

Rekomendasi Lokasi Parkiran Sepeda Kampus Menggunakan Metode Algoritma Genetika Berbasis *Internet of Things* (IoT)

Imas Nur Tiarani^{#1}, Maman Abdurohman^{#2}, Aji Gautama Putrada^{#3}.

[#]Fakultas Informatika, Universitas Telkom, Bandung

¹imasnur@students.telkomuniversity.ac.id, ²abdurohman@telkomuniversity.ac.id,

³ajigps@telkomuniversity.ac.id.

Abstrak

Pada tanggal 8 Oktober 2014 Universitas Telkom memiliki program *Green Campus* dengan melakukan pengadaan alat transportasi yang murah dan ramah lingkungan yang dinamakan program sepeda kampus. Program sepeda kampus tersebut dapat melayani peminjaman sepeda disekitar kampus untuk menunjang kemudahan civitas akademik. Akan tetapi, program sepeda kampus ini dinilai masih kurang efektif dikarenakan fasilitas informasi mengenai parkiran yang tersedia pada lingkungan kampus belum memadai. Dalam mengatasi permasalahan tersebut maka penulis akan membuat sistem yang dapat memberikan rekomendasi lokasi parkiran sepeda untuk memudahkan civitas akademik dalam melakukan peminjam dan pengembalian sepeda pada lokasi parkiran sepeda terdekat dan tersedia. Metode algoritma genetik diterapkan oleh penulis dalam melakukan perancangan deteksi lokasi pada parkiran sepeda yang dimana sistem dapat mengeluarkan nilai informasi berupa titik koordinat. Penulis menggunakan metode Algoritma Genetika karena metode tersebut dapat mengeluarkan hasil optimal

Kata Kunci : Program Sepeda Kampus, Rekomendasi Lokasi Parkiran, Algoritma Genetik.

Abstract

On October 8, 2014 Telkom University had a Green Campus program by procuring inexpensive and environmentally friendly transportation equipment called the campus bicycle program. The campus bicycle program can serve bicycle loans around the campus to support the convenience of the academic community. However, this campus bicycle program is still considered ineffective because the information facilities on parking available on campus are inadequate. In overcoming these problems, the authors will create a system that can provide bicycle parking location recommendations to facilitate the academic community in carrying out borrowers and returning bicycles at the nearest bicycle parking location and available. Genetic algorithm method is applied by the author in designing location detection on bicycle parking where the system can issue information values in the form of coordinates. The author uses the Genetic Algorithm method because the method can produce optimal results

Keywords: Campus Bike Program, Recommended Parking Locations, Genetic Algorithm.

1. Pendahuluan

Telkom University adalah kampus yang memiliki program *Green Campus*, salah satunya program pengadaan alat transportasi yang murah dan ramah lingkungan. Sejak tanggal 8 Oktober 2014 Universitas Telkom lewat jajaran pimpinannya berhasil meresmikan program sepeda kampus [1]. Beberapa tahun terakhir sepeda kampus sudah jarang digunakan oleh civitas akademik [2] dikarenakan fasilitas yang ada kurang memadai sebagai salah satu contoh kurangnya informasi mengenai parkiran yang tersedia. Apabila civitas akademik mengetahui lokasi peminjaman serta adanya informasi yang lebih jelas mengenai lokasi peminjaman sepeda kampus, maka penggunaan sepeda kampus akan berjalan dengan baik dan program *Green Campus* akan tercapai.

Latar Belakang

Untuk meningkatkan peminjaman dan penggunaan sepeda kampus telah dirancang konsep terdistribusi pada sistem peminjaman sepeda kampus untuk mengetahui lokasi peminjaman [3]. Namun prototipe yang telah dirancang hanya bisa menampilkan beberapa lokasi peminjaman dengan spesifikasi jumlah parkiran yang kosong akan ditampilkan pada layar LCD. Oleh karena itu perlu dilakukan pengembangan terhadap lokasi parkiran sepeda.

Dengan menggunakan metode Algoritma Genetik yang bekerja didalam sistem serta menambahkan modul GPS pada sistem sepeda akan mengidentifikasi lokasi parkiran sepeda terdekat. Dalam pencarian lokasi parkiran akan ditentukan titik koordinat pada parkiran dan akan dideteksi menggunakan GPS. Pengembangan ini berbasis *Internet of Things* (IoT). Sehingga pengguna tidak lagi kesulitan dalam mencari lokasi parkiran sepeda dikarenakan sistem ini akan menampilkan satu parkiran paling optimal yang telah dikelola menggunakan

Algoritma Genetik. Dengan adanya pengembangan ini diharapkan penggunaan sepeda kampus dapat meningkat dan tujuan Universitas Telkom *Go Green Campus* dapat tercapai.

Topik dan Batasannya

Berdasarkan latar belakang, diidentifikasi masalah bagaimana cara memberikan rekomendasi lokasi parkir sepeda menggunakan metode Algoritma Genetika berbasis *Internet of Things (IoT)* yang memiliki fungsi untuk mengeluarkan rekomendasi parkir terdekat dari tempat tujuan dan jalur terdekat yang dapat dilalui dari titik awal ke titik akhir, dalam hal ini titik akhir yang dimaksud adalah lokasi tujuan.

Dalam Identifikasi masalah yang telah dijelaskan, terdapat batasan masalah dalam penelitian ini diantaranya lokasi yang digunakan untuk pengambilan data dan pengujian alat hanya meliputi area Telkom University, pengujian alat dilakukan oleh satu user, jalur dianggap telah diketahui oleh pengguna, tempat parkir yang digunakan sebanyak 13 parkir dan setiap parkir masing-masing memiliki 5 slot parkir.

Tujuan

Berdasarkan identifikasi masalah pada penelitian ini, tujuan dalam penelitian ini diharapkan dapat menerapkan metode Algoritma Genetika dalam pengolahan datanya, mengeluarkan hasil optimal, alat dapat digunakan dan bekerja sesuai fungsionalitasnya, sehingga dapat diterapkan pada salah satu program Telkom University yaitu program *Green Campus*.

Organisasi Tulisan

Pada penulisan bab satu menjelaskan tentang latar belakang masalah, batasan masalah, tujuan, dan mengumpulkan informasi agar menemukan penyelesaian masalah. Penulisan pada bab dua yaitu studi terkait yang dimana pada bab ini menjelaskan teori-teori dan informasi yang mendasari untuk dijadikan sebagai sumber referensi dalam penelitian ini. Pada penulisan bab tiga sistem yang dibangun menjelaskan identifikasi kebutuhan sistem, melakukan perancangan sistem yang akan digunakan dalam penelitian ini. Penulisan pada bab empat menjelaskan hasil pengujian dari sistem yang dibangun dan melakukan analisis terhadap hasil yang dikeluarkan. Pada penulisan bab lima menjelaskan hasil kesimpulan selama penelitian dilakukan dan memberikan saran berdasarkan hasil yang didapatkan agar bisa dilanjutkan oleh penelitian selanjutnya.

2. Studi Terkait

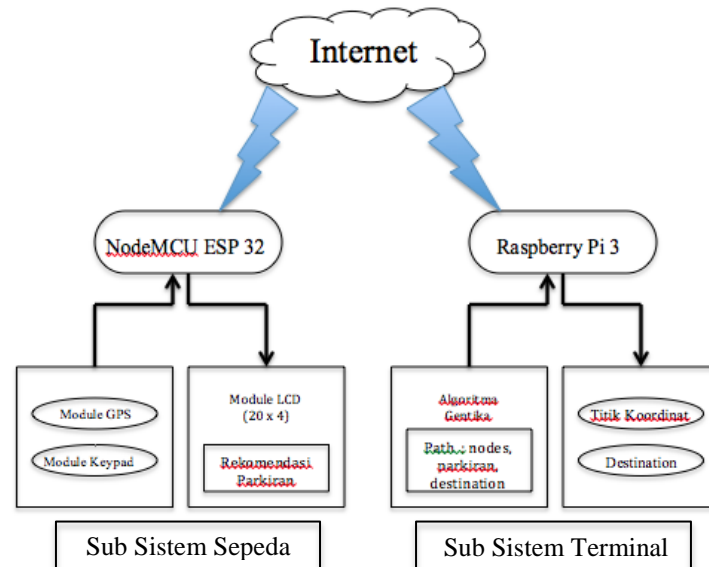
Penelitian tentang smart parking sebenarnya sudah banyak dilakukan dengan berbagai metode dan berbagai objek, namun penelitian ini mengacu pada jurnal "*A Navigation and Reservation Based Smart Parking Platform Using Genetic Optimization for Smart Cities*" oleh Ilhan Aydin, Mehmet Karakose, dan Ebru Karakose pada tahun 2017, dimana penelitian itu melibatkan pengembangan perangkat kecil yang dapat mengirimkan data ke internet sehingga menampilkan hasil lokasi parkir kosong yang hasilnya dikeluarkan oleh Algoritma Genetik [4]. Pada jurnal "*A Modifies Genetic Algorithm for Community Destection in Complex Network*" yang ditulis oleh Songran LIU dan Zhe LI pada tahun 2014 yang membahas tentang memodifikasi bentuk jaringan yang kompleks menggunakan Algoritma Genetika dengan masalah optimasi, hal ini dijadikan acuan oleh penulis dalam membentuk node-node yang bisa terhubung satu sama lain[5]. Akan tetapi penelitian tersebut hanya menunjukkan Algoritma Genetika dapat diimplementasikan pada permasalahan yang kompleks. Pada jurnal "*Genetic Algorithm Finding the Shortest Path in Networks*" yang ditulis oleh Bilal Gonen dapat menunjukkan hasil Genetik Algoritma yang mendekati optimal, hasil penelitian ini juga menunjukkan Genetik algoritma dapat mengeluarkan hasil dengan cepat[6]. Jurnal "*Genetic Algorithm for Finding Shortest Path in a Network*" oleh V. Anusuya dan R. Kavitha membahas tentang menemukan jalur terpendek menggunakan algoritma genetika [7], penelitian ini dijadikan acuan oleh peneliti.

Peneliti juga menjadikan "*IoT based Smart Parking*" yang ditulis oleh Abhirup Khanna dan Rishi Anand pada tahun 2016 sebagai salah satu sumber referensi, yang dimana penelitian tersebut membahas masalah parkir dan sistem parkir pintar terintegrasi Cloud berbasis IoT saat ini. Sistem yang diusulkan memberikan informasi waktu nyata mengenai ketersediaan slot parkir di area parkir. Pengguna dari lokasi terpencil dapat memesan slot parkir untuk mereka dengan menggunakan aplikasi [8]. Penelitian ini juga merupakan bentuk pengembangan dari penelitian sebelumnya, yang dimana penelitian sebelumnya juga melakukan pengembangan terhadap dua penelitian sebelumnya, penelitian itu berhasil membuat prototipe sistem peminjaman sepeda kampus berbasis IoT, namun pada penelitian sebelumnya hanya memberikan jumlah lokasi parkir yang kosong, pengambilan keputusan bergantung dari pengguna [3].

Oleh karena itu perlu diadakan pengembangan terhadap lokasi parkir sepeda. Dengan menggunakan metode Algoritma Genetik pada sistem pencarian lokasi parkir dan dihubungkan dengan GPS yang dipasang di sepeda sehingga pengguna mendapatkan parkir terdekat dari pengguna. Dimana data dikirimkan melalui protokol MQTT. Pengelolaan Algoritma Genetik pada data yang diperoleh dari terminal akan bekerja menyeleksi parkir terdekat dari pengguna. Dengan menerapkan konsep *Internet of Things* pada terminal dan sepeda pengguna dapat mengetahui ketersediaan lokasi parkir terdekat dari tempat tujuannya.

3. Sistem yang Dibangun

Penelitian ini dibangun menggunakan dua sistem yang saling terhubung yaitu sistem yang terdapat pada sepeda dan sistem yang terdapat pada terminal. Berikut rancangan gambaran umum sistem dapat dilihat pada gambar 3.1



Gambar 3. 1 Gambaran Umum Sistem.

Pada gambar 3.1 dijelaskan sistem yang ada pada Sepeda dapat berhubungan dengan sistem yang ada di terminal menggunakan internet. Sistem yang terdapat di terminal memiliki komponen-komponen yang dapat mendukung fungsionalitas sistem seperti Modul GPS yang digunakan untuk mendapatkan titik koordinat dari pengguna sepeda dan memiliki modul Keypad sebagai komponen pembantu agar user dapat memilih *destination* atau tujuannya. Data yang didapatkan dari komponen-komponen tersebut akan masuk kedalam NodeMCU ESP32 yang kemudian digunakan untuk pengolahan data. Data yang ada akan dikirimkan ke Raspberry Pi 3 melalui protokol MQTT menggunakan koneksi internet.

Raspberry Pi 3 akan mendapatkan inputan dari NodeMCU ESP32 berupa titik koordinat dan destination/tujuan, setelah data didapatkan metode Algoritma Genetika akan bekerja mendapatkan hasil yang paling optimal. Ketika metode telah berhasil mendapatkan hasil optimal maka Raspberry Pi 3 akan mengirimkan kembali ke NodeMCU ESP32 menggunakan internet melalui protokol MQTT. Data yang dikirimkan kembali berupa nodes + parkiran + destination, data ini juga merupakan output yang akan dikeluarkan oleh module LCD yang telah terhubung dengan NodeMCU ESP32

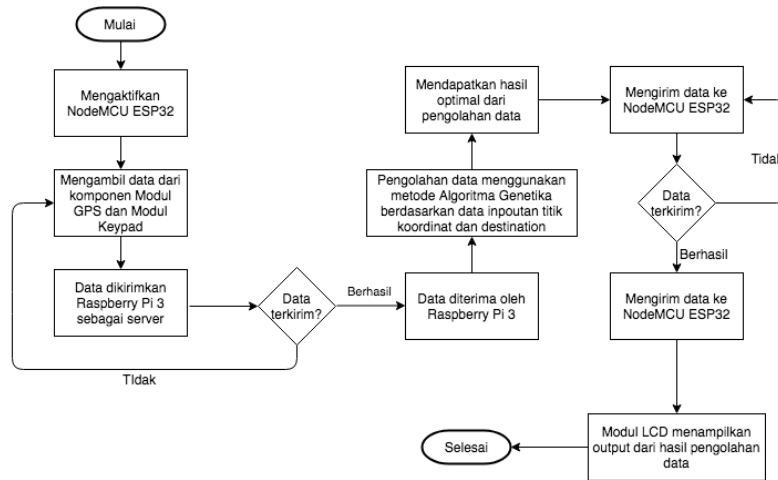
3.1 Kebutuhan Sistem

Berdasarkan penelitian ini sistem memiliki fungsionalitas yang terdiri atas:

1. Komponen yang Module GPS mampu mengeluarkan titik koordinat
2. Komponen yang terhubung dengan NodeMCU ESP32 mampu bekerja sesuai fungsionalitasnya.
3. Raspberry Pi 3 yang terintegrasi dengan Python dapat mengolah metode Algoritma Genetika sehingga dapat mengeluarkan hasil pengolahan optimal berdasarkan metode yang digunakan.
4. Protokol MQTT digunakan sebagai alat komunikasi antara NodeMCU ESP32 dengan Raspberry Pi 3
5. Setiap sistem harus terkoneksi internet baik Sistem yang ada pada sepeda dan sistem yang ada pada terminal.
6. Sistem menggunakan Powerbank sebagai Power Supply untuk NodeMCU ESP32 dan Raspberry Pi 3.

3.2 Alur Diagram Sistem

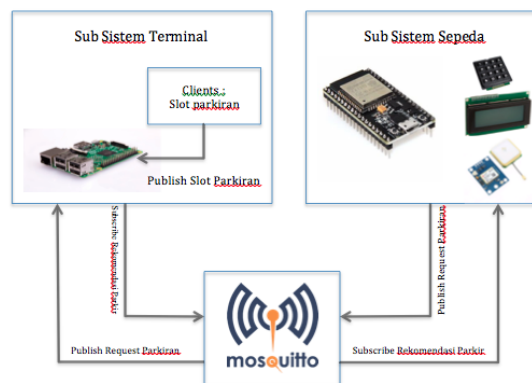
Pada Gambar 3.2 terdapat alur diagram sistem yang menunjukkan cara kerja sistem dengan serangkaian komponen dan proses yang dilakukan oleh sistem yang dibangun. Berikut alur diagram sistem seperti yang terlihat pada Gambar 3.2 :



Gambar 3. 2 Alur Diagram Sistem.

3.3 Arsitektur Sistem

Arsitektur sistem pada gambar 3.3 merupakan arsitektur sistem yang menggunakan protokol MQTT. Sistem ini memiliki Sub Sistem Terminal dan Sub Sistem Sepeda, di dalam Sub Sistem sendiri terdapat clients. Clients yang terdapat didalam Sub Sistem Terminal hanya berperan sebagai publisher untuk memberikan *update*-an setiap ada perubahan data pada slot parkir. Sub Sistem Terminal dan Sub Sistem Sepeda masing-masing terhubung dengan broker Mosquitto. Sub sistem sepeda akan mempublish data ke mosquito ketika seorang pengguna *request* untuk parkir dengan topik yang digunakan “1103130191/intopic” untuk *publish* dan setelah data diolah sub sistem sepeda akan *subscribe* dengan topik “1103130191/outtopic”. Sub sistem terminal juga melakukan hal yang sama ketika sub sistem sepeda telah mem-*publish* data, maka broker mosquito akan mem-*publish* ke Sub sistem terminal dengan topik “1103130191/outtopic dan setelah data diolah sub sistem terminal akan *subscribe* dengan topik “1103130191/intopic”.



Gambar 3. 3 Alur Kounikasi Sistem.

3.4 Desain Algoritma

Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah Algoritma Genetika. Algoritma Genetika atau yang biasa disebut dengan Genetika alamiah merupakan algoritma yang mekanismenya bisa dibilang rumit, tidak ada angka pasti yang dapat mengeluarkan hasil terbaik. Semua calon solusi dipilih secara random yang akan bertahan adalah yang memiliki nilai *fitness* yang tinggi, dalam kasus penelitian ini perhitungan nilai *fitnes* yang menggunakan masalah minimasi, yaitu :

$$f = \frac{1}{h + a}$$

Ket :

f : Nilai *fitness*

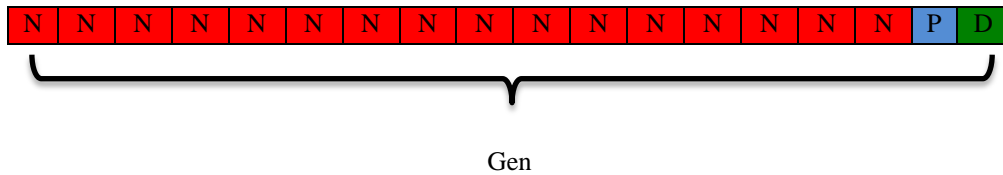
h : jarak total antar nodes (digunakan pada masalah minimasi)

a : konstanta nilai terkecil yaitu 0,01 (digunakan untuk menghindari perhitungan ∞ jika h = 0)

Algoritma Genetika memiliki tahapan- tahapan yang harus dilakukan untuk mengeluarkan hasil, tahapan-tahapan yang dilakukan adalah :

1. Tahap Inisialisasi

Tahap inisialisasi akan mengumpulkan individu/kromosome secara random untuk menghasilkan generasi pertama. Pemilihan random menggunakan fungsi yang sudah tersedia dalam bahasa pemrograman python. Pemilihan individu atau kromosome akan berhenti ketika sudah mencapai nilai populasinya. Adapun desain kromosome yang digunakan untuk pemilihan individu adalah sebagai berikut



Ket :

N : nodes (jalur yang telah ditentukan oleh peneliti)

P : Parking (tempat parkir)

D : Destination (tempat tujuan pengguna)

2. Rekombinasi

Tahap selanjutnya adalah tahap rekomendasi memiliki beberapa tahap yang ada didalamnya :

Sorting semua populasi

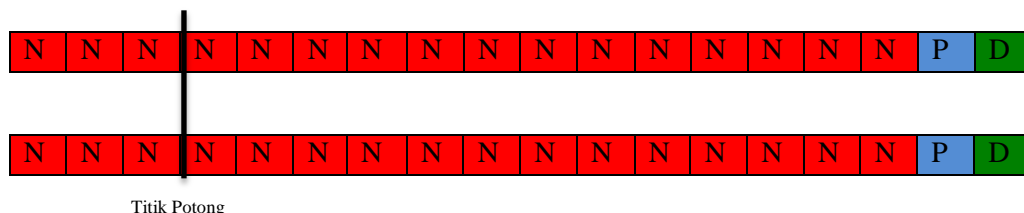
Setelah tahap inisialisasi mendapatkan semua populasi sesuai yang ditentukan, dilakukan sorting berdasarkan dengan nilai *fitness*.

Roulette-wheel

Sesuai dengan namanya tahapan ini menirukan permainan roulette-wheel yang dimana masing-masing populasi akan menempati lingkaran yang terdapat dalam roda lingkaran, porsi untuk setiap individu/kromosome berdasarkan nilai *fitness* yang tertinggi. Semakin tinggi nilai *fitness* maka peluang untuk terpilihnya sebagai calon solusi lebih besar.

Parent Selection

Hasil dari roulette-wheel putaran pertama akan dipasangkan dengan hasil putaran kedua, hasil putaran ketiga akan dipasangkan dengan putaran keempat, dan seterusnya sebanyak jumlah populasi. Dalam kasus ini menggunakan paramete MAX_POP. Setelah semua individu/kromosome mendapatkan pasangan akan dilakukan kawin silang dan menghasilkan 2 anak yang aka masuk ke tahapan selanjutnya. Pada dasarnya sesuai dengan teori alamiah tidak semua pasangan akan mendapatkan anak ketika sudah dikawinkan, ketika sebuah kromosome tidak berhasil menghasilkan anak maka akan diulang lagi dari tahapan sorting populasi dan individu/kromose akan mati atau tidak digunakan ketika umurnya telah habis/mati. Dalam penelitian ini parameter MAX_AGE = 5. Berbeda halnya dengan hasil kawin silang yang menghasilkan anak akan masuk ke tahap selanjutnya yang dijadikan sebagai calon solusi.



Pada kasus ini peneliti menggunakan pindah silang dengan satu titik (*single-point crossover*). Titik potong pada pindah silang satu titik ini dibangkitkan secara acak. Namun pada penelitian ini Parking dan Destination menjadi satu komponen yang sepaket jadi yang akan terus ikut pada individu/kromose selanjutnya walaupun telah dikawin silangkan.

3. Mutasi

Pada tahap ini calon solusi yang telah didapatkan dari perkawinan silang dilakukan pertukaran tempat parkir (P) secara random.

4. Survival Selection

Pada tahapan mutasi tempat parkir (P) telah dirubah, maka secara otomatis nilai *fitness* juga akan berubah, maka calon solusi yang nilai *fitness*-nya lebih tinggi akan menggantikan individu yang nilai *fitness*-nya lebih rendah.

5. Save Population

Calon solusi akan terus disimpan sebagai solusi hingga iterasi berakhir, iterasi akan berakhir ketika generasi telah habis. Dalam penelitian ini generasi ditandai dengan MAX_GEN.

3.5 Pemetaan

Pada penelitian ini, peneliti melakukan pemetaan terhadap sistem yang akan dibangun. Pemetaan ini dilakukan di area Telkom University, lokasi parkir dan *destination*/tujuan peneliti melakukan pengambilan data secara visual. Pemetaan dapat dilihat pada Gambar 3.4



Gambar 3. 4 Alur Diagram Sistem

3.6 Spesifikasi Kebutuhan Sistem

Pada penelitian ini, peneliti menggunakan perangkat keras dengan spesifikasi dan fungsionalitas yang dapat dilihat pada tabel 3.1 berikut :

Tabel 3. 1 Spesifikasi Perangkat

Jenis Perangkat Keras	Fungsionalitas Perangkat Keras
Raspberry Pi 3	Sebagai server dan tempat pengolahan data oleh metode yang digunakan yakni Algoritma Genetika, sekaligus sebagai media penerima dan pengiriman data sebelum dioleh oleh metode yang digunakan
NodeMCU ESP32	Sebagai media untuk men
Modul GPS	Sebagai alat untuk mendapatkan titik koordinat dari pengguna.
Modul Keypad (4x4)	Sebagai alat untuk mengetahui tujuan dari pengguna dengan menekan salah satu tombol yang ada.
Modul LCD (20x4)	Sebagai alat untuk menampilkan hasil pengolahan data agar lebih mudah dipahami oleh pengguna.

Selain perangkat keras peneliti menggunakan perangkat lunak untuk mendukung penelitian dengan spesifikasi yang terdiri atas:

1. Raspberry Pi 3 menggunakan Sistem Operasi Rasbian
2. Algoritma Genetika menggunakan bahasa pemrograman Python 3
3. Alat yang deprogram menggunakan Arduino IDE.

3.7 Skenario Pengujian

Pada penelitian ini untuk mengetahui fungsionalitas sistem yang dibangun akan dilakukan pertama pengujian sub sistem sepeda bisa membaca bisa menampilkan hasil yang diperoleh dari module GPS dan module Keypad. Kedua Mikrokontroller NodeMCU ESP32 dapat mengirimkan data ke Raspberry Pi 3 dan Raspberry Pi 3 menerima data dari NodeMCU ESP32 begitupun sebaliknya. Ketiga data dapat yang diterima dapat diolah menggunakan Algoritma Genetika dan mengeluarkan hasil. Keempat Mengambil 1 titik koordinat untuk dijadikan bahan menentukan parameter yang baik untuk digunakan dan melakukan analisis terhadap beberapa parameter yang telah dicoba. Kelima setelah mendapat hasil analisis, penulis menentukan parameter yang akan digunakan dalam pengujian. Keenam melakukan pengujian pada 10 titik yang berbeda dan menguji sistem yang dibangun dapat diimplementasikan secara nyata.

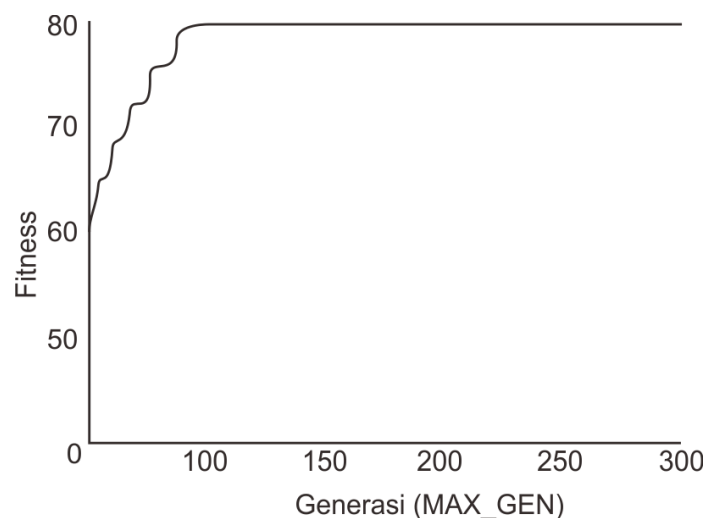
4. Hasil Pengujian dan Analisa

Dalam penelitian ini umur, populasi dan generasi sangat mempengaruhi hasil optimal yang akan dikeluarkan oleh metode yang digunakan, peneliti melakukan analisis terhadap parameter : MAX_AGE, MAX_POP, dan MAX_GEN. Peneliti mengambil beberapa sampel dari hasil pengujian yang terdapat dilampiran untuk membuktikan pengaruh parameter tersebut terhadap hasil yang dikeluarkan oleh Algoritma Genetika. Dari hasil analisis pengujian menggunakan :

Tabel 4. 1 Parameter Optimum

Parameter	Value
Panjang Kromosom	18
Jumlah Individu (MAX_POP)	50
Jumlah Generasi (MAX_GEN)	200
Probabilitas Rekomendasi (RP)	0,8
Probabilitas Mutasi (MP)	0,2
Umur Individu (MAX_AGE)	5

Jika diberikan parameter umur (MAX_AGE = 5) terhadap sebuah individu/kromosome dalam metode ini, hasil yang dikeluarkan akan lebih optimal dibandingkan tidak menggunakan umur (MAX_AGE = 0). Dari data yang diperoleh juga dapat disimpulkan bahwa semakin banyak iterasi atau generasi (MAX_GEN) dan populasi (MAX_POP) semakin sedikit maka hasil yang dikeluarkan akan lebih optimal. Jadi dengan memberikan umur (MAX_AGE) terhadap individu/kromosome dalam metode, menggunakan generasi (MAX_GEN) lebih banyak dan populasi (MAX_POP) lebih sedikit terhadap Algoritma Genetika, maka metode akan mengeluarkan hasil yang optimal.



Gambar 4.1 Grafik Konvergensi Algoritma Genetika

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil rancangan sistem dan pengujian yang telah dilakukan peneliti menyimpulkan bahwa sistem dapat mendeteksi titik koordinat dari pengguna serta mendapatkan inputan destination/tujuan yang diinginkan oleh pengguna. Algoritma Genetika dapat diimplementasikan dalam penelitian ini karena mengeluarkan hasil yang optimal. Sistem yang ada pada sepeda dan terminal dapat berkomunikasi sehingga data yang diperoleh sampai ke masing-masing sistem dan setiap sistem juga dapat mengirimkan data. Namun slot parkir yang kosong hanya menggunakan dataset yang dibuat oleh peneliti dan slot parkir masih tersimpan di Raspberry Pi 3 sehingga ketika parkir kosong server tidak dapat membacanya.

Oleh karena itu perlu diadakan pengembangan untuk kedepannya, pengembang dapat menambahkan komponen yang bisa memberikan informasi mengenai slot parkir yang kosong agar secara otomatis sistem terminal dapat mengupdate ketika pengguna sudah tidak berada diparkiran tersebut. Selain itu, pengembang juga dapat mengganti komponen dengan komponen yang memiliki spesifikasi lebih tinggi agar pembacaan data dapat lebih cepat.

Daftar Pustaka

- [1] Sekpim, Telkom University, "Go Green dengan Sepeda Kampus," [Online]. Available : <http://www.telkomuniversity.ac.id/article/go-green-dengan-sepeda-kampus>. [Diakses September 2017].
- [2] A.R. Putri, "Di Balik Karat Sepeda Kampus," 2015. [Online]. Available : <http://studentstelkomuniversity.com/di-balik-karat-sepeda-kampus/>. [Diakses September 2017].
- [3] F. A. Rachman, M. Abdurrohman, dan A. G. Putrada, "Pengujian Performa Pada Prototipe Sistem Peminjaman Sepeda Kampus Terdistribusi Berbasis *Internet of Things* (IoT)", *Prodi SI Teknik Informatika, Fakultas Informatika, Universitas Telkom*, 2017.
- [4] I. Aydin, M. Karakose, E. Karakose, "A Navigation and reservation based smart parking platform using genetic optimization for smart cities," 2017.
- [5] Songran LIU, Zhe LI, 2014, "Modifies Genetic Algorithm for Community Detection in Complex Network".
- [6] Bilal Gonen, "Genetic Algorithm Finding the Shortest Path in Networks", *Departement of Computer Science and Engineering, Unniversity of Nevada, Reno, USA*.
- [7] V. Anusuya, R. Kaviths, 2014, "Genetic Algorithm for Finding Shortest Path in a Network".
- [8] Abhirup Khanna, Rishi Anand, 2016, "IoT base Smart Parking System", University of Petroleum and Energy Studies (UPES) Dehradun, Uttarakhand.