



Buku Tugas Akhir

# Perancang dan Analisis Statika dan Kinematika Platform Bergerak Kurang Teraktuasi dengan Dua Derajat Kebebasan

**Raymond Christian**  
2016630030

Pembimbing:  
Dr. Ir. Bagus Arthaya, M.Eng.  
Tua Agustinus Tamba, PhD.

Diajukan untuk memenuhi salah  
satu syarat mendapatkan gelar  
Sarjana Teknik

**Februari 2021**



# **Perancang dan Analisis Statika dan Kinematika Platform Bergerak Kurang Teraktuasi dengan Dua Derajat Kebebasan**

**Raymond CHRISTIAN**  
2016630030

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mendapatkan gelar Sarjana Teknik di Program Studi Teknik Elektro Konsentrasi Mekatronika, Universitas Katolik Parahyangan.

## **Panitia Penguji :**

Dr. Ir. Bagus Arthaya, M.Eng., Pembimbing 1  
Tua Agustinus Tamba, PhD., Pembimbing 2  
Dr. Ali Sadiyahoko, S.T., M.T., Penguji 1  
Nico Saputra, PhD., Penguji 2

---

© 2021, Program Studi Sarjana Teknik Elektro (Konsentrasi Mekanika)– Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Katolik Parahyangan, Jl. Ciumbuleuit no 94, Bandung 40141, INDONESIA.

Dokumen ini dilindungi oleh undang-undang. Tidak diperkenankan mereproduksi seluruh ataupun sebagian isi dokumen ini dalam bentuk apa pun, baik secara cetak, photoprint, mikrofilm, elektronik, atau cara lainnya tanpa izin tertulis dari Program Studi Sarjana Teknik Elektro (Konsentrasi Mekanika), Universitas Katolik Parahyangan.

All rights reserved. No part of the publication may be reproduced in any form by print, photoprint, microfilm, electronic or any other means without written permission from the Department of Electrical Engineering (Mechatronics), Parahyangan Catholic University.

# Lembar Persetujuan Selesai



Tugas Akhir berjudul:

## **Perancang dan Analisis Statika dan Kinematika Platform Bergerak Kurang Teraktuasi dengan Dua Derajat Kebebasan**

oleh:

Raymond Christian

NPM : 2016630030

ini telah diujikan pada Sidang Tugas Akhir 2 (IME 184500) di Program Studi Sarjana  
Teknik Elektro Konsentrasi Mekatronika, Fakultas Teknologi Industri,  
Universitas Katolik Parahyangan serta dinyatakan SELESAL.

**TANDA PERSETUJUAN SELESAL,**

Bandung, Februari 2021

Ketua Program Studi Sarjana

Teknik Elektro Konsentrasi Mekatronika

**Dr. Ali Sadiyoko, S.T., M.T.**

Pembimbing Pertama,

Pembimbing Kedua,

**Dr. Ir. Bagus Arthaya, M.Eng.**

**Tua Agustinus Tamba, PhD.**



# **PERNYATAAN TIDAK MENCONTEK ATAU MELAKUKAN TINDAKAN PLAGIAT**

Saya yang bertandatangan dibawah ini,

**RAYMOND CHRISTIAN**

Dengan ini menyatakan bahwa Buku Tugas Akhir dengan judul:

**"PERANCANG DAN ANALISIS STATIKA DAN KINEMATIKA  
PLATFORM BERGERAK KURANG TERAKTUASI DENGAN DUA  
DERAJAT KEBEBASAN"**

adalah hasil pekerjaan Saya. Seluruh ide, pendapat atau materi dari sumber lain telah dikutip dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

Pernyataan ini Saya buat dengan sebenar-benarnya dan jika pernyataan ini tidak sesuai dengan kenyataan maka Saya bersedia menanggung sanksi yang akan dikenakan kepada Saya.

Bandung, .....

**Raymond Christian**

NPM: 2016630030





# Lembar Persembahan

Tugas Akhir ini dipersembahkan untuk  
universitas, keluarga tercinta,  
bangsa dan negara.



# Pedoman Penggunaan Buku Tugas Akhir

Buku Tugas Akhir yang tidak dipublikasikan, terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Universitas Katolik Parahyangan, dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis dengan mengikuti aturan HAKI yang berlaku di Universitas Katolik Parahyangan. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau peringkasan hanya dapat dilakukan seizin penulis dan harus disertai dengan kaidah ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Memperbanyak atau menerbitkan sebagian atau seluruh Buku Tugas Akhir haruslah seizin Ketua Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi Mekatronika, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan.

Staf dosen dan mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi Mekatronika, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan dapat menggunakan Buku Tugas Akhir ini sebagai rujukan pada penelitian-penelitian yang akan dilakukan sesuai dengan rekomendasi yang dikeluarkan oleh Koordinator Tugas Akhir dan/atau Tim Dosen Pembimbing.



## Abstrak

Dengan bertambahnya kepadatan penduduk dunia, kepadatan kendaraan bermotor di jalan akan semakin tinggi. Tentu ini akan mengakibatkan meningkatnya jumlah kemacetan dan kecelakaan, terutama bagi orang yang masih belajar berkendara. Risiko kecelakaan ini dapat dikurangi jika orang tidak belajar berkendara di jalan, melainkan menggunakan simulator mobil. Simulator mobil juga memiliki banyak kegunaan lain, seperti mengendalikan alat berat secara *remote* dan melakukan percobaan yang berbahaya jika dilakukan di lingkungan nyata. Simulator mobil dapat dibuat dengan memanfaatkan konsep platform bergerak.

Platform bergerak yang dirancang memiliki dua buah derajat kebebasan yaitu *pith* (putaran pada bidang  $x-z$ ) dan *roll* (putaran pada bidang  $y-z$ ). Aktuator yang digunakan untuk menggerakkan sistem adalah motor DC. Beberapa pengujian dilakukan untuk melihat perbandingan karakteristik sistem terhadap hasil perhitungan. Pengujian tersebut adalah pengujian torsi motor, pengujian hubungan sudut metode rekaman, pengujian hubungan sudut metode sensorik, pengujian gerakan platform menuju kondisi awal dan pengujian gerakan platform menuju titik tertentu. Dalam laporan ini Terdapat model dinamika dan kinematika dari platform bergerak yang dirancang. Model kinematika platform bergerak sudah teruji, namun model dinamika platform bergerak masih belum teruji.



## Abstract

With the increasing of the world's population, the vehicles's density on the roads will be higher. Of course this will increase the number of traffic jams and accidents, especially for people who is still learning how to drive. The risk of these accidents can be reduced if people do not study on the road, but instead using vehicles simulator. Vehicles simulators also have many other uses, such as controlling vehicle remotely and performing dangerous experiments when performed in real environments. Vehicle simulator can be created by utilizing the concept of a motion platform.

The designed motion platform have two degrees of freedoms, which is pith (rotation in the x-z plane) and roll (rotation in the y-z plane). The actuators used to drive the system are DC motors. Some tests were carried out to compare the system's characteristic and the result of calculation. These tests are motor torque testing, angle relationship function testing using recording method, angle relationship function testing using sensory method, the movement of motion platform to initial conditions and the movement of motion platform to certain points. In this report there are dynamic and kinematic model of the designed motion platform. The motion platform's kinematics model has been tested, but the dynamics model of the motion platform is still untested.





## Kata Pengantar

Puji dan syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas berkat-Nya sehingga proposal Laporan Tugas Akhir yang berjudul "Perancang dan Analisis Statika dan Kinematika Platform Bergerak Kurang Teraktuasi dengan Dua Derajat Kebebasan" dapat diselesaikan. Tanpa bantuan-Nya, proposal Tugas Akhir ini tidak akan dapat diselesaikan dengan baik. Dalam melakukan penelitian ini, penulis juga mendapat banyak bantuan dan dorongan dari berbagai pihak, diantaranya:

- Dr. Ir. Bagus Arthaya, M.Eng. dan Tua Agustinus Tamba, PhD. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir di Program Studi Sarjana Teknik Elektro Konsentrasi Mekatronika Universitas Katolik Parahyangan.
- Naga Putta Hartono dan Susi, selaku orang tua penulis. Terima kasih atas bantuan dan dukungannya kepada penulis selama pengerjaan Tugas Akhir ini.
- Tim simulator mobil yang telah memberikan informasi mengenai platform yang sudah dibuat selaku kelompok yang telah memegang proyek yang bersangkutan sebelumnya.
- Serta pihak-pihak lain yang tidak mungkin disebutkan satu-satu.

Laporan Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Sarjana Teknik Elektro Konsentrasi Mekatronika Universitas Katolik Parahyangan. Dalam Laporan Tugas Akhir ini akan dijelaskan mengenai perancangan sistem mekanik dari platform bergerak yang selanjutnya dapat digunakan sebagai simulator mobil. Hasil yang akan dipaparkan oleh penulis adalah hasil pengujian performansi gerakan platform tersebut.

Besar harapan penulis, Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada bidang akademik maupun non-akademik. Penulis juga memohon maaf jika ada kekurangan dan kesalahan dalam laporan ini.

Bandung, 31 Januari 2021

Raymond Christian



# Daftar Isi

<b>Abstrak</b>	<b>ix</b>
<b>Abstract</b>	<b>xi</b>
<b>Kata Pengantar</b>	<b>xiii</b>
<b>Daftar Isi</b>	<b>xv</b>
<b>Daftar Tabel</b>	<b>xix</b>
<b>Daftar Gambar</b>	<b>xxi</b>
<b>1 PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang Masalah . . . . .	1
1.2 Identifikasi dan Perumusan Masalah. . . . .	3
1.3 Batasan Masalah dan Asumsi . . . . .	4
1.4 Tujuan Tugas Akhir . . . . .	4
1.5 Manfaat Tugas Akhir . . . . .	5
1.6 Metodologi Tugas Akhir . . . . .	5
1.7 Sistematika Penulisan . . . . .	6
<b>2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>8</b>
2.1 Sistem Mekanik . . . . .	8
2.1.1 Titik Berat . . . . .	9
2.1.2 Kesetimbangan . . . . .	10
2.1.3 Rangka dan Mesin . . . . .	12
2.1.4 Gaya Dalam . . . . .	12
2.1.5 Tegangan . . . . .	13
2.2 Derajat Kebebasan . . . . .	16

2.2.1	Sistem Koordinat Mobil . . . . .	17
2.2.2	Derajat Kebebasan Pada Platform Bergerak . . . . .	17
2.3	Indra Keseimbangan Manusia . . . . .	18
2.4	Model Matematika . . . . .	18
2.4.1	Model Persamaan Ruang Keadaan . . . . .	19
2.4.2	Model Dinamika Dengan Metode Euler-Lagrange . . . . .	19
2.5	Aturan 68-95-99.7 . . . . .	20
2.6	Metode Rekaman . . . . .	21
<b>3</b>	<b>PERANCANGAN SISTEM</b>	<b>23</b>
3.1	Titik Berat Pengguna . . . . .	23
3.2	Desain Platform Bergerak . . . . .	28
3.2.1	Komponen Mekanik Simulator Mobil . . . . .	29
3.2.2	Hubungan Sudut Platform dan Sudut Motor . . . . .	30
3.2.3	Simulasi Hubungan Sudut . . . . .	32
3.3	Gaya dan Momen pada Sistem Mekanik . . . . .	34
3.3.1	Posisi Pengguna Pada Simulator Mobil . . . . .	34
3.3.2	Besar Sudut Batang Penggerak . . . . .	35
3.3.3	Analisis <i>Frame</i> pada Sistem Mekanik . . . . .	37
3.3.4	Besar Gaya dan Momen Maksimum . . . . .	39
3.4	Beban Batang Penggerak . . . . .	42
3.4.1	Tegangan Batang Penggerak . . . . .	43
3.4.2	Spesifikasi Batang Penggerak . . . . .	43
3.5	Kecepatan dan Torsi Motor . . . . .	44
3.5.1	Hubungan Kecepatan Platform dan Kecepatan Motor . . . . .	44
3.5.2	Simulasi Kecepatan Motor . . . . .	45
3.5.3	Besar Torsi Motor . . . . .	47
3.6	Model Matematika . . . . .	47
3.6.1	Energi Kinetik dan Potensial . . . . .	48
3.6.2	Persamaan Lagrange . . . . .	57
3.6.3	Dinamika Lagrange . . . . .	58
3.6.4	Model Persamaan Ruang Keadaan . . . . .	61
<b>4</b>	<b>ANALISIS SISTEM</b>	<b>65</b>
4.1	Pengujian Torsi Motor . . . . .	65
4.1.1	Faktor Keamanan Motor . . . . .	67
4.2	Kalibrasi Sensor Platform . . . . .	67
4.3	Pengujian Sudut Motor dan Platform . . . . .	69
4.3.1	Pengujian Sudut Menggunakan Metode Rekaman . . . . .	69
4.3.2	Pengujian Sudut Menggunakan Metode Sensorik . . . . .	73
4.4	Pengujian Gerakan Platform Menuju Kondisi Awal . . . . .	75

4.4.1	Toleransi Kondisi Awal . . . . .	76
4.4.2	Hasil Pengujian Gerakan Platform Menuju Kondisi Awal . . . . .	77
4.5	Pengujian Gerakan Platform Menuju Titik Tertentu . . . . .	78
<b>5</b>	<b>PENUTUP</b>	<b>80</b>
5.1	Kesimpulan . . . . .	80
5.2	Saran . . . . .	81
	<b>Daftar Pustaka</b>	<b>83</b>
	<b>Lampiran A Perhitungan</b>	<b>86</b>
A.1	Titik Berat Setiap Daerah . . . . .	86
A.2	Luas Setiap Daerah . . . . .	88
A.3	Turunan Persamaan Lagrange . . . . .	89
	<b>Lampiran B Persamaan Matematika Pendukung</b>	<b>91</b>
B.1	Trigonometri . . . . .	91
B.1.1	Definisi . . . . .	91
B.1.2	Aturan Sinus . . . . .	92
B.1.3	Aturan Cosiuns . . . . .	92
B.1.4	Relasi-relasi Lain . . . . .	92
B.2	Diferensial (Turunan) . . . . .	93
B.2.1	Turunan Fungsi Aljabar . . . . .	93
B.2.2	Turunan Fungsi Trigonometri . . . . .	93
B.2.3	Turunan Fungsi Siklometri . . . . .	94
B.2.4	Turunan Fungsi Eksponen dan Logaritma . . . . .	94
	<b>Lampiran C Data Pengujian</b>	<b>95</b>
C.1	Gambar Pengujian Metode Rekaman . . . . .	95
	<b>Lampiran D Skematik</b>	<b>103</b>
D.1	Rangkaian Listrik . . . . .	103



# Daftar Tabel

3.1	Koordinat titik berat setiap daerah pada Gambar 3.1 dan 3.2. . . . .	25
3.2	Perhitungan Titik Berat Pengguna. . . . .	26
3.3	Nilai maksimum kecepatan Motor berdasarkan simulasi Gambar 3.18 . . . . .	47
3.4	Besar Torsi Motor yang Diperlukan . . . . .	47
4.1	Paramater dari hasil pengujian sensor MPU6050. . . . .	68
4.2	Hasil pengujian Metode Rekaman pada bidang x-z. . . . .	69
4.3	Hasil pengujian Metode Rekaman pada bidang y-z. . . . .	71
4.4	Tiga daerah hasil simulasi Metode Rekaman bidang y-z. . . . .	72
5.1	Faktor kesalahan hubungan sudut motor dan platform. . . . .	81
C.1	Ukuran segitia metode rekaman bidang x-z . . . . .	98
C.2	Ukuran segitia metode rekaman bidang y-z . . . . .	102





# Daftar Gambar

1.1	Grafik perkembangan jumlah kendaraan bermotor di Indonesia yang menunjukkan jumlah kendaraan meningkat secara eksponensial [1]. . . . .	2
1.2	Diagram alir metodologi tugas akhir. . . . .	6
2.1	Titik berat dari benda sembarang. . . . .	9
2.2	Proyeksi sistem mekanik 3D terhadap bidang 2D. . . . .	11
2.3	(a) Sistem mekanik yang tersusun dari berbagai komponen dan (b) DBB yang dibuat berdasarkan kondisi tersebut [6]. . . . .	11
2.4	Metode potongan untuk menganalisis gaya dalam. . . . .	13
2.5	Representasi tegangan normal akibat gaya normal. . . . .	14
2.6	Representasi tegangan normal akibat momen pembengkok. . . . .	15
2.7	(a) merupakan representasi tegangan geser pada bidang penampang dan (b) merupakan ilustrasi nilai nominal tegangan geser pada penampang lingkaran. . . . .	16
2.8	Sistem koordinat mobil. . . . .	17
2.9	Aturan 68-95-99.7 pada distribusi normal. . . . .	21
2.10	Kedua segitiga merah pada Metode Rekaman. . . . .	21
3.1	Penyederhanaan bentuk pengguna untuk mencari titik berat, daerah biru. . . . .	24
3.2	Penyederhanaan bentuk pengguna untuk mencari titik berat, daerah merah. . . . .	24
3.3	Rancangan rangka simulator mobil. . . . .	28
3.4	Rancangan simulator mobil dengan pengguna di atasnya. . . . .	29
3.5	Proyeksi 2D dari sistem mekanik. . . . .	29
3.6	Sistem mekanik pada saat platform memiliki kemiringan sebesar $\theta$ . . . . .	30
3.7	Simulasi hubungan sudut $\alpha$ dan sudut $\theta$ pada bidang x-z. . . . .	32
3.8	Simulasi hubungan sudut $\alpha$ dan sudut $\theta$ pada bidang y-z. . . . .	33
3.9	Beban pada simulator mobil. . . . .	34

3.10	Bebaan $W_m$ dan $W_s$ pada sistem pada saat platform memiliki kemiringan sebesar $\theta$ . . . . .	35
3.11	Sudut $\phi$ . . . . .	36
3.12	DBB dari empat buah <i>frame</i> platform simulator mobil. . . . .	37
3.13	<i>Frame</i> platform. . . . .	38
3.14	<i>Frame</i> Piringan Penggerak. . . . .	39
3.15	Hasil simulasi gaya (atas) dan momen (bawah) pada bidang x-z. . . . .	40
3.16	Hasil simulasi gaya (atas) dan momen (bawah) pada bidang y-z. . . . .	41
3.17	Bentuk penampang Batang Penggerak. . . . .	42
3.18	Hasil simulasi hubungan kecepatan radial platform dan motor pada bidang x-z (atas) dan y-z (bawah). . . . .	46
3.19	<i>Link</i> pada Sistem Simulator Mobil. . . . .	48
3.20	<i>Link</i> 1 (piringan penggerak) pada Simulator Mobil . . . . .	49
3.21	<i>Link</i> 2 (batang Penggerak) pada Simulator Mobil . . . . .	50
3.22	<i>Link</i> 3 (Platform) pada Simulator Mobil . . . . .	54
4.1	Pengukuran torsi motor menggunakan beban. . . . .	66
4.2	Nilai yang diperoleh dari sensor MPU6050 pada saat sudut platform bernilai nol. . . . .	68
4.3	Perbandingan simulasi dengan Metode Rekaman pada bidang x-z. . . . .	70
4.4	Perbandingan simulasi dengan Metode Rekaman pada bidang y-z . . . . .	72
4.5	Sensor TCRT 5000 pada piringan penggerak. . . . .	73
4.6	Perbandingan simulasi dengan Metode Sensorik pada bidang x-z . . . . .	74
4.7	Perbandingan simulasi dengan Metode Sensorik pada bidang y-z . . . . .	75
4.8	Histogram dari pengujian sensor MPU 6050 pada saat sudut platform bernilai nol. . . . .	76
4.9	Hasil pengujian gerakan platform menuju kondisi awal percobaan 1 (a), percobaan 2 (b), percobaan 3 (d), dan percobaan 4 (d). . . . .	77
4.10	Hasil pengujian gerakan platform menuju titik tertentu bidang x-z pengujian 1 (kiri) dan pengujian 2 (kanan). . . . .	78
4.11	Hasil pengujian gerakan platform menuju titik tertentu bidang y-z pengujian 1 (kiri) dan pengujian 2 (kanan). . . . .	79
B.1	Segitiga siku-siku. . . . .	91
B.2	Segitiga sembarang. . . . .	92
C.1	Gambar pengujian Metode Rekaman bidang x-z 1. . . . .	95
C.2	Gambar pengujian Metode Rekaman bidang x-z 2. . . . .	96
C.3	Gambar pengujian Metode Rekaman bidang x-z 3. . . . .	96
C.4	Gambar pengujian Metode Rekaman bidang x-z 4. . . . .	97
C.5	Gambar pengujian Metode Rekaman bidang x-z 5. . . . .	97
C.6	Gambar pengujian Metode Rekaman bidang x-z 6. . . . .	98
C.7	Gambar pengujian Metode Rekaman bidang y-z 1. . . . .	99

C.8 Gambar pengujian sudut Metode Rekaman bidang y-z 2. . . . 100  
C.9 Gambar pengujian sudut Metode Rekaman bidang y-z 3. . . . 100  
C.10 Gambar pengujian sudut Metode Rekaman bidang y-z 4. . . . 101  
C.11 Gambar pengujian sudut Metode Rekaman bidang y-z 5. . . . 101  
C.12 Gambar pengujian Metode Rekaman bidang y-z 6. . . . . 102  
  
D.1 Skematik rangkaian listrik. . . . . 103



# Bab 1

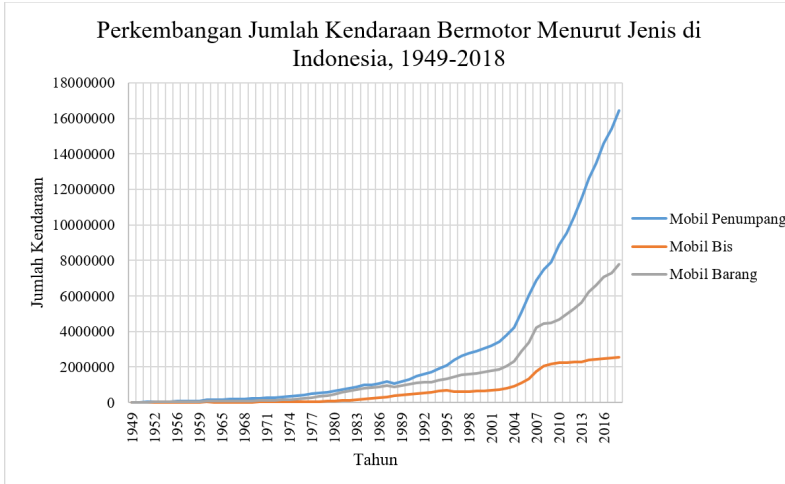
# PENDAHULUAN

Simulator mobil merupakan alat yang digunakan untuk mensimulasikan keadaan menyetir mobil. Simulator mobil dapat dimanfaatkan untuk melakukan ujian Surat Ijin Mengemudi (SIM), membantu operator mengendalikan alat berat secara *remote* dan sebagainya. Simulator mobil dapat dibuat dengan memanfaatkan platform bergerak. Platform bergerak merupakan alat yang dapat mensimulasikan gerakan translasi dan rotasi.

## 1.1 Latar Belakang Masalah

Seiring dengan bertambahnya kepadatan penduduk di dunia, penggunaan kendaraan bermotor di jalan akan semakin tinggi. Berdasarkan [1], jumlah mobil penumpang pada tahun 2018 mendekati 16,5 juta unit. Belum termasuk bis dan mobil barang. Berdasarkan Gambar 1.1, angka ini meningkat setiap tahunnya secara eksponensial.

Berdasarkan Kepala Dinas Perhubungan DKI Jakarta, Benjamin Bukit [2], laju meningkatnya jumlah kendaraan merupakan salah satu penyebab utama kemacetan. Menurutny, hal ini disebabkan karena meningkatnya jumlah kendaraan tidak disertai dengan bertambahnya lebar ruas jalan. Oleh karena itu, peningkatan jumlah kendaraan secara eksponensial akan mengakibatkan tingkat kemacetan yang semakin tinggi.



**Gambar 1.1.** Grafik perkembangan jumlah kendaraan bermotor di Indonesia yang menunjukkan jumlah kendaraan meningkat secara eksponensial [1].

Selain kemacetan, meningkatnya jumlah kendaraan setiap tahunnya akan mengakibatkan masalah lalu-lintas lain (kecelakaan) terutama bagi pengemudi yang masih belajar berkendara. Risiko kecelakaan ini dapat dikurangi jika pengemudi tidak belajar berkendara di jalanan melainkan menggunakan simulator mobil. Simulator mobil merupakan alat yang dapat mensimulasikan pengalaman mengendarai mobil tanpa harus mengendarai mobil secara nyata.

Pada tahun 2011, sudah ada 100 simulator mobil yang digunakan untuk ujian pembuatan (SIM) di daerah Jakarta, Jawa Barat dan Banten [3]. Karena ujian dilakukan dalam ruangan tertutup, kondisi cuaca tidak akan mengganggu ujian. Selain itu, situasi lingkungan dalam ujian tersebut dapat dikontrol sehingga hasil ujian akan lebih akurat. Penilaian ujian dilakukan oleh program komputer yang sudah distandarisasi sehingga hasil ujian akan bersifat objektif.

Selain untuk melakukan ujian SIM dan belajar berkendara, simulator mobil dapat digunakan dalam mengendalikan alat berat seperti ekskavator dan bulldoser secara *remote* dari tempat yang aman [4]. Operator dapat mengoperasikan alat berat secara lebih baik jika operator merasakan gerakan alat berat tersebut.

Fungsi lain dari simulator mobil adalah untuk melakukan percobaan. Percobaan yang dimaksudkan adalah percobaan berkendara yang terkontrol, mahal atau berbahaya bila dilakukan pada lingkungan nyata.

Seiring dengan berkembangnya teknologi, muncul teknologi platform bergerak (disebut juga *motion simulator* atau *motion platform*). Platform bergerak adalah sebuah alat yang memiliki mekanisme untuk mensimulasikan gerakan translasi dan rotasi terhadap pengguna. Teknologi platform bergerak ini dapat digunakan untuk mensimulasikan guncangan kendaraan pada simulator mobil.

Berdasarkan penelitian [5], simulator mobil yang dilengkapi keluaran gerakan (*motion cues*) akan memberikan pengalaman berkendara yang lebih nyata bagi pengguna. Dalam percobaan pada penelitian [5], pengguna dengan simulator mobil yang memiliki keluaran gerakan dapat menyelesaikan simulasi uji slalom lebih baik dibandingkan dengan simulator yang tidak memiliki keluaran gerakan.

Sebelumnya, sudah ada platform yang pernah dibuat oleh mahasiswa Himpunan Teknik Elektro Konsentrasi Mekatronika Universitas Katolik Parahyangan, namun platform tersebut belum dapat bergerak karena tidak memiliki aktuator. Platform ini dapat dimodifikasi menjadi simulator mobil dengan dua derajat kebebasan.

## 1.2 Identifikasi dan Perumusan Masalah.

Berdasarkan latar belakang yang sudah dipaparkan, masalah yang dapat diidentifikasi adalah:

1. Platform bergerak dibutuhkan untuk mensimulasikan gerakan mobil.
2. Platform bergerak yang sudah dibuat belum dapat bergerak karena tidak memiliki aktuator.

Berdasarkan masalah yang telah diidentifikasi, rumusan masalah dalam penelitian ini mencakup:

1. Apa spesifikasi yang dibutuhkan oleh platform bergerak agar dapat mensimulasikan gerakan mobil?
2. Bagaimana cara memodifikasi platform yang sudah dibuat sebelumnya agar dapat bergerak?
3. Bagaimana hubungan antara gerakan akuator terhadap gerakan platform?

### 1.3 Batasan Masalah dan Asumsi

Ruang lingkup dari perancangan platform bergerak dibatasi masalah berikut:

1. Platform bergerak memiliki 2 derajat kebebasan, yaitu *roll* dan *pitch*.
2. Gaya pada platform bergerak ditinjau dalam keadaan statis.
3. Platform tiga dimensi ditinjau dalam dua buah sistem dua dimensi.
4. Massa komponen penggerak diabaikan.

Asumsi yang digunakan dalam merancang platform bergerak adalah:

1. Platform yang sudah dibuat sebelumnya kuat menahan beban.
2. Sambungan (*universal joint* dan *ball joint*) dapat menahan beban.
3. Berat beban di atas platform sebesar 2000 Newton.
4. Berat bagian platform yang bergerak adalah 100 Newton.

### 1.4 Tujuan Tugas Akhir

Tujuan dari Tugas Akhir yang memiliki judul Perancang dan Analisis Statika dan Kinematika Platform Bergerak Kurang Teraktuasi dengan Dua Derajat Kebebasan adalah sebagai berikut:

1. Menentukan spesifikasi material yang dapat digunakan sebagai *link* pada platform bergerak.
2. Menentukan spesifikasi aktuator yang dapat digunakan untuk menggerakkan platform bergerak.



3. Menentukan hubungan antara sudut yang dibuat oleh aktuator dengan kemiringan platform.
4. Memodifikasi platform yang sudah dibuat sebelumnya menjadi platform bergerak.

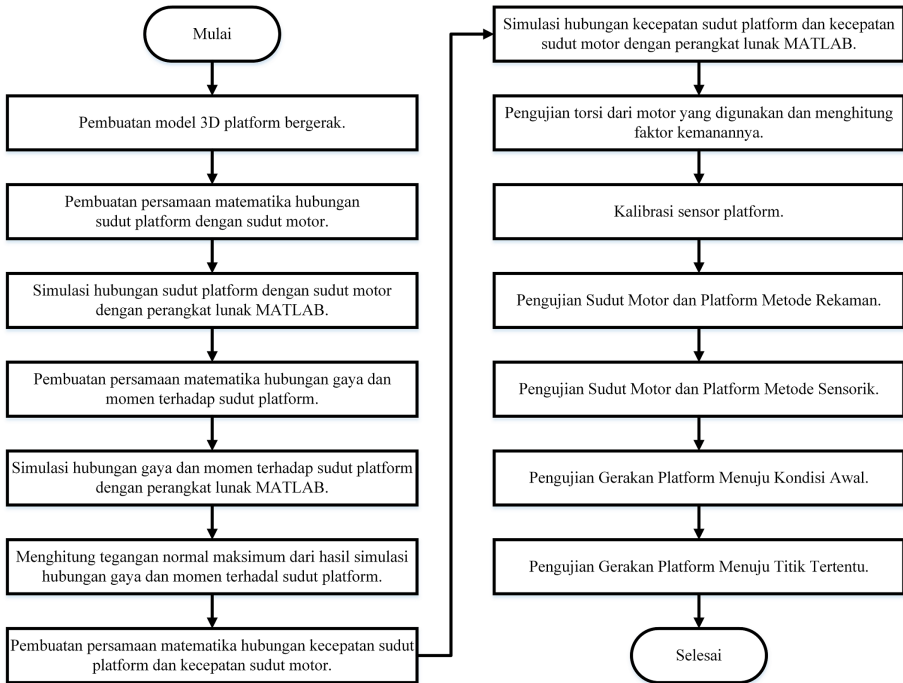
## 1.5 Manfaat Tugas Akhir

Manfaat dari penelitian mengenai perancangan dan pembuatan simulator mobil adalah:

1. Mengetahui spesifikasi material dan aktuator yang dapat digunakan pada simulator mobil.
2. Mengetahui hubungan antara gerakan aktuator dengan platform.
3. Laporan tugas akhir ini dapat digunakan sebagai referensi bagi mahasiswa Universitas Katolik Parahyangan untuk melakukan penelitian lebih lanjut mengenai topik serupa.
4. Menambah pengetahuan mengenai sistem mekanik yang digunakan dalam perancangan simulator mobil.

## 1.6 Metodologi Tugas Akhir

Metodologi yang digunakan dalam menulis Tugas Akhir yang berjudul Perancang dan Analisis Statika dan Kinematika Platform Bergerak Kurang Teraktuasi dengan Dua Derajat Kebebasan terdapat pada Gambar 1.2.



**Gambar 1.2.** Diagram alir metodologi tugas akhir.

## 1.7 Sistematika Penulisan

Laporan Laporan Tugas Akhir ini dibagi menjadi 3 bab, yakni sebagai berikut:

1. **Bab 1 Pendahuluan.** Dalam bab ini akan dijelaskan mengenai latar belakang dari perancangan dan pembuatan platform bergerak yang digunakan sebagai simulator mobil. Latar belakang tersebut akan diidentifikasi dan dirumuskan menjadi masalah yang harus diselesaikan. Terdapat juga pembatasan masalah dan asumsi yang akan digunakan dalam merancang platform bergerak.
2. **Bab 2 Tinjauan Pustaka.** Bab ini berisi teori-teori sistem mekanik yang berhubungan dalam pembuatan dan pengujian platform bergerak. Terdapat juga penjelasan singkat mengenai derajat kebebasan dan indra keseimbangan manusia.

3. **Bab 3 Perancangan Sistem.** Dalam bab ini akan dijelaskan mengenai desain simulator mobil. Terdapat perhitungan rinci mengenai platform bergerak, seperti gerakan dan tegangan yang dialami oleh platform bergerak. Terdapat juga perhitungan mengenai spesifikasi komponen dari simulator mobil yang dirancang.
4. **Bab 4 Analisis Sistem** Bab ini berisi rincian dari lima pengujian yang dilakukan. Pengujian tersebut adalah pengujian torsi motor, pengujian sensor kemiringan, pengujian hubungan gerakan motor dan platform, pengujian gerakan platform menuju kondisi awal dan pengujian gerakan platform menuju titik tertentu.
5. **Bab 5 Penutup** Bab ini berisi kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan. Terdapat juga saran bagi yang hendak melakukan penelitian serupa.

