

Lokasi Optimal Penempatan Charging Station dengan Sumber PLTS *Rooftop* di Kota Mataram Menggunakan Metode *Genetic Algorithms* (GA)

Putu Ngurah Gilang Bagaskara¹, Rosmaliati², Bulkis Kanata³

¹Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mataram, Jl. Majapahit No. 62. Mataram 83115. Indonesia.

INFO ARTIKEL

Article history:

Received Desember 2, 2021
Revised Januari 28, 2022
Accepted February 28, 2022

Keywords :

Charging Station;
Algoritma Genetika;
Kriteria;

Abstrak

Charging Station merupakan fasilitas yang dapat digunakan untuk mengisi daya baterai pada kendaraan listrik. Perkembangan teknologi pada beberapa tahun belakangan sangat pesat, kendaraan listrik sudah semakin banyak digunakan dengan peningkatan ini keberadaan Charging Station sangat dibutuhkan bagi masyarakat. Penentuan lokasi dalam pembangunan Charging Station juga perlu mempertimbangkan beberapa kriteria, sehingga Charging Station akan dapat beroperasi lebih maksimal sesuai dengan kebutuhan masyarakat. Berdasarkan permasalahan tersebut dibutuhkan sistem yang dapat menyajikan lokasi Charging Station dengan tepat dan mempertimbangkan nilai kriteria yang dibutuhkan. Dalam Tugas akhir ini penulis membuat sebuah alat bantu yang dapat menentukan lokasi optimal Charging Station dengan menggunakan metode Algoritma Genetika dengan kriteria luas atap bangunan, potensi daya pada lokasi, kepadatan penduduk, kepadatan lalu lintas, dan jumlah pengunjung. Data yang digunakan dalam proses uji coba merupakan data yang mencakup kriteria-kriteria pada kota Mataram. Berdasarkan hasil implementasi menggunakan Algoritma Genetika sistem dapat menentukan 14 lokasi optimal yang dapat beroperasi untuk mengcover kota Mataram.

Abstract

Charging Station is a facility that can be used to charge batteries in electric vehicles. Technological developments in recent years have been very rapid, electric vehicles have been increasingly used, with this increase the existence of a Charging Station is very much needed by the community. Determining the location in the construction of the Charging Station also needs to consider several criteria, so that the Charging Station will be able to operate more optimally according to the needs of the community. Based on these problems, a system is needed that can provide the exact location of the Charging Station and consider the required criteria values. In this final project the author creates a tool that can determine the optimal location of the Charging Station using the Genetic Algorithm method with the criteria of building roof area, power potential at the location, population density, traffic density, and number of visitors. The data used in the trial process is data that includes the criteria for the city of Mataram. Based on the implementation results using the Genetic Algorithm the system can determine 14 optimal locations that can operate to cover the city of Mataram.

Corresponding Author:

Corresponding Author Name, Affiliation, Address, City and Postcode, Country
Email: xxx@xx.ac.id

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi pada beberapa tahun belakangan ini sangat pesat, seperti teknologi – teknologi baru dengan fasilitas yang dapat membuat pengguna merasa lebih nyaman dengan kegunaannya. Salah satu teknologi yang sudah semakin berkembang saat ini adalah kendaraan dengan bahan bakar listrik atau disebut Electric Vehicle (EV), dimana dengan kendaraan listrik ini maka dapat mengurangi dampak lingkungan dan penggunaan bahan bakar minyak [1]. Kendaraan listrik ini sudah semakin sering kita lihat, dimana masyarakat

sudah mulai tertarik untuk mencoba kendaraan listrik mulai dari sepeda listrik, motor listrik, mobil listrik, maupun kendaraan listrik lainnya. Peningkatan kebutuhan membuat pengguna kendaraan listrik harus melakukan pengisian baterai sehingga kendaraan listrik dapat kembali melakukan perjalanannya, maka dari itu pembangunan *charging station* merupakan solusi dari masalah kendaraan listrik [2]. *Charging station* yang akan dibangun diharuskan dapat mengisi kendaraan listrik dengan lebih cepat, agar pengendara kendaraan listrik tidak menunggu lama dalam saat sedang melakukan pengisian [3]. Lokasi pembangunan *charging station* diharuskan memiliki kriteria yang mendukung agar *charging station* dapat digunakan secara maksimal [4]. Lokasi yang terpilih sebagai tempat pembangunan *charging station* merupakan lokasi pada bangunan umum, karena *charging station* akan digunakan oleh masyarakat umum sebagai pengganti stasiun pengisian bahan bakar umum [5]. Namun banyaknya lokasi yang sesuai membuat susah menentukan lokasi yang harus didahulukan dalam pembangunan.

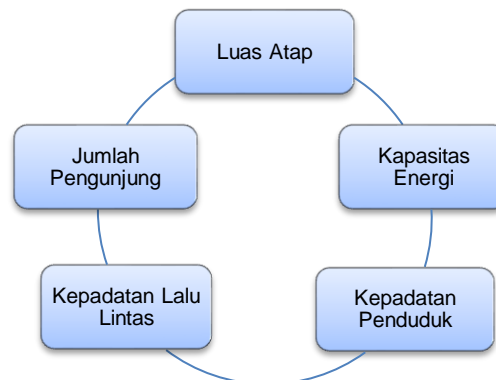
Permasalahan ini, dapat digunakan metode yang mampu mendukung kegiatan yaitu metode *Genetic Algorithms* (GA). *Genetic Algorithms* dipilih karena kemampuannya untuk menyelesaikan permasalahan optimasi yang harus memenuhi berbagai macam kriteria dengan secara otomatis, sehingga dapat menentukan lokasi optimal dengan lebih cepat dan sesuai dengan kriteria yang sudah ditentukan sehingga kesalahan dalam penentuan lokasi akan lebih sedikit [6].

2. METODE

Metode merupakan langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian hingga menemukan hasil akhir, dari pengumpulan data, pengolahan data, pembuatan algoritma genetika, dan analisis metode yang digunakan.

2.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan mengambil data dari berbagai sumber dan juga dilakukan dengan pengambilan sendiri di berbagai *software*. Data yang digunakan adalah data yang diambil berdasarkan kriteria yang digunakan dalam pemilihan lokasi alternatif, berikut kriteria yang digunakan dalam pemilihan lokasi optimal:



Kriteria luas atap, kapasitas energi, kepadatan penduduk, kepadatan lalu lintas, dan jumlah pengunjung merupakan kriteria yang terpilih berdasarkan kebutuhan pada *charging station* yang akan dibangun [7]–[9]. *Charging station* akan menggunakan sumber daya utama yang berasal dari tenaga surya maka dibutuhkan kriteria seperti luas atap maupun kapasitas energi. Pengumpulan data kriteria dilakukan dengan beragam cara

- Data luas atap bangunan digunakan dengan mengambil data laporan.
- Data kapasitas energi diambil dari *software* renewable ninja.
- Data kepadatan penduduk diambil dari Badan Pusat Statistik (BPS) dengan mengambil data penduduk pada tahun 2019.
- Data kepadatan lalu lintas diambil berdasarkan banyaknya pengguna jalan di lokasi pembangunan *charging station* yang dilihat pada *software* google maps.
- Data jumlah pengunjung diambil dari 2 bagian yaitu berdasarkan bangunan pemerintah dan bangunan umum.

2.2 Pengolahan Data

Pengolahan data merupakan bagian dimana data yang didapat diolah menggunakan metode yang ditentukan, sehingga didapat data optimal sesuai dengan ketentuan. Metode yang digunakan dalam pengolahan data adalah metode algoritma genetika. Tahapan dalam penentuan lokasi optimal menggunakan metode algoritma genetika adalah dengan normalisasi data, dan menghitung jarak antar lokasi alternatif,

Normalisasi data digunakan metode normalisasi minmax dimana dilakukan untuk mengubah data yang didapat agar lebih mudah untuk diselesaikan, berikut persamaan untuk normalisasi data:

$$Y_{new} = \frac{(Y - Y_{min})}{Y_{max} - Y_{min}} \tag{1}$$

dengan:

- Y_{new} = nilai ternormalisasi
- Y = nilai yang akan dinormalisasi
- Y_{min} = nilai terkecil pada data
- Y_{max} = nilai terbesar pada data

Menghitung jarak antar lokasi alternatif menggunakan formula haversine yang bertujuan agar lokasi optimal tidak berada pada daerah yang sama sehingga tidak ada pemborosan dalam pembangunan *charging station* [10].

$$a = \sin^2\left(\frac{\Delta lat}{2}\right) + \cos(lat1) \cdot \cos(lat2) \cdot \sin^2\left(\frac{\Delta long}{2}\right) \tag{2}$$

$$c = 2 \cdot \text{atan}^2(\sqrt{a}, \sqrt{1-a}) \tag{3}$$

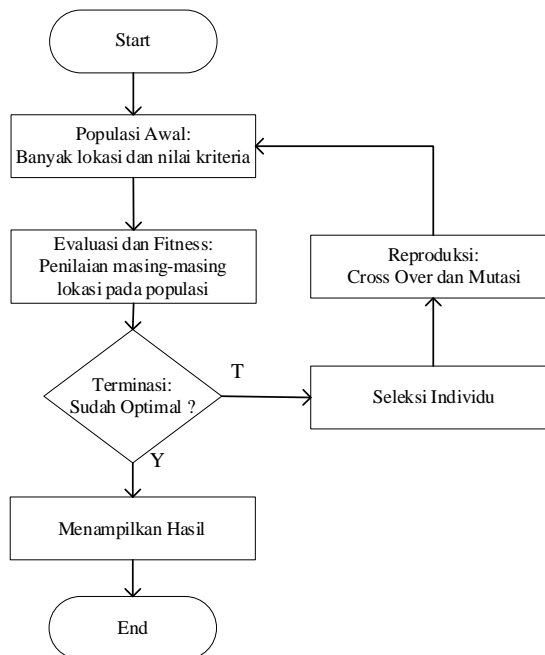
$$d = R \cdot c \tag{4}$$

dengan:

- R = Jari-jari bumi sebesar 6371(km)
- Δlat = Besaran perubahan latitude
- $\Delta long$ = Besaran perubahan longitude
- c = Kalkulasi perpotongan sumbu
- d = Jarak (km)
- 1° = 0.0174532925 radian

2.3 Penerapan Algoritma Genetika

Algoritma genetika digunakan sebagai metode untuk menentukan lokasi optimal untuk pembangunan *charging station*, dengan memasukkan berbagai metode pada pengolahan data kedalam metode algoritma genetika maka didapat data akhir dengan lebih kompleks.



Langkah-langkah yang dilakukan oleh algoritma genetika sebelum mencapai nilai yang ditentukan, antara lain: Populasi Awal dibuat dengan banyak populasi yang berisikan lokasi-lokasi alternatif dengan masing-masing memiliki nilai kriterianya sendiri seperti nilai luas atap, kapasitas energi, kepadatan penduduk, kepadatan lalu lintas dan jumlah pengunjung [11]. Evaluasi dan Fitness adalah proses penilaian masing-masing lokasi yang berada pada populasi. Fungsi objektif yang digunakan pada algoritma dalam penentuan lokasi optimal adalah:

$$f(a) = \sum_{i=1}^n wx_i + wy_i + wr_i + ws_i + wt_i \quad (5)$$

dengan:

- w : nilai bobot pada kriteria
- ti : nilai kriteria jumlah pengunjung
- xi : nilai kriteria luas atap bangunan
- yi : nilai kriteria potensi kapasitas daya
- ri : nilai kriteria kepadatan penduduk
- si : nilai kriteria kepadatan lalu lintas

Proses Terminasi merupakan proses pemeriksaan nilai akhir dari populasi apakah sudah cocok dengan nilai optimal, jika belum maka terjadi perulangan sampai ditemukan data yang sudah optimal [12]. Terminasi dilakukan ketika kondisi dimana nilai fungsi objektif atau $f(a)$ bernilai sama antara nilai max maupun min, berikut persamaannya:

$$\max f(a) - \min f(a) = 0 \quad (6)$$

Seleksi Individu adalah seleksi nilai dari beberapa populasi dengan nilai fitness yang terbaik kemudian di simpan pada variable yang ditentukan. Prosedur *Cross Over* memilih dua populasi pada proses seleksi yang memiliki nilai terbaik, kemudian menentukan satu atau dua titik potong secara acak. Setelah titik potong ini terpilih maka dilakukan proses penukaran informasi dari kedua data itu berdasarkan titik potong yang telah ditentukan. Prosedur Mutasi dilakukan dengan menggeser nilai lokasi pada lokasi yang terpilih untuk dimutasikan. Prosedur yang digunakan adalah mutasi bit. Setiap bit dari data tersebut mempunyai peluang sendiri untuk mengalami mutasi. Probabilitas terjadinya mutasi pada setiap bit ditentukan oleh nilai mutation rate yang diinputkan melalui PC [13]. Jika prosedur sudah dilakukan maka akan tercipta populasi baru yang akan menggantikan nilai pada populasi awal, kemudian akan mengulangi langkah dari nomor 1 hingga pada terminasi akan terdeteksi sudah optimal atau belum populasi tersebut.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

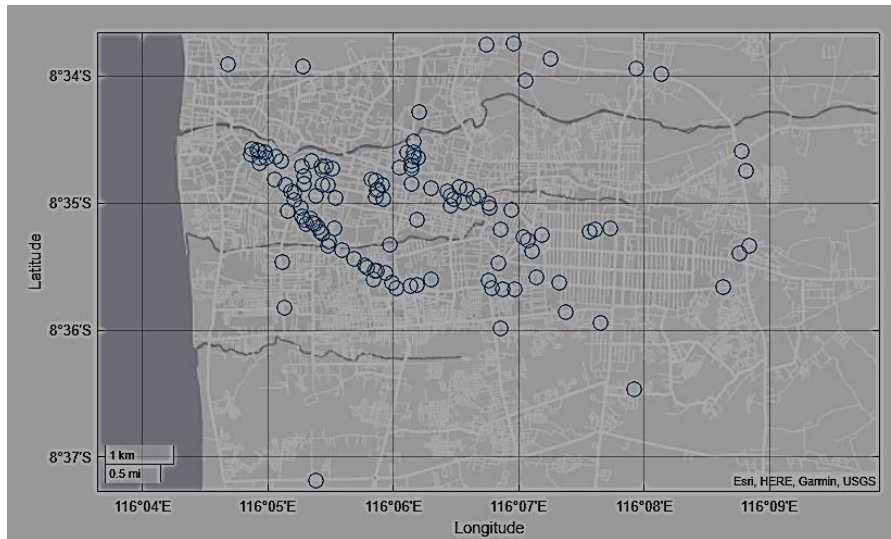
3.1 Lokasi Alternatif

Pengambilan lokasi alternatif berdasarkan dari data penelitian sebelumnya mengenai pembangkit listrik tenaga matahari (PLTS Rooftop) di kota Mataram. Charging station yang akan dibangun menggunakan sumber tenaga utama dari plts rooftop digabung dengan sumber tenaga dari jaringan PLN. Data Lokasi alternatif dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Lokasi Alternatif pembangunan Charging Station

No	Nama Lokasi	Luas Atap (m ²)	Kapasitas Energi (kwh/h)	Kepadatan Populasi (Orang)	Kepadatan Lalu Lintas (Indikator)	Jumlah Pengunjung (Orang)
1	RS UNRAM	2714	480,72	4011	Hijau	133
2	UNRAM	2460	400,63	4011	Hijau	161
3	Dinas Pendidikan	1224	240,07	4011	Hijau	230
4	Dinas Perumahan dan Pemukiman	3312	452,63	4011	Hijau	55
...
30	BPS NTB	1801	220,35	4011	Orange	49
60	Narmada Conven Hall	1772	240,64	6847	Hijau	83
90	TVRI NTB	777	134,84	11042	Orange	58
120	Giant Express Mataram	1370	157,12	11042	Orange	149
124	Mitra 10 Mataram	5803	793,14	11087	Orange	180

Data yang dijadikan sebagai lokasi alternatif terdapat 124 lokasi. Lokasi yang terpilih sebagai pembangunan charging station merupakan lokasi yang memiliki gedung dan dijadikan sebagai tempat untuk berkunjung, seperti gedung pemerintahan maupun gedung fasilitas umum. Pemilihan yang berdasarkan jenis gedung ini dikarenakan charging station yang akan dibangun adalah charging station jenis umum. Untuk lokasi-lokasi dapat dilihat pada Gambar 1.

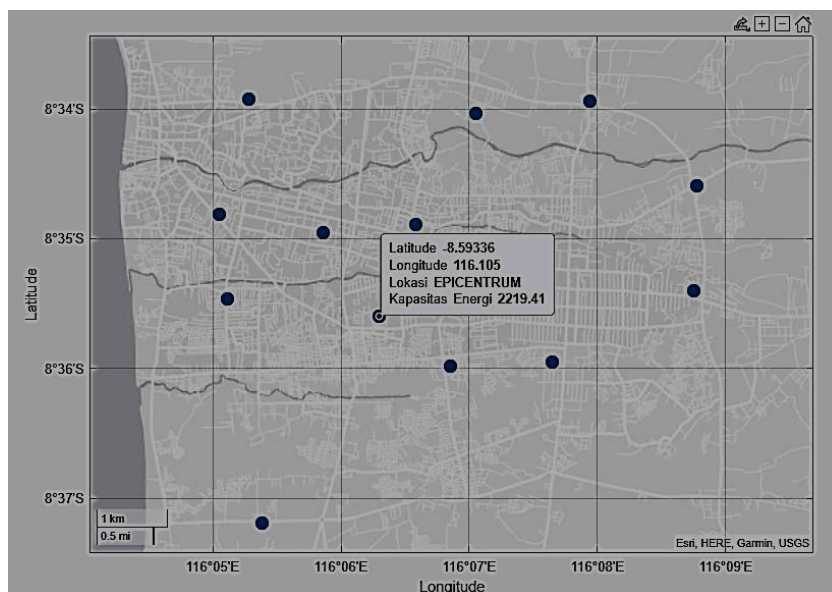


Gambar 1 Lokasi Alternatif Charging Station

Gambar 1 menunjukkan tampilan lokasi alternatif yang akan dibangun charging station di kota Mataram, dengan menggunakan matlab sebagai media untuk penampil data. Lokasi alternatif dalam bentuk peta memperlihatkan lingkaran-lingkaran sebagai penanda, dimana lingkaran pada peta lokasi menunjukkan tata letak dari lokasi-lokasi alternatif berdasarkan nilai latitude maupun longitude.

3.2 Lokasi Optimal

Lokasi optimal yang didapatkan dari menggunakan metode algoritma genetika dapat dilihat pada Gambar 2 yang menunjukkan lokasi optimal dalam tampilan peta, dan Tabel 1 yang menampilkan data dari lokasi optimal.



Gambar 2 Letak Lokasi Optimal dalam Peta

Gambar 2 menampilkan lokasi optimal untuk dibangun charging station. Tata letak lokasi optimal pada Gambar 2 dilihat tidak ada yang berdekatan hal ini dikarenakan algoritma genetika memilih lokasi berdasarkan nilai kriteria maupun jarak antar lokasi. Sesuai pada Persamaan (2) hingga (4), dimana lokasi yang berdekatan tidak akan terpilih karena algoritma genetika akan memilah dan mengumpulkan lokasi yang memiliki jarak yang optimal sesuai dengan ketentuan yang sudah ada.

Tabel 2 Hasil Lokasi Optimal Algoritma Genetika

No	Nama Lokasi	Luas Atap (m ²)	Kapasitas Energi (kwh/h)	Kepadatan Populasi (Orang)	Kepadatan Lalu Lintas (Indikator)	Jumlah Pengunjung (Orang)
1	Mitra 10 Mataram	5.803	793,14	11.087	Orange	435
2	RSJ Mutiara Sukma	5.635	735,36	10.856	Orange	423
3	Mataram Mall	21.623	2860,3	6.941	Orange	1.622
4	Kantor Gubernur	6.853	889,38	5.438	Orange	143
5	Transmart	8.733	1128,44	5.778	Orange	655
6	EPICENTRUM	16.714	2219,41	5438	Orange	1.254
7	RS Kota Mataram	6.166	817,55	11247	Hijau	462
8	Lotte Grosir	6.797	893,79	13.021	Hijau	510
9	Telkom Indonesia	4.255	555,2	4.011	Orange	89
10	Niaga (Ampenan)	3.511	464,17	8.268	Orange	263
11	Pasar Sayang-Sayang	3.380	430,08	9.072	Orange	253
12	RS Bhayangkara	2.351	299,91	11.014	Orange	176
13	Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil	2.660	348,02	17.374	Hijau	199
14	Giant Express Mataram	1.371	157,12	11.042	Orange	103

Data pada Tabel 2 merupakan data lokasi optimal dari pembangunan charging station. Lokasi yang ada pada Tabel 2 memiliki nilai tertinggi dari 124 lokasi, hal ini sesuai berdasarkan fungsi objektif yang digunakan pada algoritma genetika yaitu Persamaan (5), dimana algoritma genetika akan memilah lokasi dengan nilai kriteria tertinggi dengan yang terendah maupun dibawahnya.

3.3 Pengujian Algoritma Genetika

Metode algoritma genetika dilakukan pengujian dengan melakukan beberapa percobaan untuk mencapai nilai konvergen atau menemukan lokasi optimal. Percobaan dilakukan dengan data yang sama dan dilihat berapa lama iterasi yang dibutuhkan algoritma genetika dalam mencapai konvergen.

Tabel 3 Iterasi Percobaan Algoritma Genetika

No	Jumlah Iterasi	f(a)	Kondisi Hasil
1	119	183	Optimal
2	94	183	Optimal
3	127	183	Optimal
4	78	183	Optimal
5	111	183	Optimal
6	146	183	Optimal
7	149	183	Optimal
8	57	183	Optimal
9	92	183	Optimal
10	61	183	Optimal

Tabel 3 merupakan hasil percobaan ketika metode algoritma genetika dijalankan, dapat dilihat metode algoritma genetika dapat mencapai keadaan optimal dengan baik dan cepat yaitu pada jumlah iterasi sebanyak 57 kali sedangkan paling lama sebanyak 149 kali. Perbedaan jumlah iterasi ini bisa terjadi dikarenakan pemilihan lokasi yang secara random dan seleksi berdasarkan persamaan fungsi objektif yang dilakukan yaitu pada Persamaan (5).

4 KESIMPULAN

Hasil analisis yang dilakukan menggunakan metode algoritma genetika sebagai penentuan lokasi optimal pembangunan charging station di kota Mataram, dengan kriteria seperti luas atap pada bangunan, kapasitas energi, kepadatan populasi, kepadatan lalu lintas dan jumlah pengunjung pada bangunan maka dapat diambil kesimpulan yakni metode algoritma genetika dapat menentukan lokasi optimal dengan baik. Dilihat dari 14 lokasi yang dihasilkan merupakan lokasi dengan nilai tertinggi dari 124 lokasi alternatif yang disediakan. Penambahan metode seperti jarak antar lokasi membuat algoritma genetika dapat menyajikan lokasi alternatif dengan lebih spesifik dan mengurangi lokasi optimal dengan jarak berdekatan sehingga dapat untuk mencakup area kota Mataram.

Ucapan Terimakasih

Penelitian ini dapat dilaksanakan dengan baik berkat bantuan dari berbagai pihak, untuk itu peneliti mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada Badan Pusat Statistik Provinsi Nusa Tenggara Barat, dalam ketersediaan data dan informasinya, serta para Pembimbing dan Penguji yang telah mengarahkan dan membimbing Peneliti dalam menyelesaikan penelitian sesuai dengan tujuan penelitian.

5 REFERENCES

- [1] A. Liu, Y. Zhao, X. Meng, dan Y. Zhang, "A three-phase fuzzy multi-criteria decision model for charging station location of the sharing electric vehicle," *Int J Prod Econ*, vol. 225, no. March 2019, hlm. 107572, 2020, doi: 10.1016/j.ijpe.2019.107572.
- [2] L. Gong, W. Cao, K. Liu, dan J. Zhao, "Optimal charging strategy for electric vehicles in residential charging station under dynamic spike pricing policy," *Sustain Cities Soc*, vol. 63, no. 2, hlm. 102474, 2020, doi: 10.1016/j.scs.2020.102474.
- [3] P. Ranabhat, "Secure Design and Development of IoT enabled Charging Infrastructure for Electric Vehicle : Using CCS Standards for DC Fast Charging," no. April, hlm. 1–50, 2018.
- [4] R. Philipsen, T. Schmidt, J. van Heek, dan M. Ziefle, "Fast-charging station here, please! User criteria for electric vehicle fast-charging locations," *Transp Res Part F Traffic Psychol Behav*, vol. 40, no. 2016, hlm. 119–129, 2016, doi: 10.1016/j.trf.2016.04.013.
- [5] C. Dericioglu, E. Yirik, E. Unal, M. U. Cuma, B. Onur, dan M. Tumay, "a Review of Charging Technologies for Commercial Electric Vehicles," *International Journal of Advances on Automotive and Technology*, vol. 2, no. 1, hlm. 61–70, 2018, doi: 10.15659/ijaat.18.01.892.
- [6] Y. Muhammad, "Penggunaan Metode Analisis Spasial Dan Genetic Algorithms (Ga) Pada Sistem Penentuan Lokasi Optimum Spbu," 2016.
- [7] G. J. Osório dkk., "Modeling an electric vehicle parking lot with solar rooftop participating in the reserve market and in ancillary services provision," *J Clean Prod*, vol. 318, no. September 2020, 2021, doi: 10.1016/j.jclepro.2021.128503.
- [8] I. Frade, A. Ribeiro, G. Gonçalves, dan A. Antunes, "Optimal location of charging stations for electric vehicles in a neighborhood in Lisbon, Portugal," *Transp Res Rec*, no. 2252, hlm. 91–98, 2011, doi: 10.3141/2252-12.
- [9] M. Mainul Islam, H. Shareef, dan A. Mohamed, "Optimal location and sizing of fast charging stations for electric vehicles by incorporating traffic and power networks," *IET Intelligent Transport Systems*, vol. 12, no. 8, hlm. 947–957, 2018, doi: 10.1049/iet-its.2018.5136.
- [10] A. H. Kridalaksana dkk., "Penerapan Formula Haversine Pada Sistem Informasi," *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, vol. 13, no. 1, hlm. 14–21, 2018.
- [11] I. N. Tiarani, M. Abdurrohman, dan ..., "Rekomendasi Lokasi Parkiran Sepeda Kampus Menggunakan Metode Algoritma Genetika Berbasis Internet Of Things (iot)," *eProceedings ...*, vol. 6, no. 1, hlm. 2342–2349, 2019, [Daring]. Tersedia pada: <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/8678>
- [12] I. M. S. Putra, "Penerapan Algoritma Genetika Dan Implementasi Dalam MATLAB," vol. 53, no. 9, hlm. 1689–1699, 2018.
- [13] F. Purwanto, E. C. Djamal, dan A. Komarudin, "Optimalisasi Penempatan Halte Trans Metro Bandung Menggunakan Algoritma Genetika," *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATi)*, hlm. 36–38, 2016.

BIOGRAPHY OF AUTHORS (10 PT)

First author photo	First Author Name first author biography and email
Second author photo	Second Author Name second author biography and email