RANCANG BANGUN SISTEM SMART PARKING BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)

Arunda Engga Reswara, Joseph Dedy Irawan, Fransiscus Xaverius Ariwibisono
Teknik Informatika, Institut Teknologi Nasional Malang
Jalan Raya Karanglo km 2 Malang, Indonesia
2018054@scholar.itn.ac.id

ABSTRAK

Pada konteks kemajuan perangkat teknologi industri dapat memajukan peradapan pada zaman ini,sehingga efisiensi dalam mencari parkir semakin menjadi perhatian utama dalam sektor transportasi. Artikel ini mengeksplorasi Sebagai solusi praktis dan efisien untuk sistem parkir pintar, sensor ultrasonik dan Arduino Uno dapat melacak ketersediaan parkir secara akurat dan memberitahukan informasi secara langsung kepada pengguna. Sistem dapat meningkatkan tingkat efisiensi dari parkir dan kenyamanan pengguna Dengan menghubungkan sensor pada layanan server dan situs web, pengguna dapat dengan mudah mengetahui tersedia parkir, yang mengurangi kepadatan lalulintas dan antrean mengular pada zona parkir. Studi sebelumnya memperlihatkan bahwa ide serupa telah digunakan dengan menggunakan Raspberry Pi atau Arduino, tetapi studi ini berkonsentrasi pada penggunaan perangkat arduino dan ultrasonik. Kajian kebutuhan yang diperlukan dalam melakukan penelitan ini adalah pengujian hasil sensor pada suatu objek atau benda. Hasil pengujian menunjukkan bahwa konektivitas dan ketepatan sensor memenuhi standar yang diharapkan.Ultrasonik yang dipakai memberikan performa yang baik dan dapat diandalkan dalam mengidentifikasi kehadiran tempat parkir. Metode ini memantau lajur parkir dan menyampaikan laporan pengguna secara langsung, meningkatkan parkir dan kepuasan pada pengguna. Sensor ultrasonik dan Arduino Uno telah ditunjukkan untuk menjadi cara yang sangat efektif untuk sistem Parkir Smart.

Kata kunci : *Parking, IOT, ultrasonik Sensor, Arduino, efisiensi parkir, teknologi transportasi.*

1. PENDAHULUAN

Smart Parking adalah sistem parkir yang dirancang untuk mempermudah pengendara untuk mencari tempat parkir pada area tertentu secara *real-time* dengan menggunakan teknologi *internet of Things* dan menggunakan beberapa sensor.Dengan semakin banyaknya pengguna kendaraan pribadi maka akan menimbulkan beberapa masalah yang terjadi saat ini seperti mencari suatu lahan parkir,sehingga membuat banyaknya antrian pada lahan parkir dan memaksa pengguna kendaraan pribadi parkir pada jalan raya sehingga menimbulkan kemacetan yang panjang. [1]

memanfaatkan *Internet of Things* dan ulatrasonik sensor dapat membantu mengatasi masalah ini. Dengan menggunakan teknologi ini, sistem pemantauan parkir pintar dapat dibangun yang dapat memberikan informasi tentang ketersediaan tempat parkir secara real-time dan membantu pengguna menemukan tempat parkir yang tersedia. Selain itu, sistem ini dapat mengurangi kemacetan dan antrian panjang di area parkir dengan mengoptimalkan penggunaan lahan parkir yang ada.

Sistem pemantauan parkir pintar yang menggunakan sensor ultrasonik Internet of Things (IoT) akan dirancang dan dibangun dalam penelitian ini. Sistem akan mempunyai perangkat sensor yang dapat mengetahui kendaraan di area parkir dan mengirimkan informasi tentang ketersediaan tempat parkir ke server. Aplikasi Blynk yang terhubung ke sistem akan dapat melihat informasi tersebut. Akibatnya, pengguna dapat dengan mudah menemukan tempat parkir yang tersedia dan menghindari antrian panjang dan kemacetan di area parkir. [2]

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

Smart parking adalah teknologi yang di gunakan untuk mengontrol tempat parkir dengan menggunkan teknologi terbaru sehingga dapat mempermudah bagi pengelola dan pengguna parkiran.pada era industri 4.0 perkembangan teknologi yang semkain maju dapat membantu pengelola parkir dalam mengontrol jumlah pengunjung suatu tempat.Dengan meningkatnya kendaraan pribadi masyarakat membuat semakin padatnya jalan raya dengan demikian bantuan dari perangkat seperti *smart parking* membuat kepadaatan pada area tertu dapat berkurang .[1]

Pengembangan prototipe smart parking ini bertujuan untuk menciptakan sebuah sistem yang mampu memantau situasi parkir kendaraan roda empat, baik dari sisi ketersediaan tempat parkir yang terintegrasi dengan teknologi Internet of Things (IoT), maupun kestabilan kendaraan saat diparkir oleh pengguna. Sistem ini menggunakan sensor inframerah untuk mendeteksi slot parkir yang kosong, sehingga mempermudah pengendara dalam menemukan tempat parkir yang tersedia Ketika sebuah mobil menghalangi sinar inframerah, Cahaya tersebut dipantulkan kembali dan ditangkap oleh sensor inframerah. Sinyal yang dihasilkan oleh sensor tersebut kemudian dikirim ke server IoT menggunakan aplikasi Blynk yang terhubung melalui koneksi WiFi mikrokontroler

NodeMCU ESP8266. Aplikasi ini berfungsi untuk menampilkan status ketersediaan slot parkiran, apakah dalam kondisi kosong atau terisi. Setiap slot parkir prototipe juga dilengkapi dengan penghalang yang memiliki sensor kontak. Sensor ini akan mengaktifkan alarm jika kendaraan melewati batas yang telah ditentukan. jika kendaraan diparkir melewati batas yang ditentukan. Hasil dari pengujian proyek ini menunjukkan bahwa pada aplikasi Blynk, LED akan berwarna hijau saat tempat parkir mendeteksi kendaraan, dan akan berwarna hitam jika tidak ada kendaraan yang terdeteksi.[3]

2.2. Smart Parking

Smart Parking adalah sistem otomatis yang dirancang untuk memenuhi pertumbuhan permintaan layanan parkir perusahaan dengan memantau parkir dan mengontrol informasi parkir. Sistem Shelf Smart dan Tower adalah beberapa contoh teknologi sistem parkir pintar saat ini.

Salah satu jenis sistem parkir yang dikembangkan seiring dengan peningkatan layanan parkir adalah Smart Parking System, yang menawarkan informasi tentang ketersediaan parkir untuk pengendara dan menawarkan layanan monitoring parkir serta kemampuan untuk mengontrol informasi parkir. Ide dasar dari Smart Parking adalah untuk memberikan layanan kepada pemakai kendaraan dengan menyajikan informasi tentang lokasi slot parkir yang tersedia, serta waktu dan biaya parkir. [1]

2.3. Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan perangkat komputer yang di kemas sangat kecil berbentuk seperti IC(*Integreted Circuit*) dan di buat untuk melakukan operasi tertentu.Mikrokontroler tersusun pada sirkuit dimana cpu, penyimpanan, dan I/O terintegrasi kesatuan manajemen sistem agar *mikrokontroler* mampu dinyatakan menjadi komputer mini yang beroprasi secara kreatif sejalan dengan permintaan sistem.[4]

Secara teknis, mikrokontroler dapat dikategorikan menjadi dua tipe utama, yaitu RISC (Reduced Instruction Set Computer) dan CISC (Complex Instruction Set Computer). Kedua tipe mikrokontroler ini masing-masing memiliki keunggulan dan kelemahan, sehingga pemilihan antara RISC dan CISC tergantung pada aplikasi dan kebutuhan spesifik yang ingin dicapai. kelebihan dan kekurangan seperti pada RISC terbatas tetapi fasilitas lengkap kemudian CISC pada instruksi lebih lengkap tetapi fasilitas terbatas.kemudian pengertian dari mikrokontroler sendiri adalah sebuah alat yang di buat programmer.Pada program ini mengarahkan mikrokontroler untuk menggabungkan serangkaian tindakan sederhana secara berurutan, sehingga dapat menjalankan tugas yang lebih kompleks sesuai dengan instruksi dari programmer.[5]

2.4. Arduino Uno

Arduino merupakan papan pengembang yang berbasis pada mikroprosesor ATmega328P. Papan ini dilengkapi dengan resonator keramik 16 MHz (CSTCE16M0V53-R0), 6 input analog, serta 14 pin input/output digital, di mana 6 pin tersebut dapat berfungsi sebagai output PWM. Selain itu, Arduino juga memiliki port USB, colokan daya, header ICSP, dan tombol reset. Semua komponen yang dibutuhkan untuk mendukung mikrokontroler sudah tersedia di dalamnya. Untuk mulai menggunakan Arduino, Anda cukup menyambungkannya ke sumber daya seperti kabel USB, adaptor AC-ke-DC, atau baterai. [6]

2.5. Sensor Ultrasonik

Sensor Ultrasonik adalah sensor yang di gunkan untuk mengubah bunyi menjaid besaran listrik atau sebaliknya. Gelombang suara yang digunakan dalam prinsip kerja dari sensor ini yaitu gelombang ultrasonik. Alasan menggunakan gelombang ultrasonik karena gelombang ini memiliki frekuensi tinggi.

Gelombang ultrasonik sendiri merupakan gelombang dalam frekuensi yang tinggi dan tidak memungkinkan ditangkap oleh alat pendengaran manusia. Akan tetapi, gelombang ini dapat ditangkap oleh beberapa hewan antara lain lumbalumba dan kelelawar. Alat yang terdapat pada sensor ultrasonik yang digunakan untuk membangkitkan gelombang ultrasonik dinamakan piezoelektrik. Piezoelektrik pada dasarnya dapat menghasilkan gelombang ultrasonik berkisaran 40 kHz.[1]

2.6. Sensor Infrared

Sensor inframerah adalah bagian elektronika yang memiliki kemampuan untuk mendeteksi cahaya merah. Sensor inframerah memancarkan sinar inframerah melalui dioda pemancar inframerah untuk memungkinkan penerima dan pengirim berkomunikasi data. Tidak ada media yang dapat memantulkan sinar inframerah jika tidak mendeteksi benda di area pancaran inframerah. Penerima inframerah tidak akan menemukan apa-apa. Dalam situasi ini, indikator sinyal di LED akan mati (OFF) dan keluarannya akan berlogika tinggi (5V). Jika ada benda di area pancaran inframerah dioda, pancaran inframerah tersebut dapat dipantulkan kembali. Dioda foto akan mendeteksi pantulan cahaya inframerah ini dan IC LM393 akan memprosesnya pada kondisi seperti, LED sinyal beroperasi (ON), dan sinyal hasil akan berlogika rendah (0V)[3].

Sensor yang digunakan ini memancarkan cahaya yang berasal dari LED, dan cahaya tersebut diterima oleh photodiode, dikenal sebagai sensor inframerah. Sensor ini berfungsi untuk mendeteksi suhu panas serta gerakan benda. Sensor ini juga mampu menangkap radiasi yang dipancarkan. Umumnya, radiasi yang terdeteksi bersifat sangat panas. Berbeda dengan sensor lain, transmitter pada sensor ini memancarkan sinyal yang kemudian diteruskan ke

receiver inframerah, yang akan mengubah sinyal tersebut menjadi paket data dalam bentuk biner. Cahaya inframerah termasuk jenis sinar yang tidak tampak oleh mata manusia. Namun, jika menggunakan spektroskop, pancaran inframerah akan terlihat sebagai radiasi merah pada spektrum gelombang elektromagnetik radiasi panas yang dipancarkan oleh sinar inframerah akan terasa sangat intens apabila disentuh.[7]

2.7. Prinsip Kerja Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik dapat mengeluarkan gelombang bunyi ultrasonik ke transmitter (pemancar) atau dipancarkan ke objek atau benda lain. Setelah diterima oleh penerima (penerima), gelombang ultrasonik diteruskan ke mikrokontroller Arduino untuk diproses menjadi nilai jarak. Untuk menunjukkan jarak antara alat pengukur dan objek, hasil data yang diproses mikrokontroller Arduino akan dikirim[8].

Sensor ultrasonik merupakan perangkat yang dapat untuk merubah besaran fisik berupa frekuensi menjadi sinyal listrik dan sebaliknya. Cara kerja sensor didasarkan pada pemantulan gelombang suara yang dikirimkan oleh transmitter, kemudian diterima oleh receiver setelah memantul dari permukaan objek. Sensor ini bekerja dengan menggunakan frekuensi ultrasonik yang berada di luar jangkauan pendengaran manusia, biasanya berkisar antara 20 kHz hingga beberapa ratus kHz. Pemanfaatan prinsip pantulan ini memungkinkan sensor untuk mengukur jarak antara sensor dan objek dengan akurat, berdasarkan waktu yang dibutuhkan oleh gelombang suara untuk kembali setelah memantul dari objek tersebut. Teknologi ini sering digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti pengukuran jarak, deteksi keberadaan benda, hingga dalam sistem parkir otomatis untuk mendeteksi jarak kendaraan dengan objek di sekitarnya. Selain itu, sensor ultrasonik sangat andal dalam lingkungan yang kurang ideal, seperti area yang penuh debu atau kabut, karena gelombang suara tidak mudah terganggu oleh kondisi optik yang buruk.[9]

2.8. Wifi

Wi-Fi Pada awalnya digunakan untuk perangkat nirkabel dan jaringan area lokal (LAN), Wi-Fi merupakan sistem standar yang dimanfaatkan untuk jaringan area lokal nirkabel (WLAN) mengacu pada spesifikasi IEEE 802.11. Kriteria baru, seperti 802.11a atau b, saat ini sedang ditingkatkan, dan spesifikasi baru menawarkan banyak kemajuan, seperti jangkauan yang lebih luas dan kemjuan pengiriman.itu dimaksudkan untuk dilakukan. hanya saja pada masa ini lebih banyak digunakan untuk menjangkau Internet. Ini mengizinkan semua orang yang mempunyai komputer nirkabel (*wireless card*) untuk tersambung ke Internet menggunakan *tethering* terdekat (juga disebut titik akses). Dari sudut pandang teknis, *Wi-Fi* adalah variasi dari interaksi dan informasi yang bertugas pada jaringan dan alat jaringan zona lokal nirkabel (WLAN). Artinya, *Wi-Fi* merupakan merek yang dikeluarkan oleh produsen untuk perangkat komunikasi (Internet) yang beroperasi di jaringan LAN nirkabel dan dipenuhi kualitas interoperabilitas yang diperlukan[2].

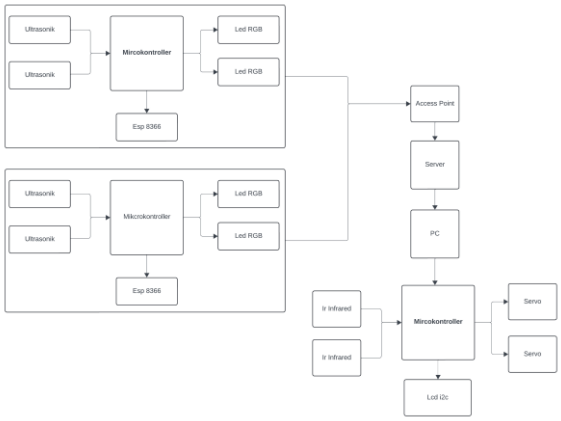
2.9. Wifi Esp 8266-12f

Perangkat keras pengembangan ESP8266 yang bernama ESP-12F memungkinkan proyek elektronik untuk terhubung ke internet. ESP-12F berperan sebagai point akses (dapat menyediakan titik panas) dan terminal (mampu terkoneksi Wi-Fi), supaya memungkinkan memperoleh angka dan memuat ke internet. ESP12F memiliki dimensi 24 mm, 16 mm, dan 3 mm. Dengan baterai 3.0v–3.6v dan memerlukan daya lebih dari 0.1mW, ESP-12F memiliki interface HSPI, UART, I2C, I2S, PWM, dan GPIO. Selain itu, modul WiFi ESP8266 dikembangkan oleh Ai-Thinker Technology dan mengintegrasikan chip Tensilica L 106 32-bit micro MCU ultra-rendah daya dalam paket kecil. Ini mendukung 80 MHz dan 160 MHz.[10]

3. METODE PENELITIAN

3.1. Skema Blok Sistem

Blok skema berguna untuk mempermudah dalam perancangan atau pengembangan alat yang akan di buat, seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 1. Skema Sistem

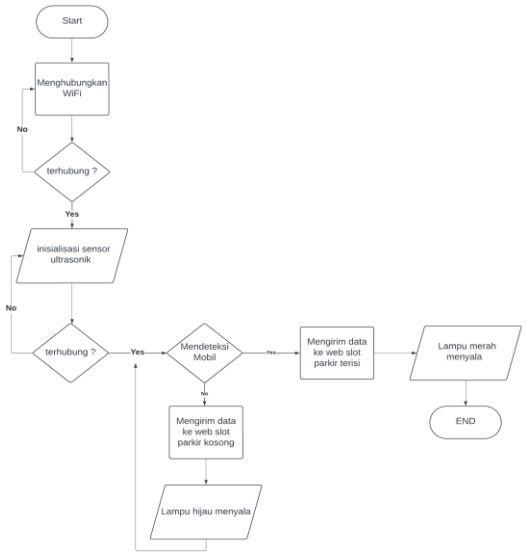
Pada tampilan diagaram sistem di atas terdapat 2 buah modul parkir yang di gunakan untuk mendeteksi mobil yang terparkir.pada setiap modul terpat 2 unit sensor ultrasonik, 2 unit Led RGB, dan 1 unit modul wifi eps-12f8266, tampilan modul parkir dapat dilihat pada gambar persegi yang di dalamnya terdapat mikrokontroller,sensor ultrasonik,led rgb,modul wifi.kemudian dari modul tersebut akan menyambung ke AP(*access point*) dari ap ke masuk ke server,dalam server akan di lakakukan penyimpanan data dari sensor ultrasonik.kemudian pada data yang masuk ke database akan diolah kembali jika pada sensor mendeteksi adanya mobil yang terparkir maka pada database akan menyimpan kondisi 1 dan pada tampilan website akan berubah menjadi merah

pada slot parkir yang terisi dan jummlah slot parkir berubah dari 4 menjadi 3.

masuk pada mikrokontroller ke 3 yang di gunakan untuk pintu masuk ke parkiran, terdapat 2 buah sensor ir infrared,2buah servo,dan 1 lcd l2c. sensor infrared dan servo di letakan pada masing masing pintu masuk dan keluar parkiran,servo akan terbuka ketika sensor infrared mendeteksi adanya mobil kemudian akan menutup ketika tidak mendeteksi mobil.kemudian untuk lcd l2c akan menampilkan jumlah slot parkir yang tersedia dengan cara mendeteksi mobil masuk dan keluar dengan sensor infrared, akan berkurang jika sensor infrared masuk mendeteksi mobil akan menambah jika sensor infrared kemluar mendeteksi.

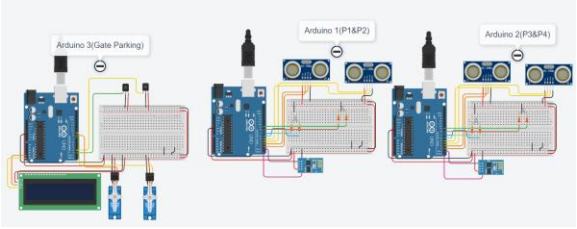
3.2. Flowchart Alat

Flowchart alat merupakan gambaran dari suatu alur kerja dari berjalannya perangkat keras pada sistem pantauan tempat parkir Cara kerja dari sistem ini dimulai dengan mendeklarasikan sensor yang akan di guankan untuk menyambungkan hardware dengan web service menggunakan cara kerja HTTP. jika hardware sudah terhubung dengan service tanpa ada suatu kesalahan kemudian akan dilakukani pemrosesan terkait pengambilan data sensor, data sensor dipakai sebagai prosesi monitoringi dimana data tersebut akan ditampilkan pada menu halaman dashboard. Seperti pada Gambar 2 berikut:



Gambar 2. Flowchart Alat

3.3. Skema Rancangan



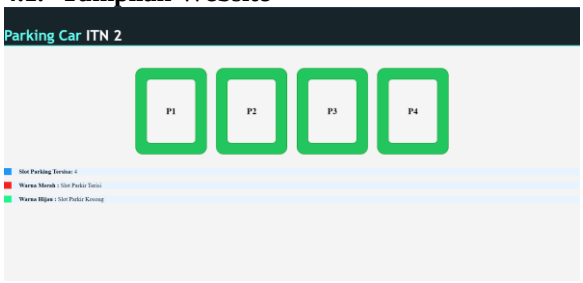
Gambar 3. Rancangan Alat

Pada skema rancangan di atas 2 arduino yang terdapat modul Wifi esp 8266 12-f yang di gunakan untuk memonitoring slot parkir yang di mana setiap sensor akan di tepatkan di bagian agas slot parkir.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahapan ini menjelaskan keseluruhan sistem yang telah di buat.Pada penelitian dengan 2-3 arduino untuk memonitoring slot parkir dan menghitung sisa parkir yang kosong.

4.1. Tampilan Website



Gambar 4. Tampilan Website

Pada gambar 4 di atas,terlihat tampilan dari halaman dashboard yang di gunakan untuk memonitoring slot parkir yang kosong.dapat di lihat dari gambar di atas jika berwarna merah maka slot parkir telah terisi jika berwana hijau slot parkir masih. kosong.

4.2. Tampilan Alat Monitoring

Pada pengerjaan dari “Rancang Bangun Sistem Smart Parking Berbasis IOT”, terdapat 2 sensor ultrasonik, 2 led RGB, dan 1 modul WiFi Esp8266 12-f pada masing masing *Microcontroller* seperti berikut ini

Gambar 5. Alat Monitoring

Pada gambar di atas terdapat sensor ultrasonik,led rgb,dan modul esp 12-f.untuk sensor

ultrasonik dan led rgb menggunakan kebel jumper dengan panjang sepanjang 1,5m untuk sensor ultrasonik dan 2m untuk led rgb.kemudian untuk cara kerja sensor ultrasonik pada tempat parkir adalah dengan menaruh senor ultrasonik di bagian langit langit tempat parkir,kemudian akan mendeteksi apakah ada mobil yang parkir atau tidak pada tempat parkir tsb.untuk led rgb di gunakan untuk melihat apakah tempat parkir tersebut sudah terisi atau tidak, jika terisi maka led rgb menjadi warna merah dan jika kosong menjadi warna hijau.

4.3. Pengujian Blackbox

Tabel 1. Pengujian blackbox

No	Nama Pengujian	Deskrisp Pengujian	Hasil yang di harapkan	Status pengujian
1	Koneksi Ke database	Memastikan sistem telah terhubung ke database	Koneksi Berhasil	Sesuai
2	Koneksi sensor ultrasonik	Memastikan sensor telah terhubung ke database dan dapat mengirim kondisi sensor	Koneksi Berhasil	Sesuai
3	Akurasi jarak sensor ultrasonik	Memastikan bahwa akurasi sensor sesuai dengan jarak sesungguhnya	Jarak Sesuai	Sesuai

Pada tabel 1 telah di lakukan 3 pengujian blackbox Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan Koneksi ke database berhasil dilakukan dengan hasil sesuai, memastikan bahwa sistem telah terhubung dengan baik ke database.Koneksi sensor ultrasonik juga berhasil, memastikan bahwa sensor dapat terhubung ke database dan mengirimkan kondisi sensor dengan tepat.Akurasi jarak sensor ultrasonik menunjukkan hasil yang sesuai dengan jarak sesungguhnya, membuktikan bahwa sensor berfungsi dengan akurasi yang diharapkan.Secara keseluruhan, seluruh pengujian menunjukkan hasil yang sesuai dengan harapan dan membuktikan bahwa sistem bekerja dengan baik.

Tabel 2. Pengujian browser

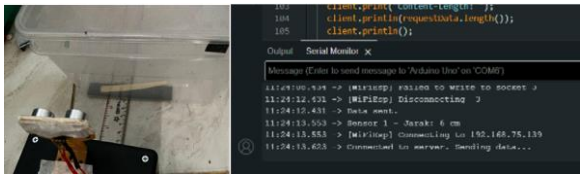
No	Menu	Browser		
		Microsoft Edge	Firefox	Chrome
1	Halaman dashboard	✓	✓	✓

Keterangan :
✓ = sesuai
X = Tidak sesuai

Pada tabel 2 telah di lakuakan pengujian pada 3 halaman browser yaitu microsoft edge, firefox dan chrome.kemudian pada tabel di atas dapat di baca pengujian pada semua browser berhasil di tampilkan sesuian.

4.4. Pengujian Komponen

Pengujian sensor ultrasonik di lakukan untuk melihat tingkat akurasi pengukuran jarak antara benda dan sensor pengujian menggunkan batuan dari box putih yang di implementasikan sebagai benda pada pengukuran jarak.



Gambar 6. Pengujian komponen

Pada gambar di atas merupakan pengujian komponen dari sensor ultrasonik menggunkan bantuan dari penggaris,dan jarak antara benda dan sensor sepanjang 6cm kemudian pada serial monitor menampilkan jarak jarak yang sama 6cm.

Tabel 3. Pengujian komponen ultrasonik

Jarak Objek (cm)		Selisih pengukuran
Penggaris	Ultrasonik	
6cm	6cm	0cm
13cm	13cm	0cm
30cm	29cm	1cm
60cm	60cm	0cm
120cm	120cm	0cm
150cm	150cm	0cm
200cm	119cm	1cm

Pada tabel 3 telah di lakukan pengujian sensor sebanyak 7 kali dengan alat bantu penggaris,untuk jarak pendek hingga menengah (6 cm, 13 cm, 30 cm, 60 cm, 120 cm, dan 150 cm), sensor ultrasonik menunjukkan hasil pengukuran yang sangat akurat dengan selisih pengukuran sebesar 0 cm untuk sebagian besar jarak dan hanya 1 cm pada jarak 30 cm. Ini menunjukkan bahwa sensor ultrasonik cukup andal dalam mengukur jarak dalam rentang ini.

Sensor ultrasonik cenderung memberikan hasil yang akurat pada jarak pendek hingga menengah, tetapi mungkin mengalami penurunan akurasi pada jarak yang lebih panjang. Oleh karena itu, sensor ini sangat cocok untuk aplikasi yang membutuhkan pengukuran jarak dalam rentang pendek hingga menengah, tetapi mungkin memerlukan kalibrasi tambahan atau alat bantu lain untuk pengukuran jarak yang lebih panjang.

4.5. Pengujian Alat

Gambar 6. Pengujian website

Pada gambar di atas alat berhasil mendeteksi adanya mobil yang parkir. Kemudian alat mengirim data ke website sehingga tampilan kotak parkir pada website berubah menjadi merah atau tempat parkir sudah terisi.

Gambar 7. Tampilan mobil keluar

Pada gambar di atas alat berhasil mendetekasi adanya mobil yang keluar pada parkiran.kemudian alat mengirim data ke website sehingga tampilan kotak parkir pada website berubah menjadi hijau atau tempat parkir kosong.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil pengujian Pada tabel 1 telah di lakukan 3 pengujian blackbox dari mengoneksikan ke database, koneksi sensor ultrasonik dan akurasi jarak pada sensor ultrasonik kemudian di dapatkan hasil yang sesuai dan akurat. Pada tabel 2 telah di lakuakan pengujian pada 3 halaman browser pengujian pada semua browser berhasil di tampilkan dan sesuai harapan. Pengujian sensor ultrasonik di lakukan untuk melihat tingkat akurasi pengukuran jarak antara benda dan sensor pengujian menggunkan batuan dari box putih yang di implementasikan sebagai benda pada pengukuran jarak dan dengan hasil yang baik. Pada pengujian komponen dari sensor ultrasonik menggunkan bantuan dari penggaris,dan jarak antara benda dan sensor sepanjang 6cm kemudian pada serial monitor menampilkan jarak jarak yang sama 6cm. Pada tabel 3 telah di lakukan pengujian sensor sebanyak 7 kali dengan alat bantu penggaris,untuk jarak pendek hingga menengah (6 cm, 13 cm, 30 cm, 60 cm, 120 cm, dan 150 cm), sensor ultrasonik menunjukkan hasil pengukuran yang akurat dengan selisih pengukuran sebesar1cm.Keseluruhan, teknologi IoT dan sensor ultrasonik terbukti mampu menjadi solusi inovatif dan efektif untuk mengatasi permasalahan parkir di area perkotaan yang padat. Disarankan untuk melakukan pengujian lebih lanjut dengan variasi objek dan kondisi lingkungan, mengoptimalkan akurasi sensor, serta meningkatkan skalabilitas dan interaksi sistem melalui aplikasi mobile atau web untuk memastikan performa sistem yang lebih andal dan efisien di lingkungan parkir nyata.

DAFTAR PUSTAKA

[1] A. Syahnas, A. Mulyana, and Hafidudin, "Perancangan Dan Realisasi Prototype Perangkat Keras Sistem Smart Parking Berbasis IoT," *e-Proceeding Appl. Scince*, vol. 9, no. 1, pp. 171–176, 2023.

[2] T. A. Julianto, "Rancang Bangun Sistem Penerangan Area Parkir Otomatis Berbasis Internet of Things (Iot) Menggunakan Esp32," pp. 1–85, 2023.

[3] A. Litha, S. A. Kadir, D. A. A.M, and W. A. Paulus, "Rancang Bangun Prototype Smart Parking Berbasis Internet Of Things (IoT)," *Proceeding Semin. Nas. Politek. Negeri Lhokseumawe*, vol. 2, no. 1, pp. 271–275, 2021.

[4] Muhammad Mufti Wibowo and Reza Nandika, "Pengembangan Trainer Kit Pada Praktikum Mikrokontroler Berbasis Internet of Things Menggunakan Blynk," *Sigma Tek.*, vol. 5, no. 2, pp. 295–304, 2022.

[5] M. I. Hafidhin, A. Saputra, Y. Rahmanto, and S. Samsugi, "Alat Penjemuran Ikan Asin Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO," *J. Tek. dan Sist. Komput.*, vol. 1, no. 2, pp. 59–66, 2020, doi: 10.33365/jtikom.v1i2.210.

[6] D. king Garba, "Global Journal of Research in Engineering & Computer Sciences," *SSRN Electron. J.*, vol. 03, no. 05, pp. 14–25, 2024, doi: 10.2139/ssrn.4894804.

[7] M. A. Rohman, I. R. Hartayu, and J. T. Elektro, "RANCANG BANGUN TABLE SAW MENGGUNAKAN SENSOR INFRARED SEBAGAI RANCANG BANGUN TABLE SAW MENGGUNAKAN SENSOR INFRARED … A . Sistem Pengaman Dengan Sensor B . Bahan untuk rancang bangun alat 1) Infared sensor(udah)," pp. 661–671, 1945.

[8] T. N. Arifin, G. Febriyani Pratiwi, and A. Janrafsasih, "Sensor Ultrasonik Sebagai Sensor Jarak," *J. Tera*, vol. 2, no. 2, pp. 55–62, 2022, [Online]. Available: http://jurnal.undira.ac.id/index.php/jurnaltera/

[9] R. Nandika, A. Pudin, and P. Gunoto, "Perancangan Robot Beroda Pemadam Api Dengan Sensor Ultrasonik Hc-Sr04 Dan Flame Sensor 5 Channel Berbasis Arduino Uno," *Sigma Tek.*, vol. 6, no. 2, pp. 389–398, 2023, doi: 10.33373/sigmateknika.v6i2.5643.

[10] M. Z. S. Sirait, E. Sonalitha, and W. Dirgantara, "Kontrol Prototipe Ruang Monitoring Kesehatan Berbasis Node-Red," *J. Tek. Elektro dan Komput. TRIAC*, vol. 9, no. 3, pp. 135–140, 2022, doi: 10.21107/triac.v9i3.17280.