

**PENERAPAN ALGORITMA *PATH PLANNING* PADA
ROBOT SEPAK BOLA BERODA POLITEKNIK NEGERI
MALANG**

SKRIPSI

Digunakan Sebagai Syarat Maju Ujian Diploma IV
Politeknik Negeri Malang

Oleh:

MUHAMMAD SAIFUDDIN JAZULI NIM. 1741720146



**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
JURUSAN TEKNOLOGI INFORMASI
POLITEKNIK NEGERI MALANG**

2021

**PENERAPAN ALGORITMA *PATH PLANNING* PADA
ROBOT SEPAK BOLA BERODA POLITEKNIK NEGERI
MALANG**

SKRIPSI

Digunakan Sebagai Syarat Maju Ujian Diploma IV
Politeknik Negeri Malang

Oleh:

MUHAMMAD SAIFUDDIN JAZULI NIM. 1741720146



**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
JURUSAN TEKNOLOGI INFORMASI
POLITEKNIK NEGERI MALANG
2021**



HALAMAN PENGESAHAN





PENERAPAN ALGORITMA *PATH PLANNING* PADA ROBOT SEPAK BOLA BERODA POLITEKNIK NEGERI MALANG

Disusun oleh:

MUHAMMAD SAIFUDDIN JAZULI NIM. 1741720146

Laporan Akhir ini telah diuji pada tanggal 11 Juni 2021

Disetujui oleh:

- | | | |
|------------------|---|--|
| 1. Pembimbing I | : <u>Arie Rachmad Syulistyo, S.Kom.,
M.Kom.</u>
NIP. 19870824 201903 1 010 | 
..... |
| 2. Pembimbing II | : <u>Ir. Deddy Kusbianto P., M.MKom.</u>
NIP. 19621128 198811 1 001 | 
..... |
| 3. Penguji I | : <u>Putra Prima A., ST., M.Kom.</u>
NIP. 19861103 201404 1 001 | 
..... |
| 4. Penguji II | : <u>Yopy Yunhasnawa, S.ST., M.Sc.</u>
NIP. 19890621 201903 1 013 | 
..... |

Mengetahui,

Ketua Jurusan
Teknologi Informasi



Ketua Program Studi
Teknik Informatika

Imam Fahrur Rozi, S.T., M.T.
NIP. 19840610 200812 1 004

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa pada Skripsi ini tidak terdapat karya, baik seluruh maupun sebagian, yang sudah pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di Perguruan Tinggi manapun, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam naskah ini serta disebutkan dalam daftar sitasi/pustaka.

Malang, 28 Juni 2021



Muhammad Saifuddin Jazuli

ABSTRAK

Jazuli., Muhammad Saifuddin. “Penerapan Algoritma *Path Planning* pada Robot Sepak Bola Beroda Politeknik Negeri Malang”. **Pembimbing: (1) Arie Rachmad Syulistyo, S.Kom., M.Kom., (2) Ir. Deddy Kusbianto P., M.MKom.**

Skripsi, Program Studi Teknik Informatika, Jurusan Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Malang, 2021.

Berkembangnya teknologi robotik yang sangat cepat dan pesat mengakibatkan peran robotik sangat berpengaruh dalam kehidupan manusia. Kontes Robot Indonesia merupakan wadah penyaluran aspirasi serta kreatifitas mahasiswa dalam bidang robotik yang diadakan setiap tahun di Indonesia. Salah satu kompetisi yang diadakan yaitu kategori Kontes Robot Sepak Bola Indonesia Beroda yang memiliki visi dan misi seperti permainan bola manusia pada umumnya. Permasalahan utama yang sering terjadi pada kategori perlombaan ini antara lain yaitu seringnya terjadi tabrakan antar robot, baik tabrakan dengan robot lawan atau dengan robot kawan pada saat pertandingan berlangsung. Dalam upaya meminimalisir permasalahan yang sering terjadi, maka dibangun sistem perencanaan jalur terdekat pada robot sepak bola beroda Politeknik Negeri Malang dengan menggunakan metode *Improved A-star Search (A*)*.

Dalam penelitian ini proses perencanaan jalur terdekat dilakukan menggunakan metode A^* pada tahapan awal atau *pre-processing* untuk menghasilkan perencanaan rute yang akan dilewati robot sebelum rute dinormalisasi. Kemudian proses perencanaan rute robot akan dinormalisasikan dengan menggunakan metode *Improved A** dengan kombinasi algoritma *Digital Differential Analyzer (DDA)* pada tahapan akhir atau *post-processing*. Pengujian pada penelitian ini dilakukan dengan cara menghitung akurasi keberhasilan perencanaan rute robot terhadap tabrakan dan anotasi persepsi manusia terhadap perencanaan rute yang efisien dari hasil algoritma *Improved A**. Hasil dari akurasi keberhasilan perencanaan robot terhadap tabrakan memiliki nilai sebesar 87.5% dengan nilai *threshold* tabrakan 0.810 pada percobaan simulasi robot secara langsung dengan sampel berjumlah 8, sedangkan hasil akurasi terhadap simulasi robot secara *virtual* menghasilkan nilai sebesar 100% dengan nilai *threshold* tabrakan 0.6375 dengan sampel berjumlah 5. Pada pengujian anotasi persepsi manusia terhadap efisiensi perencanaan rute menghasilkan akurasi nilai sebesar 100% pada percobaan simulasi secara langsung maupun secara *virtual* dengan nilai *threshold* tabrakan 0.6375, sedangkan pada nilai *threshold* tabrakan 0.810 akurasi yang dihasilkan bernilai 66.7%.

Kata Kunci: *A-star Search, Improved A-star Search, Digital Differential Analyzer, Perencanaan Jalur Robot, Kecerdasan Buatan.*

ABSTRACT

Jazuli, Muhammad Saifuddin. “Application of Path Planning Algorithm on Wheeled Soccer Robot State Polytechnic of Malang”. **Supervisors: (1) Arie Rachmad Syulistyo, S.Kom., M.Kom., (2) Ir. Deddy Kusbianto P., M.MKom..**

Thesis, Informatics Engineering Study Program, Information Technology Department, State Polytechnic of Malang, 2021.

The advance and rapid development of robotic technology have resulted in robotics roles that are very influential in human life. The Indonesian Robot Contest is a forum for applying student ideas and creativity in the field of robotics which is held annually in Indonesia. One of the competitions held is the Indonesian Wheeled Soccer Robot Contest category which has a vision and mission like the human ball game in general. The main problems that frequently occur in this competition include frequent collisions between robots, either collisions with the opposite robots or with peer robots during the match. As an effort to overcome the problems to minimize the problems that often occur, the closest path planning system is built on the Malang State Polytechnic wheeled soccer robot using the Improved A-star Search (A) method.*

In this research, the closest path planning process is carried out using the A method in the early stages or pre-processing to produce a route plan that will be passed by the robot before the route is normalized. Then the robot route planning process will be normalized using the Improved A* method with a combination of the Digital Differential Analyzer (DDA) algorithm at the final stage or post-processing. Testing was carried out by calculating the accuracy of the success of robotic route planning against collisions and annotating human perceptions of efficient route planning from the results of the Improved A* algorithm. The results of the accuracy of the success of planning robots against collisions have a value of 87.5% with a collision threshold value of 0.810 in a direct robot simulation experiment with a sample of 8, while the results of the accuracy of a virtual robot simulation yield a value of 100% with a collision threshold value of 0.6375 with a sample of 0.6375. 5. In testing the annotation of human perception of the efficiency of route planning, it produces an accuracy value of 100% in a simulation experiment directly or virtually with a collision threshold value of 0.6375, and for accuracy of a collision threshold value of 0.810 is 66.7%.*

Key words: *A-star Search, Improved A-star Search, Digital Differential Analyzer, Robot Path Planning, Artificial Intelligence.*

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT/Tuhan YME atas segala rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “PENERAPAN ALGORITMA *PATH PLANNING* PADA ROBOT SEPAK BOLA BERODA POLITEKNIK NEGERI MALANG”. Skripsi ini penulis susun sebagai persyaratan untuk menyelesaikan studi program Diploma IV Program Studi Teknik Informatika, Jurusan Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Malang.

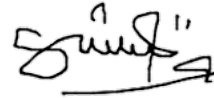
Kami menyadari bahwasannya dengan tanpa adanya dukungan dan kerja sama dari berbagai pihak, kegiatan laporan akhir ini tidak akan dapat berjalan baik. Untuk itu, kami ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan kelancaran, kemudahan, petunjuk serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan lancar.
2. Keluarga tercinta, Kedua orang tua A. Choliq Kurniawan dan Purwati yang selalu memberikan doa, dukungan, dan semangat sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dan studi di Politeknik Negeri Malang.
3. Bapak Rudy Ariyanto, ST., M.Cs., selaku Ketua Jurusan Teknologi Informasi
4. Bapak Imam Fahrur Rozi, ST., MT., selaku Ketua Program Studi DIV Teknik Informatika.
5. Bapak Arie Rachmad Syulistyo, S.Kom., M.Kom., dan Bapak Ir. Deddy Kusbianto P., M.MKom. selaku dosen pembimbing yang telah banyak membimbing, mengarahkan dan memberikan waktu, kesempatan, beserta saran dalam penyusunan skripsi ini.
6. Tim Robotika Politeknik Negeri Malang yang selalu memberikan semangat, dukungan, bantuan, motivasi selama proses pengerjaan skripsi ini.
7. Teman – teman tedekat saya yang selalu memberikan bantuan, saran, dukungan, semangat, serta mendengarkan keluh kesah saya selama proses pengerjaan skripsi ini.
8. Teman-teman Teknik Informatika angkatan 2017 yang telah membantu dan memberikan semangat selama proses pengerjaan skripsi ini.

9. Dan seluruh pihak yang telah membantu dan mendukung lancarnya pembuatan Laporan Akhir dari awal hingga akhir yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan akhir ini, masih banyak terdapat kekurangan dan kelemahan yang dimiliki penulis baik itu sistematika penulisan maupun penggunaan bahasa. Untuk itu penulis mengharapkan saran dan kritik dari berbagai pihak yang bersifat membangun demi penyempurnaan laporan ini. Semoga laporan ini berguna bagi pembaca secara umum dan penulis secara khusus. Akhir kata, penulis ucapkan banyak terima kasih.

Malang, 28 Juni 2021



Muhammad Saifuddin Jazuli

DAFTAR ISI

	Halaman
SAMPUL DEPAN	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan.....	3
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Sistematika Penulisan	3
BAB II. LANDASAN TEORI	5
2.1 <i>State of The Arts</i>	5
2.2 Dasar Teori	5
2.2.1 Robot Sepak Bola Beroda	6
2.2.2 <i>Artificial Intelligence</i>	6
2.2.3 <i>Path Planning</i>	7
2.2.4 <i>Socket Programming</i>	8

2.2.5 UDP (<i>User Datagram Protocol</i>).....	8
2.2.6 <i>A-star Search</i> (A*)	9
2.2.7 <i>Euclidean Distance</i>	9
2.2.8 <i>Manhattan Distance</i>	10
2.2.9 Perbandingan Metode <i>Euclidean Distance</i> dan <i>Manhattan Distance</i>	10
2.2.10 <i>Improved A-star Search</i> (A*)	11
2.2.11 <i>Digital Differential Analyzer</i> (DDA).....	12
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	13
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian.....	13
3.2. Metode Pengambilan Data.....	13
3.3. Metode Pengolahan Data.....	14
3.4. Desain Sistem	18
3.4.1 Metode Pengembangan Perangkat Lunak	18
3.4.2 Arsitektur Sistem.....	19
3.5. Skenario Uji Coba Sistem.....	20
BAB IV. ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM	24
4.1 Analisis	24
4.1.1 Deskripsi Sistem	24
4.1.2 Analisa Pengguna	24
4.1.3 Kebutuhan Fungsional.....	24
4.1.4 Kebutuhan Non-Fungsional.....	25
4.1.5 Kebutuhan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	27
4.1.6 Kebutuhan Perangkat Lunak (<i>Software</i>).....	27
4.2 Perancangan.....	28
4.2.1 <i>Database</i> Sistem.....	28
4.2.2 Kamus Data.....	30
4.2.3 <i>Class Diagram</i>	32
4.2.4 <i>Flowchart</i> Perhitungan Metode.....	33
4.2.5 Desain Tampilan	40

BAB V. IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN.....	47
5.1 Implementasi	47
5.1.1 Implementasi <i>Database</i>	47
5.1.2 Implementasi Kode Program.....	51
5.1.3 Implementasi Proses Perhitungan Metode	56
5.1.4 Implementasi Perhitungan Akurasi Metode.....	61
5.1.3 Implementasi Tampilan Sistem.....	63
5.2 Pengujian	72
5.2.1 Pengujian Sistem.....	72
5.2.2 Pengujian Akurasi	78
BAB VI. HASIL DAN PEMBAHASAN	84
6.1 Hasil.....	84
6.2 Pembahasan	84
A. Pengujian Akurasi robot secara simulasi atau <i>virtual</i>	84
B. Pengujian Akurasi robot secara langsung.....	86
BAB VII. KESIMPULAN DAN SARAN	88
7.1 Kesimpulan.....	88
7.2 Saran	88
DAFTAR PUSTAKA	89
LAMPIRAN - LAMPIRAN.....	91

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Desain mekanik robot sepak bola beroda.....	6
Gambar 2.2 Skema AI Sumber: (Providers, 2017)	7
Gambar 2.3 Ilustrasi Perbedaan <i>Euclidean</i> dan <i>Manhattan</i>	11
Gambar 3.1 Transformasi koordinat robot.....	15
Gambar 3.2 <i>Flowchart</i> Sistem	17
Gambar 3.3 <i>SDLC Prototype</i>	19
Gambar 3.4 Desain Arsitektur Sistem.....	19
Gambar 4.1 <i>ER Diagram</i>	29
Gambar 4.2 <i>Class Diagram</i>	33
Gambar 4.3 Algoritma A* <i>Page 1</i>	34
Gambar 4.4 Algoritma A* <i>Page 2</i>	35
Gambar 4.5 Algoritma A* <i>Page 3</i>	36
Gambar 4.6 Algoritma A* <i>Page 4</i>	37
Gambar 4.7 Algoritma A* <i>Page 5</i>	38
Gambar 4.8 Algoritma <i>Improved A*</i>	38
Gambar 4.9 Algoritma <i>Digital Differential Analyzer</i>	39
Gambar 4.10 Tampilan Utama Aplikasi	40
Gambar 4.11 Tampilan <i>Socket UDP</i> Aplikasi.....	41
Gambar 4.12 Tampilan Perencanaan Rute Algoritma	42
Gambar 4.13 Tampilan <i>History</i> Percobaan <i>Path Planning</i>	42
Gambar 4.14 Tampilan Grafik <i>History</i> Percobaan <i>Path Planning</i>	43
Gambar 4.15 Tampilan Data Pengujian Akurasi Metode <i>Improved A*</i>	43
Gambar 4.16 Tampilan Pengujian Akurasi Metode <i>Improved A*</i>	44
Gambar 4.17 Tampilan Akurasi Metode <i>Improved A*</i>	44
Gambar 4.18 Tampilan Data Pengujian Persepsi <i>Improved A*</i>	45
Gambar 4.19 Tampilan Pengujian Akurasi Persepsi A*	45
Gambar 4.20 Tampilan Pengujian Akurasi Persepsi <i>Improved A*</i>	46
Gambar 4.21 Tampilan Akurasi Persepsi <i>Improved A*</i>	46

Gambar 5.1 Implementasi Tabel <i>Database</i> Sistem.....	47
Gambar 5.2 Implementasi Tabel Percobaan	48
Gambar 5.3 Implementasi Tabel <i>End</i>	48
Gambar 5.4 Implementasi Tabel <i>History</i>	49
Gambar 5.5 Implementasi Tabel Metode.....	49
Gambar 5.6 Implementasi Tabel <i>Obstacle</i>	50
Gambar 5.7 Implementasi Tabel <i>Start</i>	50
Gambar 5.8 Implementasi Tabel Uji Persepsi.....	51
Gambar 5.9 Implementasi Tabel Waktu	51
Gambar 5.10 Implementasi Tampilan Utama Aplikasi.....	64
Gambar 5. 11 Implementasi Tampilan Perancangan Algoritma	64
Gambar 5.12 Implementasi Tampilan Pergerakan Robot <i>Real Time</i>	65
Gambar 5.13 Implementasi Tampilan Data <i>User Socket UDP</i>	66
Gambar 5.14 Implementasi Tampilan Data Percobaan Perencanaan Rute.....	67
Gambar 5.15 Implementasi Tampilan Grafik Simulasi Pergerakan Robot.....	67
Gambar 5.16 Implementasi Tampilan Data Pengujian Akurasi Metode	68
Gambar 5.17 Implementasi Pengujian Akurasi Metode <i>Improved A*</i>	69
Gambar 5.18 Implementasi Tampilan Persentase Akurasi Metode	69
Gambar 5.19 Implementasi Tampilan Data Pengujian Prespsi Manusia.....	70
Gambar 5.20 Implementasi Pengujian Prespsi Manusia terhadap Algoritma.....	71
Gambar 5.21 Implementasi Tampilan Persentase Akurasi Persepsi Manusia	71
Gambar 6.1 Grafik <i>trajectory</i> robot secara simulasi <i>threshold</i> 0.6375.....	85
Gambar 6.2 Grafik <i>trajectory</i> robot secara simulasi <i>threshold</i> 0.810.....	85
Gambar 6.3 Grafik <i>trajectory</i> robot secara langsung <i>threshold</i> 0.6375.....	86
Gambar 6.4 Grafik <i>trajectory</i> robot secara langsung <i>threshold</i> 0.810.....	87

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Persentase Akurasi Improved A*	20
Tabel 3.2 Persentase Akurasi Perencanaan Node	22
Tabel 4.1 Analisis Pengguna.....	24
Tabel 4.2 Kebutuhan Fungsional <i>User</i>	25
Tabel 4.3 Kebutuhan <i>Non-Fungsional</i>	26
Tabel 4.4 Analisis Kebutuhan <i>Hardware</i>	27
Tabel 4.5 Analisis Kebutuhan <i>Software</i>	27
Tabel 4.6 Struktur Tabel Percobaan.....	30
Tabel 4.7 Struktur Tabel <i>Start</i>	30
Tabel 4.8 Struktur Tabel <i>End</i>	30
Tabel 4.9 Struktur Tabel <i>Obstacle</i>	31
Tabel 4.10 Struktur Tabel <i>History</i>	31
Tabel 4.11 Struktur Tabel Waktu.....	31
Tabel 4.12 Struktur Tabel Metode	31
Tabel 4.13 Struktur Tabel Uji Persepsi.....	32
Tabel 5.1 Pengujian <i>black box</i> Tampilan Utama Aplikasi.....	72
Tabel 5.2 Pengujian <i>black box</i> menu <i>socket</i> UDP	74
Tabel 5.3 Pengujian <i>black box</i> menu <i>history</i>	75
Tabel 5.4 Pengujian <i>black box</i> menu <i>testing</i>	76
Tabel 5.5 Pengujian akurasi terhadap simulasi <i>virtual</i> dengan jarak <i>threshold</i> 0.6375 meter.....	79
Tabel 5.6 Pengujian akurasi terhadap simulasi <i>virtual</i> dengan jarak <i>threshold</i> 0.810 meter.....	79
Tabel 5.7 Pengujian nilai <i>error</i> simulasi <i>virtual</i> akurasi metode.....	79
Tabel 5.8 Akurasi Metode <i>Improved A*</i> simulasi <i>virtual</i>	80
Tabel 5.9 Pengujian akurasi terhadap	80
Tabel 5.10 Pengujian akurasi terhadap simulasi <i>hardware</i> dengan jarak <i>threshold</i> 0.810 meter.....	80
Tabel 5.11 Pengujian nilai <i>error</i> simulasi <i>hardware</i> akurasi metode.....	81

Tabel 5.12 Akurasi Metode Improved A* simulasi <i>hardware</i>	81
Tabel 5.13 Pengujian persepsi manusia metode A* terhadap simulasi <i>virtual</i> dengan jarak <i>threshold</i> 0.6375 meter.....	82
Tabel 5.14 Pengujian persepsi manusia metode A* terhadap simulasi <i>virtual</i> dengan jarak <i>threshold</i> 0.810 meter.....	82
Tabel 5.15 Pengujian persepsi manusia metode <i>Improved A*</i> terhadap simulasi <i>virtual</i> dengan jarak <i>threshold</i> 0.6375 meter	82
Tabel 5.16 Pengujian persepsi manusia metode <i>Improved A*</i> terhadap simulasi <i>virtual</i> dengan jarak <i>threshold</i> 0.810 meter	83

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Dokumentasi Uji Aplikasi	91
Lampiran 2. Simulasi Perhitungan Metode.....	93
Lampiran 3. Biodata Penulis	145
Lampiran 4. Verifikasi Penulisan Laporan Skripsi	146