1,2}Program Studi Teknik Elektro, Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta, Indonesia, 0274-562383

¹elworks2@gmail.com, ²bayu@dosen.usd.ac.id

Abstrak – Sistem parkir yang berlaku saat ini menimbulkan masalah. Masalah yang muncul adalah pengguna perlu mencari tempat parkir secara manual. Tujuan penelitian ini adalah memudahkan proses pencarian tempat parkir bagi pengguna. Sistem smart parking bertujuan untuk memudahkan pengguna lahan parkir mendapatkan tempat untuk parkir tanpa menghabiskan waktu dan bahan bakar yang banyak. Pemantauan lokasi parkir pada sistem smart parking dilakukan dengan menggunakan website sebagai media komunikasi. Sistem ini terdiri dari sensor ultrasonik sebagai pendeteksi kendaraan, NodeMCU sebagai mikrokontroler, dan raspberry pi sebagai web server sekaligus database. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa sistem dapat mengakses web server dan menulis data pada database dengan persentase 100% dari total 40 kali percobaan penulisan dan 40 kali percobaan pembacaan database. Mikrokontroler dapat mengirim data hasil perhitungan ke database dengan baik. Tingkat akurasi sensor ultrasonik yang dihasilkan dari percobaan memiliki nilai akurasi terkecil sebesar 93% dari 8 sensor. Hal ini menandakan sensor ultrasonik bekerja dengan cukup baik dalam mendeteksi kendaraan.

Kata Kunci: Sistem parkir, NodeMCU, Sensor ultrasonik, Raspberry Pi, Pemantauan.

Abstract – The current parking system creates problems. The problem that arises is that users need to find a parking space manually. The purpose of this study is to facilitate the process of finding a parking space for users. The smart parking system aims to make it easier for parking area users to find a place to park without wasting a lot of time and fuel. Monitoring of parking locations in the system is smart parking carried out using the website as a communication medium. This system consists of an ultrasonic sensor as a vehicle detector, NodeMCU as a microcontroller, and raspberry pi as a web server as well as a database. The results of this study indicate that the system can access the web server and write data to the database with a percentage of 100% of the total 40 writing attempts and 40 database reading attempts. The microcontroller can send the calculated data to the database properly. The accuracy level of the ultrasonic sensor resulting from the experiment has the smallest accuracy value 93% of the 8 sensors. This indicates that the ultrasonic sensor is working quite well in detecting vehicles.

Keywords: Parking system, NodeMCU, ultrasonic sensor, Raspberry Pi, monitoring.

1. Pendahuluan

Smart parking merupakan sistem yang diterapkan untuk memperoleh informasi mengenai ketersediaan lahan parkir pada area tertentu dan diproses secara *real-time* [1]. Sistem ini menggunakan teknologi *Internet of Things (IoT)* yang memungkinkan adanya komunikasi antara sensor dan pengguna. Sistem ini menggunakan sensor dengan harga yang terjangkau dan tidak membutuhkan daya yang besar, mampu mengambil data terus menerus secara *real-time*, berdaya tahan tinggi. Smart parking mampu mengurangi emisi kendaraan dengan mengatasi masalah pencarian lahan parkir yang mengakibatkan pembakaran emisi berlebih. Memarkirkan kendaraan merupakan permasalahan yang cukup serius dilihat dari meningkatnya ukuran kendaraan mewah dan area parkir yang terbatas di daerah perkotaan. Pengguna kendaraan perlu mencari lahan parkir yang kosong diantara banyak sekali kendaraan dan tempat yang luas. Hal

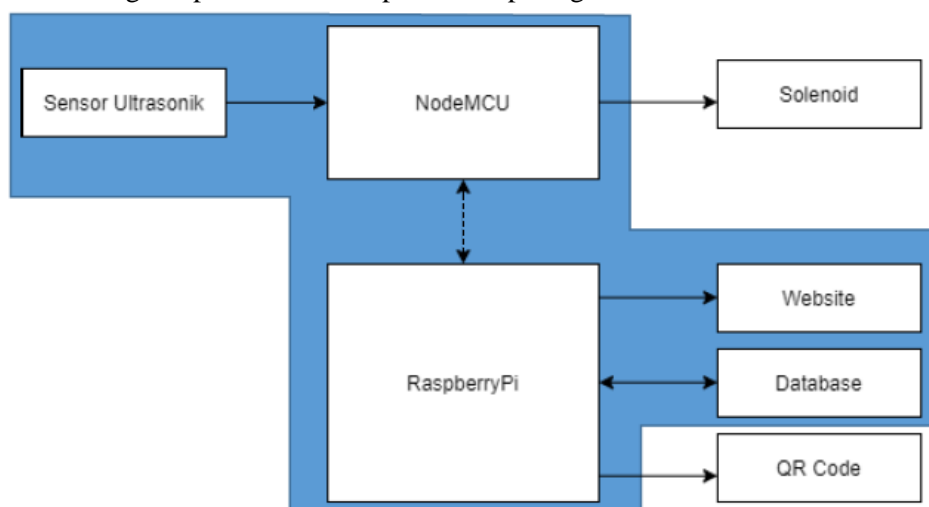
ini menjadi permasalahan umum saat mencari parkir. Masalah ini sangat tidak efisien ditinjau dari waktu dan bahan bakar yang terbuang sia-sia.

Sistem *smart parking* banyak mengalami perubahan dan pengembangan. Salah satunya adalah *smart parking* menggunakan metode *sms gateway* [2]. Sistem ini memudahkan pengguna karena pengguna tidak perlu mencari lahan parkir yang kosong dengan waktu yang lama. Pengguna diminta memasukkan kode lalu mengirim kode tersebut menuju nomor yang tertera di layar *Human Machine Interface* (HMI). Sistem ini masih memiliki beberapa kelemahan yaitu pengguna harus mengirimkan kode ke nomor yang tertera. Akses informasi lahan parkir tidak bisa didapat secara langsung karena harus melakukan pengiriman sms terlebih dahulu. Sistem ini juga menggunakan HMI yang tidak *portable* dan jumlahnya terbatas, hal ini dapat menyebabkan pengguna mengantri cukup lama untuk dapat menggunakan HMI tersebut.

Dibutuhkan sebuah sistem *smart parking* yang bisa membantu para pengendara mengetahui ketersediaan lahan parkir dan menemukan lahan parkir yang masih dapat ditempati dengan pendekatan teknologi yang banyak digunakan secara umum. Sistem *smart parking* berbasis web ini diharapkan mampu meningkatkan efektifitas pengendara mengetahui informasi ketersediaan lahan yang ada di tempat tersebut.

2. Metode Penelitian

Pembuatan prototipe pada penelitian ini terdiri dari pembuatan perangkat keras dan perangkat lunak. Sistem terdiri dari NodeMCU sebagai mikrokontroler untuk mengolah data dari sensor ultrasonik. Data yang telah diolah dikirimkan ke web server (Raspberry Pi) untuk disimpan didalam database. Website menampilkan data kondisi sistem parkir sesuai dengan database. Blok diagram penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 7. Blok diagram sistem.

Sensor ultrasonik melakukan pendeteksian jarak menggunakan gelombang ultrasonik [3]. Sensor memancarkan gelombang ultrasonik. Setelah gelombang mengenai benda, gelombang kembali terpantul dan diterima oleh sensor. Lama waktu gelombang terpancarkan sampai dengan gelombang diterima kembali merupakan *output* dari sensor ultrasonik. Output dari sensor diolah oleh mikrokontroler untuk mendapatkan jarak antara sensor dengan benda menggunakan rumus kecepatan.

NodeMCU merupakan mikrokontroler yang digunakan pada penelitian ini. NodeMCU dipilih karena menggunakan esp8266 sebagai *chip* untuk melakukan pemrosesan. Esp8266 sudah memiliki kemampuan untuk melakukan komunikasi dengan *access point*. NodeMCU

bekerja dengan tegangan pengoprasian sebesar 5V sama seperti sensor ultrasonik yang membuat pengkabelan sistem menjadi lebih efisien.

Raspberry Pi berperan sebagai web server dan database. Web server merupakan perangkat lunak yang berfungsi sebagai penerima permintaan dari pengguna dan kemudian memberikan tanggapan permintaan dalam bentuk tampilan halaman website [4]. Perangkat lunak web server yang digunakan pada penelitian ini adalah apache. Web server apache digunakan pada penelitian ini karena mampu mengeksekusi beberapa program dalam waktu yang bersamaan [5]. Database adalah kumpulan dari seluruh obyek database yang membentuk sebuah bangun data. Untuk mengakses database digunakan SQL. Database yang digunakan pada penelitian ini adalah MySQL [6], [7].

Pada penelitian ini terdapat batasan yang ditetapkan untuk menentukan keberadaan kendaraan. Jarak hasil pengukuran yang didapat pada perhitungan sensor ultrasonik merupakan penentu keberadaan kendaraan. Jarak hasil pengukuran dibandingkan dengan batas jarak yang ditentukan. Penentuan batas jarak dapat dilihat pada tabel 1.

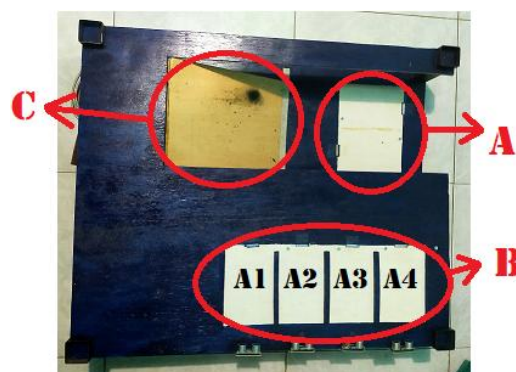
Tabel 6. Penentuan batas jarak pendeteksi kendaraan.

Kategori	Batas jarak
Ada kendaraan	≤ 15 cm
Tidak ada kendaraan	> 15 cm

Jika pada lahan parkir teridentifikasi ada kendaraan, maka mikrokontroler mengirimkan data bernilai 1 ke database. Sedangkan jika pada lahan parkir teridentifikasi tidak ada kendaraan, maka mikrokontroler mengirimkan data bernilai 0 ke database. Data yang dikirimkan ke database merupakan indikator untuk menampilkan tampilan website yang sesuai dengan kondisi pada lahan parkir.

3. Desain Perangkat Keras

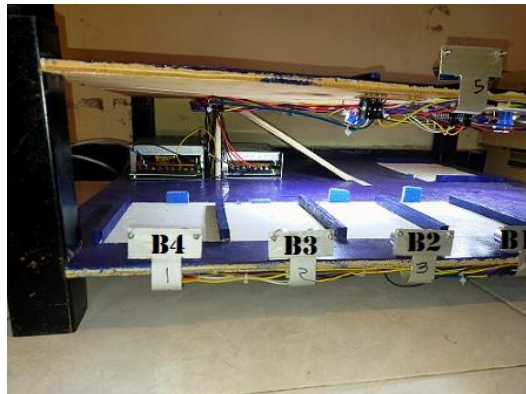
Bentuk fisik model *Smart Parking* pada penelitian ini ditunjukkan pada gambar 2. Model terdiri dari 2 tingkat. Tiap tingkat memiliki 4 slot parkir dan untuk akses naik dan turun dihubungkan dengan tanjakan yang di tunjukkan pada huruf C. Untuk masuk ke dalam tempat parkir, pengguna perlu melewati pintu masuk yang ditunjukkan pada huruf A. Huruf B menunjukkan lahan parkir yang berada pada lantai atas. Lahan parkir memiliki urutan penamaan A1, A2, A3, dan A4 mulai dari kiri ke kanan seperti pada gambar 2.



Gambar 8. Tampak atas model sistem.

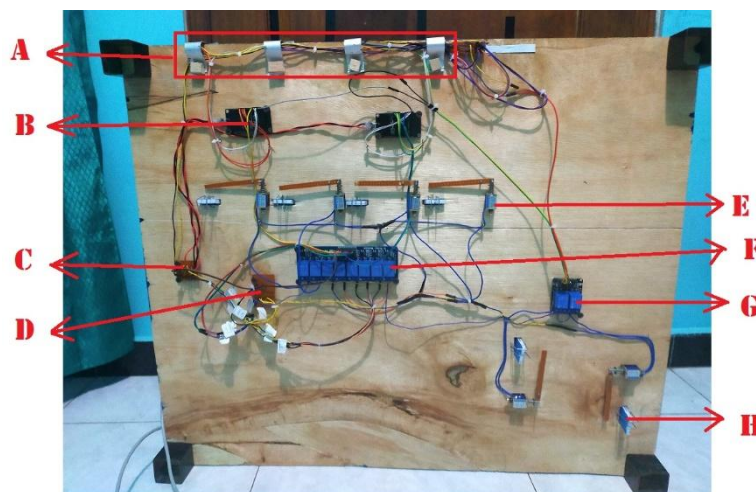
Bentuk susunan lahan parkir pada bagian bawah ditunjukkan pada gambar 3. Lahan parkir pada bagian bawah memiliki urutan penamaan B4, B3, B2, dan B1 mulai dari kiri ke kanan. Pemilihan huruf B untuk bagian bawah dan huruf A untuk bagian atas. Tiap lahan parkir

memiliki portal parkir yang dikendalikan melalui website. Kendali parkir hanya diberikan kepada pengguna yang sudah melakukan pemesanan sesuai dengan lahan yang dipilih.



Gambar 9. Tampak samping model sistem lantai dasar.

Pada penelitian ini digunakan 2 jenis *power supply* yang berbeda. *Power supply* yang pertama memiliki keluaran sebesar 5V dengan arus 10A. *Power supply* ini digunakan untuk mengaktifkan NodeMCU, sensor ultrasonik, dan relay. *Power supply* yang kedua memiliki output sebesar 24V dengan arus 10A. *Power supply* kedua digunakan untuk mengaktifkan solenoid. Jumlah NodeMCU yang digunakan sebanyak 4 buah, tiap perangkat menangani komunikasi untuk 2 lahan parkir. Sensor ultrasonik dan solenoid yang digunakan sebanyak 8 buah sesuai dengan jumlah lahan parkir. Pengkabelan antar perangkat yang digunakan dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 10. Pengkabelan rangkaian sistem.

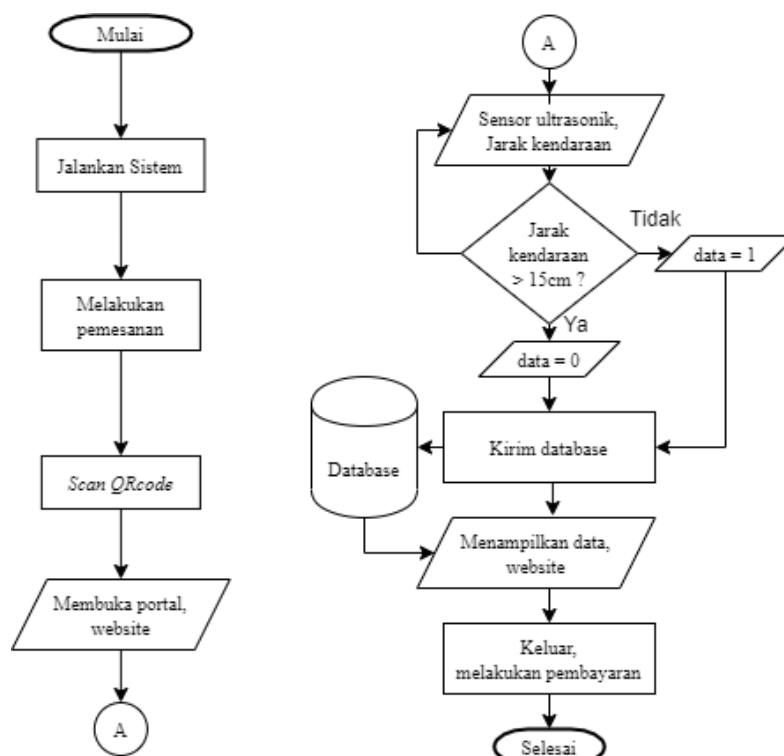
Penjelasan gambar 4 adalah sebagai berikut:

- Sensor ultrasonik dilihat dari bagian bawah model.
- NodeMCU sebagai mikrokontroler untuk mengolah data yang sudah diterima dari sensor ultrasonik dan mengirimkannya ke database.
- Pin power supply 5V 10A, digunakan sebagai sumber listrik untuk mengaktifkan NodeMCU, sensor ultrasonik, relay 8 *channel*, dan relay 2 *channel*.
- Pin *power supply* 24V 10A, digunakan sebagai sumber listrik untuk mengaktifkan solenoid 24V dan LED 24V.
- Solenoid digunakan sebagai penggerak tuas untuk menutup dan membuka portal pada tiap lahan parkir maupun pada gerbang masuk dan keluar.

- f. Relay 8 *channel* digunakan untuk mengendalikan portal (solenoid) pada tiap lahan parkir bagian atas maupun bawah.
- g. Relay 2 *channel* digunakan untuk mengendalikan portal (solenoid) pada gerbang masuk dan keluar.
- h. Mekanik dari portal yang terbuat dari *sterofoam* yang nantinya dapat naik maupun turun sesuai dengan kondisi solenoid.

4. Desain Perangkat Lunak

Cara kerja sistem secara garis besar ditunjukkan pada gambar 5. Pengguna perlu melakukan pemesanan pada halaman website yang disediakan. Melakukan *scan qrcode* untuk masuk. Mengendalikan portal pada lahan parkir. Mikrokontroler mengirimkan data kendaraan ke database. Melakukan pembayaran dengan scan qrcode pada halaman jalur keluar. Diagram alir sistem ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 11. Diagram alir sistem secara keseluruhan.

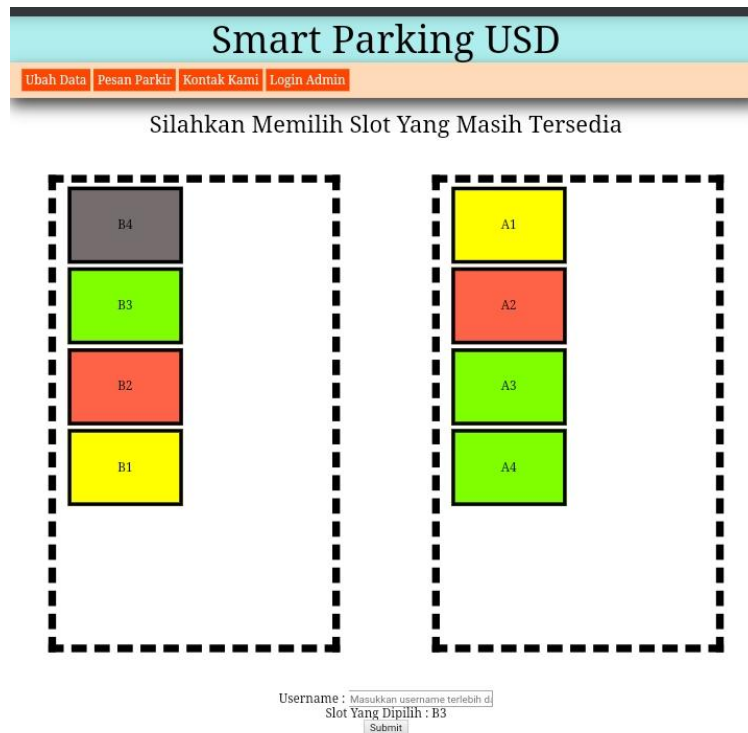
Proses kerja sistem dimulai dengan menghubungkan NodeMCU dan *access point* agar terhubung ke jaringan internet. Koneksi tersebut dibutuhkan agar terhubung dengan web server sehingga dapat mengirimkan data menuju basis data. Saat sistem sudah siap dijalankan, sistem mulai melakukan deteksi keberadaan kendaraan pada tiap tempat parkir. Data yang didapat oleh sensor ultrasonik dikirimkan oleh NodeMCU menuju database pada RaspberryPi.

Pengguna perlu menghubungkan perangkatnya (*smartphone*) dengan *access point* sistem *smart parking*. Pengguna kendaraan yang ingin parkir dapat mengakses website untuk mendapatkan informasi mengenai ketersediaan lahan parkir dan lokasi parkir yang kosong atau dapat ditempati [8], [9]. Website menampilkan informasi-informasi yang memudahkan pengguna dalam menggunakan fasilitas *smart parking*. Setelah membuka website, pengguna dapat melihat kondisi tempat parkir. Indikator pada website berwarna hijau saat lahan parkir dalam kondisi kosong atau tidak terisi kendaraan apapun dan indikator pada website berwarna merah saat lahan parkir masih terisi oleh kendaraan. Indikator pada website berwarna kuning

saat lahan parkir sudah dipesan. Ada 4 kondisi yang dapat ditampilkan pada penelitian ini yang dapat diidentifikasi dengan warna yang berbeda-beda yaitu hijau, kuning, merah, dan abu-abu. Berikut penjelasan tentang 4 kondisi pada website:

- a. Hijau, kondisi hijau terpenuhi saat Nilai1 bernilai 0, Nilai2 bernilai 0, dan Keterangan tidak berisi nilai apapun.
- b. Kuning, kondisi kuning terpenuhi saat Nilai1 bernilai 0, Nilai2 bernilai 1, dan Keterangan tidak berisi apapun.
- c. Merah, kondisi terpenuhi saat Nilai1 bernilai 1.
- d. Abu-abu, kondisi terpenuhi saat Keterangan berisi BELUM BAYAR.

Program tampilan website mengenai ketersediaan lahan ditunjukkan pada gambar 6.



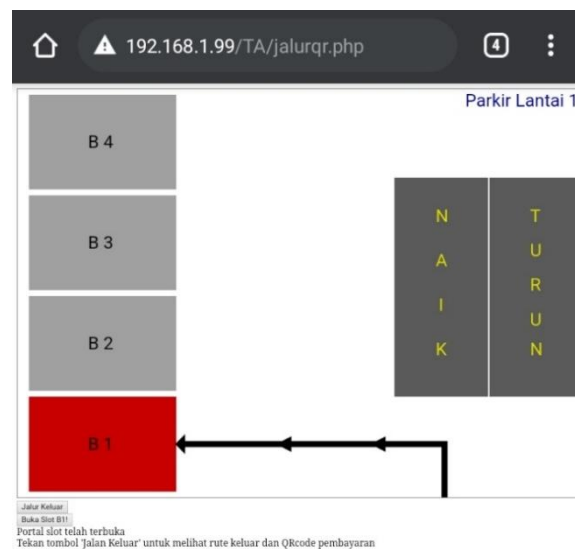
Gambar 12. Tampilan website dengan kondisi yang berbeda-beda.

Saat ada lahan parkir yang belum terisi, pengguna dapat menempati tempat parkir. Jika ada lebih dari satu slot pada tempat parkir, pengguna dapat memilih lahan parkir mana yang ingin ditempati. Setelah selesai memilih lahan parkir yang ingin ditempati, kolom *username* perlu diisi pengguna. Kolom *username* berfungsi sebagai kode verifikasi pada bagian operator. Kolom *username* dapat diisi oleh pengguna secara bebas. Pengguna perlu menekan tombol *submit* untuk melakukan pemesanan pada lahan parkir tersebut.

Setelah menekan tombol *submit*, website menampilkan *qrcode*. Qrcode perlu dipindai untuk membuka portal masuk sistem. Saat pemindaian qrcode berhasil, portal masuk terbuka secara otomatis. Tampilan website ditunjukkan pada gambar 7.

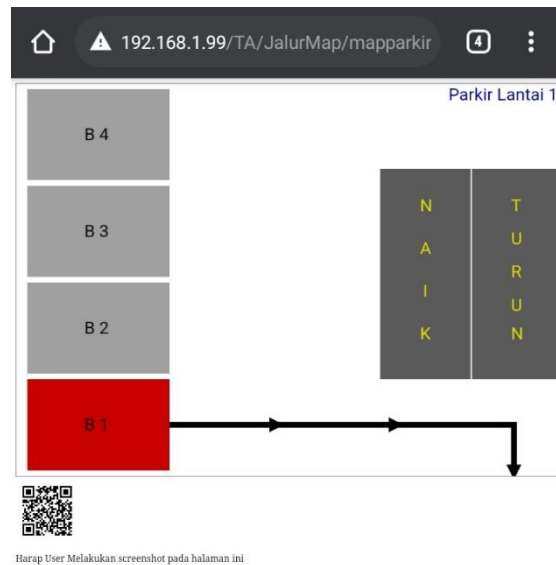
Gambar 13. Tampilan halaman *qrcode*.

Setelah menekan tombol *next*, website menampilkan rute masuk menuju lahan parkir yang sudah dipilih, tombol kontrol portal lahan tersebut, dan tombol rute keluar. Saat tombol kontrol lahan ditekan, portal pada lahan tersebut terbuka. Saat sensor mendeteksi keberadaan kendaraan pada lahan parkir, sistem secara otomatis merubah indikator pada lahan parkir menjadi merah dan mencatat waktu kendaraan memasuki lahan parkir. Data ini digunakan untuk menghitung tarif yang perlu dibayarkan oleh pengguna lahan parkir saat ingin keluar dari lahan parkir tersebut. Tombol jalur keluar ditekan setelah portal berhasil terbuka. Tampilan halaman jalur masuk dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 14. Halaman rute masuk.

Saat tombol jalur keluar ditekan, website menampilkan jalur keluar dari tempat parkir, identitas lahan parkir yang ditempati, dan *qrcode* untuk pembayaran. Halaman ini dianjurkan untuk *discreenshot* oleh pengguna. Qrcode pada halaman ini berfungsi untuk melakukan pembayaran. Saat pengguna selesai menggunakan lahan parkir, pengguna melihat *screenshot* halaman pada *device* pelanggan untuk melihat jalur keluar dari tempat parkir tersebut. Saat berada pada gerbang keluar, pengguna perlu memindai qrcode kepada operator di gerbang keluar. Setelah proses pembayaran selesai dilakukan, pengguna dapat meninggalkan tempat parkir. Secara otomatis indikator pada lahan parkir berubah menjadi hijau yang artinya siap ditempati. Portal keluar terbuka secara otomatis setelah pembayaran dilakukan. Tampilan halaman jalur keluar ditunjukkan pada gambar 9.



Gambar 15. Tampilan jalur keluar.

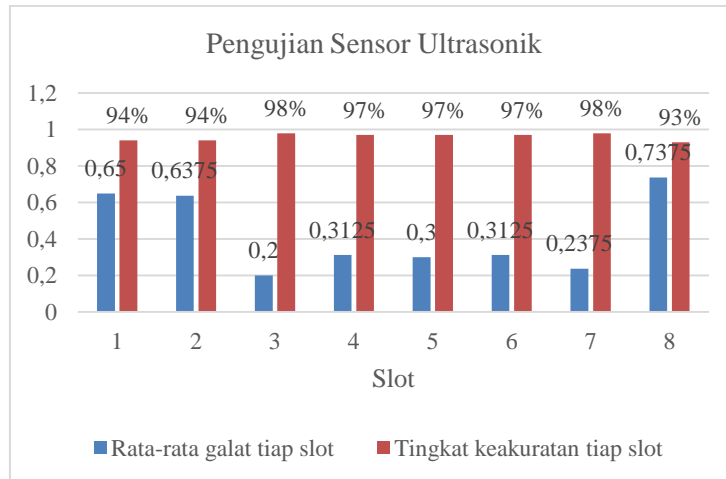
Informasi yang tersedia dalam sistem *smart parking* kali ini adalah letak lahan parkir siap ditempati dan masih terisi, jumlah lahan parkir yang siap ditempati, status lahan parkir, rute keluar dan rute masuk lahan parkir, dan perhitungan biaya parkir yang harus dibayarkan. Sistem terus berjalan dan terus melakukan pembaruan data pada website. Setiap lahan parkir memiliki sensor ultrasonik. Cara kerja sensor ultrasonik yaitu saat kendaraan berada diposisi tertentu yang sudah ditentukan, sensor mengirimkan sinyal bahwa sensor mendeteksi adanya kendaraan yang mengakibatkan berubahnya status lahan parkir tersebut. Data yang didapatkan langsung diproses dan ditampilkan pada website.

5. Hasil dan Pembahasan

Berikut ini dipaparkan hasil dan pembahasan mengenai sistem parkir pintar. Terdapat 3 pengujian yang dibahas yaitu pengujian sensor ultrasonik, pengujian penulisan dan pembacaan database, dan pengujian deteksi kendaraan.

5.1 Pengujian Sensor Ultrasonik

Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran sensor yang didapat pada serial monitor NodeMCU dengan jarak kendaraan yang berada pada lahan parkir. Serial monitor dilihat melalui aplikasi Arduino pada laptop yang terhubung dengan NodeMCU menggunakan kabel USB. Dalam pengujian ini terdapat 16 variasi pengukuran jarak mulai dari 3cm sampai dengan 18cm. Pada tiap pengambilan data, kendaraan digeser sebesar 1cm pada tiap pengambilan data. Pengujian tiap variasi dilakukan sebanyak 5 kali. Dari 5 data yang didapat, data dirata-rata untuk mendapatkan nilai rata-rata galat pengukurannya. Hasil perbandingan nilai pengukuran dengan nilai pengukuran secara riil ditunjukkan pada gambar 10 dan tabel 2.



Gambar 16. Grafik pengujian sensor ultrasonik.

Tabel 7. Hasil pengujian ketepatan jarak sensor ultrasonik.

Keterangan	Slot 1	Slot 2	Slot 3	Slot 4	Slot 5	Slot 6	Slot 7	Slot 8
Rata-rata galat tiap slot (cm)	0,65	0,638	0,2	0,313	0,3	0,313	0,238	0,738
Probabilitas galat tiap slot	6%	6%	2%	3%	3%	3%	2%	7%
Tingkat keakuratan tiap slot	94%	94%	98%	97%	97%	97%	98%	93%

Berdasarkan data yang didapatkan pada tabel 2, rata-rata galat jarak yang didapatkan pada tiap slot tidak melebihi 1cm. Galat jarak terbesar ada pada slot 8 dengan rata-rata 0,738 cm dan probabilitas galat yang terjadi sebesar 7%. Galat jarak terkecil ada pada slot 3 dengan rata-rata 0,2 cm dan probabilitas galat yang terjadi sebesar 2%. Sistem sudah berhasil mengidentifikasi keberadaan kendaraan dengan cukup baik. Tingkat keakuratan sistem mendeteksi keberadaan kendaraan sebesar 96% dengan tingkat keakuratan terkecil adalah sebesar 93% pada slot 8. Tingkat keakuratan tertinggi terdapat pada slot 3 dengan persentase sebesar 98%. Terdapat 5 slot yang tingkat keakuratannya lebih tinggi daripada rata-rata sistem.

Tiap slot memiliki tingkat keakuratan yang berbeda-beda, namun persentasi keakuratan tiap slot berada di atas 90%. Persentasi keakuratan sistem sudah cukup stabil. Pada percobaan ini, galat dapat terjadi karena perbedaan gelombang yang dideteksi oleh masing-masing sensor ultrasonik. Perbedaan pengukuran gelombang oleh tiap sensor ultasonik memengaruhi hasil pengukuran jarak. Hasil perhitungan gelombang oleh sensor merupakan hasil pembulatan secara otomatis oleh program setelah dihitung menggunakan rumus kecepatan.

5.2 Pengujian Penulisan dan Pembacaan Database

Pengujian penulisan data pada database dilakukan dengan cara mengirimkan data pada web server untuk memasukkan/menulis data pada database. Percobaan dilakukan sebanyak 5 kali pada setiap lahan parkir. Jika data masuk ke dalam database, percobaan dinyatakan berhasil. Jika data pada database tidak masuk ke dalam database, percobaan dinyatakan gagal. Hasil percobaan penulisan pada database dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 8. Hasil percobaan penulisan data pada database.

Keterangan	Slot 1	Slot 2	Slot 3	Slot 4	Slot 5	Slot 6	Slot 7	Slot 8
Percobaan pengiriman berhasil	5	5	5	5	5	5	5	5

Persentase tingkat keberhasilan	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
---------------------------------	------	------	------	------	------	------	------	------

Berdasarkan data yang didapat pada tabel 3 menyatakan bahwa dalam 5 kali percobaan penulisan pada database semua percobaan berhasil. Penulisan data pada tiap slot berhasil dilakukan dengan baik. Persentase tingkat keberhasilan penulisan data pada tiap slot adalah sebesar 100%. Tingkat keberhasilan penulisan data pada sistem adalah sebesar 100%.

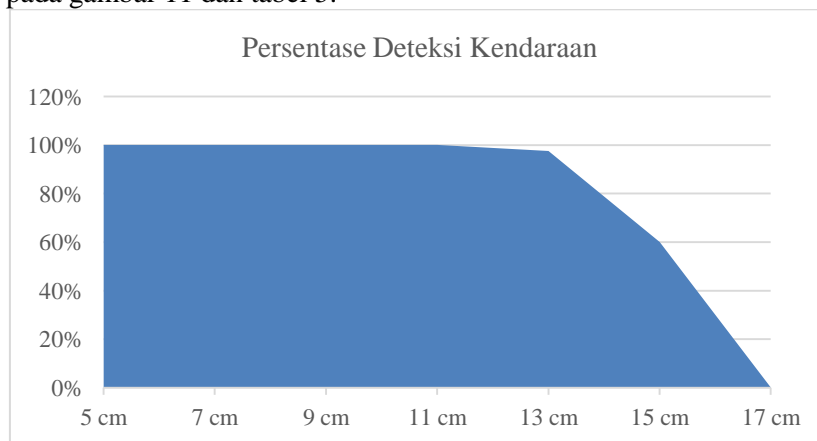
Tabel 9. Pembacaan database melalui website.

Keterangan	Slot 1	Slot 2	Slot 3	Slot 4	Slot 5	Slot 6	Slot 7	Slot 8
Percobaan pembacaan data	5	5	5	5	5	5	5	5
Persentase tingkat kesesuaian data	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Pada tabel 4 ditunjukkan data hasil percobaan pembacaan database melalui website. Dilakukan percobaan pembacaan sebanyak 5 kali pada tiap slot. Tujuan percobaan ini adalah untuk memastikan tingkat kesesuaian data yang ditampilkan pada website dengan database. Persentase tingkat kesesuaian data yang didapat pada tiap slot bernilai 100% dari slot 1 sampai slot 8. Tiap percobaan pembacaan database berhasil dilakukan dengan baik. Tingkat kesesuaian data untuk sistem adalah sebesar 100%.

5.3 Pengujian Deteksi Kendaraan

Pengujian dilakukan dengan menempatkan kendaraan pada tiap slot dengan jarak yang variatif. Variasi jarak yang digunakan pada pengujian kali ini sebanyak 7 variasi dengan jarak yang digunakan 5 cm, 7 cm, 9 cm, 11 cm, 13 cm, 15 cm, 17 cm. Batas yang ditentukan sebagai indikator keberadaan kendaraan adalah 15 cm. Jika kendaraan berada kurang dari 15 cm dari sensor, NodeMCU mendeteksi adanya kendaraan pada slot tersebut. NodeMCU mengirimkan data 1 pada database sebagai tanda adanya kendaraan yang terdeteksi. Dilakukan 5 kali pengambilan data pada tiap variasi jarak yang digunakan. Data deteksi kendaraan pada tiap slot dapat dilihat pada gambar 11 dan tabel 5.



Gambar 17. Grafik deteksi kendaraan tiap variasi jarak.

Tabel 10. Deteksi kendaraan tiap slot.

Jarak Asli	Slot 1	Slot 2	Slot 3	Slot 4	Slot 5	Slot 6	Slot 7	Slot 8	Total
5 cm	1	1	1	1	1	1	1	1	100%
7 cm	1	1	1	1	1	1	1	1	100%
9 cm	1	1	1	1	1	1	1	1	100%
11 cm	1	1	1	1	1	1	1	1	100%
13 cm	1	1	1	1	1	0.8	1	1	98%
15 cm	1	1	0.2	0.6	0	0	1	1	60%
17 cm	0	0	0	0	0	0	0	0	100%

Data yang dilampirkan pada tabel 5 merupakan hasil penghitungan rata-rata dari 5 kali proses pengambilan data. Kendaraan terdeteksi dengan baik pada pengujian jarak 5cm sampai dengan pengujian pada jarak 11 cm. Pada pengujian jarak 13 cm, terdapat galat yang timbul pada pengukuran di slot 6. Pada pengujian jarak 15 cm, 60% sistem mendeteksi adanya kendaraan. Pada pengujian 17 cm, sudah tidak ada slot yang mendeteksi keberadaan kendaraan.

Sistem sudah berhasil mengidentifikasi kendaraan dengan baik sampai dengan jarak 11 cm. Galat yang terdapat di slot 6 pada pengujian jarak 13 cm terbilang kecil. Galat yang muncul pada pengujian jarak 15cm lebih besar daripada galat pada pengujian jarak 13 cm. Dugaan terjadinya galat tersebut adalah karena kemampuan tiap sensor ultrasonik berbeda-beda. Gelombang yang diterima saat pengukuran berbeda-beda sehingga memunculkan galat pada hasil perhitungan jarak kendaraan. Pada proses perhitungan jarak juga terjadi proses pembulatan yang mengakibatkan adanya perbedaan hasil pengukuran jarak kendaraan.

6. Kesimpulan

Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa komunikasi NodeMCU dengan web server bekerja dengan baik. Sistem dapat mengakses web server dan menulis data pada database dengan persentase 100% dari total 40 kali percobaan penulisan dan 40 kali percobaan pembacaan database. Mikrokontroler dapat mengirim data hasil perhitungan ke database dengan baik. Tampilan pada website bekerja dengan baik. Website dapat menampilkan data dari database dengan persentase akurasi sebesar 100% dan data yang ditampilkan sesuai dengan data pada database. Tingkat akurasi sensor ultrasonik yang dihasilkan dari percobaan memiliki nilai akurasi terkecil sebesar 93% dari 8 sensor. Hal ini menandakan sensor ultrasonik bekerja dengan cukup baik dalam mendeteksi kendaraan. Untuk pengembangan penelitian selanjutnya diharapkan penerapan dengan sensor yang berbeda sehingga dapat menjadi perbandingan dan dapat meningkatkan perkembangan sistem.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kami ucapkan kepada tim pengembangan *smart parking* dan pihak-pihak lain yang telah membantu dalam menyelesaikan penelitian ini.

Referensi

- [1] Khanna, A., Anand, R., 2016, "IoT based Smart Parking System, International Conference on Internet of Things and Applications," Maharashtra Institute of Technology, India.
- [2] Sumarkantini, Solihin, L., Nurtiyanto, A.W., 2020, "Perancangan Parkir Pintar Bertingkat Menggunakan Metode SMS Gateway," Jurnal Sainika UNPAM, vol. 2, no. 2, hal. 156-174.
- [3] Elec Freaks, "Ultrasonic Raging Module HC-SR04,".

- [4] Hidayat, R., 2010, "Cara Praktis Membangun Website Gratis," Elex Media Komputindo, Jakarta.
- [5] Aziz, A., Tampati, T., 2015, "Analisis Web Server untuk Pengembangan Hosting Server Institusi: Perbandingan Kinerja Web Server Apache dengan Nginx," Jurnal Multinetics, vol. 1, no. 2, hal 12-20.
- [6] Indrajit, R.E., Prastowo, B.N., Syukri, M., 2002, "Aplikasi Web Database dengan PHP & MySQL," Elex Media Komputindo, Jakarta.
- [7] Kristanto, H., 1993, "Konsep dan Perancangan Database," Andi Offset, Yogyakarta.
- [8] Waziroh, A., Virgono, A., Osmond, A.B., 2015, "Implementasi Sistem Parkir Cerdas di Universitas Telkom. Subsystem : Aplikasi Mobile,".
- [9] Arifiyanto, F., Syafei, W.A., Somantri, M., 2013, "Perancangan Prototype Web-Based online Controlled by Smartphone," Transient, vol. 2, no. 4, hal. 916-923.