

**SKRIPSI**  
**IMPLEMENTASI ALGORITMA A-STAR DALAM**  
**PENENTUAN RUTE TERBAIK PADA *AUTONOMOUS***  
***ELECTRIC VEHICLE***



**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada**  
**Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik**  
**Universitas Sriwijaya**

**Oleh :**  
**JAVEN JONATHAN**  
**03041381924102**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**  
**2023**

# LEMBAR PENGESAHAN

## IMPLEMENTASI ALGORITMA A-STAR DALAM PENENTUAN RUTE TERBAIK PADA *AUTONOMOUS ELECTRIC VEHICLE*



Disusun Untuk Memenuhi Syarat mendapatkan Gelar Sarjana Teknik Pada  
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik  
Univeristas Sriwijaya

Oleh:

**JAVEN JONATHAN**

03041381924102

Tengetahui,

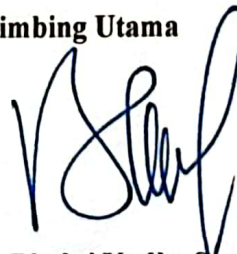
Palembang, Juli 2023

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Menyetujui,

Pembimbing Utama

  
Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D., IPM  
P. 197108141999031005



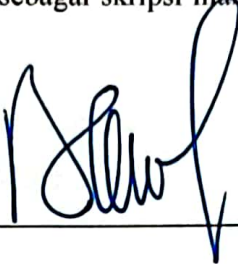
Dr. Ir. Bhakti Yudho Suprpto, S.T., M.T., IPM

NIP. 197502112003121002

### HALAMAN PERNYATAAN DOSEN

Saya sebagai pembimbing dengan ini menyatakan bahwa saya telah membaca dan menyetujui skripsi ini dan dalam pandangan saya ruang lingkup dan kualitas skripsi ini mencukupi sebagai skripsi mahasiswa sarjana strata satu (S1).

Tanda Tangan

:  \_\_\_\_\_

Pembimbing Utama : Dr. Ir. Bhakti Yudho Suprpto, S.T., M.T., IPM

Tanggal

: 25/Jul/2023 \_\_\_\_\_

## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Javen Jonathan  
NIM : 03041381924102  
Fakultas : Teknik  
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro  
Universitas : Universitas Sriwijaya

Hasil Pengecekan Software *iThenticate/Turnitin*: 1%

Menyatakan bahwa laporan hasil penelitian saya yang berjudul “Implementasi Algoritma A-Star Dalam Penentuan Rute Terbaik Pada *Autonomous Electric Vehicle*” merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam karya ilmiah ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tanpa paksaan.

Palembang, Juli 2023



Javen Jonathan

NIM.03041381924102

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK  
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Javen Jonathan  
NIM : 03041381924102  
Jurusan : Teknik Elektro  
Fakultas : Teknik  
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**IMPLEMENTASI ALGORITMA A-STAR DALAM PENENTUAN RUTE  
TERBAIK PADA *AUTONOMOUS ELECTRIC VEHICLE***

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tulisan saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Palembang

Pada tanggal: Juli 2023



Javen Jonathan

NIM.03041381924102

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa. Berkat karunia-Nya skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Adanya juga dukungan dari keluarga dan juga teman-teman yang senantiasa membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini yang berjudul "Implementasi Algoritma A-Star Dalam Penentuan Rute Terbaik Pada *Autonomous Electric Vehicle*".

Adanya tujuan dari pembuatan skripsi tersebut dalam memenuhi syarat mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Keluarga penulis terutama kepada orang tua penulis yang senantiasa memberikan dukungan serta memenuhi kebutuhan penulis dalam menyelesaikan skripsi tersebut.
2. Bapak Dr. Ir. Bhakti Yudho Suprpto, S.T., M.T., IPM, Pembimbing tugas akhir penulis yang senantiasa memberikan dukungan dan bimbingan serta membagikan ilmunya selama penulisan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Ir. Armin Sofijan, M.T, selaku pembimbing akademik serta telah memberikan bimbingan kepada penulis kepada masalah yang dihadapi dalam masa perkuliahan.
4. Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D, sebagai Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya dan Ibu Dr. Eng. Suci Dwijayanti S.T., M.S sebagai Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
5. Seluruh Dosen Teknik Elektro Universitas Sriwijaya yang telah membantu dalam proses perkuliahan penulis.
6. Farhan Abie Ardandy, Dimsyar M Al Hafis, sebagai rekan kerja yang selalu bersama dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Teman-teman teknik elektro serta pihak-pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Terdapat kekurangan yang terdapat dalam skripsi ini karena adanya keterbatasan penulis, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang dapat membantu penulis agar menjadi lebih baik dimasa yang akan datang.

Palembang, 1 Juli 2022



Javen Jonathan

## ABSTRAK

### IMPLEMENTASI ALGORITMA A-STAR DALAM PENENTUAN RUTE TERBAIK PADA *AUTONOMOUS ELECTRIC VEHICLE*

(Javen Jonathan, 03041381924102, 2023, 47 Halaman)

---

Setiap Kendaraan tentu membutuhkan rute saat melakukan perjalanannya begitupula dengan kendaraan *autonomous* yang juga memerlukan rute. Salah satu permasalahan yang dihadapi *autonomous vehicle* adalah pencarian rute terbaik. Pencarian rute tersebut pasti akan memilih rute yang optimal. Pada penelitian ini digunakan algoritma A-Star untuk menentukan rute terbaik. Pada pengujian silmulasi dilakukan pada Kawasan Universitas Sriwijaya Kampus Palembang dan didapatkan hasil jarak 179,28198978430741 m pada node 0 menuju ke node 3. Pengujian secara *realtime* dilakukan pada Kawasan Universitas Sriwijaya Kampus Indralaya dan didapatkan hasil jarak tempuh sebesar 346,792308027204274 m pada node 0 menuju ke node 5. Pada pengujian silmulasi terdapat error rata-rata sebesar 3,9429109681873543m dan pengujian *realtime* sebesar 4,1706054421860576 m. Pengujian lain terhadap *rerouting* yang harusnya *autonomous electric vehicle* melewati node 5 → 6 → 7 → 27 → 28 menjadi 5 → 6 → 9 → 27 → 28. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan algoritma A-Star dapat digunakan untuk mencari rute terbaik pada *autonomous electric vehicle*.

Kata Kunci: A-Star, Rute Optimal, *Rerouting*, *Autonomous Electric Vehicle*, *Realtime*



## ABSTRACT

### IMPLEMENTATION A-STAR ALGORITHM IN THE BEST ROUTE DECISION FOR AUTONOMOUS ELECTRIC VEHICLE

(Javen Jonathan, 03041381924102, 2023, 47 Pages)

---

*Every vehicle certainly needs a route when traveling, just like autonomous vehicles that also require a route. One of the problems faced by autonomous vehicles is the search for the best route. The optimal route will certainly be chosen in the search for the route. In this final project, the A-Star algorithm is used to determine the best route. In simulation testing, it was carried out in the Sriwijaya University Campus Palembang area and obtained a distance result of 179.28198978430741 m from node 0 to node 3. Real-time testing was carried out in the Sriwijaya University Campus Indralaya area and obtained a distance result of 346.792308027204274 m from node 0 to node 5. In simulation testing, there is an average error of 3.9429109681873543m and real-time testing of 4.1706054421860576 m. Other tests on rerouting that should be passed by autonomous electric vehicles pass through nodes 5 → 6 → 7 → 27 → 28 become 5 → 6 → 9 → 27 → 28. Based on the tests that have been carried out, the A-Star algorithm can be used to find the best route for autonomous electric vehicles.*

*Keywords: A-Star, Optimal Route, Rerouting, Autonomous Electric Vehicle, Realtime*

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vi</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>viii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Pembatasan Masalah.....	3
1.5 Keasilian Penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
2.1 <i>State of The Arts</i> .....	5
2.2 <i>Path Planning</i> .....	9
2.3 Algoritma A-Star .....	11
2.4 <i>Encludian Distance</i> .....	11
2.5 Koordinat Kartesian.....	11
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	<b>13</b>
3.1 Studi Literatur .....	14
3.2 Perancangan Sistem .....	14
3.3 Perancangan <i>Software</i> .....	15
3.4 Perancangan <i>Hardware</i> .....	15
3.5 Perancangan Algoritma A-Star.....	15
3.5 Pengumpulan Data.....	16
3.6 Pengujian .....	18
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>20</b>
4.1 Perancangan Alat .....	20
4.2 Pengambilan Data Rute .....	20
4.3 Perancangan Rute .....	21
4.4 Pencarian Rute .....	30

4.5 Pengujian Kestabilan Jalan Autonomous Electric Vehicle .....	34
4.5 Pengujian Kestabilan Jalan <i>Autonomous Electric Car</i> .....	35
4.6 Pengujian Perhitungan Jarak Antar <i>Node</i> .....	38
4.7 Pengujian Rute Kawasan Universitas Sriwijaya Kampus Palembang	39
4.8 Pengujian Rute Kawasan Universitas Sriwijaya Kampus Indralaya ...	43
4.9 Pengujian <i>Rerouting</i> .....	45
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>47</b>
5.1 Kesimpulan .....	47
5.2 Saran .....	47
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Gambar Grafik Percobaan Tradisional A-Star dan A-Star yang telah dimodifikasi .....	5
Gambar 2.2 Percobaan Pencarian Rute Dengan Algoritma A-Star Pada Universitas Sriwijaya, Indralaya .....	6
Gambar 2.3 Percobaan Pencarian Rute Berdasarkan <i>Google Maps</i> Pada Universitas Sriwijaya, Indralaya .....	6
Gambar 2.4 Peta Miniatur Rumah .....	8
Gambar 2.5 Pengujian Rute Tercepat dari (2,1) ke (10,9).....	8
Gambar 2.6 Traditional A-Star Algorithm.....	9
Gambar 2.7 Safety A-Star Algorithm .....	9
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Langkah Penelitian .....	13
Gambar 3.2 <i>Flowchart</i> Perancangan Navigasi <i>Autonomous Electric Vehicle</i> ....	14
Gambar 3.3 <i>Flowchart</i> Perancangan <i>Software Autonomous Electric Vehicle</i> ....	15
Gambar 3.4 Perancangan <i>Hardware</i> Mobil .....	16
Gambar 3.5 <i>Flowchart</i> Perancangan Algoritma A-Star .....	16
Gambar 3.6 GPS Ublox Neo M8N .....	17
Gambar 3.7 Rute Terjauh Pada Kawasan Kampus Palembang .....	18
Gambar 3.8 Rute Terjauh Pada Kawasan Kampus Indralaya .....	19
Gambar 4.1 Tampilan Design Mobil .....	20
Gambar 4.2 Pengambilan Data Longitude dan Latitude pada <i>Google Maps</i> .....	21
Gambar 4.3 Peta Rute Yang Dilewati Pada Universitas Sriwijaya Kampus Palembang.....	23
Gambar 4.4 Peta Rute Yang Dilewati Pada Universitas Sriwijaya Kampus Indralaya.....	27
Gambar 4.5 Perhitungan Nilai Heuristic Menggunakan Encludian Distance.....	30
Gambar 4.6 Perhitungan Antar Titik Koordinat .....	34
Gambar 4.7 Grafik Kestabilan Pergerakan Mobil.....	38
Gambar 4.8 Jalur Yang Akan Dilewati Dari Node 0 Menuju <i>Node 3</i> .....	39
Gambar 4.9 Jalur Yang Akan Dilewati Dari Node 13 Menuju <i>Node 17</i> .....	41
Gambar 4.10 Jalur Yang Akan dilewati Dari Node 3 menuju <i>Node 13</i> .....	42
Gambar 4.11 Rute Yang Harus Dilewati .....	45

Gambar 4.12 Penutupan Jalan Pada Node 6 Menuju Node 7 .....	46
Gambar 4.12 Rute Setelah Rerouting.....	46

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel Percobaan Tradisional A-Star dan A-Star yang Dimodifikasi..	5
Tabel 2.2 Tabel Pengambilan Rute Tercepat Dengan Algoritma Dijkstra .....	7
Tabel 2.3 Tabel Pengambilan Rute Tercepat Dengan Algoritma A-Star.....	7
Tabel 2.4 Tabel Perbedaan Local dan Global Path Planning.....	10
Tabel 3.1 Spesifikasi Laptop.....	17
Tabel 4.1 Titik Koordinat ( <i>Node</i> ) Pada Kampus Universitas Sriwijaya Palembang.....	22
Tabel 4.2 Node yang Berhubungan Pada Kampus Universitas Sriwijaya Palembang.....	23
Tabel 4.3 Titik Koordinat ( <i>Node</i> ) Pada Kampus Universitas Sriwijaya Indralaya.....	24
Tabel 4.4 Node Yang Berhubungan Pada Kampus Universitas Sriwijaya Indralaya.....	25
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Jarak Antar Node Yang Saling Berhubungan Pada Universitas Sriwijaya Kampus Palembang .....	31
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Jarak Antar Node Yang Saling Berhubungan Pada Universitas Sriwijaya Kampus Indralaya.....	32
Tabel 4.7 Pengujian Peentuan Arah .....	34
Tabel 4.8 Pengujian Kestabilan Secara Manual.....	35
Tabel 4.9 Pengujian Kestabilan Secara Autonomous .....	36
Tabel 4.10 Pengujian Antar Perhitungan Jarak <i>Google Maps</i> dan <i>Encludian Distance</i> .....	38
Tabel 4.11 Perbandingan Antar Perhitungan Jarak <i>Google Maps</i> dan <i>Encludian</i> .....	40
Tabel 4.12 Tabel Pengujian Algoritma A-Star Dari Node 0 Menuju Node 3.....	40
Tabel 4.13 Tabel Nilai Heuristik Algoritma A-Star Dari Node 0.....	41
Tabel 4.14 Tabel Pengujian Algoritma A-Star Dari Node 13 Menuju Node 17.	41
Tabel 4.15 Tabel Nilai Heuristik Dari Node 13 Menuju Node 17.....	38
Tabel 4.16 Tabel Pengujian Algoritma A-Star Dari Node 3 Menuju Node 13...	42
Tabel 4.15 Tabel Nilai Heuristik Dari Node 3 Menuju Node 13.....	43

Tabel 4.16 Tabel Pengujian Pada Kawasan Universitas Sriwijaya Kampus Indralaya.....	44
--	----

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kendaraan otomatis atau sering disebut dengan *autonomous vehicle* merupakan suatu mobil yang dapat bergerak sendiri. Kendaraan ini biasanya dikendalikan oleh komputer dan juga dapat berjalan secara otomatis [1]. Adanya beberapa yang harus diperhatikan dari *autonomous vehicle* selain dari mencapai tujuannya secara otomatis yaitu memperhatikan waktu yang diperlukan untuk sampai ke tujuan [2]. Untuk merencanakan gerak yang efisien perlu diperhatikan juga rute yang akan dilewati pada kendaraan tersebut [3].

Penentuan rute juga dapat bermanfaat dalam pemakaian sumber *battery* yang digunakan [3]. Pada hal ini perlu dipikirkan tentang performa secara *real time*, algoritma, pemetaan pada lokasi yang berkaitan [3]. Pada penentuan rute ini diperlukan juga perencanaan dalam rute yang dilewati kendaraan tersebut [4]. Terdapat berbagai cara dalam pemilihan suatu rute yang akan dilewati yaitu *genetic algorithms* [4], Dijkstra [5], dan A-Star [5].

Pada penelitian mengenai *path planning* dengan menggunakan metode *genetic algorithm* diterapkan pada robot beroda. Penelitian ini dirancang dengan menggunakan *software* matlab. Dalam simulasi ini dirancang sebuah peta dengan ukuran 20x20. Penelitian ini disimulasikan dengan beberapa rintangan yang dibuat pada peta tersebut. Pada simulasi robot dibuat akan menuju pada titik (20,20) atau titik paling atas sumbu x dan sumbu y sehingga robot tersebut dapat mencapai tujuan tersebut dengan rute terpendek dengan memperhatikan rintangan yang ada didalam peta yang dibuat tersebut [6].

Pada penelitian mengenai metode *genetic algorithm* tersebut diterapkan pada *mobile robot* dalam mencapai tujuan yang ingin dicapai oleh *mobile robot* tersebut. Pada penelitian ini penggunaan algoritma tersebut digunakan untuk mengoptimalkan panjang lintasan dan belokan pada rute yang dituju. Tetapi pada Genetic Algorithm ini memiliki beberapa kekurangan yang harus diperhatikan seperti waktu yang diperlukan untuk mendapatkan hasil dari perhitungan rute tersebut. Pada penelitian ini ditambahkanlah sebuah *genetic algorithm* yang dimodifikasi dengan *deletion operator* (D-IGA). Pada



algoritma ini dihasilkan hasil perhitungan yang lebih cepat dari pada A-Star Algorithm, tetapi pada algoritma A-Star didapatkan hasil yang lebih bagus pada rute yang dipilih dan logis dalam penentuan suatu rute sehingga dapat dihasilkan hasil yang lebih optimal [4].

Terdapat dua algoritma yaitu A-Star algorithm, dan Dijkstra's [5]. Dalam penentuan jarak terpendek yang akan dilalui antara suatu tempat ke tempat lain dengan minimum antara node. Pada penelitian ini mengukur antar lokasi SPBU yang terdapat pada kota medan. Metode Dijkstra merupakan metode yang sangat populer dan sangat simpel dalam mencari suatu algoritma terpendek yang akan dilewati. Dalam pengujian dua algoritma tersebut dalam masalah waktu perhitungan antara rute algoritma A-Star lebih cepat dari pada algoritma Dijkstra, hal tersebut dikarenakan algoritma A-Star memilih titik lokasi yang didasari dari heuristic terbaik [5].

Algoritma A-Star digunakan dalam pencarian rute terdekat [7]. Algoritma tersebut dibuat untuk menyelesaikan dalam perhitungan jarak terpendek yang akan dituju [8]. Algoritma A-Star ini bisa disebut dengan metode yang paling fleksibel [9]. Pada algoritma A-Star ini menambahkan suatu informasi heuristic dalam pencarian rute, sehingga pada algoritma ini dapat mengevaluasi terhadap hasil pencarian dan mempercepat dalam melakukan pemecahan masalah [10]. Dalam perhitungan algoritma A-Star dalam penentuan rute yang dituju mengambil nilai yang paling kecil yang dipertimbangkan dari jarak heuristic [11]. Pada metode A-Star tersebut dapat juga digunakan dalam melakukan penghindaran terhadap rintangan yang akan dilewati.

Dalam pencarian rute, beberapa faktor yang harus diperhatikan meliputi posisi kendaraan pada saat melakukan perjalanan [12]. GPS atau *Global Positioning System* dipakai dalam penentuan posisi dan tujuan yang akan dituju [1].

Pada penelitian yang telah dilakukan dalam penentuan rute yang akan dilalui dan juga posisi kendaraan merupakan suatu hal yang penting. Tetapi pada penelitian tersebut belum ada yang telah di implementasikan terhadap *autonomous electrical vehicle*. Sebagian penelitian hanya

mengimplementasikan metode pencarian rute terbaik melalui proses simulasi [2][4][5][9][12][13]. Pada penelitian ini akan dikembangkan pencarian rute terbaik dengan menggunakan algoritma A-Star pada *autonomous electric vehicle*.

## 1.2 Perumusan Masalah

Pemilihan rute terbaik sangat diperlukan pada *autonomous electric vehicle*. Dalam melakukan pemilihan rute terbaik mempertimbang berbagai hal seperti menghemat waktu yang diperlukan. Saat ini, pemilihan rute terbaik pada *autonomous electric vehicle* masih dilakukan secara simulasi sehingga hasil yang didapat belum merepresentasikan kondisi *autonomous vehicle* pada saat diimplementasikan *real time*.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Dalam penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan dan menguji *performance* algoritma A-Star secara *real-time* pada *autonomous electric car* untuk menentukan rute terbaik. Dalam penelitian ini menggunakan Sensor GPS yang digunakan sebagai navigasi dan menentukan rute terbaik serta arah yang akan dilewati *autonomous electric vehicle*.

## 1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian kali ini adalah :

1. Algoritma yang digunakan adalah algoritma A-Star.
2. Sensor GPS yang dipakai adalah GPS Ublox Neo M8N.
3. Rute yang digunakan terletak pada Kawasan kampus Universitas Sriwijaya.
4. Perhitungan jarak antar titik menggunakan *euclidian distance*.
5. Sensor GPS digunakan sebagai penentuan rute dan navigasi pada *autonomous vehicle*.
6. Apabila pada saat melakukan *rerouting* terdapat obstacle yang membuat *autonomous electric vehicle* tidak dapat melewati jalan, maka akan dijalankan secara manual.

## 1.5 Keaslian Penelitian

Terdapat beberapa penelitian sebelumnya dalam melakukan pengrutean terhadap suatu lokasi. Zhihai Liu, Hanbin Liu, Zhenguo Lu, dan Qingliang Zeng [9] penelitiannya tentang path finding dengan menggunakan algoritma A-Star, dengan algoritma A-Star ini digunakan untuk penavigasian dan penentuan rute tercepat serta digunakan untuk menghindari suatu rintangan yang berada didalam peta yang dibuat dengan menggunakan *mobile robot* [9].

Ruijun Yang [7] pada penelitiannya membahas tentang Path Planning dari Service Robot pada suatu restoran dengan menggunakan metode A-Star [7]. Dalam penelitiannya menggunakan peta yang terdiri dari 25 x 30 grid [7]. Dalam pengujiannya algoritma A-Star dapat dipakai dalam penentuan rute terbaik dalam mencapai lokasi yang ingin dituju dan dalam pengujiannya ini pada algoritma A-Star dapat menghindari rintangan yang diberikan pada peta tersebut [7].

Ade Candra [5] pada penelitiannya membandingkan antara dua algoritma yaitu algoritma Dijkstra's dan algoritma A-Star dalam pencarian rute tercepat [5]. Pada penelitian ini pengujiannya dilakukan dengan 24 SPBU yang terdapat pada kota Medan [5]. Hasil yang didapatkan dari perbandingan kedua metode tersebut diketahui bahwa algoritma A-Star dan Dijkstra's sama sama dapat mencari rute terbaik dengan baik tetapi algoritma A-Star lebih unggul dalam segi waktu apabila dibandingkan dengan metode Dijkstra's [5].

## DAFTAR PUSATAKA

- [1] R. Hussain and S. Zeadally, "Autonomous Cars: Research Results, Issues, and Future Challenges," *IEEE Commun. Surv. Tutorials*, vol. 21, no. 2, pp. 1275–1313, 2019, doi: 10.1109/COMST.2018.2869360.
- [2] J. Yu, J. Hou, and G. Chen, "Improved Safety-First A-Star Algorithm for Autonomous Vehicles," 2020, pp. 2–6.
- [3] K. Jo, M. Lee, W. Lim, and M. Sunwoo, "Hybrid Local Route Generation Combining Perception and a Precise Map for Autonomous Cars," *IEEE Access*, vol. 7, pp. 120128–120140, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2937555.
- [4] F. Huang, H. Fu, J. Chen, and X. Wang, "Mobile robot path planning based on improved genetic algorithm," *Proc. - 2021 4th World Conf. Mech. Eng. Intell. Manuf. WCMEIM 2021*, vol. 2020, pp. 378–383, 2021, doi: 10.1109/WCMEIM54377.2021.00083.
- [5] A. Candra, M. A. Budiman, and K. Hartanto, "Dijkstra's and A-Star in Finding the Shortest Path: A Tutorial," *2020 Int. Conf. Data Sci. Artif. Intell. Bus. Anal. DATABIA 2020 - Proc.*, pp. 28–32, 2020, doi: 10.1109/DATABIA50434.2020.9190342.
- [6] J. Susanto, "Navigasi Mobile Robot Menggunakan Dynamic Path Planning Algorithm Berbasis Genetic Algorithm," pp. 1–103, 2017.
- [7] R. Yang, "Path Planning of Restaurant Service Robot Based on A-star Algorithms with Updated Weights," pp. 292–295, 2019, doi: 10.1109/ISCID.2019.00074.
- [8] H. Liu, T. Shan, and W. Wang, "Automatic Routing Study of Spacecraft Cable based on A-star Algorithm," *Proc. 2020 IEEE 5th Inf. Technol. Mechatronics Eng. Conf. ITOEC 2020*, no. Itoec, pp. 716–719, 2020, doi: 10.1109/ITOEC49072.2020.9141822.
- [9] Z. Liu, H. Liu, Z. Lu, and Q. Zeng, "A Dynamic Fusion Pathfinding Algorithm Using Delaunay Triangulation and Improved A-Star for Mobile Robots," vol. 9, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3055231.
- [10] P. Zhou, "Geometric A-Star Algorithm : An Improved A-Star Algorithm for AGV Path Planning in a Port Environment," vol. 9, 2021, doi:

10.1109/ACCESS.2021.3070054.

- [11] M. Kusuma, "Humanoid Robot Path Planning and Rerouting Using A-Star Search Algorithm," *2019 IEEE Int. Conf. Signals Syst.*, pp. 110–115, 2019, doi: 10.1109/ICSIGSYS.2019.8811093.
- [12] M. N. G. Iskandar, "Pencarian Rute Terbaik Pada Autonomous Electric Vehicle Berbasis GPS Menggunakan Algoritma A-Star," Sriwijaya University, 2022.
- [13] C. Ju, Q. Luo, and X. Yan, "Path Planning Using an Improved A-star Algorithm," *Proc. - 11th Int. Conf. Progn. Syst. Heal. Manag. PHM-Jinan 2020*, pp. 23–26, 2020, doi: 10.1109/PHM-Jinan48558.2020.00012.
- [14] R. Amirullah, A. Rusdina, and D. Darlis, "Implementasi Sistem Path Planning dan Routing untuk Mobile Robot Berbasis Visible Light Communication Implementation of Path Planning and Routing System Based-on Visible Light Communication for Mobile Robot," in *e-Proceeding of Engineering*, 2021, vol. 8, no. 5, pp. 4283–4291.
- [15] Y. Miftahuddin, S. Umaroh, and F. R. Karim, "Perbandingan Metode Perhitungan Jarak Euclidean, Haversine, Dan Manhattan Dalam Penentuan Posisi Karyawan," *J. Tekno Insentif*, vol. 14, no. 2, pp. 69–77, 2020, doi: 10.36787/jti.v14i2.270.
- [16] Wijayanti Pradnyo, "Sistem Koordinat Kartesian Tegak Lurus dan Persamaan Garis Lurus," pp. 1–35, 2013.