

**SKRIPSI**  
***MOTION PLANNING PADA SISTEM NAVIGASI***  
**MOBIL LISTRIK DENGAN KONTROL**  
**LOGIKA FUZZY**



**Disusun untuk memenuhi syarat menyelesaikan Pendidikan**  
**Sarjana Terapan Program Studi Teknik Elektro**  
**Jurusan Teknik Elektro**

**OLEH**  
**DESKY PRATAMA**  
**0613 4034 1458**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA**  
**2017**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : DESKY PRATAMA

NIM : 0613 4014 1458

Judul : *Motion Planning* Pada Sistem Navigasi Mobil Listrik Dengan Kontrol Logika Fuzzy

Menyatakan bahwa Skripsi Saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing I dan pembimbing II dan bukan hasil penjiplakan/*plagiat*. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/*plagiat* dalam Skripsi ini, maka Saya bersedia menerima sanksi akademik dari Politeknik Negeri Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini Saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan dari siapa pun.

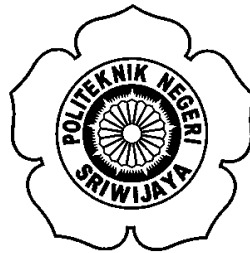


Palembang, Agustus 2017

Desky Pratama

**HALAMAN PENGESAHAN  
SKRIPSI**

**MOTION PLANNING PADA SISTEM NAVIGASI MOBIL  
LISTRIK DENGAN KONTROL LOGIKA FUZZY**



**Disusun untuk memenuhi syarat menyelesaikan Pendidikan Sarjana  
Terapan Program Studi Teknik Elektro  
Jurusan Teknik Elektro**

Oleh

**DESKY PRATAMA  
0613 4034 1458**

**Palembang, Agustus 2017**

Menyetujui,

**Pembimbing I,**



**Ekawati Prihatini, S.T., M.T.  
NIP. 197903102002122005**


**Pembimbing II,**



**Salamat Muslimin, S.T., M.Kom  
NIP. 197907222008011007**

Mengetahui,

**Ketua Jurusan  
Teknik Elektro,**



**Yudi Wijanarko, S.T., M.T.  
NIP. 196705111992031003**

**Ketua Program Studi  
Sarjana Terapan Teknik Elektro,**



**Ekawati Prihatini, S.T., M.T.  
NIP. 197903102002122005**

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN RE PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : DESKY PRATAMA

NIM : 0613 4014 1458

Judul : *Motion Planning* Pada Sistem Navigasi Mobil Listrik Dengan Kontrol Logika Fuzzy

Memberikan izin kepada Pembimbing Skripsi dan Politeknik Negeri Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian Saya untuk kepentingan akademik apabila dalam 1 (satu) tahun saya tidak mempublikasikan karya penelitian Saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing Skripsi sebagai penulis korespondensi (*Coressponding authhor*).

Demikian pernyataan ini Saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan dari siapa pun.

**Palembang, Agustus 2017**



**Desky Pratama**  
**061340341458**

## MOTO

*“ Try not become a man of succes, rather become a man of value “*

*--- Albert Einstein ---*

*“ Genius is one percent inspiration and ninety-nine percent perspiration “*

*--- Thomas Alva Edison ---*

*“ Tak perlu mengeluh jika merasa gagal terus berusaha untuk mencapainya “*

*--- Raden Desky Pratama ---*

*“ Tetap semangat lakukan yang terbaik karena Allah selalu bersamamu “*

*--- Yulita Devi Utami ---*

**Saya persembahkan ini kepada :**

- ❖ **Orang tua ku tercinta, Bapak Firdaus dan Ibu Rafidah AR.**
- ❖ **Ibu Ekawati Prihatini, S.T., M.T. dan Bapak Selamat Muslimin, S.T., M.Kom. selaku dosen pembimbing yang tak henti membagi ilmu serta memberikan bimbingannya.**
- ❖ **Saudaraku, Windy Widiyanto dan Risky Dwi Yuni Nathalia berserta seluruh keluargaku.**
- ❖ **Kekasihku, teruntuk Yulita Devi Utami yang selalu menemani dan memberi semangat dalam mengerjakan Skripsi ini.**
- ❖ **Teman-teman satu perjuangan jurusan Teknik Elektro terkhusus kepada kelas ELA (Mekatronika Angkatan Ke-1).**
- ❖ **Almamaterku “Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang”**

## ABSTRAK

### *MOTION PLANNING* PADA SISTEM NAVIGASI MOBIL LISTRIK DENGAN KONTROL LOGIKA FUZZY

Karya tulis ilmiah berupa SKRIPSI, 18 Juli 2017

Desky Pratama; dibimbing oleh Ekawati Prihatini dan Selamat Muslimin

Motion Planning in Electric Car Navigation System Using Fuzzy Logic Control

xvi + 55 halaman + 43 Daftar Gambar + 15 Daftar Tabel + Lampiran

Mobil listrik merupakan konsep yang dibuat untuk mengurangi pemakaian bahan bakar fosil. Hal ini dikarenakan stok dari bahan bakar fosil itu tidak akan bertahan lama lagi. Pada saat ini sudah banyak perusahaan yang sudah mulai melakukan pembuatan mobil listrik yang pada awalnya hanya sederhana sekarang sudah setara dengan mobil yang sudah beredar dengan spesifikasi yang tinggi. Perusahaan menampilkan keunggulan teknologinya yang terpasang pada mobil listrik tersebut. Mobil yang sekarang ini sudah mulai menggagas memakai sistem kendali otomatis. Mobil akan dapat bergerak dengan sendiri sesuai dengan sistem yang telah dipasangkan pada mobil. Dalam pembuatan sistem tersebut terdapat beberapa metode yang bisa digunakan untuk dapat menggerakkan mobil otomatis.

Salah satu metode yang dipakai dalam penelitian ini adalah dengan membuat perencanaan gerak sistem navigasi mobil dengan membuat peta perjalanan. Tidak hanya itu mobil yang dirancang dilengkapi kecerdasan buatan dengan menggunakan metode kontrol logika fuzzy. Kecerdasan buatan ini dirancang untuk dapat menghindari halangan yang berada di depannya agar tidak terjadinya kecelakaan.

Untuk merancang sistem navigasi tersebut digunakanlah sensor ultrasonik dan *rotary encoder*. Implementasi dari kedua sensor ini berbeda fungsinya, ultrasonik digunakan untuk mendeteksi adanya halangan sedangkan *rotary encoder* untuk pemetaan jalur yang dibuat. Mobil akan bergerak dengan sendirinya untuk berbelok ke kanan atau ke kiri dan menghindari halangan-halangan yang berada di depannya.

**Kata Kunci:** Mobil Listrik, Perencanaan Gerak, Kecerdasan Buatan, Kontrol Logika Fuzzy, Ultrasonik, Rotary Encoder

## **ABSTRACT**

### **MOTION PLANNING IN ELECTRIC CAR NAVIGATION SYSTEM USING FUZZY LOGIC CONTROL**

Scientific Paper in the form of Final Project, 18 July 2017

Desky Pratama; supervised by Ekawati Prihatini dan Selamat Muslimin

Motion Planning pada Sistem Navigasi Mobil Listrik Dengan Kontrol Logika Fuzzy

xvi + 55 Pages + 43 List of Figures + 15 List of Tables + Attachments

An electric car is a concept created to reduce the use of fossil fuels. This is because the stock of fossil fuels will not last long. At this time already many companies that have started to make electric cars that are in full just simple now it is biased by cars that have been left behind with high specifications. The company displays the technological advantages that are attached to the electric car.

The car is now starting to use automatic control system. The car will be able to move by itself in accordance with the system that has been paired with the car. In making this system there are several methods that can be used to be able to drive the car automatically.

One of the methods used in this research is to make a plan. Not only that the car is designed using the method. Artificial intelligence is designed to be able to avoid obstacles in front of it in order, not to the accident.

For the integration of this navigation system is used ultrasonic sensors and rotary encoder. This implementation of its function, ultrasonic is used for a series of obstacle rotary encoder for mapping the created path. The car will move by itself to turn right or left and fire the obstacles in front of it.

**Keywords:** Electric Cars, Motion Planning, Artificial Intelligence, Fuzzy Logic Control, Ultrasonic, Rotary Encoder

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat selesai menyusun Skripsi ini yang berjudul “***Motion Planning pada Sistem Navigasi Mobil Listrik Dengan Kontrol Logika Fuzzy***“.

Adapun tujuan dibuatnya Skripsi ini adalah sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan di Jurusan Teknik Elektro Program Studi Sarjana Terapan Teknik Elektro Konsentrasi Mekatronika, serta menjadi pedoman atau referensi untuk pengembang alat selanjutnya.

Dalam menyusun Skripsi ini, penulis mendapatkan banyak bimbingan, nasihat dan masukan yang sangat membantu dalam penyelesaian laporan ini. Pada kesempatan ini juga, penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan terima kasih kepada pihak yang telah mendukung selama proses penyusunan Skripsi ini, yaitu :

1. Bapak Dr. Ing. Ahmad Taqwa, M.T., selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Bapak Yudi Wijanarko, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Bapak H. Herman Yani, S.T., M.Eng., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Ibu Ekawati Prihatini, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknik Elektro Konsentrasi Mekatronika Politeknik Negeri Sriwijaya dan dosen Pembimbing I yang telah banyak memberikan saran dan bimbingan.
5. Bapak Selamat Muslimin, S.T., M.Kom., selaku dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan saran dan bimbingan.
6. Seluruh dosen, staf dan instruktur pada Program Studi Sarjana Terapan Teknik Elektro Konsentrasi Mekatronika Politeknik Negeri Sriwijaya.
7. Seluruh Staff Perpustakaan Politeknik Negeri Sriwijaya, yang telah membantu dalam pencarian referensi Skripsi.
8. Kedua Orang Tua, saudara dan sekeluarga yang tercinta.
9. Teman – teman yang selalu mendukung dan memberikan masukan dalam penyelesaian laporan.



Penulis menyadari dalam penulisan ataupun pembahasan dalam Skripsi ini jauh dari kata sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan Skripsi ini.

Demikian Skripsi ini disusun, semoga memberikan manfaat untuk kita semua, khususnya untuk mahasiswa pada Program Studi Sarjana Terapan Teknik Elektro Konsentrasi Mekatronika Politeknik Negeri Sriwijaya.

Palembang, Agustus 2017

Penulis

# DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
Halaman Judul.....	i
Halaman Pernyataan Orisinalitas .....	ii
Halaman Pengesahan .....	iii
Halaman Pernyataan Persetujuan Re Publikasi .....	iv
Moto .....	v
Abstrak .....	vi
Abstract .....	vii
Kata Pengantar .....	viii
Daftar Isi.....	x
Daftar Gambar.....	xiii
Daftar Tabel .....	xv
Daftar Lampiran .....	xvi

## **BAB 1 PENDAHULUAN**

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan .....	2
1.5 Manfaat .....	2
1.6 Metodologi Penelitian.....	3
1.7 Sistematika Penulisan .....	3

## **BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA**

2.1 Mobil Listrik.....	5
2.2 Ultrasonic Distance Range .....	5
2.3 Rotary Encoder .....	7
2.3.1 Incremental Encoder .....	7
2.3.2 Konversi Data Menjadi Nilai Sudut.....	9
2.4 Motion Planning Algorithms .....	9

	<b>Halaman</b>
2.5 Kontrol Logika Fuzzy .....	10
2.5.1 Fuzzifikasi.....	11
2.5.2 Rule Set.....	12
2.5.3 Defuzzifikasi .....	12
2.6 Sistem Kemudi.....	13
2.6.1 Electric Power Steering .....	13
2.6.2 Ackerman Steering .....	14
2.7 Brushless Direct Current (BLDC) Controller.....	18
2.8 Motor Brushless Direct Current (BLDC) .....	21

### **BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN**

3.1 Diagram Alir Penelitian .....	24
3.2 Subjek Penelitian .....	25
3.3 Waktu dan Tempat Penelitian.....	25
3.4 Prosedur Penelitian .....	25
3.4.1 Tahap Perencanaan .....	25
3.4.2 Tahap Perancangan .....	26
3.4.2.1 Perancangan Mekanik.....	26
3.4.2.2 Perancangan Elektronik .....	28
3.4.2.3 Perancangan Software .....	31
3.4.3 Tahap Evaluasi.....	35
3.5 Proses Pengambilan Data .....	36
3.6 Analisis Data.....	36

### **BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Hasil Pengujian Sensor .....	37
4.1.1 Ultrasonic Distance Range.....	37
4.1.2 Rotary Encoder .....	40
4.2 Hasil Pengujian Sistem Kemudi .....	42
4.3 Hasil Pengujian Sistem Penggerak motor.....	44
4.4 Analisis Kontrol Logika Fuzzy.....	46

**BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan .....55  
5.2 Saran .....55

**DAFTAR PUSTAKA .....56**

**DAFTAR LAMPIRAN .....58**

Lampiran A ..... L1  
Lampiran B..... L3  
Lampiran C..... L7  
Lampiran D ..... L8  
Lampiran E..... L10  
Lampiran F..... L11  
Lampiran G ..... L18  
Lampiran H ..... L26  
Lampiran I..... L34

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 2. 1 Sensor ultrasonik PING.....	5
Gambar 2. 2 Data akses ultrasonik PING .....	6
Gambar 2. 3 Cara kerja ultrasonik .....	6
Gambar 2. 4 Bagan skema rotary encoder .....	7
Gambar 2. 5 Susunan piringan untuk incremental encoder .....	8
Gambar 2. 6 Sinyal keluran encoder sesuai arah putaran .....	8
Gambar 2. 7 Input fungsi keanggotaan fuzzy .....	11
Gambar 2. 8 Output fungsi keanggotaan fuzzy.....	13
Gambar 2. 9 Electric Power System .....	14
Gambar 2. 10 Ackerman Steering.....	15
Gambar 2. 11 Posisi belok Ackerman Steering .....	15
Gambar 2. 12 Paralel Steering .....	15
Gambar 2. 13 Kemudi mobil berbelok.....	16
Gambar 2. 14 Kondisi nyata kendaraan berbelok .....	17
Gambar 2. 15 Kontroler motor BLDC .....	18
Gambar 2. 16 Komponen power supply dan pengaman tegangan.....	19
Gambar 2. 17 Komponen Driver MOSFET.....	20
Gambar 2. 18 Shunt resistor 5 mili ohm .....	21
Gambar 2. 19 Sistem tambahan kontroller.....	21
Gambar 2. 20 Bagian dalam motor BLDC .....	22
Gambar 2. 21 Skema Kerja Motor BLDC .....	22
Gambar 3. 1 Diagram alir rancangan penelitian .....	24
Gambar 3. 2 Struktur mekanik mobil.....	26
Gambar 3. 3 Desain mekanik tampak atas .....	27
Gambar 3. 4 Desain mekanik tampak samping.....	27
Gambar 3. 5 Blok diagram perancangan elektronika.....	29
Gambar 3. 6 Arsitektur Perancangan Hardware .....	30
Gambar 3. 7 Diagram rangkaian elektronika .....	30
Gambar 3. 8 Tata letak dan layout rangkaian .....	31

## Halaman

Gambar 3. 9 Jalur lintasan mobil .....	31
Gambar 3. 10 Input fungsi keanggotaan .....	32
Gambar 3. 11 Output fungsi keanggotaan.....	33
Gambar 3. 12 Flowchart sistem navigasi .....	34
Gambar 4. 1 Grafik Perbandingan Lebar Pulsa dan Jarak .....	39
Gambar 4. 2 Grafik Perbandingan Lebar Pulsa dan Frekuensi .....	39
Gambar 4. 3 Grafik Perbandingan Frekuensi dan Jarak .....	39
Gambar 4. 4 Rotary encoder putar ke kanan.....	40
Gambar 4. 5 Rotary encoder putar ke kiri.....	41
Gambar 4. 6 Rotary encoder pada sistem penggerak.....	42
Gambar 4. 7 Grafik persentase kesalahan terhadap jarak .....	45
Gambar 4. 8 Fungsi keanggotaan input fuzzy.....	51
Gambar 4. 9 Fungsi keanggotaan output fuzzy.....	51
Gambar 4. 10 Hasil logika fuzzy nilai sudut kemudi dengan Matlab .....	53

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel 2. 1 Perbandingan antara metode Multi-query dan Single-query .....	10
Tabel 2. 2 Aturan-aturan dalam Rule set fuzzy.....	12
Tabel 3. 1 Daftar alat yang digunakan .....	28
Tabel 3. 2 Daftar bahan yang digunakan .....	28
Tabel 3. 3 Aturan-aturan dalam fuzzy.....	32
Tabel 4. 1 Hasil pengukuran sensor ultrasonik .....	37
Tabel 4. 2 Hasil konversi dari data pengukuran menjadi frekuensi dan jarak	38
Tabel 4. 3 Pengukuran jarak dengan sudut objek .....	40
Tabel 4. 4 Kondisi pada <i>rotary encoder</i> .....	41
Tabel 4. 5 Pengukuran sudut pada sistem kemudi .....	42
Tabel 4. 6 Respon sistem kemudi dengan objek halangan.....	43
Tabel 4. 7 Hasil pengukuran jarak tempuh pada sistem penggerak.....	45
Tabel 4. 8 Rumus <i>crisp input</i> fungsi keanggotaan.....	51
Tabel 4. 9 Rumus <i>crisp output</i> fungsi keanggotaan.....	52
Tabel 4. 10 Hasil logika fuzzy nilai sudut kemudi dengan perhitungan .....	53

## DAFTAR LAMPIRAN

	<b>Halaman</b>
Lampiran A. Surat Kesepakatan Bimbingan Skripsi .....	L1
Lampiran B. Lembar Konsultasi Bimbingan Skripsi .....	L3
Lampiran C. Surat Rekomendasi Ujian Skripsi.....	L7
Lampiran D. Revisi Ujian Skripsi.....	L8
Lampiran E. Pelaksanaan Revisi Skripsi.....	L10
Lampiran F. <i>Data Sheet</i> Arduino Mega2560 .....	L11
Lampiran G. <i>Data Sheet</i> Ultrasonik.....	L18
Lampiran H. <i>Data Sheet Rotary Encoder</i> .....	L26
Lampiran I. <i>Data Sheet</i> LM393 .....	L34