

PERANCANGAN *SMART PARKING SYSTEM* BERBASIS *ARDUINO UNO*

Andri Firmansyah¹⁾, Dimas Ardi Pratama²⁾

Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik
Universitas Pelita Bangsa
andrifirmansyah@pelitabangsa.ac.id,

Disetujui, 25 September 2019

Abstraksi

Di Indonesia sangat jarang dibahas mengenai teknologi *Smart Parking*, terutama area khusus seperti gedung-gedung bertingkat seperti pusat pembelanjaan, rumah sakit, bandara, sekolah dan perkantoran. Salah satu perkembangan teknologi dalam bidang *transportasi* yang dapat kita temukan adalah sistem pelayanan parkir. Untuk merancang sebuah rangkaian yang berfungsi untuk mengatur sistem perparkiran. Untuk mengetahui secara pasti sisa kapasitas ruang parkir yang terisi dan tidak terisi. Penelitian ini menggunakan *Smart Parking Sistem Berbasis Arduino Uno* dan dibuat di Rama Futsal dengan alamat Perum Wisma Jaya, Jl. Kusuma Barat No. 1, Duren Jaya, Bekasi Timur, RT.007/RW.017, Duren Jaya, Kec. Bekasi Tim., Kota Bekasi, Jawa Barat 17111. Dikarenakan di area parkir ini menggunakan sensor ultrasonik untuk mengendalikan dengan menggunakan *Arduino Uno*.

Kata Kunci : *Arduino Uno, Sistem Kendali, Smart Parking, Sensor Ultrasonik.*

Abstract

In Indonesia, it is very rarely discussed about Smart Parking technology, especially special areas such as multi-storey buildings such as shopping centers, hospitals, airports, schools, and offices. One of the technological developments in the field of transportation that we can find is the parking service system. To design a circuit that functions to foster a parking system. To see for sure, a filled and unfilled parking area. This study uses a Smart Parking System based on Arduino Uno and is made at Rama Futsal with the address of Perum Wisma Jaya, Jl. Kusuma Barat No.1, Duren Jaya, Bekasi Timur, RT.007 / RW.017, Duren Jaya, Kec. Bekasi Tim., Bekasi City, West Java 17111. Parking areas are not subject to ultrasonic sensors to control using the Arduino Uno.

Keywords : *Arduino Uno, Control System, Smart Parking, Ultrasonic Sensor.*

1. Pendahuluan

Di Indonesia saat ini masih sangat jarang mengenai teknologi *smart parking*, terutama seperti area khususnya seperti perkantoran, pusat pembelanjaan, rumah sakit, sekolahan, dan bandara. Maka dari itu perkembangan teknologi dalam bidang *transportasi* yang dapat kita temukan adalah sistem pelayanan parkir. Saat ini perparkiran dalam suatu gedung-gedung sudah mulai menggunakan sistem otomatisasi dalam pengoperasiannya, tetapi pengguna parkir masih sajah terkendala atau kesulitan dalam hal mencari tempat parkir yang sangat kosong maka dengan mengelilingi area parkir tersebut sehingga kurang efisien dan membutuhkan waktu yang sangat lama untuk memarkirkan kendaraan. Jika proses pelayanan tersebut dapat digantikan dengan menggunakan sistem yang lebih maju lagi maka akan sangat menguntungkan bagi pengguna parkir, baik itu untuk perusahaan besar atau tempat umum lainnya. [1]

1. Berdasarkan hal tersebut maka peneliti merasa perlu membuat suatu alat kendali parkir cerdas (*smart parking*) dengan menggunakan mikrokontroler sebagai otak pengendalian. Komponen yang digunakan dalam pembuatan alat kendali sistem parkir sangat banyak di pasaran. Rangkaian yang digunakan meliputi beberapa komponen seperti sensor ultrasonik, mikrokontroler, kabel jumper, dan lain sebagainya.
2. Informasi sangat dibutuhkan yang paling penting dalam kemajuan teknologi saat ini. Maka salah satu contohnya adalah ketersediaan lahan parkir. Informasi ini memberi kenyamanan bagi setiap pengendara atau pengelola gedung dan petugas pengaturan parkir. Diperlukan adanya penginformasian untuk mengurangi terjadinya kemacetan dan antrian yang sering kali terjadi di pusat-pusat perbelanjaan. Namun adanya lahan parkir tersebut maka dari itu sekarang ini baik di perkantoran, gedung-gedung bertingkat dan tempat-tempat perbelanjaan tidak dilengkapi dengan adanya suatu sistem informasi lahan parkir otomatis

sehingga dapat mengakibatkan kemacetan. Maka dari itu dibuat lah sebuah alat sistem informasi parkir yang dapat ditampilkan sebelum pengendara masuk ke tempat parkir. Untuk mewujudkan sistem maka dibuat lah miniatur lahan parkir 1 lantai dengan kapasitas 3 kendaraan setiap lantainya. Maka setiap slot parkir akan dipasang sensor infra merah dan fotodiode yang dituju untuk kendaraan saja. Sensor infra merah akan terus memancarkan cahaya infra merah dan akan ditangkap oleh fotodiode. Apabila sinar infra merah ini terhalang oleh suatu benda maka fotodiode tidak akan menangkap sinar infra merah yang dipancarkan oleh sensor infra merah. Setiap perubahan fotodiode yang terjadi pada setiap lantai akan diterima oleh mikrokontroler.

3. Penelitian yang akan dilakukan memiliki beberapa perbedaan dari penelitian-penelitian terdahulu, jenis peralatan, sensor dan proses yang akan dilakukan. Penelitian ini dilakukan guna merancang dan membuat suatu sistem smart parking yang dapat diketahui oleh pengguna parkir yang ingin memarkirkan kendaraanya dan memonitoring area parkir sebelum memasuki area parkir.

2. Tinjauan Studi

2.1 Perancangan Sistem

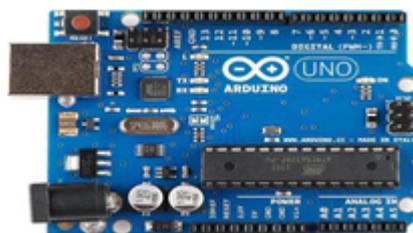
Perancangan merupakan tahap yang dilakukan dalam pengembangan system dengan metode *prototype*, setelah melakukan proses analisa terhadap system lama ,dalam sub bab ini akan menjelaskan teori- teori perancangan yang digunakan dalam melakukan penelitian ini. Adapun teori perancangan tersebut berupa perancangan system dan perancangan antarmuka pengguna . Dalam hal ini dipilihlah UML (*Unified Modeling Language*) sebagai teori perancangan system yang digunakan untuk menggambarkan prosedur dan alur proses system baik yang sedang berjalan maupun yang di usulkan dan metode pengembangan system *prototype* sebagai metode pengembangan penelitiannya.

2.2 Smart Parking System

Smart parking system adalah sistem parkir yang menggunakan beraneka ragam teknologi untuk mengefisienkan dalam mengatur parkir. Sistem parkir pada kenyataannya sekarang ini masih menggunakan teknologi konvensional meskipun telah terdapa beberapa penambahan teknologi terbaru di dalamnya, namun masih terdapat celah di dalam sistem tersebut, yakni tidak adanya sistem informasi mengenai stok slot parkir yang tersedia. Sasaran yang ingin dicapai dengan adanya sistem tersebut yang akan peneliti buat ini diharapkan nantinya akan terdapat sistem informasi mengenai stok slot ketersediaan parkir tersebut, sehingga tentu saja dengan adanya sistem tersebut dapat mempermudah para pengguna lahan parkir.

2.3 Arduino Uno

Arduino adalah pengendali mikro single-board yang bersifat open-source, diturunkan dari Wiring platform, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Hardwarenya memiliki prosesor Atmel AVR dan softwarentya memiliki bahasa pemrograman sendiri. Saat ini Arduino sangat populer di seluruh dunia. Banyak pemula yang belajar mengenal robotika dan elektronika lewat Arduino karena mudah dipelajari. Tapi tidak hanya pemula, para hobbyist atau profesional pun ikut senang mengembangkan aplikasi elektronik menggunakan Arduino. Bahasa yang dipakai dalam Arduino bukan assembler yang relatif sulit, tetapi bahasa C yang disederhanakan dengan bantuan pustaka-pustaka (*libraries*) Arduino. Arduino juga menyederhanakan proses bekerja dengan mikrokontroler, sekaligus menawarkan berbagai macam kelebihan antara lain :

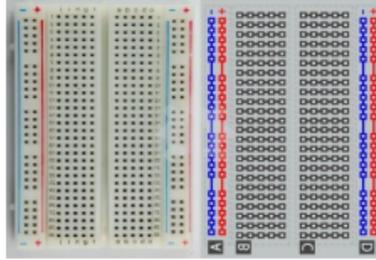


Gambar 2.1 Arduino Uno

2.4 Breadboard

ProjectBoard atau yang sering disebut sebagai BreadBoard adalah dasar konstruksi sebuah sirkuit elektronik dan merupakan prototipe dari suatu rangkaian elektronik. Breadboard banyak digunakan untuk merangkai komponen, karena dengan menggunakan breadboard, pembuatan prototipe tidak memerlukan

proses menyolder. Karena sifatnya yang *solderless* alias tidak memerlukan solder sehingga dapat digunakan kembali dan dengan demikian sangat cocok digunakan pada tahapan proses pembuatan prototipe serta membantu dalam berkreasi dalam desain sirkuit elektronika. Berbagai sistem elektronik dapat di modelkan dengan menggunakan breadboard, mulai dari sirkuit analog dan digital kecil sampai membuat unit pengolahan terpusat (CPU). Secara umum breadbord memiliki jalur seperti berikut ini :



Gambar 2.2 Breadbord dan jalurnya

2.5 LED (Light Emitting Dioda)

Menurut (Artono & Susanto, 2017) [8], LED (*Light Emitting Dioda*) adalah *dioda* yang dapat memancarkan cahaya pada saat mendapat arus bisa maju (*forward bias*). LED (*Light Emitting Dioda*) merupakan salahsatu jenis *dioda*, sehingga hanya akan mengalirkan arus listrik satu arah saja. LED akan memancarkan cahaya apabila diberikan tegangan listrik dengan konfigurasi *forward bias*. Berbeda dengan *dioda* pada umumnya, kemampuan mengalirkan arus pada LED (*Light Emitting Dioda*) cukup rendah yaitu maksimal 20 mA. Apabila LED (*Light Emitting Dioda*) dialiri arus lebih besar dari 20 mA maka LED akan rusak, sehingga pada rangkaian LED dipasang sebuah resistor sebagai pembatas arus. LED memiliki kaki 2 buah seperti dengan *dioda* yaitu kaki anoda dan kaki katoda. Pemasangan LED (*Light Emitting Dioda*) agar dapat menyala adalah dengan memberikan tegangan bias maju yaitu dengan memberikan tegangan positif ke kaki anoda dan tegangan negatif ke kaki katoda.



Gambar 2.3 LED (*Light Emitting Dioda*)

2.6 Kabel Jumper

Kabel jumper adalah kabel elektrik untuk menghubungkan antar komponen di breadboard tanpa memerlukan solder. Kabel jumper umumnya memiliki *connector* atau pin di masing-masing ujungnya. *Connector* untuk menusuk disebut *male connector*, dan *connector* untuk ditusuk disebut *female connector*. Kabel jumper dibagi menjadi 3 yaitu :



Gambar 2.4 Kabel *Jumper Male to Male*



Gambar 2.5 Kabel Jumper Male to Female



Gambar 2.6 Kabel Jumper Female to Female

2.7 Sensor Ultrasonik

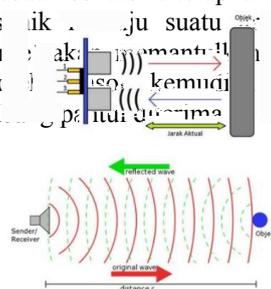
Sensor ultrasonik adalah sebuah sensor yang berfungsi untuk mengubah besaran fisis (bunyi) menjadi besaran listrik dan sebaliknya. Cara kerja sensor ini didasarkan pada prinsip dari pantulan suatu gelombang suara sehingga dapat dipakai untuk menafsirkan eksistensi (jarak) suatu benda dengan frekuensi tertentu. Gelombang ultrasonik adalah gelombang bunyi yang mempunyai frekuensi sangat tinggi yaitu 20.000 Hz. Bunyi ultrasonik tidak dapat di dengar oleh telinga manusia. Bunyi ultrasonik dapat didengar oleh anjing, kucing, kelelawar, dan lumba-lumba. Bunyi ultrasonik nisa merambat melalui zat padat, cair dan gas. Reflektivitas bunyi ultrasonik di permukaan zat padat hampir sama dengan reflektivitas bunyi ultrasonik di permukaan zat cair. Akan tetapi, gelombang bunyi ultrasonik akan diserap oleh tekstil dan busa. Menurut (Zuly Budiarto & Agung Prihandono, 2015), [9] Sensor ultrasonik parallax ping terdiri dari sensor, chip pembangkit gelombang, penerima gelombang dan pembangkit pulsa. Ketika rangkaian elektronik dari parallax ping mendapat catu daya, maka akan dihasilkan pulsa-pulsa yang akan dikirim oleh bagian transmiter. Sensor akan mendeteksi adanya sebuah objek yang berada di depan sensor, yang ditandai dengan adanya sinyal yang diterima oleh sensor penerima pulsa. Jarak tempuh pulsa dianggap sebagai dua kali jarak sensor dengan objek.



Gambar 2.7 Sensor Ultra Sonik

2.8 Cara Kerja Sensor Ultrasonik

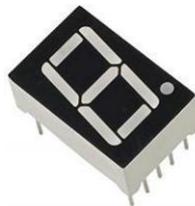
Pada sensor ultrasonik, gelombang ultrasonik dibangkitkan melalui sebuah alat yang disebut dengan piezoelektrik dengan frekuensi tertentu. Piezoelektrik ini akan menghasilkan gelombang ultrasonik (umumnya berfrekuensi 40kHz) ketika sebuah osilator diterapkan pada benda tersebut. Secara umum, alat ini akan menembakkan gelombang ultrasonik ke arah suatu objek atau suatu target. Setelah gelombang menyentuh permukaan target, maka target akan memantulkannya kembali ke sensor. Setelah gelombang pantulan dari target akan ditangkap oleh sensor penerima, kemudian sensor menghitung selisih antara waktu pengiriman gelombang dan waktu gelombang kembali ke sensor.



Gambar 2.8 Cara kerja sensor ultrasonik dengan transmitter dan receiver

2.9 7Segment

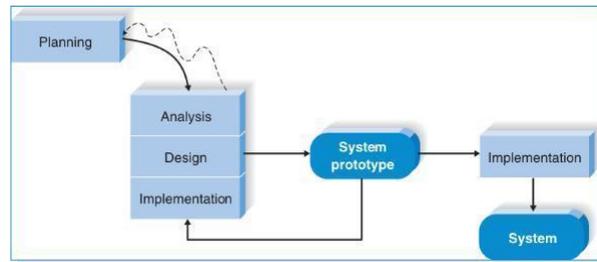
Even Segment Display (7 Segment Display) dalam bahasa Indonesia disebut dengan Layar Tujuh Segmen adalah komponen Elektronika yang dapat menampilkan angka desimal melalui kombinasi-kombinasi segmennya. *Seven Segment Display* pada umumnya dipakai pada Jam Digital, Kalkulator, Penghitung atau Counter Digital, Multimeter Digital dan juga Panel Display Digital seperti pada Microwave Oven ataupun Pengatur Suhu Digital. *Seven Segment Display* pertama diperkenalkan dan dipatenkan pada tahun 1908 oleh Frank. W. Wood dan mulai dikenal luas pada tahun 1970-an setelah aplikasinya pada LED (Light Emitting Diode). *Seven Segment Display* memiliki 7 Segmen dimana setiap segmen dikendalikan secara ON dan OFF untuk menampilkan angka yang diinginkan. Angka-angka dari 0 (nol) sampai 9 (Sembilan) dapat ditampilkan dengan menggunakan beberapa kombinasi Segmen. Selain 0 – 9, *Seven Segment Display* juga dapat menampilkan Huruf Hexadecimal dari A sampai F. Segmen atau elemen-elemen pada Seven Segment Display diatur menjadi bentuk angka “8” yang agak miring ke kanan dengan tujuan untuk mempermudah pembacaannya. Pada beberapa jenis Seven Segment Display, terdapat juga penambahan “titik” yang menunjukkan angka koma decimal. Terdapat beberapa jenis *Seven Segment Display*, diantaranya adalah Incandescent bulbs, Fluorescent lamps (FL), Liquid Crystal Display (LCD) dan Light Emitting Diode (LED).



Gambar 2.9 7Segment

2.10 Prototyping

Menurut (Susanto & Andriana, 2016), [11] model prototyping merupakan suatu teknik untuk mengumpulkan informasi tertentu mengenai kebutuhan-kebutuhan informasi pengguna secara cepat. Berfokus pada penyajian dari aspek-aspek perangkat lunak tersebut yang akan nempak bagi pelanggan atau pemakai. Prototype tersebut akan dievaluasi oleh pelanggan/pemakai dan dipakai untuk menyaring kebutuhan pengembangan perangkat lunak. Cakupan aktivitas dari prototyping model terdiri dari :



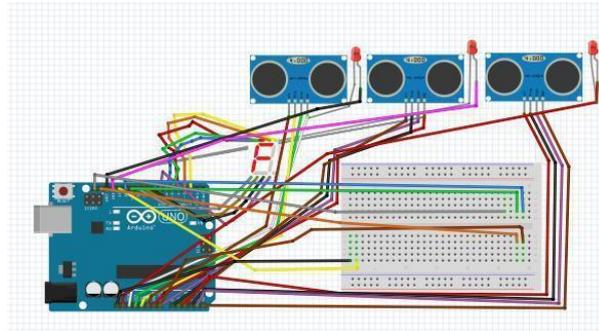
Gambar 2.10 Prototyping

2.11 Metode Pengujian Black Box

Dalam penelitian “Sistem Monitoring Perediksi Kebocoran Gas LPG Menggunakan *Microcontroller* Berbasis Dekstop”, *Black Box* Testing adalah pengujian yang dilakukan dengan hanya menjalankan atau mengeksekusi unit atau model kemudian diamati apakah hasil dari unit itu sesuai dengan proses yang diinginkan. Pengujian perangkat lunak dari segi spesifikasi fungsional tanpa menguji desain dan kode program untuk mengetahui apakah fungsi, masukan dan keluaran dari perangkat lunak sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan. Menurut (Wahyu Nur Cholifah, Dkk, 2018) *BlackboxTesting* merupakan salah satu metode yang mudah digunakan karena hanya memerlukan batas bawah dan batas atas dari data yang di harapkan,Estimasi banyaknya data uji dapat dihitung melalui banyaknya *field* data entri yang akan diuji, aturan entri yang harus dipenuhi serta kasus batas atas dan batas bawah yang memenuhi. Dan dengan metode

ini dapat diketahui jika fungsionalitas masih dapat menerima masukan data yang tidak diharapkan maka menyebabkan data yang disimpan kurang valid.

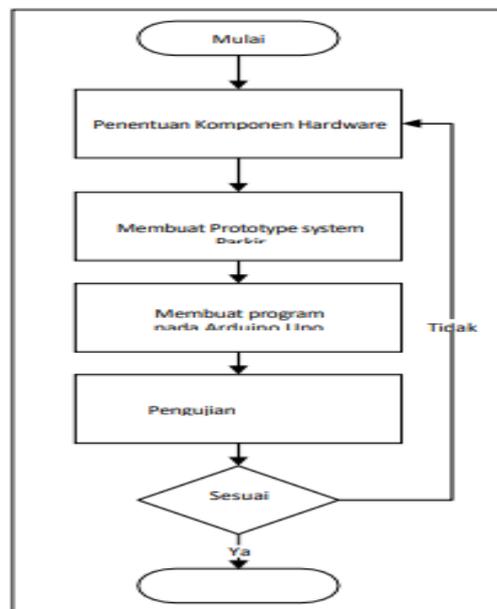
3. Kerangka Konsep



Gambar 3.1 Rancangan Alat

4. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan Smart Parking Sistem Berbasis Arduino Uno dan dibuat di Rama Futsal dengan alamat Perum Wisma Jaya, Jl. Kusuma Barat No. 1, Duren Jaya, Bekasi Timur, RT.007/RW.017, Duren Jaya, Kec. Bekasi Tim., Kota Bks, Jawa Barat 17111. Dikarenakan di area parkir ini menggunakan sensor ultrasonik untuk mengendalikan dengan menggunakan *Arduino Uno*. Waktu pelaksanaan pembuatan penelitian ini akhir Agustus tanggal 28 agustus 2019 sampai tanggal 11 Okotober 2019.



Gambar 4. 1 Tahap penelitian

Berdasarkan gambar diatas maka urutan langkah-langkah akan dijelaskan pada scenario Dibawah ini :

1. Mulai dan Penentuan komponen hardware.
2. Membuat prototype system parkir.
3. Membuat program pada arduino uno.
4. Pengujian prototype.
5. Sesuai rencana.
6. Selesai.

5. Hasil dan Pembahasan

Dalam tahap ini, sebelum melakukan implementasi system, langkah yang akan dilakukan yaitu menentukan spesifikasi perangkat lunak dan perangkat keras yang dibutuhkan. Dari kedua pembahasan perancangan ini dianggap penting untuk dibahas karena ingin menghasilkan system yang baik.

1. Perangkat Keras

Perangkat keras yang digunakan didalam penelitian ini, yaitu Laptop sebagai perangkat untuk melakukan proses coding program Arduino melalui Arduino IDE. Adapun spesifikasi perangkat keras yang digunakan untuk merancang system adalah :

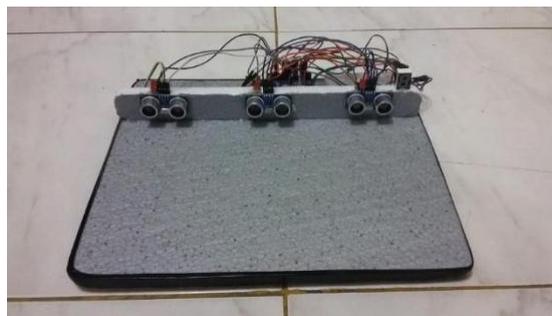
- a) Arduino Uno
- b) Sensor Ultrasonik
- c) 7Segment
- d) Protoboard/Breadboard
- e) Lampu LED
- f) Kabel Jumper
- g) Kabel USB

2. Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- a) Sistem Operasi Windows
- b) Arduino IDE
- c) Bahasa pemrograman C++

Pada bagian ini akan digambarkan tentang implementasi sistem Alat *Parking* meliputi sensor ultrasonik, LED dan layar 7segment adalah sebagai berikut:



Gambar 5.1 Sensor dan 7Segment

Keterangan:

1. Sensor Ultrasonik
2. 7Segment
3. LED

Gambar 4.1 di atas menunjukkan pengendalian system smart parking untuk menghidupkan dan mematikan 7Segment berfungsi sebagai komponen elektronik yang dapat menampilkan angka desimal melalui kombinasi-kombinasi segmennya. Sedangkan LED berfungsi sebagai untuk memancarkan cahaya apabila

diberikan tenaga listrik dengan konfigurasi forward biasa. Sedangkan Sensor Ultrasonik untuk mendeteksi kendaraan mobil yang ada didepanya.



Gambar 5.2 Alat *prototype smart parking*

Keterangan:

1. Arduino Uno
2. Protoboard
3. Kabel Jumper

Gambar 5.2 diatas merupakan alat-alat untuk pembuatan Prototype smart parking, terdiri dari Arduino Uno yang berfungsi sebagai sumber daya untuk menghidupkan semua alat-alat yang ada, Kabel Jumper yang berfungsi untuk menghubungkan antara komponen di protoboard tanpa memerlukan solder, Protoboard digunakan untuk mengalirkan arus listrik ke berbagai komponen tanpa perlu di solder dengan perantaran kabel jumper.

Hasil Pengujian Black Box

Berdasarkan Rencana pengujian yang telah dibuat, maka hasil pengujian *Prototype Smart Parking* akan dijelaskan pada bagian ini.

Hasil Pengujian Black Box

Tabel 5.1 Hasil Pengujian *Black Box*

No	Skenario Pengujian	Hasil Yang Di Harapkan	Hasil Penelitian	Validasi
1	Mobil berada di depan sensor 1	Sensor membaca mobil yang berada di depannya	Sensor terbaca dan terlihat di layar 7segment	Valid
2	Mobil berada di depan sensor 2	Sensor membaca mobil yang berada di depannya	Sensor terbaca dan terlihat di layar 7segment	Valid
3	Mobil berada di depan sensor 3	Sensor membaca mobil yang berada di depannya	Sensor terbaca dan terlihat di layar 7segment	Valid

6. Kesimpulan

Dari hasil pembahasan tentang perancangan smart parking system berbasis arduino uno, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Prototyping smart parking berbasis arduino uno dapat diambil kesimpulan yaitu sistem parking ini dapat terkendali dengan sensor ultrasonik yang dapat mendeteksi keberadaan mobil yang berada di depannya sehingga dapat menunjukkan ruang parkir atau menampilkan angka ruang parkir yang sudah terisi melalui layar alat seven segment dan di kendalikan oleh microcontroller arduino uno.

2. Sistem smart parking dapat memberi tahu ruang parkir yang terisi dan belum terisi melalui layar 7segment dan dijalankan oleh microkontroler arduino uno menggunakan sensor ultrasonik.

Daftar Pustaka

- R. Rudi, I. Dinata, and R. Kurniawan, "Rancang Bangun Prototype Sistem Smart Parking Berbasis Arduino Dan Pemantauan Melalui Smartphone," *J. ECOTIPE*, vol. 4, no. 2, pp. 14–20, 2017.
- M. Akbar, S. Jura, and P. S. Komputer, "Sistem tersemat pendeteksi slot parkir," 2018.
- C. Iswahyudi, ... A. P.-P., and undefined 2017, "Purwarupa Sistem Parkir Cerdas Berbasis Arduino Sebagai Upaya Mewujudkan Smart City," *Jurnal.Unmuhjember.Ac.Id*, no. November, 2017.
- R. Aminuddin, M. Rais, and M. A.Hadi Sirad, "Implementasi Sistem Pengontrolan Smart Parking Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno Di Universitas Patria Artha," *Patria Artha Technol. J.*, vol. 2, no. 2, pp. 123–132, 2018.
- D. Susandi, W. Nugraha, and S. F. Rodiyansyah, "Perancangan smart parking system pada prototype smart office berbasis internet of things," no. November, pp. 1–2, 2017.
- G. R. Pradana, "Smart parking berbasis arduino uno," no. 12507134001, pp. 1–9, 2015. A. A. S. Jayadi, "ANALISIS DAN DESAIN SISTEM INFORMASI BERBASIS WEB UNTUK HIMPUNAN PELAJAR DAN MAHASISWA SUMBAWA BARAT YOGYAKARTA MENGGUNAKAN RUBY ON RAILS," no. August, pp. 1–43, 2014.
- B. Artono and F. Susanto, "LED control system with cayenne framework for the Internet of Things (IoT)," *JEECAE (Journal Electr. Electron. Control. Automot. Eng.)*, vol. 2, no. 1, pp. 95–100, 2017.
- Z. Budiarmo and A. Prihandono, "Implementasi Sensor Ultrasonik Untuk Mengukur Panjang Gelombang Suara Berbasis Mikrokontroler," *J. Teknol. Inf. Din. Vol. 20, No.2, Juli 2015 171-177*, vol. 20, no. 2, pp. 171–177, 2015.
- J. B. Heri heryadi, "Berbasis Mikrokontroler," *J. Tek. Komput. Amik BSI Vol. III, No. 2, Agustus 2017*, vol. III, no. 2, pp. 29–42, 2017.
- K. Händel, "Alkoholwirkung in der Resorptionsphase.," *Ther. Ggw.*, vol. 111, no. 5, p. 756–757 passim, 1972.
- Suendri, "Implementasi Diagram UML (Unified Modelling Language) Pada Perancangan Sistem Informasi Remunerasi Dosen Dengan Database Oracle (Studi Kasus: UIN Sumatera Utara Medan)," *J. Ilmu Komput. dan Inform.*, vol. 3, no. 1, pp. 1–9, 2018.
- W. N. Cholifah, Y. Yulianingsih, and S. M. Sagita, "Pengujian Black Box Testing pada Aplikasi Action & Strategy Berbasis Android dengan Teknologi Phonegap," *STRING (Satuan Tulisan Ris. dan Inov. Teknol.)*, vol. 3, no. 2, p. 206, 201