

SKRIPSI
SISTEM KENDALI KECEPATAN PADA *AUTONOMOUS ELECTRIC*
***VEHICLE* DENGAN MENGGUNAKAN PENGENDALI PID**



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

Oleh :
M. ZAID HARITSYAH
03041281722043

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2021

LEMBAR PENGESAHAN
SISTEM KENDALI KECEPATAN PADA *AUTONOMOUS ELECTRIC*
***VEHICLE* DENGAN MENGGUNAKAN PENGENDALI PID**



SKRIPSI

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

Oleh :

M. ZAID HARITSYAH

Palembang, 20 Oktober 2021
Menyetujui,
Pembimbing Utama

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro



Muhammad. Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP : 197108141999031005


Ir. Zaenal Husin, M.Sc
NIP : 19560214198503100

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : M. Zaid Haritsyah
NIM : 03041281722043
Fakultas : Teknik
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro
Universitas : Universitas Sriwijaya

Hasil Pengecekan *Software iThenticate/Turnitin* : 8 %

Menyatakan bahwa tugas akhir saya yang berjudul "Sistem kendali kecepatan pada autonomous electric vehicle dengan menggunakan pengendali PID". 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.

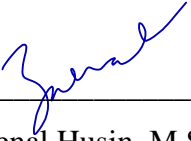
Palembang, 20 Oktober 2021



M. Zaid Haritsyah

NIM. 03041281722043

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 : Ir. Zaenal Husin, M.Sc
Tanggal : 20 / Oktober / 2021

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

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

Nama : M. Zaid Haritsyah
NIM : 03041281722043
Jurusan/Prodi : 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:

**SISTEM KENDALI KECEPATAN PADA AUTONOMOUS ELECTRIC
VEHICLE DENGAN MENGGUNAKAN PENGENDALI PID**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih media /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 : 20 Oktober 2021

Yang menyatakan,



M. Zaid Haritsyah
NIM. 03041281722043

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Tuhan yang Maha Esa. Atas Berkat dan Kasih dari Tuhan, keluarga dan para sahabat, karena berkat rahmat dan karunia-Nya penyusun dapat menyelesaikan skripsi ”Sistem Kendali Kecepatan pada *Autonomous Electric Vehicle* dengan Menggunakan Pengendali PID”.

Pembuatan skripsi ini disusun untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya dan Ibu Dr. Eng. Suci Dwijayanti S.T., M.S. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Ir. Zaenal Husin, M.Sc. selaku pembimbing utama tugas akhir ini yang telah memberikan bimbingan dan memberikan ilmu selama proses penulisan skripsi.
3. Bapak Dr. Bhakti Yudho Suprpto, S.T., M.T. dan Ibu Dr. Eng. Suci Dwijayanti S.T., M.S. selaku pencetus dan memberikan bimbingan pada tugas akhir ini serta pengembang ide.
4. Dosen pembimbing akademik, bapak M. Irfan Jambak, S.T., M.Eng., Ph.D. yang telah memberikan arahan serta bimbingan kepada penulis selama masa perkuliahan.
5. Segenap Dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu selama perkuliahan.
6. Orang tua, saudara, keluarga yang selalu memberikan semangat dan memberi dukungan baik secara mental, fisik, maupun finansial.
7. Saudara Irvine Valiant Fanthony, Markus Hermawan, dan Muhammad Fauzan Nugraha selaku rekan kerja yang selalu bersemangat dalam pembuatan tugas akhir ini.
8. Yoel Andreas, Edwin Limantoro, Sukan Agung Perdana, dan teman-teman satu angkatan konsentrasi Teknik kendali dan Komputer yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan skripsi ini khususnya.
9. Dan pihak-pihak yang sangat membantu di dalam penyusunan skripsi ini, yang tidak dapat penyusun sebutkan satu persatu.

Di dalam penyusunan skripsi ini, masih terdapat kekurangan karena keterbatasan penyusun, oleh karena itu penyusun mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar dapat menjadi evaluasi dan berguna untuk penyusun dimasa yang akan datang.

Palembang, 20 Oktober 2021



M. Zaid Haritsyah
NIM. 03041281722043

ABSTRAK

SISTEM KENDALI KECEPATAN PADA *AUTONOMOUS ELECTRIC VEHICLE* DENGAN MENGGUNAKAN PENGENDALI PID

(M. Zaid Haritsyah, 03041281722043, 2021, 48 halaman)

Autonomous electric vehicle merupakan sebuah kendaraan cerdas yang menggunakan sistem *self-driving*. Salah satu hal penting dalam sistem *self-driving* adalah sistem *speed-control* otomatis, yang merupakan sebuah sistem yang bertugas untuk mengatur kecepatan kendaraan secara otomatis saat melakukan deselerasi maupun akselerasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengatur sistem *speed-control* agar berjalan dengan baik, untuk itu diperlukan sebuah inputan untuk mengatur *setpoint* kecepatan yang diinginkan dan juga sebuah pengendali untuk mempertahankan kecepatan tersebut. Pada penelitian ini digunakan RFID sebagai input *setpoint* dan metode kontrol PID akan mempertahankan kecepatan sesuai dengan *setpoint* yang ada pada RFID. Metode kontrol PID dipilih karena metode ini dapat menjaga kestabilan kecepatan kendaraan listrik. Pada Penentuan parameter *gain* pada PID dilakukan dengan metode *trial and error* yang dilakukan dengan 4 kali pengujian. Pengujian-pengujian ini dilakukan di 7 titik dengan 13 tag RFID untuk kondisi lurus dan berbelok. Setiap RFID memiliki inputan *setpoint* yang berbeda, yaitu 60, 70, 80, dan 120 RPM. Hasil pengujian terbaik adalah dengan nilai $K_p = 1$, $K_i = 0.1$ dan $K_d = 2$ dinilai menjadi yang paling stabil dalam mengatur kecepatan kendaraan hal ini dikarenakan pengujian dengan nilai $K_p = 1$, $K_i = 0.1$ dan $K_d = 2$ memiliki *rise time*, *delay time* dan *settling time* yang cukup cepat serta *overshoot* yang cukup kecil sehingga memiliki kestabilan terbaik dibanding pengujian yang lainnya.

Kata Kunci : *Autonomous Electric Vehicle*, RFID, Kontrol Kecepatan, PID

Mengetahui,
Kepala Jurusan Teknik Elektro



Muhammad. Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP : 197108141999031005

Palembang, 20 Oktober 2021
Menyetujui,
Pembimbing Utama



Ir. Zaenal Husin, M.Sc
NIP : 19560214198503100

ABSTRACT
SPEED CONTROL SISTEM OF AN AUTONOMOUS ELECTRIC VEHICLE
USING PID CONTROLLER

(M. Zaid Haritsyah, 03041281722043, 2021, 48 pages)

Autonomous electric vehicle is an intelligent vehicle that uses a self-driving system.. An important thing in self-driving system is the automatic speed-control system, which is a system assigned to adjust the speed of the vehicle automatically when decelerating or accelerating. This research aims to adjust the speed-control system to run properly, for that we need an input to set the desired speed setpoint and also a controller to maintain that speed. On our reasearch, RFID is used as the setpoint's input and the PID control method will maintain speed according to the setpoint on RFID. PID control method was chosen because this method can maintain a stable speed of electric vehicle. The determination of the gain parameter on the PID is carried out by the trial and error method which is carried out with 4 tests. These tests were carried out at 7 points with 13 RFID tags for straight and turn conditions. Each RFID has a different setpoint input, namely 60, 70, 80, and 120 RPM. The best result is the value of $K_p = 1$, $K_i = 0.1$ and $K_d = 2$ which is considered to be the most stable in regulating vehicle speed, this is because tests with values of $K_p = 1$, $K_i = 0.1$ and $K_d = 2$ have rise time, delay time and The settling time is quite fast and the overshoot is small enough so that it has the best stability compared to other tests.

Keywords : *Autonomous Electric Vehicle, RFID, Speed Control, PID*

Mengetahui,
Asisten Jurusan Teknik Elektro



Muhammad. Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP : 197108141999031005

Palembang, 20 Oktober 2021
Menyetujui,
Pembimbing Utama



Ir. Zaenal Husin, M.Sc
NIP : 19560214198503100

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	iii
HALAMAN PERNYATAAN DOSEN	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR RUMUS	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Pembatasan Masalah	3
1.5 Keaslian Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 <i>State of The Art</i>	4
2.2 <i>Proportional Integral Derivative (PID)</i>	11
BAB III METODE PENELITIAN	12
3.1 Studi Literatur.....	13
3.2 Perancangan Sistem.....	13
3.2.1 Perancangan <i>software</i>	15
3.2.2 Perancangan <i>hardware</i>	15
3.3 Pengambilan Data.....	20
3.4 Pengujian Sistem	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	21
4.1 Perancangan Alat.....	21
4.2 Penentuan Titik Tag RFID dan <i>Setpoint</i> Kecepatan Kendaraan	22

4.3 Pengujian Sitem dengan Menggunakan Pengendali PID	23
4.3.1 Pengujian Sistem di Titik 1.....	24
4.3.2 Pengujian Sistem di Titik 2.....	26
4.3.3 Pengujian Sistem di Titik 3.....	30
4.3.4 Pengujian Sistem di Titik 4.....	33
4.3.5 Pengujian Sistem di Titik 5.....	37
4.3.6 Pengujian Sistem di Titik 6.....	40
4.3.7 Pengujian Sistem di Titik 7.....	44
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	48
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1 Sistem Kontrol PID.....	11
-----------------------------------	----

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Mobil <i>beta</i> mengikuti mobil <i>alfa</i>	4
Gambar 2.2 (a) Kecepatan kendaraan 15 cm/s dan berhasil menempuh jarak 75 cm (b) Kecepatan kendaraan 30 cm/s dan berhasil menempuh jarak 13cm (c) kecepatan kendaraan 75 cm/s dan berhasil menempuh jarak 175 cm.....	5
Gambar 2.3 Pemasangan RFID dan tag RFID	5
Gambar 2.4 Hasil pengujian kecepatan kendaraan	6
Gambar 2.5 Simulasi RPM tanpa PID (a) dan simulasi RPM dengan PID (b).....	7
Gambar 2.6 Perbandingan Hasil Kontroler PID Beban Nominal	9
Gambar 2.7 Perbandingan Hasil Kontroler PID Beban Maksimal	10
Gambar 2.8 Diagram blok <i>closed loop</i>	11
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Penelitian	12
Gambar 3.2 <i>Flowchart</i> Sistem	14
Gambar 3.3 Diagram Blok Sistem	14
Gambar 3.4 Sketsa Posisi RFID	16
Gambar 3.5 Arduino Mega 2560	16
Gambar 3.6 Motor Servo.....	17
Gambar 3.7 <i>Dimmer</i>	17
Gambar 3.8 Sensor Ultrasonik Maxbotix MB1220	18
Gambar 3.9 <i>Rotary Encoder</i>	18
Gambar 3.10 <i>Motor DC Shunt</i>	19
Gambar 3.11 <i>RFID Reader</i>	19
Gambar 3.12 <i>RFID UHF Passive Tag</i>	20
Gambar 4.1 <i>Autonomous Electric Vehicle</i> (a) Bagian Depan <i>Autonomous Electric Vehicle</i> (b) Bagian Pemasangan Motor Servo dan Dimmer	21
Gambar 4.2 Peta Map Titik Pemasangan Tag RFID	22
Gambar 4.3 Grafik Pengujian Pertama di Titik 1 dengan $K_p = 1$ dan $K_d = 2$	24
Gambar 4.4 Grafik Pengujian Kedua di Titik 1 dengan $K_p = 1$ dan $K_d = 1$	24
Gambar 4.5 Grafik Pengujian Ketiga di Titik 1 dengan $K_p = 2$	25
Gambar 4.6 Grafik Pengujian keempat di Titik 1 dengan $K_p = 1$, $K_i = 0.1$, $K_d = 2$	25

Gambar 4.7 Grafik Pengujian Pertama di Titik 2 dengan $K_p = 1$ dan $K_d = 2$	27
Gambar 4.8 Grafik Pengujian kedua di Titik 2 dengan $K_p = 1$ dan $K_d = 1$	27
Gambar 4.9 Grafik Pengujian Ketiga di Titik 2 dengan $K_p = 2$	28
Gambar 4.10 Grafik Pengujian keempat di Titik 2 dengan $K_p = 1$, $K_i = 0.1$, $K_d = 2$	28
Gambar 4.11 Grafik Pengujian Pertama di Titik 3 dengan $K_p = 1$ dan $K_d = 2$	30
Gambar 4.12 Grafik pengujian Kedua di Titik 3 dengan $K_p = 1$ dan $K_d = 1$	31
Gambar 4.13 Grafik pengujian Ketiga di Titik 3 dengan $K_p = 2$	31
Gambar 4.14 Grafik Pengujian keempat di Titik 3 dengan $K_p = 1$, $K_i = 0.1$, $K_d = 2$	32
Gambar 4.15 Grafik Pengujian Pertama di Titik 4 dengan $K_p = 1$ dan $K_d = 2$	34
Gambar 4.16 Grafik pengujian Kedua di Titik 4 dengan $K_p = 1$ dan $K_d = 1$	34
Gambar 4.17 Grafik pengujian Ketiga di Titik 4 dengan $K_p = 2$	35
Gambar 4.18 Grafik Pengujian keempat di Titik 4 dengan $K_p = 1$, $K_i = 0.1$, $K_d = 2$	35
Gambar 4.19 Grafik Pengujian Pertama di Titik 5 dengan $K_p = 1$ dan $K_d = 2$	37
Gambar 4.20 Grafik pengujian Kedua di Titik 5 dengan $K_p = 1$ dan $K_d = 1$	38
Gambar 4.21 Grafik pengujian Ketiga di Titik 5 dengan $K_p = 2$	38
Gambar 4.22 Grafik Pengujian keempat di Titik 5 dengan $K_p = 1$, $K_i = 0.1$, $K_d = 2$	39
Gambar 4.23 Grafik Pengujian Pertama di Titik 6 dengan $K_p = 1$ dan $K_d = 2$	41
Gambar 4.24 Grafik pengujian Kedua di Titik 6 dengan $K_p = 1$ dan $K_d = 1$	41
Gambar 4.25 Grafik pengujian Ketiga di Titik 6 dengan $K_p = 2$	42
Gambar 4.26 Grafik Pengujian keempat di Titik 6 dengan $K_p = 1$, $K_i = 0.1$, $K_d = 2$	42
Gambar 4.27 Grafik Pengujian Pertama di Titik 7 dengan $K_p = 1$ dan $K_d = 2$	44
Gambar 4.28 Grafik pengujian Kedua di Titik 7 dengan $K_p = 1$ dan $K_d = 1$	45
Gambar 4.29 Grafik pengujian Ketiga di Titik 7 dengan $K_p = 2$	45
Gambar 4.26 Grafik Pengujian keempat di Titik 6 dengan $K_p = 1$, $K_i = 0.1$, $K_d = 2$	46

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Hasil pengujian kestabilan pada kontrol PD <i>trial and error</i>	7
Tabel 2.2 Parameter-parameter PID untuk beban nominal dan beban maksimum.....	8
Tabel 2.3 Perbandingan Hasil Kontroller PID Beban Nominal	9
Tabel 2.4 Perbandingan Hasil Kontroller PID Beban Maksimal	10
Tabel 2.5 Karakteristik masing-masing pengendali.....	11
Tabel 4.1 Penentuan Titik Posisi Tag RFID dan <i>Setpoint</i> Kecepatan Kendaraan	23
Tabel 4.2 Performansi Sistem di Titik 1	26
Tabel 4.3 Performansi Sistem di Titik 2	29
Tabel 4.4 Performansi Sistem di Titik 3	32
Tabel 4.5 Performansi Sistem di Titik 4	36
Tabel 4.6 Performansi Sistem di Titik 5	39
Tabel 4.7 Performansi Sistem di Titik 6	43
Tabel 4.8 Performansi Sistem di Titik 7	46

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Autonomous electric vehicle merupakan sebuah kendaraan cerdas yang menggunakan sistem *self-driving* [1]. *Self-driving* merupakan salah satu jenis kontrol *autonomous car* yang berfungsi memudahkan manusia dalam berkendara secara otomatis tanpa campur tangan pengemudi. *Self-driving* berguna ketika pengemudi mengalami kondisi-kondisi tertentu yang harus melepaskan kemudi seperti mengangkat telpon, mengambil sesuatu di dashboard, dan lain sebagainya [2]. Selain hal tersebut *self-driving* juga berguna untuk mencegah hal-hal yang tidak diinginkan seperti kecelakaan yang diakibatkan oleh *human error*, kurangnya kemampuan pengemudi dan lain sebagainya. Salah satu hal penting dalam sistem *self-driving* adalah mengenai sistem *speed-control* otomatis.

Sistem *speed-control* otomatis sendiri merupakan sebuah sistem yang bertugas untuk mengatur laju atau kecepatan kendaraan secara otomatis. Sistem ini bermanfaat dalam penerapannya *autonomous electric vehicle* untuk mengatur kecepatan kendaraan baik itu saat melakukan deselerasi yaitu pengurangan kecepatan kendaraan maupun saat melakukan akselerasi yaitu penambahan kecepatan kendaraan. Penelitian mengenai sistem *speed-control* telah banyak dilakukan salah satunya adalah menggunakan RFID [3][4].

Radio Frequency Identification atau biasa dikenal dengan sebutan RFID merupakan sebuah metode pengidentifikasian otomatis dengan sistem frekuensi radio yang menggunakan sarana yang disebut label RFID atau transponder (tag) untuk menyimpan dan mengambil data jarak jauh [5]. RFID sendiri memiliki beberapa keunggulan diantaranya harganya yang murah dan mudah diimplementasikan ke berbagai sistem kontrol termasuk dalam mengontrol kecepatan kendaraan *autonomous electric vehicle*.

Dalam penelitian terhadap *speed-control* pada *autonomous electric vehicle* telah dilakukan dalam berbagai metode diantaranya adalah menggunakan metode Fuzzy[4] dan metode PID[2][6][7].

Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya, pada tugas akhir ini akan dilakukan penelitian menggunakan metode *proportional integral derivative* (PID). Metode ini dipilih karena dapat menjaga kestabilan kecepatan kendaraan listrik [6] serta memiliki struktur yang lebih sederhana dan menghasilkan kinerja yang baik [7]. Oleh karena itu penulis mengambil topik mengenai sistem kendali kecepatan pada *autonomous electric vehicle* dengan menggunakan pengendali PID.

1.2 Perumusan Masalah

Autonomous vehicle merupakan kendaraan yang dapat berjalan sendiri tanpa adanya bantuan tangan manusia sehingga dalam pelaksanaannya *speed-control* sangat berpengaruh besar terhadap keselamatan yang ada di jalan raya. Dengan sistem *speed-control* yang terintegrasi dengan RFID untuk melakukan perlambatan pada saat ada belokan atau tikungan sehingga *Autonomous electric vehicle* dapat beroperasi secara aman dan terlindungi dari hal-hal yang tidak diinginkan.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menggunakan RFID dan metode PID untuk mengendalikan *speed-control* dalam *autonomous electric vehicle*.

1.4 Pembatasan Masalah

Lingkup batasan masalah pada penelitian ini agar permasalahan yang dibahas menjadi terarah meliputi:

1. *Autonomous electric vehicle* beroperasi di kampus Unsri Indralaya.
2. Pengontrolan kecepatan terbatas hanya pada jalan yang telah ditandai tag RFID terlebih dahulu sebelumnya.
3. Terbatas pada kondisi jalan yang sepi atau tidak adanya gangguan.
4. Tidak membahas kontrol kemudi dan rem.

1.5 Keaslian Penelitian

Beberapa penelitian sebelumnya mengenai *speed-control* pada *autonomous car* telah dilakukan dengan menggunakan berbagai metode dan simulasi yang bervariasi, hal ini menjadi referensi penulis dalam melakukan penelitian ini. Penelitian yang dilakukan oleh Jen Heo Teng dkk. Penelitian yang mereka lakukan adalah untuk menguji keberhasilan RFID sebagai pengontrol mobil autonomous [3]. Dalam penelitian ini akan dilakukan 3 buah percobaan pada *prototype* mobil. Percobaan-percobaan ini dilakukan untuk menguji ketepatan kecepatan kendaraan saat menggunakan RFID.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Josue Perez dkk, Penelitian yang mereka lakukan adalah dengan menguji RFID sebagai sensor inputan pengatur kecepatan serta menggunakan metode fuzzy sebagai metodenya, kecepatan kendaraan akan diatur berdasarkan rambu-rambu yang ada di jalan [4]. Dalam penelitian ini mobil akan melaju lalu mendeteksi tag yang ada pada rambu-rambu sehingga kecepatan pada mobil akan disesuaikan sesuai rambu yang ada.

Penelitian lainnya dilakukan oleh Muhammad Taufiqurrahman dkk. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem *self-driving* dengan menggunakan metode kontrol PD [2]. Penelitian ini menggunakan sensor *ultrasonic* sebagai pendeteksi halangan yang nantinya akan diproses dengan menggunakan metode PD sehingga menciptakan kestabilan saat mobil bergerak pada sebuah lintasan.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Yohanes U D Sipul dkk. Penelitian ini bertujuan untuk mengatur *speed-control* pada sepeda motor listrik menggunakan metode PID [6]. Dalam penelitian ini menggunakan perbandingan metode penghitungan kecepatan pada sepeda motor, metode pertama adalah tanpa PID dan yang kedua adalah dengan PID.

Penelitian berikutnya dilakukan oleh Andreas Parluhutan Bonor Sinaga dan Josaphat Pramudijanto adalah untuk merancang dan mengimplementasikan kontroler PID dalam pengaturan *autonomous car* [7]. Penelitian ini menggunakan simulasi dan *prototype autonomous car* untuk mengetahui performansi kecepatan putar pada beban nominal dan beban maksimal.

Daftar Pustaka

- [1] Y. G. Choi, K. Il Lim, and J. H. Kim, "Lane change and path planning of autonomous vehicles using GIS," *2015 12th Int. Conf. Ubiquitous Robot. Ambient Intell. URAI 2015*, pp. 163–166, 2015, doi: 10.1109/URAI.2015.7358855.
- [2] M. Taufiqurrahman, S. Sumardi, and M. A. Riyadi, "Perancangan Self Driving Dengan Metode Kontrol Pd Pada Sistem Tracking Autonomous Car," *Transient J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 5, no. 2, pp. 173–179, 2016.
- [3] J. H. Teng, K. Y. Hsiao, S. W. Luan, R. C. Leou, and S. Y. Chan, "RFID-based autonomous mobile car," *IEEE Int. Conf. Ind. Informatics*, pp. 417–422, 2010, doi: 10.1109/INDIN.2010.5549708.
- [4] J. Pérez, F. Seco, V. Milanés, A. Jiménez, J. C. Díaz, and T. de Pedro, "An RFID-based intelligent vehicle speed controller using active traffic signals," *Sensors*, vol. 10, no. 6, pp. 5872–5887, 2010, doi: 10.3390/s100605872.
- [5] D. Saputra, D. Cahyadi, and A. Harsa Kridalaksana, "Sistem Otomasi Perpustakaan Dengan Menggunakan Radio Frequency Identification (RFID)," *J. Inform. Mulawarman*, vol. 5, no. 3, pp. 1–11, 2010.
- [6] Y. U. D. Sipul, D. A. Prasetya, and W. Dirgantara, "Control System Kendali Kecepatan Sepeda Motor Listrik Dengan Metode PID," vol. 1, no. 1, pp. 45–49, 2019.
- [7] A. P. B. J. P. Sinaga, "Perancangan dan Implementasi Kontroler PID untuk Pengaturan Autonomous Car-Following Car," *Tek. Pomits*, vol. 3, no. 1, pp. 1–6, 2014.
- [8] R. S. R. Simbolon, "Analisis dan Simulasi Sistem Kontrol PI dan PID Menggunakan XCOS SCILAB," pp. 1–114, 2020.
- [9] H. D. Laksono, *Sistem Kendali Dengan PID dan Kompensator (Pendekatan Tempat Kedudukan Akar)*. 2019.