

Pembangunan Purwarupa Perangkat Keras dan Aplikasi Sistem Parkir Cerdas Berbasis Algoritma A*

Zaenal Abidin¹, Kemas Muslim L.²

^{1,2}Fakultas Informatika, Universitas Telkom, Bandung

¹zaenalabidin.student.telkomuniversity.ac.id, ²kemasmuslim@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Saat ini teknologi telah banyak membantu dalam menyelesaikan pekerjaan manusia seperti Smart Parking System (SPS). SPS merupakan suatu layanan yang dapat menyajikan informasi mengenai lokasi parkir yang tersedia kepada calon pengguna parkir. Tetapi, dalam pemanfaatan SPS saat ini kurang maksimal karena hanya digunakan ketika calon pengguna akan memarkirkan kendaraan. Sedangkan saat pengguna akan keluar dari lokasi parkir tidak dapat mengetahui informasi lokasi parkir tersebut.

Kurangnya informasi lokasi bagi calon pengguna parkir. Dalam penerapan teknologi sangat diperlukan informasi untuk memaksimalkan kegunaan dari teknologi tersebut. Saat ini SPS memberikan informasi hanya di awal. Sehingga akan membuat pengguna parkir kebingungan.

Pentingnya informasi dalam teknologi. Saat ini SPS mempunyai informasi yang minim dan hanya dapat diketahui oleh pengelola. Maka disarankan untuk menambahkan informasi lokasi parkir yang dapat ditampilkan untuk pengguna parkir. Penempatan layar informasi parkir sekarang hanya ditempatkan untuk mendapatkan lokasi dan diketahui oleh pengelola tetapi tidak dapat ditampilkan oleh pengguna parkir. Diharapkan pengelolaan informasi parkir dapat membantu pengguna parkir maupun pengelola parkir dalam mendapatkan informasi.

Pengelolaan database. Dalam pengambilan informasi tentunya membutuhkan sistem dan wadah untuk mengelola data dan menyimpan data. Sistem yang telah dibuat yaitu sistem interface untuk informasi denah parkir dan database yang telah dikelola agar dapat menerima dan mengirim data dari perangkat yang dipakai sehingga menjadi informasi yang dapat ditampilkan.

Informasi yang dapat ditampilkan untuk pengguna dan pengelola. Didapatkan layar informasi yang dapat diakses oleh pengguna dan pengelola untuk mengetahui denah parkir dan lokasi kendaraan yang telah diparkirkan. Sehingga tidak menghabiskan banyak waktu untuk mencari kendaraan ketika akan keluar.

Kata kunci : Smart Parking System, RFID, Mini PC, database

Abstract

Today technology has helped a lot in completing human work, for example the Smart Parking System (SPS). SPS is a service that can provide information about parking locations available to the prospective parking users. Whereas when the user is going to go out from the parking location, they cannot find out the location information of the parking lot. Lack of location information for prospective parking users. In applying technology, information is really needed to maximize the utilization of the technology itself. This time, SPS provides information only at the beginning. So that it will confuse the parking users. The importance of information in technology. SPS currently only has a few informations and can only be known by the administrator. Then it is recommended to add parking location information that can be displayed for parking users. The placement of the current parking information screen is only used to get the location and is known by the administrator but it cannot be displayed by parking users. It is expected that the management of parking information can help both parking lot users and parking administrators in getting information Database management for. In information retrieval, of course, requires a system and container to manage and store the data. The system that has been created is an interface system for information of parking lot layout and database information that has been managed so that it can receive and send the data from the used device in order to make it as an information that can be displayed. Information that can be displayed for users and managers. It is obtained a screen of information that can be accessed by users and administrators to find out layout of the parking lot and location of the parked vehicle. So it doesn't take a lot of time to look for a vehicle when they want to go out.

Keywords: Smart Parking System, RFID, Mini PC, database

1. Pendahuluan

Latar Belakang

Informasi adalah kumpulan data yang telah dikelola menjadi data inti dan dapat dimengerti oleh pengelola ataupun pembaca. Dalam penerapan teknologi sangat diperlukan informasi untuk memaksimalkan kegunaan dari teknologi tersebut. Saat ini SPS memberikan informasi hanya di awal. Sistem ini terkadang membuat bingung para pengguna parkir ketika akan mengambil kendaraan kembali karena kurangnya informasi yang didapat. Seperti teknik yang telah dikembangkan untuk mengetahui lokasi parkir penuh atau tidak oleh Annis[10]. Maka dari itu dibutuhkan suatu sistem tambahan yang akan membantu dalam menyelesaikan permasalahan tersebut dengan sistem tambahan informasi yang didapatkan dari manajemen data yang dapat ditampilkan untuk pengguna parkir yaitu dengan penempatan layar informasi parkir.

Topik dan Batasannya

Perancangan simulasi Smart Parking yaitu berupa prototype mini yang memungkinkan untuk mengerjakan semua sistem yang telah dibuat berupa parkir yang mempunyai denah, jarak antar lokasi parkir sehingga dapat dipakai untuk percobaan algoritma dalam menentukan jarak yang paling dekat, Sistem yang telah dibuat memuat beberapa data tempat yang dikirim ke database untuk pengelolaan data yang akan diproses.

Sistem yang telah dibuat sangat efektif dalam memilih lokasi terdekat karena menggunakan algoritma yang difungsikan untuk mencari lokasi terdekat yaitu algoritma A-star(A*). Algoritma A* dalam sistem digunakan untuk mencari lokasi kosong yang memungkinkan untuk ditempati oleh calon pengguna parkir, yaitu dengan memproses semua lokasi kosong kemudian mencari lokasi paling dekat, kemudian menempatkan data yang masuk ke tempat kosong tersebut dan menampilkan nya dilayar informasi.

Pengelolaan database dilakukan menggunakan hardware Mini PC Raspberry pi 3, Pemrosesan diawali dengan data yang didapatkan dari pengguna SPS. kemudian data yang telah diterima dikirimkan ke mikrokontroler untuk mengaktifkan status booking agar lokasi kosong yang akan ditempati tersebut tidak digunakan oleh calon pengguna yang lain sebelum kendaraan sampai ke tempat parkir. Kemudian setelah kendaraan sampai di tempat yang telah diparkirkan maka akan mengirimkan status parkir sudah ditempati ke Raspberry pi. Kemudian status dikirimkan ke database mysql yang ada pada raspberry pi melalui phpmyadmin.

Adapun batasan-batasan masalah yang telah ditentukan,yaitu: 1.Kendaraan harus parkir dengan posisi yang tepat. hal ini diperuntukan mengaktifkan tombol untuk pengambilan data. 2.Setiap pengendara harus memiliki data yang ada pada RFID untuk menempati lokasi yang masih kosong. 3.Algoritma hanya menampilkan kode jalan terdekat di layar. 4.pengguna tidak dapat memilih tempat yang kosong selain yang telah ditetapkan oleh sistem.

Tujuan

Merancang Smart Parking System dengan menggunakan RFID untuk mendapatkan informasi kendaraan se-hingga setiap data kendaraan dapat disimpan di database dan di server Raspberry untuk dikirim ke layar informasi user, dan untuk mengcopy data secondary ketika kehilangan data primary. Adapun dalam pengelolaan lokasi ter-dekat memakai algoritma A-star. Ketika id didapatkan akan di masukkan ke algoritma a-star untuk di tempatkan di lokasi terdekat.

2. Studi Terkait

Adapun teori-teori pendukung yang penulis gunakan sebagai acuan dalam melakukan pengerjaan Tugas Akhir ini.

Raspberry Pi 3



Gambar 1. Raspberry pi 3

Raspberry Pi adalah minikit komputer seukuran kartu kredit yang dihubungkan ke monitor komputer disebut RasPi / RPi ini menggunakan keyboard standar dan mouse. RPi merupakan perangkat kecil yang mampu yang memungkinkan orang dari segala usia untuk mengeksplorasi komputasi, dan untuk mempelajari bagaimana program dalam bahasa seperti Python. RasPi ini mampu melakukan segala sesuatu yang anda harapkan seperti komputer desktop, dari browsing internet, membuat spreadsheet, pengolah kata, dan bermain game[1].

Arduino Uno



Gambar 2. Arduino Uno

Arduino adalah pengendali mikro single-board yang bersifat open-source yang dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik. Arduino merupakan platform hardware terbuka yang ditujukan kepada siapa saja yang ingin membuat purwarupa peralatan elektronik interaktif berdasarkan hardware dan software yang fleksibel. Mikrokontroler diprogram menggunakan bahasa pemrograman yang memiliki kemiripan syntax dengan bahasa pemrograman C. Karena sifatnya yang terbuka maka siapa saja dapat mengunduh skema hardware arduino dan membangunnya[8].

Button

Push button merupakan jenis saklar yang dilengkapi dengan katup yang berfungsi sebagai tombol. Prinsip Push button yaitu hanya akan menghubungkan pada saat katupnya ditekan pada batas penekanan tertentu dan akan memutus saat katup tidak ditekan. Push button termasuk dalam kategori sensor mekanis yaitu sensor yang akan memberikan perubahan elektrik saat terjadi perubahan mekanik pada sensor tersebut[6].

RFID



Gambar 3. RFID

RFID (bahasa Inggris: Radio Frequency Identification) atau Identifikasi Frekuensi Radio adalah sebuah metode identifikasi dengan menggunakan sarana yang disebut label RFID atau transponder untuk menyimpan dan mengambil data jarak jauh. Kartu RFID adalah sebuah benda yang bisa dipasang atau dimasukkan di dalam sebuah produk, hewan atau bahkan manusia dengan tujuan untuk identifikasi menggunakan gelombang radio. Label RFID berisi informasi yang dapat dibaca hingga beberapa meter jauhnya[3].

Smart Parking System

Smart system yaitu sistem pintar parkir, dalam hal ini pintar berarti mampu melakukan sesuatu dengan baik, teratur, dan rapi sesuai dengan aturan atau etika yang berlaku, serta mampu menyerap informasi dengan baik dan cepat sebagai hasil dari pembelajaran. Smart parking system merupakan bagian atau part of smart city yang mengkhususkan pada tata kelola lokasi parkir sehingga lebih teratur dan efisien [9].

DataBase MySql

MySQL adalah sebuah perangkat lunak database yang memiliki fungsi sebagai relational database management system (RDBMS). MySQL merupakan perangkat opensource serta server basisdata serta bekerja dengan arsitektur client server[10]. Dikarenakan faktor opensource maka cocok untuk memproses basis data.

phpMyAdmin

Phpmyadmin adalah aplikasi opensource yang berfungsi untuk memudahkan penggunaan MySQL . Phpmy-admin dapat membuat Tabel , menghapus data mengupdate data tanpa menggunakan bahasa SQL secara langsung[7].

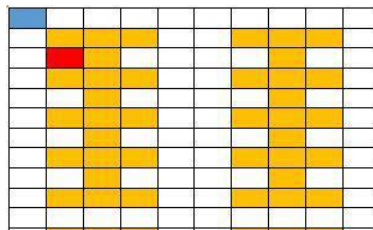
Algoritma A*

A* adalah proses pencarian jalur dari suatu arena yang memiliki penghalang-penghalang. Tujuan dari pathfin-ding ini pada umumnya adalah untuk mencari jalur paling efisien dengan menghindari penghalang yang ada[2]. Beberapa terminologi dasar yang terdapat pada algoritma ini adalah starting point, simpul (nodes), A, open list, closed list, harga (cost), halangan (unwalkable).

Algoritma A* menggunakan path dengan cost paling rendah ke node yang membuatnya sebagai algoritma terbaik pencarian nilai pertama terbaik dengan menggunakan rumus $F(x)=g(x)+h(x)$. dimana: $F(x)$ adalah jarak total dari posisi asal ke lokasi sekarang, $g(x)$ adalah nilai yang didapatkan sampai current node dan $h(x)$ adalah fungsi heuristik yang digunakan untuk memperkirakan jarak dari lokasi sekarang ke lokasi tujuan. Semakin tinggi keakuratan heuristik, semakin cepat dan bagus lokasi tujuan ditemukan dan dengan tingkat keakuratan yang lebih baik[4]. Proses pencarian rute:

1. Penentuan denah yaitu pembuatan arena yang akan digunakan.
2. Biaya pergerakan yaitu nilai geografikal dan heuristik yang telah ditentukan.
3. Estimasi gerakan yaitu penentuan nilai geografikal dan nilai heuristik.
4. Penilaian yaitu perhitungan antara nilai geografikal dan heuristik.
5. Perulangan yaitu melakukan perulangan proses ke 3 dan ke 4 selama belum ditemukan goal. Contoh:

1. Penentuan Denah



Gambar 4. Penentuan Denah

Pada gambar 4. menunjukkan kotak berwarna biru adalah titik awal yaitu (0,0), kotak berwarna orange adalah penghalang dan kotak berwarna merah adalah tujuan yaitu (2,1).

2. Biaya Pergerakan

Diasumsikan pergerakan horizontal bernilai "1" dan vertikal bernilai "1,5".

3. Estimasi

gerakan loop-1

$$F(0,1) = (1 + (1.5 + 1.5)) = 4.$$

$$F(1,0) = (1 + (1.5)) =$$

2.5 loop-2

$$F(2,0) = 2 + (1) = 3$$

$$F(2,1) = 1 + (1.5) = 2.5$$

4. Penilaian

loop-1

$F(0,1)$ lebih kecil dari $F(1,0)$ maka

closedlist = $f(0,1)$

loop-2

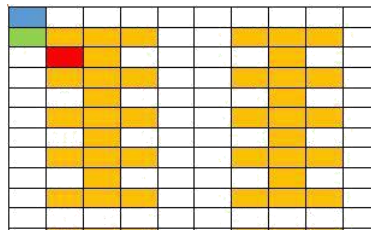
$F(2,1)$ lebih kecil dari $F(2,0)$ maka

closedlist = $f(0,1), f(2,1)$

Karena telah didapatkan rute ke goal maka perulangan dihentikan.

Hasilnya melewati titik (0,1) dan titik (2,1).

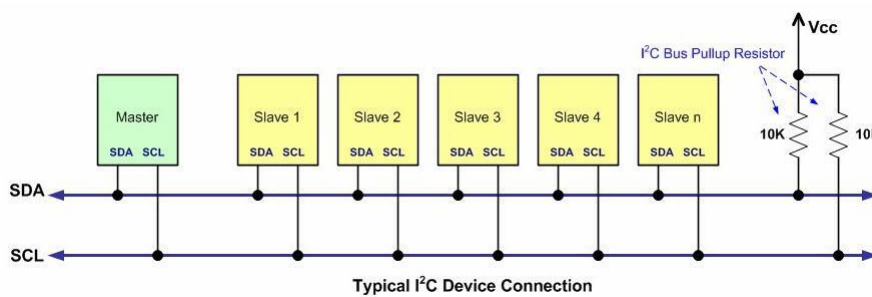
Pada gambar 5. menunjukkan kotak berwarna hijau adalah rute yang dapat dilewati.



Gambar 5. Jalur yang didapatkan

Komunikasi I2c

Inter Integrated Circuit (I2C) adalah suatu standar protocol sitem komunikasi data dengan pengalaman. Inter-Integrated Circuit sendiri merupakan cara komunikasi data secara serial diantara perangkat I2C dengan dua jalur. Pada protokol I2C, data dikirim secara serial melalui jalur SDA, sedangkan untuk clock dikirim melalui jalur SCL[5].

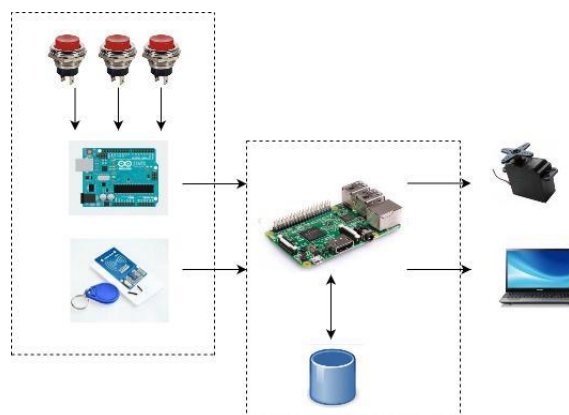


Gambar 6. Rangkaian I2C

Pada gambar 6. menunjukan Master(raspberry Pi) dapat mengirimkan data ke beberapa perangkat melalui komunikasi i2c yang di pull-up dengan cara pengalaman terhadap device slave (Arduino Uno).

3. Sistem yang Dibangun

Pada “ Implementasi smart parking menggunakan database dalam pengelolaan lokasi dan sistem informasi parkir “ ini meliputi perancangan perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software). Perangkat keras meliputi simulasi Smart Parking System menggunakan alat yang mendukung. Sedangkan perangkat lunak meliputi semua program yang akan digunakan. Perancangan Sistem



Gambar 7. Sistem antara hardware dan software

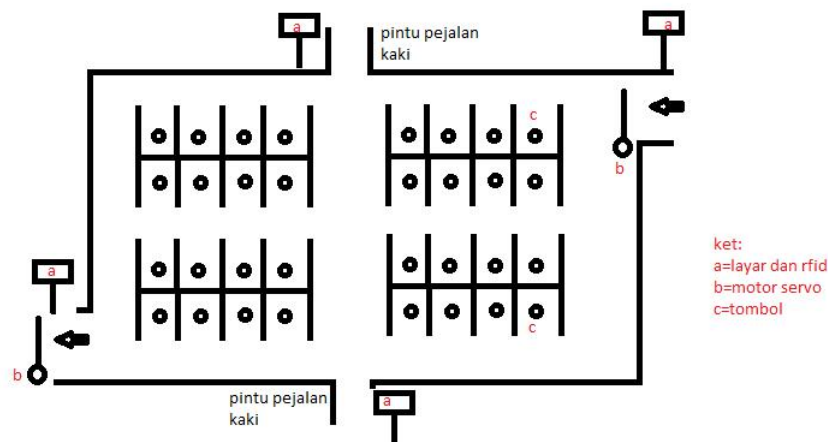
Pada gambar 7. menunjukan perancangan sistem secara keseluruhan sistem terbagi menjadi 2. Pertama yaitu sistem pengambilan data menggunakan arduino dengan sensor(gambar kiri) , kedua sistem pengolahan da-

ta(gambar tengah) untuk ditampilkan di layar informasi.

Sistem pengambilan data menggunakan arduino sebagai slave. Pertama Raspberry menunggu ID yang masuk. Setelah ID terdeteksi dan belum ada di lokasi maka raspberry akan memberikan kode ke arduino yang bertujuan agar arduino memproses sensor yaitu dengan membuat status pada lokasi booked sehingga lokasi tidak akan terpilih lagi. Kemudian arduino memberikan status available ke server ketika tombol tertekan.

Sistem pengolahan data menggunakan raspberry sebagai master. Hal pertama yang dilakukan oleh master yaitu mengisi semua data lokasi kosong saat pertama kali sistem dipakai, namun ketika sistem dinyalakan ulang ketika ada data maka data akan diambil dari database sebagai penyimpanan secondary. Kedua adalah pengolahan data ketika data baru masuk yaitu dengan mencari lokasi kosong dengan jalur terpendek menggunakan algoritma a-star. Ketika data baru masuk dan telah mendapatkan lokasi kosong maka dilakukan update data ke database Mysql. Kemudian data akan ditampilkan di layar informasi utama dan disediakan di layar informasi selain layar utama.

Perancangan Mekanik



Gambar 8. Perancangan mekanik

Pada gambar 8. menunjukan perancangan mekanik dilihat dari sisi 2 dimensi.

Perancangan Mekanik serta lokasi Sensor untuk simulasi pengujian. Terlihat pada gambar diatas yang ditunjukkan dengan label A, terdapat RFID dan layar yang bertujuan untuk menunjukkan informasi slot yang kosong atau penuh, kemudian label B penempatan servo untuk dijadikan sebagai portal masuk dan keluar wilayah smart par-king, label c tombol berfungsi sebagai sensor yang memberikan inputan data.

Diagram Blok

Blok Diagram Sistem Kontrol

Blok diagram sistem control pada perancangan simulasi Smart Parking.



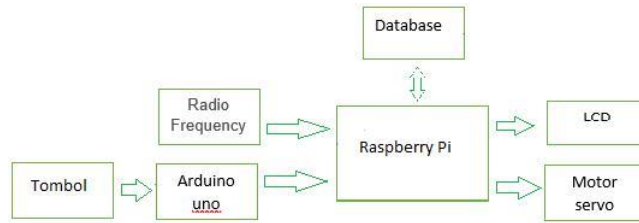
Gambar 9. Blok Diagram Sistem Kontrol

Pada gambar 9. menunjukan proses awal sampai akhir pada sebuah sistem, Dimulai dari blok paling kiri. Dari blok diagram di atas terlihat jelas sistem kerja dari sistem yang dirancang, Secara umum sistem akan berjalan apabila kendaraan parkir sesuai aturan yang telah ditetapkan. Pada blok ke empat sensor menerima data ketika sensor deteksi kendaraan telah diaktifkan, kemudian data tersebut disimpan di database. kemudian pada

blok terakhir layar informasi akan diupdate dengan informasi sesuai dengan database .

Blok Diagram Elektronika

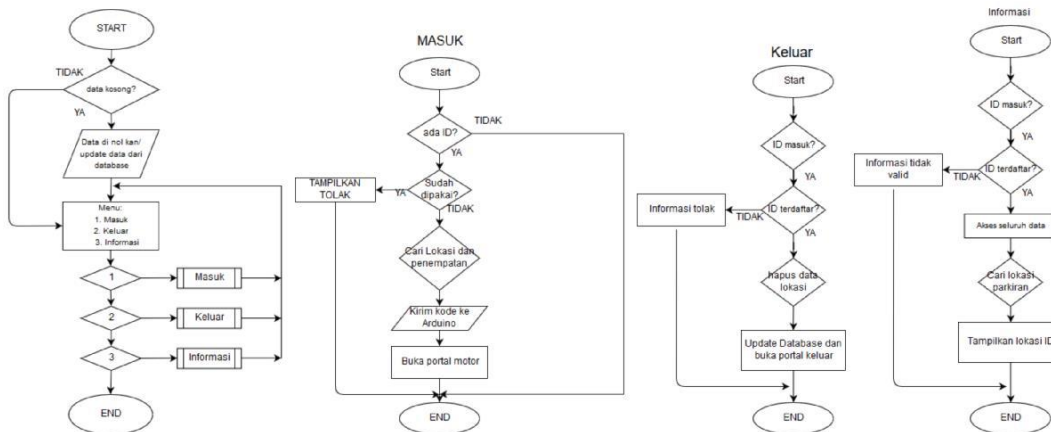
Blok diagram pada perancangan simulasi lokasi alat.



Gambar 10. Blok Diagram Elektronika

Pada gambar 10. menunjukkan sistem terbagi menjadi 3 bagian elektronika yaitu Input(Tombol, Arduino Uno, RFID), Proses(Raspberry pi, DataBase) dan Output(LCD, motor servo).

Flowchart



Gambar 11. Flowchart pada laya Informasi

Pada gambar 11. menunjukkan flowchart yang dijalankan ketika menggunakan layar informasi petugas dan user. Flowchart pertama yaitu flowchart layar informasi ketika pengaksesan menu, Flowchart kedua yaitu Flowchart layar informasi ketika masuk ke layar masuk kendaraan , ketiga yaitu flowchart ketika keluar dari parkir dan flowchart terakhir yaitu flowchart yang dijalankan ketika user ingin melihat informasi lokasi kedaraan.

4. Evaluasi

4.1 Hasil Pengujian

Percobaan pencarian rute 1 dan 2(gambar 12).

<pre> masuk denah baris 1 kolom 2 [(0, 0), (1, 0), (2, 1)] kirim ke uno buka gerbang keluar total 1.31723189354 </pre>	<pre> masuk denah baris 4 kolom 1 [(0, 0), (0, 1), (0, 2), (0, 3), (1, 4)] kirim ke uno buka gerbang keluar total 1.32709693909 </pre>
--	--

Gambar 12. Kiri:percobaan 1 dan kanan: percobaan 2

Pada pengujian semua verteks(Tabel 1) didapatkan jalur dengan masing-masing tujuan. Adapun nilai yang didapatkan oleh gambar yang menunjukkan angka nol berarti gagal dalam pengaksesan verteks. Adapun pengujian gagalnya yaitu sebanyak 7 data dan keberhasilannya yaitu 25 data dari data keseluruhan 32 data. maka presentasi kegagalannya yaitu $((7:32)*100) = 21.875$ persen.

Tabel 1. Hasil dari pengujian yang memperlihatkan waktu dan jalur yang didapatkan

Lokasi	matrix	detik	jalur
0	2,1	0.1208	[(0, 0), (1, 0), (2, 1)]
1	4,1	0.2036	(0, 0), (1, 0), (2, 1), (3, 0), (4, 1)
2	6,1	0.1019	(0, 0), (1, 0), (2, 1), (3, 0), (4, 1), (5, 0), (6, 1)
3	8,1	0.1845	(0, 0), (1, 0), (2, 1), (3, 0), (4, 1), (5, 0), (6, 1), (7, 0), (8, 1)]
4	2,3	0.2123	(0, 0), (0, 1), (0, 2), (0, 3), (1, 4), (2, 3)
5	4,3	0	gagal
6	6,3	0	gagal
8	2,6	0.1414	(0, 0), (0, 1), (0, 2), (0, 3), (1, 4), (2, 5), (2, 6)
9	4,6	0.1879	(0, 0), (0, 1), (0, 2), (0, 3), (1, 4), (2, 5), (3, 5), (4, 6)
10	6,6	0.1382	(0, 0), (0, 1), (0, 2), (0, 3), (1, 4), (2, 5), (3, 5), (4, 6), (5, 5), (6, 6)
12	2,8	0.1582	(0, 0), (0, 1), (0, 2), (0, 3), (1, 4), (1, 5), (0, 6), (0, 7), (0, 8), (1, 9), (2, 8)
13	4,8	0	gagal
14	6,8	0	gagal



Gambar 13. Diagram waktu pengaksesan terhadap lokasi

Pada gambar 13. menunjukkan garis vertikal yaitu waktu proses yang dilalui dan horizontal merupakan lokasi parkir yang telah di tetapkan.

4.2 Analisis Hasil Pengujian

Hasil pada percobaan 1 yaitu calon user mendapatkan nilai di baris =1 ,kolom=2 yang berarti telah menda-ptakan lokasi parkir KE-0 dan mendapatkan nilai [(0,0),(1,0),(2,1)] berarti rute terdekat yang dapat dilalui oleh user ke 1.Adapun waktu eksekusi untuk pencarian rute yaitu 1.3172 detik. Sedangkan pada percobaan 2 calon user mendapatkan nilai di baris =1 ,kolom=4 yang berarti telah mendapatkan lokasi parkir KE-1 dan mendapatkan nilai [(0,0),(0,1),(0,2),(0,3),(1,4)] untuk rute terdekat yang dapat dilalui oleh user ke 2.Adapun waktu eksekusi untuk pencarian rute didapatkan nilai 1.3270 detik.

5. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Dari percobaan didapatkan pencarian rute pertama lebih cepat dibandingkan dengan pencarian rute ke 2 dengan selisih nilai =0,0004 detik. Dalam pengujian update data didapatkan kegagalan dengan jumlah yang sama seperti pencarian rute terpendek yaitu 7 data dari 32 data. Sehingga didapatkan kegagalan 21.875 persen. Adapun kegagalan tersebut merupakan efek dari belum sempurna pembuatan program untuk menentukan rute terbaik menggunakan algoritma A* dan salah dalam menentukan titik matrix untuk inisialisasi lokasi yang akan digunakan.

Maka didapatkan hasil dari percobaan mencari rute terbaik yaitu semakin banyak data yang telah ada maka semakin lama waktu proses karena akan mengulang beberapa fungsi matrix pencarian dan adanya pengecekan tempat kosong terlebih dahulu untuk dapat memasuki lokasi kosong dan layar informasi yang diberikan akan sa-ngat bermanfaat untuk diterapkan di smartparking.

Saran

- Dalam implementasi SPS untuk mengelola informasi sebaiknya memakai layar yang dikhususkan untuk Microp-rosessor itu sendiri agar memudahkan dalam pengaksesan oleh user.
- Dalam algoritma pencarian rute terbaik sebaiknya membuat sensor yang lebih mudah untuk identifikasi kendaraan seperti kamera agar tidak terjadi human error.
- Untuk menunjukkan rute terbaik disarankan memakai fitur tambahan seperti GPS atau lampu yang mengarah ke lokasi kosong tersebut.
- Sebaiknya algoritma A* diterapkan pada smartparking full system elektronika seperti pemindahan kendaraan oleh mesin.

Daftar Pustaka

- [1] M. Abdillah and H. Yeffry. Pemanfaatan mini pc raspberry pi sebagai pengontrol jarak jauh berbasis web pada rumah. Bandung. Unikom, 2017.
- [2] R. Dionata and W. Djuriatno. Pencarian rute terdekat pada labirin menggunakan metode a*. EECCIS, 2012.
- [3] K. Finkenzeller. Rfid handbook. UK : WILEY, 2010.
- [4] R. Kurniawan and Y. R. Nasution. Penerapan algoritma a* (a star) sebagai solusi pencarian rute terpendek pada maze. Sumatera : Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, 2016.
- [5] N. F. Kusna, S. R. Akbar, and D. Syauqy. Rancang bangun pengenalan modul sensor dengan konfigurasi otomatis berbasis komunikasi i2c. Malang : Universitas Brawijaya, 2018.
- [6] G. Ruvinson and S. Eugene. Programmable limit switch for a movable member, particularly a machine tool slide. US : US patent, 1980.
- [7] R. H. Sianipar. Membangun WEB dengan php MySQL untuk Pemula dan Programmer. Informatika Bandung, 2015.
- [8] J. Sobota and C. Roman. Raspberry pi and arduino boards in control education. UK : IFAC, 2013.
- [9] A. Waziroh and A. Virgono. Implementasi sistem parkir cerdas di universitas telkom. Bandung : Universitas Telkom.
- [10] H. Yuliansyah. Perancangan replikasi basis data mysql dengan mekanisme pengamanan menggunakan ssl encryption. Yogyakarta : Universitas Ahmad Dahlan, 2014.