

Rancang Bangun Alat Sistem Monitoring Ruang Parkir Kosong Berbasis Arduino

Arduino Based Empty Parking Space Monitoring System Tool Design

Rizal Aprianto¹, Ahnaf Zain Athallah^{2*}, Muhammad Ihsan Amrullah³

^{1,2,3}Rekayasa Sistem Transportasi Jalan, Politeknik Keselamatan Transportasi jalan, Kota Tegal, Indonesia

¹rizal.apr@pktj.ac.id, ²ahnafzain2004@gmail.com, ³ihsanamrullah2004@gmail.com,

Abstrak

Pesatnya perkembangan teknologi membuat kita terus melakukan inovasi terutama di bidang teknologi. Internet of Things (IoT) merupakan contoh dari kemajuan teknologi dengan tujuan mempermudah kinerja manusia yang dapat diterapkan salah satunya pada area sistem parkir. Secara umum, sistem parkir di Indonesia masih dikendalikan secara manual dengan mengelilingi semua lokasi parkir untuk mendapatkan lahan parkir yang kosong. Salah satu permasalahan dalam sistem parkir pada mall di Indonesia yaitu belum adanya sistem yang digunakan untuk mendeteksi ketersediaan jumlah ruang parkir kosong dan lokasi ruang parkir kosong yang ada didalam basement tersebut. Dalam situasi tertentu seperti saat cuaca hujan atau saat akhir pekan, petugas parkir mengalami kesulitan mengatur lahan parkir karena kendaraan yang masuk terlalu banyak sehingga sulit bagi petugas parkir atau pengendara untuk mencari ruang parkir yang kosong. Permasalahan tersebut dapat teratasi dengan memberikan solusi memanfaatkan mikrokontroler Arduino R3 dengan membuat prototipe sensor sistem informasi parkir menggunakan LCD dan lokasi parkir menggunakan LED sebagai sebuah penelitian. Penelitian pengembangan ini menggunakan metode ADDIE sebagai tahapan kerangka kerja terstruktur untuk pengembangan intervensi instruksional yang melibatkan evaluasi dan revisi disetiap langkahnya. Pengujian dilakukan menggunakan metode Black Box Testing melalui simulasi dengan miniature parkir, dimana sistem secara otomatis menerima dari sensor ultrasonik. Hasil pembuatan prototipe ini, memperoleh presentase keberhasilan pengujian sistem pemantauan 100% dengan kata lain peneliti telah berhasil membuat sistem pemantauan tempat parkir yang lebih efektif dan efisien.

Kata kunci: Parkir; Internet of Things (IoT); Prototipe; ADDIE ; Black Box Testing; Arduino R3

Abstract

The rapid development of technology makes us continue to innovate, especially in the field of technology. Internet of Things (IoT) is an example of technological advancement with the aim of simplifying human performance that can be applied, one of which is in the parking system area. In general, the parking system in Indonesia is still controlled manually by going around all parking locations to get empty parking lots. One of the problems in the parking system in malls in Indonesia is that there is no system used to detect the availability of the number of empty parking spaces and the location of empty parking spaces in the basement. In certain situations such as during rainy weather or on weekends, parking attendants have difficulty managing parking lots because there are too many incoming vehicles making it difficult for parking attendants or motorists to find empty parking spaces. These problems can be resolved by providing solutions utilizing the Arduino R3 microcontroller by making a prototype parking information system sensor using LCD and parking location using LED as a research. This development research uses the ADDIE method as a structured framework stage for the development of instructional interventions that involve evaluation and revision at each step. Testing is done using the Black Box Testing method through simulation with a miniature parking lot, where the system automatically receives from the ultrasonic sensor. The results of making this prototype, obtained a percentage of the success of testing the monitoring system 100% in other words, researchers have succeeded in making a parking lot monitoring system that is more effective and efficient.

Keywords: Parking; Internet of Things (IoT); Prototype; ADDIE; Black Box Testing; Arduino R3

1. Pendahuluan

Saat ini Indonesia sedang mengalami masa revolusi industri 4.0 yang ditandai dengan adanya peningkatan di setiap sektor teknologi berkembang dengan cepat dan canggih. Pesatnya perkembangan teknologi membuat kita terus melakukan inovasi terutama di bidang teknologi. Internet of Things (IoT) merupakan contoh dari kemajuan teknologi yang bertujuan mempermudah kinerja manusia [1]. Salah satu penerapan IoT yaitu pada area sistem parkir. Parkir merupakan kegiatan ketika pengemudi meninggalkan kendaraannya selama waktu tertentu, baik adanya rambu lalu lintas maupun tanpanya [2]. Peningkatan jumlah pertokoan dan pusat perbelanjaan terutama di kota-kota besar menyebabkan adanya peningkatan lalu lintas kendaraan yang tinggi, sehingga masyarakat semakin membutuhkan tempat parkir. Lahan parkir pada implementasinya dibagi menjadi 2 jenis, yaitu parkiran on street dan parkiran non on street. Parkiran on street adalah zona parkir yang lokasi atau posisinya berada pada bahu jalan sedangkan parkiran non on street adalah parkiran yang lokasinya berada tidak pada bahu jalan dengan kata lain berada di dalam gedung (outdoor) atau pada lapangan khusus parkiran [3].

Manajemen parkir yang baik harus mempertimbangkan aspek keamanan dan kemudahan bagi para pengendara. Secara umum, sistem parkir di Indonesia masih dikendalikan secara manual dengan mengelilingi semua lokasi

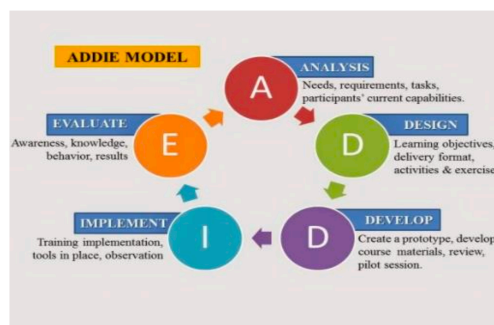
parkir untuk mendapatkan lahan parkir yang kosong. Menurut penelitian yang dilakukan oleh [4], terjadi kenaikan indeks parkir sebesar 21,33%, dengan peningkatan lebih signifikan pada akhir pekan (44,55%) dibandingkan hari kerja (23,17%). Kondisi ini berpotensi menimbulkan berbagai permasalahan, termasuk kesulitan mencari lahan parkir yang dapat berujung pada kemacetan lalu lintas dan terganggunya kelancaran aktivitas. Seperti yang terjadi di suatu basemant mall di sebuah kota yang diunggah melalui berita bahwa terjadi pengendara yang berebut lokasi parkir di basemant sehingga terjadi perdebatan dan menyebabkan terjadinya kemacetan di basemant [5] Pemandangan seperti ini sering dijumpai di berbagai lokasi seperti perkantoran, mall, hotel, dan tempat lainnya yang menggunakan lahan parkir non on street [6].

Pasific Mall adalah salah satu mall yang terletak di Kota Tegal dengan memiliki basemant atau lahan parkir kendaraan mobil yang cukup luas. Salah satu permasalahan dalam sistem parkir pada mall tersebut adalah belum adanya sistem yang digunakan untuk mendeteksi ketersediaan slot parkir yang ada didalam basemant tersebut. Pada saat ini petugas parkir melakukan pemantauan dan mengatur parkir dengan cara tradisional yang membutuhkan banyak petugas parkir [7]. Dalam kondisi tertentu, seperti saat cuaca hujan atau saat akhir pekan tentunya petugas parkir mengalami kesulitan mengatur lahan parkir karena kendaraan yang masuk terlalu banyak sehingga sulit bagi petugas parkir atau pengendara untuk mencari ruang parkir kosong. Hal tersebut sama persis yang dirasakan oleh pengguna basemant di masjid istiqlal saat idul fitri [8], dimana terdapat juru parkir memanfaatkan kesempatan pengendara yang sedang mencari tempat parkir di basemant dengan tarif parkir yang mahal tentunya hal tersebut melanggar ketentuan aturan parkir yang ada di Indonesia.

Mengatasi permasalahan tersebut, peneliti mencari solusi dengan memanfaatkan mikrokontroler dengan membuat prototipe sensor sistem informasi parkir. Arduino R3 adalah sebuah papan mikrokontroler yang dirancang untuk memudahkan pengembangan berbagai proyek elektronik, baik yang bersifat sederhana maupun rumit. [9]. Sistem berbasis mikrokontroler membutuhkan integrasi sensor ultrasonik untuk melakukan pemantauan terhadap ketersediaan slot parkir. Fungsi utama sensor HC-SR04 adalah mendeteksi jarak objek dengan memancarkan gelombang ultrasonik dan mengukur waktu tunda pantulannya. Pada dasarnya, sensor ini mengadopsi prinsip radar ultrasonik, yaitu mengirimkan gelombang ultrasonik dan menunggu sinyal tersebut diterima kembali.[10]. Sensor ini cocok untuk digunakan di area parkir yang membutuhkan pendeteksi jarak, seperti alat pembantu parkir. Selain itu peneliti menggunakan LCD yang diletakkan di pintu masuk basemant untuk menampilkan informasi sisa ruang parkir yang tersedia di basemant, sehingga pengendara sudah dapat memastikan bahwa saat masuk basemant sudah pasti mendapatkan tempat parkir. Pengujian dilakukan melalui simulasi dengan miniatur parkir, Dimana sistem secara otomatis menerima dari sensor ultrasonik. Akses informasi ini tentunya menjadi sarana untuk memudahkan kepada pengguna kendaraan roda empat serta pengelolaan parkir secara lebih teratur.

2. Metode

Metode yang digunakan untuk sebuah penelitian pengembangan menggunakan metode yang dapat menciptakan dan menguji efektivitas suatu produk tertentu. Model yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation*). Desain ini dikembangkan pertama kali oleh Dick & Carry tahun 1996 untuk mengembangkan produk pembelajaran [11]. Pemilihan model ini didasarkan pada karakteristiknya yang sistematis, sederhana dalam implementasi, serta fleksibilitasnya dalam beradaptasi dengan berbagai kondisi, menjadikannya tetap relevan hingga masa kini. [12]. Selain itu, model ADDIE memungkinkan adanya evaluasi dan revisi di setiap tahap pengembangan intervensi instruksional [13]. Gambar 2.1 prosedur model pengembangan ADDIE.



Gambar 1. Prosedur Pengembangan ADDIE [13]

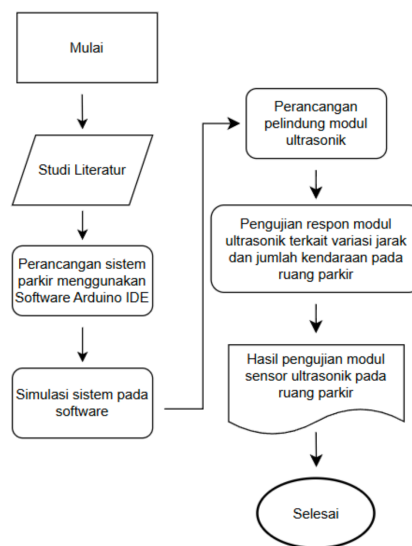
Prosedur pengembangan ADDIE terdiri dari 5 tahap yang meliputi Analisis, Desain, Pengembangan, Implementasi, dan Evaluasi. Model ADDIE sering digunakan dalam penelitian pengembangan karena memiliki tahapan yang sistematis. Namun, pada penelitian ini, model pengembangan tersebut dimodifikasi sehingga hanya mencakup tahap implementasi saja, sesuai dengan kebutuhan penelitian.

2.1 Tahap Analisis (*Analyze*)

Tahap analisis merupakan langkah penting dalam membangun solusi efektif untuk pengawasan ketersediaan parkir. Tahap ini dimaksudkan untuk mendapatkan pemahaman tentang masalah yang ada di industri dan menentukan kebutuhan yang perlu dipenuhi. Berdasarkan hasil penelitian [4], bahwa terjadi peningkatan parkir pada saat akhir pekan tentunya akan menyebabkan permasalahan seperti, kesulitan dalam menemukan slot parkir yang tersedia, antrian kendaraan yang memanjang hingga area luar basement, serta terganggunya aktivitas pengguna parkir di lokasi tersebut. Oleh sebab itu, diperlukan implementasi solusi untuk mengatasi permasalahan-permasalahan tersebut. Sistem monitoring ketersediaan area parkir dengan sensor ultrasonik dan Arduino R3 adalah solusi yang dapat diterapkan. Adapun komponen *hardware* yang digunakan agar sistem ini dapat berjalan meliputi Sensor Ultrasonik HC-SR04 mendeteksi keberadaan kendaraan dan kabel SMD version untuk mengirimkan *coding* dari *software* Arduino IDE ke perangkat keras Arduino R3 kemudian menghasilkan output berupa LED untuk menandakan lokasi parkir dan LCD untuk memberikan informasi sisa tempat parkir di *basement*. Integrasi antar komponen menghasilkan sistem yang mampu memberikan informasi kepada pengendara terkait ketersediaan area parkir secara *real-time*. Analisis kebutuhan untuk pembuatan *prototipe* miniatur lahan parkir membutuhkan beberapa perlengkapan alat tulis kantor untuk menciptakan miniatur yang representatif. Untuk membentuk struktur dasar *prototipe*, digunakan beberapa material utama yaitu, menggunakan *styrofoam* dan papan akrilik. Saat memotong *styrofoam* membutuhkan alat pemotong seperti *cutter* atau pisau yang diukur menggunakan penggaris agar hasil potongan *styrofoam* presisi. *Ballpoint* dan spidol digunakan untuk memberi tanda serta garis pada *styrofoam*, memastikan bahwa proses pemotongan dan penempatan komponen dilakukan sesuai dengan rencana. Pembuatan lubang dan pemasangan sensor ultrasonik dilakukan menggunakan solder atau lem untuk memastikan akurasi posisi dan akrilik yang di lem untuk menempatkan LCD sebagai sistem informasi.

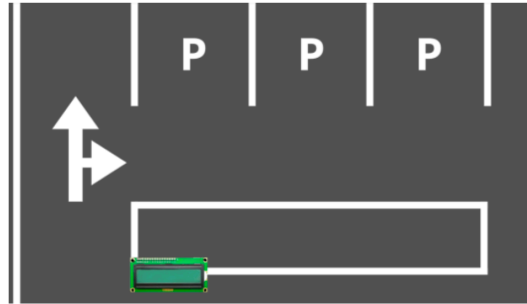
2.2 Tahap Desain (*Design*)

Pada tahap ini berfungsi sebagai panduan untuk merancang prototipe sistem ketersediaan area parkir setelah mendapatkan informasi dari tahap analisis. Fokus desain ini adalah pada proses pembuatan prototipe mikrokontroler yang memiliki kemampuan untuk memantau ketersediaan tempat parkir secara efisien. Menurut [14], *flowchart* merupakan diagram yang menunjukkan tahapan yang harus dilakukan untuk menyelesaikan masalah. Pada gambar 2. menunjukkan *flowchart* atau diagram alir dari penyusunan rancangan pengujian sistem monitoring parkir.



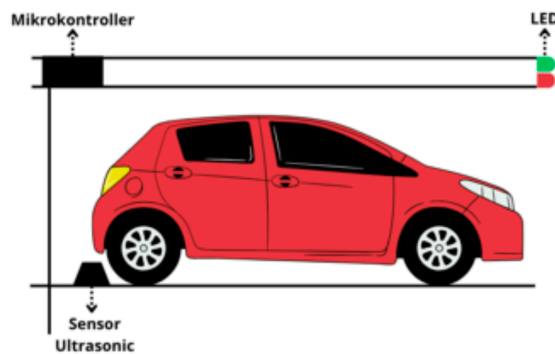
Gambar 2. *Flowchart* penyusunan rancangan pengujian sistem monitoring parkir

Gambar diatas menunjukkan proses atau tahapan umum yang dilakukan peneliti untuk menghasilkan rancangan sistem monitoring parkir. Hal tersebut dapat berjalan dengan lancar apabila peneliti tidak melewati salah satu atau sebagian dari proses penyusunan tersebut. Dalam perancangan sistem parkir menggunakan *software* Arduino IDE ini membutuhkan rangkaian sistem yang akan bekerja, yaitu sensor dipasang di setiap slot parkir tepatnya pada *stopper* ban yang nantinya berfungsi mendeteksi apakah area tersebut sudah terisi oleh mobil atau tersedia. Apabila tempat parkir sudah terisi oleh kendaraan maka sensor akan memberikan informasi kepada LCD dengan penerapan LCD seperti pada gambar 3. dan LED untuk menandakan bahwa parkir telat terisi. Desain penerapan sensor ini tertera pada gambar 4.



Gambar 3. Desain penempatan LCD

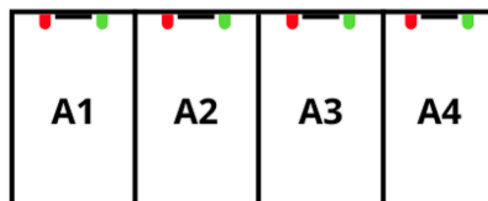
Informasi yang diperoleh oleh sensor akan diteruskan ke Arduino yang nantinya akan mengendalikan komunikasi dengan LCD yang di letakkan pada pintu masuk basemant untuk memberikan informasi mengenai sisa ruang parkir yang tersedia. LCD berfungsi sebagai pemberi informasi area parkir yang kosong dengan angka 0 sebagai penanda tempat parkir sudah terisi dan angka 1 sebagai penanda tempat parkir tersedia. Apabila tempat parkir pada setiap slot sudah penuh, maka pada layar LCD bertuliskan “PARKIR PENUH”.



Gambar 4. Desain rancangan sistem parkir

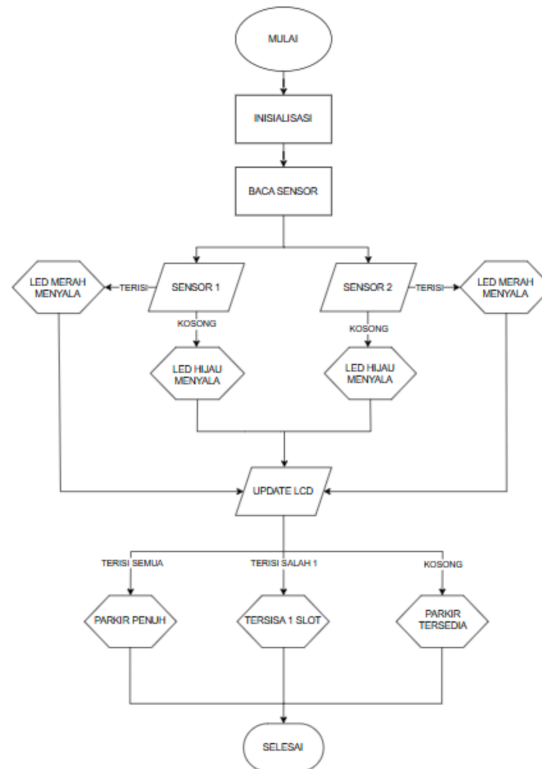
Informasi yang diperoleh oleh sensor akan diteruskan ke Arduino yang nantinya akan mengendalikan komunikasi dengan lampu LED. Setiap slot parkir akan memiliki LED yang akan berganti warna berdasarkan informasi dari sensor. Lampu LED digunakan untuk menyampaikan kepada pengemudi terhadap kondisi slot parkir tersebut, apabila lampu LED warna (hijau) memiliki arti (area parkir tersedia) sedangkan LED warna (merah) memiliki arti (area parkir terisi).

Berikut merupakan denah desain pendeteksi tempat parkir dengan menerapkan sensor ultrasonik pada stopper ban dan menempatkan LED pada area atas tempat parkir untuk memudahkan pengemudi melihat LED. Pada Gambar 5. Menunjukkan denah desain pada miniatur yang telah dibuat. Dalam desain akhir ini, sistem akan bekerja sesuai dengan yang telah direncanakan sebelumnya.



Gambar 5. Denah Desain Miniatur

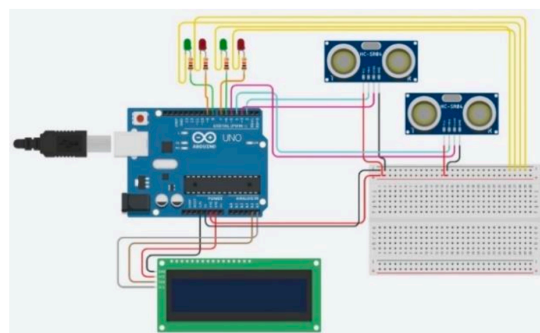
Pada gambar 6. Menunjukkan alur kerja sistem monitoring parkir menggunakan sensor untuk mengukur jarak kepada kendaraan dan kemudian warna LED akan menunjukkan status area parkir sehingga diharapkan dapat memudahkan pengemudi saat hendak parkir.



Gambar 6. Flowchart sistem monitoring parkir

2.3 Tahap Pengembangan (*Development*)

Setelah tahap analisis dan tahap desain, langkah selanjutnya yang dilakukan peneliti adalah melakukan konsep yang telah dirancang dalam tahap desain dengan tujuan untuk mewujudkan menjadi produk konkret. Pada tahapan ini, produk akan dikembangkan dengan mengimplementasikan komponen *hardware*, *software*, dan sistem antarmuka yang telah direncanakan. Pengembangan Hardware, proses ini melibatkan rangkaian komponen utama seperti Sensor Ultrasonik HC-SR04, Arduino IDE R3, LED (hijau dan merah) dan LCD (*Liquid Crystal Display*). Sesuai dengan desain yang telah direncanakan, rangkaian ini dirancang dan dirakit dengan teliti. Gambar 7. menggambarkan skema sistematis dari rangkaian yang akan dikembangkan, dimana objek yang ditunjukkan yaitu sensor ultrasonik yang dihubungkan ke Arduino bertindak sebagai otak sistem yang mengatur seluruh rangkaian perangkat keras. Data yang diproses oleh mikrokontroler ini kemudian diubah menjadi output visual melalui LED dan LCD sebagai bentuk hasil akhir.

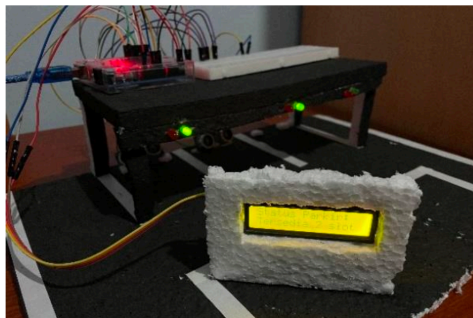


Gambar 7. Sistematis Rangkaian Hardware

Setelah itu, rangkaian ini dirancang untuk terintegrasi dengan Arduino Uno yang berperan sebagai pusat kendali seluruh sistem. Arduino Uno akan mengatur berbagai fungsi disetiap komponen seperti mengolah data dari sensor ultrasonik dan kemudian menampilkan hasilnya secara visual melalui indikator LED dan LCD yang telah terhubung. Setelah seluruh komponen terintegrasi dengan baik, selanjutnya rangkaian *hardware* dipasang pada masing-masing spot parkir yang telah ditentukan. Pengembangan *Software* menjadi peran utama dalam memastikan keberhasilan menyajikan informasi ketersediaan parkir secara real-time. Dengan membuat program IDE Arduino, peneliti dapat mengontrol dan mengatur interaksi antara berbagai komponen perangkat keras seperti Arduino Uno, sensor ultrasonik, LED, dan LCD. Program berfungsi untuk mengatur status LED dan LCD sesuai kondisi parkir dan mengambil data dari sensor ultrasonik dalam waktu nyata.

2.4 Tahap Implementasi (*Implementation*)

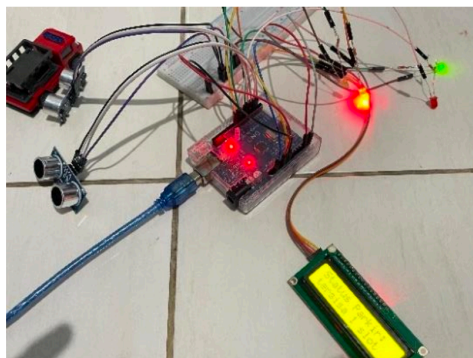
Selanjutnya produk yang telah dikembangkan dapat diaplikasikan berupa miniatur lahan parkir yang dilengkapi dengan *hardware*, termasuk sensor ultrasonik, LED, dan Arduino Uno. Langkah pertama yang harus dilakukan yaitu membentuk lahan parkir sesuai dengan desain yang direncanakan sebelumnya dengan bahan dasar *styrofoam*. LCD diberi lem untuk dipasang di akrilik, kemudian di letakkan pada pintu masuk *basement*. Selanjutnya, membuat tempat untuk meletakkan sensor ultrasonik dengan bantuan solder agar hasil lebih rapih. Setelah memasang sensor ultrasonik, langkah selanjutnya memasang LED diatas tiap sensor ultrasonik dengan tujuan memberikan indikasi visual tentang status ketersediaan tempat parkir pada pengguna. Pencahayaan LED akan berubah sesuai dengan kondisi sensor, memudahkan penggunaan dalam menentukan ketersediaan tempat parkir. Terakhir, membuat garis pemandu pada miniatur lahan parkir yang bertujuan untuk membantu dalam menunjukkan setiap slot parkirnya dengan lebih jelas. Dengan menyelesaikan tahap implementasi ini, miniature lahan parkir sudah siap digunakan sebagai gambaran dari sistem monitoring ketersediaan tempat parkir. Berikut merupakan gambar miniatur tempat parkir yang telah dibuat.



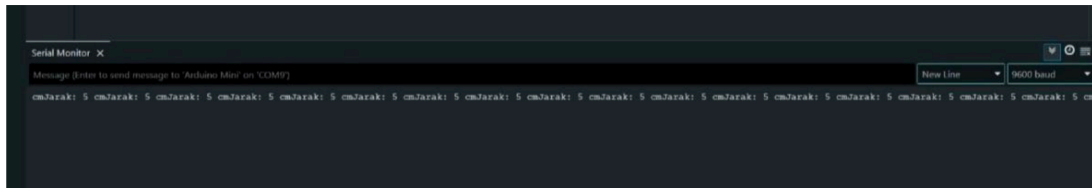
Gambar 9. Miniatur tempat parkir

2.5 Tahap Evaluasi (*Evaluation*)

Langkah ini berfungsi sebagai proses evaluatif untuk menilai tingkat kualitas dari produk yang dikembangkan yang telah digunakan dan menemukan kekurangan atau kelemahan. Hal ini memegang peranan penting dalam menjamim produk yang dihasilkan sudah sesuai standar kualitas yang diharapkan. Metode evaluasi yang digunakan yaitu menggunakan metode *black box*. Metode ini mencakup pengujian perkomponen dan fitur hardware maupun software [15]. Pengujian perangkat keras mencakup evaluasi kinerja dari sensor ultrasonik HC-SR04 dengan menguji kemampuan membaca objek dengan jarak tertentu. Pada pengujian tahap kedua, sensor difokuskan untuk merespons apabila terdeteksi adanya benda di dekatnya sehingga sensor dapat memberikan informasi yang kemudian menghasilkan output berbentuk informasi pada LCD. Selanjutnya, bagaimana sensor dapat merespons dan mengontrol LED berdasarkan jarak yang terdeteksi. Peneliti meletakkan sebuah objek di satu slot parkir dengan sensor yang tersedia. Kemudian peneliti menetapkan jarak objek dengan sensor kurang dari 30 cm maka LED pada sensor berubah warna merah dan jika jarak lebih dari 30 cm maka LED berwarna hijau. Gambar 9. Merupakan hasil pengujian peneliti terkait komunikasi antara sensor dengan LED dan sensor dengan LCD untuk menginformasikan terkait jumlah ruang parkir yang tersedia. Selain itu, penguji juga melihat dari serial monitor untuk memastikan jarak antara sensor dengan benda yang didepannya akurat dengan ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Pengujian komunikasi sensor ultrasonik dengan LCD dan LED

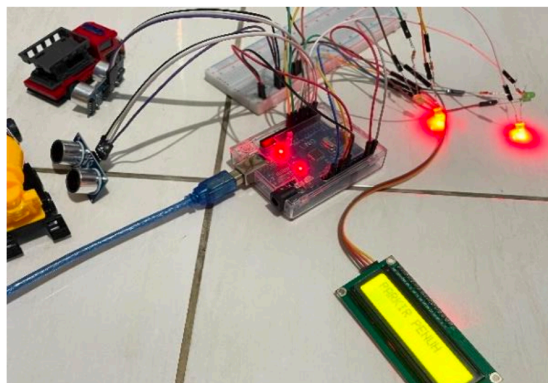


Gambar 12. Pemantauan pada serial monitor terhadap jarak parkir kendaraan

3. Hasil dan Pembahasan

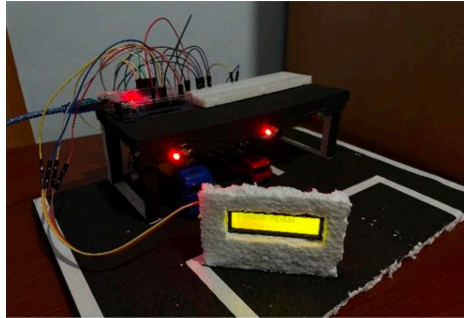
Komponen *hardware* membutuhkan sejumlah komponen utama, salah satunya adalah sensor ultrasonik HC-SR04 yang berfungsi sebagai detektor keberadaan kendaraan pada masing-masing area parkir dan jumlah kendaraan yang sedang parkir. Selanjutnya, peran utama Arduino Uno dalam sistem ini adalah sebagai pengendali pusat yang memastikan integrasi antara perangkat keras dan perangkat lunak berjalan dengan baik. Pada bagian perangkat lunak, peneliti menggunakan Arduino Integrated Development Environment (IDE) sebagai platform utama untuk menulis kode program, mengkompilasi sketch, dan mengunggah firmware ke board Arduino Uno dalam proses pengembangan sistem. Di sisi lain, perancangan miniatur lahan parkir dilakukan menggunakan bahan dasar *styrofoam* dan perlengkapan alat tulis kantor.

Hasil perancangan alat ini menggunakan arduino yang dilakukan dalam bentuk prototype dan simulasi. Langkah awal dari proses alat ini dimulai ketika kendaraan yang akan memasuki area parkir kemudian pengendara akan melihat sebuah layar LCD yang berada di area depan masuk apakah masih terdapat sisa tempat parkir atau sudah terisi penuh. Berikut merupakan hasil dari pembacaan sensor ultrasonik yang di informasikan ke LCD. Setelah pengendara mendapatkan informasi, maka keputusan ada di pengendara apakah akan masuk atau tidak, apabila pengendara memasuki area parkir langkah selanjutnya pengendara dapat memarkirkan kendaraannya sesuai dengan informasi yang diberikan oleh LED apabila (hijau) kosong dan (merah) terisi dan pada saat kendaraan parkir maka secara otomatis sensor infrared akan mengirimkan sebuah data masukan kepada arduino yang akan ditampilkan pada layar LCD hasil sisa tempat parkir terbaru. Langkah ini akan berhenti apabila semua tempat parkir sudah terisi penuh semua, dimana layar LCD akan menampilkan teks yang bertulisan “PARKIR PENUH”. Adapun peneliti perlu mengumpulkan pengumpulan data dari beberapa referensi baik dari penelitian sebelumnya atau buku terkait, jurnal maupun internet yang bisa dipertanggungjawabkan. Hasil yang didapatkan dari pengembangan *hardware* berupa rangkaian sederhana yang kemudian akan diimplementasikan pada miniature area parkir.



Gambar 13. Rangkaian Hardware Sederhana

Pada Gambar 13. Menunjukkan rangkaian *hardware* sederhana yang dimana laptop digunakan sebagai sumber listrik utama pada rangkaian, kemudian disalurkan melalui kabel menuju ke Arduino sebagai pengendali utama pada rangkaian ini. Arduino akan mengirimkan pesan kepada LCD dan LED sesuai dengan *software* yang telah di artikan sebelumnya. Peneliti membuat fungsi apabila jarak objek kurang dari atau sama dengan 30 cm, maka sensor akan menerjemahkan parkir tersebut telah terisi kemudian akan menghidupkan LED merah dan memberikan informasi kepada layar LCD bahwa status parkir telah terisi. Produk yang telah dikembangkan akan dibuat ke dalam sebuah miniatur area parkir. Setiap slot parkir yang ada didalam miniatur tersebut akan dipasang komponen *hardware* termasuk sensor ultrasonik, LED, dan Arduino Uno secara fisik.



Gambar 14. Gambar miniatur yang telah dibuat

Setelah alat pada sistem pendeteksi ketersediaan ruang parkir kosong dan informasi ketersediaan jumlah ketersediaan ruang parkir telah dirakit, penulis menguji alat tersebut secara bersama-sama dengan menunjukkan berbagai kondisi dan hasil akhir dari alat yang tersedia dengan menggunakan metode *black box* seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengujian komponen alat

No	Komponen	Pengujian	Harapan Hasil	Hasil Uji
1.	Sensor Ultrasonik	Meletakkan kendaraan di depan pancaran sensor ultrasonic HC-SR04 sejauh 30 cm pada kondisi nyata dan 10 cm pada prototipe	LCD akan menampilkan angka ketika ruang parkir terisi kendaraan, maka bernilai 1 dan juga menampilkan ruang parkir kosong yang bernilai 0. LED akan berwarna merah apabila sensor mendeteksi jarak kendaraan ≤ 10 cm dan berwarna hijau apabila sensor mendeteksi jarak ≥ 10 cm.	Sesuai harapan
2.	Tampilan LCD	Sensor ultrasonic mendeteksi objek sebanyak batas maksimum yang telah ditetapkan	LCD akan menampilkan teks bertuliskan "PARKIR PENUH" apabila seluruh ruang parkir telah terisi penuh	Sesuai harapan

Setelah itu, peneliti melakukan uji respons sensor dengan diletakkan objek sejauh 30 cm pada prototipe yang sebelumnya telah dilakukan survey di lapangan sejauh 30 cm untuk jarak sensor dapat mendeteksi benda sejauh 30 cm. Uji respons sensor dilakukan sejauh 30 cm di depan sensor dibantu penggaris untuk memastikan pengukuran yang presisi dan menghindari kesalahan, selanjutnya data hasil pembacaan jarak yang terdeteksi oleh sensor dapat dilihat pada Arduino IDE dan dibandingkan dengan jarak sebenarnya. Adapun rumus yang digunakan untuk mendapatkan persentase jarak sebenarnya yaitu:

$$\frac{\text{Rata - rata hasil pada sensor}}{\text{Jarak sebenarnya}} \times 100\%$$

Setelah mendapatkan persentase jarak sebenarnya, peneliti mencari presentase *error* disetiap pengujian sensor dengan rumus:

$$\frac{\text{Rata - rata error}}{\text{Jarak sebenarnya}} \times 100\%$$

Adapun hasil pengujian sistem monitoring yang telah dilakukan sebagai berikut:

Tabel 2. Pengujian Jarak Sensor pada Kendaraan

No	Jarak Sebenarnya	Hasil Sensor	Error
1.	30	30	0
2.	30	26	1
3.	30	30	0
4.	30	30	0
5.	30	30	0
6.	30	30	0
7.	30	29	1
8.	30	30	0
9.	30	30	0
10.	30	30	0
		Keterangan	Berhasil

Tabel 3. Pengujian Jumlah Slot Parkir

No	Slot	Hasil	Error
1	Kosong 1	Tersisa 1 Slot	0
2	Kosong 2	Tersisa 2 Slot	0
3	Kosong 3	Parkir Penuh	0

Setelah adanya pengujian sistem monitoring tempat parkir, peneliti mendapatkan hasil presentase keberhasilan mencapai 100% yang berarti penelitian ini berhasil membuat sistem monitoring tempat parkir yang lebih efisien dengan diharapkan dapat menyelesaikan permasalahan di lapangan.

4. Simpulan

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan prototipe sistem pemantauan ketersediaan tempat parkir secara efektif dengan kemampuannya mengidentifikasi tempat parkir yang tersedia dan mengidentifikasi jumlah ruang parkir kosong yang tersedia secara akurat dengan tujuan meningkatkan kenyamanan bagi pengguna di area parkir/basement. Sistem terintegrasi ini menawarkan solusi untuk mengatasi permasalahan kebingungan dan ketidakpastian ruang parkir kosong kepada pengendara serta mengatasi kemacetan parkir terutama pada tempat parkir tertutup seperti pada pusat perbelanjaan serta memberikan pengalaman yang lebih baik bagi pengguna parkir. Peneliti mendapatkan bahwa kinerja sistem pengawasan ini mencapai tingkat keberhasilan sempurna pada pengujian sistem pengawasan yang mendapatkan hasil sebesar 100%. Penemuan ini menunjukkan pencapaian yang signifikan dalam upaya meningkatkan pengelolaan tempat parkir di era sekarang. Adapun saran yang diberikan peneliti untuk meningkatkan kinerja sistem ini, yaitu peningkatan kualitas sensor dan hardware yang digunakan memastikan pengukuran ketersediaan tempat parkir yang lebih akurat. Pemilihan catu daya atau power supply yang tepat mempertimbangkan tidak hanya kecukupan arus, tetapi juga tegangan dan efisiensi energi, sehingga seluruh komponen elektronik dapat bekerja optimal tanpa gangguan. Kemudian untuk penelitian selanjutnya diharapkan dapat menambahkan tampilan website informasi slot parkir dengan menggunakan hardware NodeMCU Eps8266 untuk mengirimkan data ke database, menggunakan Visual Studio Code untuk membuat tampilan website, dan firebase sebagai platform penyimpanan data online.

Kontribusi

Konseptor: Rizal Aprianto, Ahnaf Zain Athallah, Muhammad Ihsan Amrullah; Kajian Pustaka: Ahnaf Zain Athallah; Metodologi: Ahnaf Zain Athallah, Muhammad Ihsan Amrullah; Pembuatan Alat: Muhammad Ihsan Amrullah; Pengolahan dan Interpretasi Data: Ahnaf Zain Athallah, Muhammad Ihsan Amrullah; Pembahasan dan Simpulan: Seluruh Author

Referensi

- [1] R. Chandra Aldi Wibawa, F. Baskoro, I. B. Gusti Putu Asto, and N. Kholis, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Area Parkir Kosong pada Pusat Perbelanjaan Berbasis Internet of Things (IoT) dengan Telegram Bot," *J. Tek. Elektro UNESA*, vol. 11, no. 2, pp. 182–189, 2022.
- [2] M. E. Mulyadi, L. D. Samsumar, and M. M. Efendi, "PERANCANGAN SISTEM MONITORING LAHAN PARKIR PADA AREA BASEMENT HOTEL ASTON INN MATARAM BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)," vol. 1, no. 4, pp. 316–326, 2024.
- [3] M. Akbar and S. Jura, "Sistem Tersepat Pendeteksi Slot Parkir," *J. Inf. Sains dan Teknol.*, vol. 3, no. 2, pp. 291–298, 2018, [Online]. Available: <https://doi.org/10.24252/instek.v3i2.6047>
- [4] R. M. Ichsan, "Analisis Kebutuhan Parkir Pada Gedung Parkir Java Supermall Peterongan Semarang," *J. Pengemb. Rekayasa dan Teknol.*, vol. 6, no. 1, p. 1, 2022, doi: 10.26623/jprt.v18i1.4702.
- [5] "Begini Jadinya kalau Gak Sabaran, Cari Parkir di Basement Berujung Serempetan," otosia.com. Accessed: Jul. 10, 2025. [Online]. Available: <https://www.otosia.com/mobil/begini-jadinya-kalau-gak-sabaran-cari-parkir-di-basement-berujung-serempetan-154734-mvk.html?page=2>
- [6] S. Ariyani, H. Setyawan, and D. A. Dimas, "Prototype Sistem Parkir Bergerak Berbasis IoT Menggunakan Rasperry Pi," *J. Tek. Elektro dan Komputasi*, vol. 2, no. 2, pp. 96–111, 2020, doi: 10.32528/elkom.v2i2.3438.
- [7] D. Hernikawati, "Perbandingan Solusi Parkir Konvensional dengan Smart Parking," *Maj. Semi Ilm. Pop. Komun. Massa*, vol. 2, no. 2, pp. 118–130, 2021.
- [8] W. arum Wibawana, "Viral Soal Jukir Liar, Begini Aturan Parkir di Basement Masjid Istiqlal," *detiknews*. Accessed: Jul. 10, 2025. [Online]. Available: <https://news.detik.com/berita/d-7337993/viral-soal-jukir-liar-begini-aturan-parkir-di-basement-masjid-istiqlal>
- [9] M. Muslihudin, "Implementasi Aplikasi Rumah Pintar Berbasis Android Dengan Arduino Microcontrolle," *J. Keteknikan dan Sains-LPPM UNHAS*, vol. 1, no. 1, pp. 23–30, 2018.
- [10] R. Risdiandi, "Analisis Cara Kerja Sensor Ultrasonik Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno Untuk Merancang Alat Deteksi Banjir Secara Otomatis," *OSF Prepr. January*, vol. 1, no. January 2020, p. 1, 2021, doi: 10.13140/RG.2.2.24386.61123.
- [11] R. A. H. Cahyadi, "Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Addie Model," *Halaqa Islam. Educ. J.*, vol. 3, no. 1, pp. 35–42, 2019, doi:10.21070/halaqa.v3i1.2124.
- [12] N. and M. Angko, "Pretest Posttest Group .," *Kwangsan*, vol. 1, no. 1, pp. 1–15, 2013.
- [13] K. L. Gustafson, "Survey of Instructional Development Models," in *Survey of Instructional Development Models*, Third Edit., Syracuse, New York, 1977, p. 106.
- [14] J. R. Fauzi, "Algoritma Dan Flowchart Dalam Menyelesaikan Suatu Masalah Disusun Oleh Universitas Janabadra Yogyakarta 2020," 2020.

- [15] Uminingsih, M. Nur Ichsanudin, M. Yusuf, and S. Suraya, "Pengujian Fungsional Perangkat Lunak Sistem Informasi Perpustakaan Dengan Metode Black Box Testing Bagi Pemula," *STORAGE J. Ilm. Tek. dan Ilmu Komput.*, vol. 1, no. 2, pp. 1–8, 2022, doi: 10.55123/storage.v1i2.270.