

# **SIMULASI DAN ANALISA LINTASAN KENDARAAN RODA TIGA *REVERSE TRIKE* DENGAN PENERAPAN *PID CONTROLLER***

**Gilang Pratama Putra**

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik

Universitas Sebelas Maret

## **Abstrak**

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan perilaku dinamika *handling* kendaraan roda tiga *reverse trike* pada saat berbelok berdasarkan pemodelan dan simulasi *handling* menggunakan *software* Matlab. Model kendaraan 3 derajat kebebasan digunakan dalam penelitian ini. Permodelan dan persamaan gerak diturunkan berdasarkan prinsip hukum Newton. Menambahkan controller pada hasil *handling* dari kendaraan roda tiga *reverse trike* untuk mengoptimalkan stabilitas kendaraan. Terdapat 3 variasi inputan sudut steering yaitu 10, 15, dan 20 derajat dan tiga variasi inputan kecepatan yaitu 10, 20, dan 30 km/jam. Simulasi ini menghasilkan lintasan kendaraan pada saat berbelok dengan berbagai variasi inputan. Berdasarkan analisa data hasil simulasi, diperoleh bahwa hasil lintasan kendaraan roda tiga *reverse trike* akan menghasilkan radius putar sebesar 0,9 meter pada saat kendaraan tanpa controller sedangkan sebesar 2 meter dengan menggunakan controller. Sedangkan untuk perbandingan hasil lintasan dengan variasi sudut steering 10, 15, dan 20 derajat, kendaraan akan terlempar sejauh masing-masing 1,4, 2,6 dan 4 meter. Kendaraan dengan kontrol PID dengan variasi sudut steering 10, 15, dan 20 derajat, kendaraan akan terlempar sejauh masing-masing 2, 4,5, dan 7 meter dengan radius putar yang konstan sebesar 2 meter. Dari hasil yang terjadi dapat disimpulkan bahwa kendaraan roda tiga menghasilkan lintasan yang semakin besar seiring bertambahnya kecepatan kendaraan dan menghasilkan lintasan kendaraan dengan radius putar yang semakin kecil seiring bertambahnya sudut *steering*.

**Kata Kunci:** Kendaraan roda tiga, Model *Handling*, pengujian belok, *software* Matlab, Kontrol kendaraan, kontrol PID.

# ***SIMULATION AND ANALYSIS OF THREE WHEELS VEHICLE REVERSE TRIKE TRAJECTORY WITH PID CONTROLLER APPLICATION***

***Gilang Pratama Putra***

*Mechanical Engineering Department Faculty of Engineering*

*Universitas Sebelas Maret*

## ***Abstrack***

*The study aims to obtain the dynamic behavior of a three-wheeled reverse trike vehicle handling for turning by using modeling and simulation handling using Matlab software. Three-degrees of freedom vehicle model is used in this study. Modeling is based on equations of motion derived based on the principles of Newton's laws. PID controller is employed in the model of a three-wheel vehicle handling in order to improve the vehicle stability. Simulations are performed for three variations of the input steering angle, i.e. 10, 15, and 20 degrees, and three variations of the input speed, i.e. 10, 20 and 30 km/hr. These simulations produce the trajectory of the vehicle turning with a variety of inputs. Based on data analysis, simulation results, obtained that track the results of reverse trike three-wheel vehicles will produce a turning radius of 0.9 meters at a vehicle without a controller while by 2 meters by using a controller. As for the comparison of the track with the steering angle variation 10, 15, and 20 degrees, the vehicle will be thrown 1.4, 2.6 and 4 meters respectively. Vehicles with PID control with steering angle variation 10, 15, and 20 degrees, the vehicle will be thrown 2, 4.5 and 7 meters with a constant turning radius of 2 meters respectively. From the results that occur can be concluded that the three-wheeled vehicles produce greater trajectory with increasing vehicle speed and trajectory of the vehicle to produce increasingly smaller turning radius with increasing steering angle.*

***Keywords:*** *Three-wheeled vehicles, Model Handling, testing turn, Matlab simulation, vehicle control, PID control.*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah Subhanahu wa ta'ala atas segala nikmat, rahmat serta bimbingan Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “Simulasi dan Analisa Lintasan Kendaraan Roda Tiga *Reverse Trike* dengan Penerapan *PID Controller*” dengan lancar. Penulisan skripsi ini dimaksudkan untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar sarjana teknik di Jurusan Teknik Mesin Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Dalam pelaksanaan Tugas Akhir ini penulis mendapatkan bantuan, bimbingan, pengalaman dan pelajaran sangat berharga dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuannya baik secara langsung dan tidak langsung. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Orang tua dan seluruh keluarga yang selalu mendukung saya dengan bantuan moral dan material.
2. Bapak Wibowo, ST., M.T. selaku pembimbing I tugas akhir yang selalu memberikan bimbingan dan nasehatnya.
3. Bapak R Lulus Lambang, ST., MT. selaku pembimbing II tugas akhir atas kesediaannya membimbing penulis dalam mengerjakan tugas akhir.
4. Bapak Sukmaji Indro Cahyono, ST., MEng., Bapak Miftahul Anwar, PhD dan Bapak Purwadi Joko Widodo, ST., M.Kom. selaku dosen penguji atas segala masukan dan nasehatnya untuk menjadikan tugas akhir ini lebih baik.
5. Semua dosen di jurusan Teknik Mesin UNS.
6. Semua staff dan karyawan di jurusan Teknik Mesin UNS
7. Seluruh teman yang mengawali perjuangan bersama-sama.
8. Seluruh teman yang menemani dan menyemangati saya dalam tugas akhir dan penulisan.
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, atas segala bantuannya dalam proses penulisan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan, untuk itu masukan dan saran yang membangun akan penulis terima dengan iklas

dan penulis ucapkan terima kasih. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis khususnya dan bagi pembaca pada umumnya.

Surakarta, November 2016

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i	
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii	
ABSTRAK .....	iii	
KATA PENGANTAR .....	v	
DAFTAR ISI .....	vii	
DAFTAR TABEL .....	ix	
DAFTAR GAMBAR .....	x	
DAFTAR PERSAMAAN .....	xii	
DAFTAR ISTILAH .....	xiii	
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>		
1.1. Latar Belakang .....	1	
1.2. Perumusan Masalah .....	2	
1.3. Tujuan Penelitian .....	2	
1.4. Batasan Penelitian .....	2	
1.5. Manfaat Penelitian .....	3	
1.6. Sistematika Penulisan .....	3	
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>		
2.1. Tinjauan Pustaka .....	4	
2.2. Dinamika Kendaraan .....	5	
2.2. PID ( <i>Proportional-Integral-Derivative</i> ) <i>Controller</i> .....	11	
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....		13
<b>BAB IV DATA DAN ANALISIS</b>		
4.1 Desain Kendaraan.....	17	
4.2 Spesifikasi Kendaraan .....	17	
4.3 Parameter Kendaraan .....	18	
4.4. Simulasi Kendaraan .....	18	
4.5. Hasil Lintasan Kendaraan .....	19	
4.5.1. Hasil Lintasan Kendaraan tanpa <i>Kontroller</i> .....	19	
4.5.2. Hasil Lintasan Kendaraan dengan <i>Feedback</i> Kecepatan ( <i>Internal Feedback</i> ) .....	19	

4.5.3. Hasil Lintasan Kendaraan dengan kontrol PID .....	20
4.6. Analisa Sistem <i>Handling</i> Kendaraan .....	21
4.6.1. Analisa Sistem <i>Handling</i> Kendaraan dengan kontrol P ....	21
4.6.2. Analisa Sistem <i>Handling</i> Kendaraan dengan kontrol PI....	23
4.6.3. Analisa Sistem <i>Handling</i> Kendaraan dengan kontrol PID.....	25
4.7. Perbandingan Hasil lintasan Kendaraan .....	27
4.7.1. Perbandingan Hasil Lintasan kendaraan tanpa controller ..	27
4.7.2. Perbandingan Hasil Lintasan Kendaraan dengan <i>Internal Feedback ( Feedback Kecepatan )</i> .....	29
4.7.3. Perbandingan Hasil Lintasan Kendaraan dengan PID Kontroller.....	31
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1. Kesimpulan .....	34
5.2. Saran .....	35
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	36

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1 Spesifikasi Kendaraan .....	17
Tabel 4.2 Parameter Kendaraan .....	18

## DAFTAR GAMBAR

		Halaman
Gambar 2.1	Sistem koordinat sumbu kendaraan .....	7
Gambar 2.2	Diagram benda bebas model dinamika kendaraan ...	9
Gambar 2.3	<i>Slip angle</i> roda .....	10
Gambar 2.4	Diagram blok sistem kontrol berumpan balik.....	11
Gambar 3.1	Diagram alir penelitian .....	13
Gambar 4.1	Desain kendaraan <i>reverse trike</i> .....	17
Gambar 4.2	Lintasan kendaraan tanpa kontroler .....	19
Gambar 4.3	Lintasan kendaraan dengan <i>feedback</i> kecepatan .....	20
Gambar 4.4	<i>Step respon</i> untuk sistem <i>handling</i> kendaraan dengan kontrol P .....	21
Gambar 4.5	Lintasan kendaraan dengan kontrol P .....	22
Gambar 4.6	Grafik kecepatan kontrol P .....	22
Gambar 4.7	<i>Step respon</i> untuk sistem <i>handling</i> kendaraan dengan kontrol PI .....	23
Gambar 4.8	Lintasan kendaraan dengan kontrol PI .....	24
Gambar 4.9	Grafik kecepatan kontrol PI .....	24
Gambar 4.10	<i>Step respon</i> untuk sistem <i>handling</i> kendaraan dengan kontrol PID .....	25
Gambar 4.11	Lintasan kendaraan dengan kontrol PID .....	26
Gambar 4.12	Grafik kecepatan kontrol PID .....	26
Gambar 4.13	Perbandingan lintasan kendaraan tanpa kontroler pada kecepatan 10 km/jam .....	27
Gambar 4.14	Perbandingan lintasan kendaraan tanpa kontroler pada kecepatan 20 km/jam .....	28
Gambar 4.15	Perbandingan lintasan kendaraan tanpa kontroler pada kecepatan 30 km/jam .....	28
Gambar 4.16	Perbandingan lintasan kendaraan dengan <i>internal feedback</i> pada kecepatan 10 km/jam .....	29

Gambar 4.17	Perbandingan lintasan kendaraan dengan <i>internal feedback</i> pada kecepatan 20 km/jam .....	30
Gambar 4.18	Perbandingan lintasan kendaraan dengan <i>internal feedback</i> pada kecepatan 30 km/jam .....	31
Gambar 4.19	Perbandingan lintasan kendaraan dengan kontrol PID pada kecepatan 10 km/jam .....	32
Gambar 4.20	Perbandingan lintasan kendaraan dengan kontrol PID pada kecepatan 20 km/jam .....	32
Gambar 4.21	Perbandingan lintasan kendaraan dengan kontrol PID pada kecepatan 30 km/jam .....	33

## DAFTAR PERSAMAAN

	Halaman
Persamaan 2.1 Persamaan gerak kendaraan <i>yaw</i> .....	8
Persamaan 2.2 Persamaan gerak kendaraan pada sumbu <i>x</i> .....	8
Persamaan 2.3 Persamaan gerak kendaraan pada sumbu <i>y</i> .....	8
Persamaan 2.4 Gaya <i>longitudinal</i> pada roda depan .....	9
Persamaan 2.5 Gaya <i>longitudinal</i> pada roda belakang .....	9
Persamaan 2.6 <i>Slip ratio</i> saat pengereman .....	9
Persamaan 2.7 <i>Slip ratio</i> saat percepatan .....	9
Persamaan 2.8 Sudut vektor kecepatan roda depan .....	11
Persamaan 2.9 Sudut vektor kecepatan roda belakang .....	11

## DAFTAR ISTILAH

<i>Ground clearance</i>	Rongga antara lantai kendaraan dengan jalan
Gerakan <i>heave</i>	Gerakan bodi kendaraan pada arah vertical
Gerakan <i>pitch</i>	Gerakan rotasi bodi kendaraan yang berpusat pada sumbu lateral y
Gerakan <i>roll</i>	Gerakan rotasi bodi kendaraan yang berpusat pada sumbu longitudinal x
Gerakan <i>yaw</i>	Gerakan rotasi bodi kendaraan yang berpusat pada sumbu vertikal z
Kekakuan <i>Cornering</i>	Perbandingan antara gaya lateral dari ban dengan <i>slip angle</i>
Kekakuan <i>longitudinal</i> ban	Perbandingan antara gaya longitudinal dengan longitudinal <i>slip</i>
<i>Longitudinal slip</i>	Perbandingan antara slip kecepatan dengan kecepatan kendaraan
Model ban	Model yang menggambarkan arah gaya dan momen yang bekerja pada bidang kontak permukaan ban dan jalan
<i>Slip angle</i>	sudut yang terbentuk antara arah ban dengan vektor kecepatan dari kendaraan
<i>Wheelbase</i>	Jarak antara poros roda depan dan poros roda belakang