



Buku Tugas Akhir

# **Perancangan Sistem Parkir Sepeda Motor Otomatis**

**Samuel Christian Witjamulia**

2016630006

Pembimbing:

Dr. Ir. Bagus Arthaya, M.Eng.

Faisal Wahab, S.Pd., M.T.

Diajukan untuk memenuhi salah  
satu syarat mendapatkan gelar  
Sarjana Teknik

**Februari 2021**



# **Perancangan Sistem Parkir Sepeda Motor Otomatis**

**Samuel Christian WITJAMULIA**  
2016630006

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

Faisal Wahab, S.Pd., M.T., Pembimbing 2

Dr. Ali Sadiyah, S.T., M.T., Penguji 1

Nico Saputro, S.T., M.T., Ph.D., 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:

## **Perancangan Sistem Parkir Sepeda Motor Otomatis**

oleh:

Samuel Christian Witjamulia

NPM : 2016630006

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 SELESAI.

**TANDA PERSETUJUAN SELESAI,**

Bandung, Januari 2021

Ketua Program Studi Sarjana

Teknik Elektro Konsentrasi Mekatronika

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

Pembimbing Pertama,

Pembimbing Kedua,

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

**Faisal Wahab, S.Pd., M.T.**



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

Saya yang bertandatangan dibawah ini,

**SAMUEL CHRISTIAN WITJAMULIA**

Dengan ini menyatakan bahwa Buku Tugas Akhir dengan judul:

"PERANCANGAN SISTEM PARKIR SEPEDA MOTOR OTOMATIS"

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, .....

**Samuel Christian Witjamulia**

NPM: 2016630006





# Lembar Persembahan

Tugas Akhir ini dipersembahkan untuk ...



# 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

Berkembangnya jumlah penduduk di Indonesia juga mengakibatkan kebutuhan masyarakat untuk memiliki kendaraan pribadi pun semakin meningkat, terutama untuk kendaraan roda dua sepeda motor. Bertambahnya jumlah kendaraan tersebut juga secara tidak langsung mengakibatkan kebutuhan lahan parkir yang dibutuhkan juga meningkat, sehingga masyarakat akan semakin sulit untuk mencari lokasi *slot* parkir yang kosong. Permasalahan parkir ini yang menjadi latar belakang pemilihan topik Laporan Tugas Akhir ini dengan tujuan untuk merancang sebuah desain sistem parkir sepeda motor otomatis yang diharapkan dapat menjadi salah satu solusi yang dapat membantu mengatasi permasalahan parkir yang telah disebutkan sebelumnya. Penelitian ini dimulai dari membuat cara kerja sistem parkir, merancang desain mekanik komponen utama penyusun sistem parkir, melakukan perhitungan kesetimbangan, membuat diagram blok elektrik dan desain mekanik untuk purwarupa yang akan dibuat, dan melakukan simulasi pembebanan pada komponen. Purwarupa yang telah dibuat kemudian diuji per modul/mekanisme lalu kemudian diuji cara kerjanya secara keseluruhan.



## Abstract

Population growth in Indonesia caused the needs of having a private vehicle to increase, especially motorbikes. The increasing number of vehicle means the more parking spaces will also be needed, which leads to difficulty for people finding empty parking spaces. This parking problem became the topic of this research, the goal is to design an automatic motorbike parking system which hopefully could be a solution to the problem mentioned earlier. The research starts from designing the flowchart of how the system will work, designing the main mechanical components of the system, calculating the static equilibrium of the mechanical components, designing the electrical and mechanical components of the prototype, and doing a static simulation for the mechanical components. The prototype will be tested for each module/mechanism, and finally tested as a whole system.





# Kata Pengantar

Puji dan syukur dipanjatkan kepada Tuhan atas berkat, perlindungan, kesehatan, dan penyertaan yang diberikan-Nya mulai dari awal dimulainya pengerjaan Buku Tugas Akhir di semester 7 hingga semester 9 dan sampai saat ini di bulan Februari 2021. Buku Tugas Akhir ini dibuat sebagai syarat untuk kelulusan dari Teknik Mekatronika UNPAR. Tentu saja penulisan Buku Tugas Akhir ini dapat terselesaikan berkat dukungan dan bantuan dari banyak pihak, dimulai dari:

- Tuhan.
- Dr. Ir. Bagus Arthaya, M.Eng. dan Faisal Wahab, S.Pd., M.T. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir di Teknik Mekatronika UNPAR.
- Orangtua penulis yang telah memberikan dukungan mental selama pengerjaan Buku Tugas Akhir ini.
- Teman-teman dan sahabat yang telah memberikan masukan serta diskusi yang sangat bermanfaat saat mengerjakan Tugas Akhir ini.
- Juga pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Buku Tugas Akhir ini telah dikerjakan penulis dengan semampunya dan sebaik-baiknya. Penulis juga menyadari bahwa Proposal ini masih jauh dari sempurna, dan terdapat banyak kekurangan dan kesalahan dalam penulisannya. Sekali lagi penulis mengucapkan terima kasih.



# 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 . . . . .	3
1.4 Tujuan Tugas Akhir . . . . .	4
1.5 Manfaat Tugas Akhir . . . . .	4
1.6 Metodologi Tugas Akhir . . . . .	4
1.7 Sistematika Penulisan . . . . .	5
<b>2 Tinjauan Pustaka</b>	<b>7</b>
2.1 <i>Automated Storage and Retrieval Systems (AS/RS)</i> . . . . .	7
2.2 Statika . . . . .	9
2.2.1 Hukum Newton . . . . .	9
2.2.2 Konsep Kesetimbangan . . . . .	10
2.2.3 Gaya Dalam . . . . .	14
2.3 Torsi . . . . .	16

2.4	Tegangan Aksial/Normal Pada Batang ( <i>Axial Loading</i> ) . . . . .	16
2.5	Tegangan Tekuk Murni ( <i>Pure Bending Stress</i> ) . . . . .	17
2.6	Tegangan Geser Akibat Puntiran ( <i>Torsional Stress</i> ) . . . . .	18
2.7	Tegangan Geser Akibat Gaya Geser Pada Batang ( <i>Transverse Shear Loading in Beams</i> ) . . . . .	19
2.8	Lingkaran Mohr . . . . .	20
2.9	Faktor Keamanan/ <i>Factor of Safety</i> (FS) . . . . .	22
2.10	Arduino . . . . .	23
2.11	Sensor <i>Photoelectric</i> . . . . .	24
2.12	Motor <i>Stepper</i> . . . . .	24
<b>3</b>	<b>Perancangan Sistem</b>	<b>27</b>
3.1	Cara Kerja Mesin <i>Stacker Crane</i> . . . . .	27
3.1.1	Sub-Proses Penerimaan Pengguna (TERIMA) . . . . .	29
3.1.2	Sub-Proses Pemarkiran Sepeda Motor (PARKIR) . . . . .	32
3.1.3	Sub-Proses Pengambilan Sepeda Motor (AMBIL) . . . . .	37
3.2	Ukuran dan Spesifikasi Dasar Mesin <i>Stacker Crane</i> . . . . .	42
3.3	Rincian Desain Mekanik Mesin <i>Stacker Crane</i> . . . . .	43
3.3.1	Desain Keseluruhan Sistem Parkir . . . . .	43
3.3.2	<i>Main Frame Assembly</i> . . . . .	45
3.3.3	Bagian <i>Carriage Assembly</i> . . . . .	52
3.4	Perhitungan Kesetimbangan Beban Komponen Utama Sistem <i>Stacker Crane</i> . . . . .	59
3.4.1	Bagian <i>Carriage</i> . . . . .	59
3.4.2	Bagian <i>Main Frame</i> . . . . .	61
3.5	Penentuan Spesifikasi Motor Penggerak Mesin <i>Stacker Crane</i> . . . . .	66
3.5.1	Perhitungan Kebutuhan Torsi Motor Penggerak . . . . .	67
3.5.2	Perhitungan Kecepatan Motor Penggerak . . . . .	69
3.5.3	Spesifikasi Motor Penggerak . . . . .	73
3.6	Perancangan Purwarupa Mesin <i>Stacker Crane</i> Sistem Parkir . . . . .	73
3.6.1	Rancangan Mekanik Purwarupa Mesin <i>Stacker Crane</i> . . . . .	74
3.6.2	Rancangan Elektrik Purwarupa Mesin <i>Stacker Crane</i> . . . . .	80
<b>4</b>	<b>Hasil dan Analisis Sistem</b>	<b>83</b>
4.1	Simulasi . . . . .	83
4.1.1	<i>Carriage</i> . . . . .	83
4.1.2	<i>Top Frame</i> . . . . .	84
4.1.3	<i>Base Frame</i> . . . . .	85
4.1.4	Faktor Keamanan . . . . .	86
4.2	Realisasi Komponen Mekanik Mesin <i>Stacker Crane</i> . . . . .	87
4.2.1	Mekanisme Penjepit Roda Depan . . . . .	87

4.2.2	Mekanisme Penjepit <i>Body</i> Sepeda Motor . . . . .	89
4.2.3	Penarik Sepeda Motor . . . . .	91
4.2.4	Bagian <i>Carriage</i> . . . . .	92
4.2.5	Bagian <i>Base</i> . . . . .	103
4.2.6	Penggerak Vertikal Bagian <i>Carriage</i> . . . . .	106
4.2.7	Penggerak Horizontal Mesin <i>Stacker Crane</i> . . . . .	109
4.2.8	Bangunan Parkir . . . . .	111
4.3	Realisasi Komponen Elektrik Mesin <i>Stacker Crane</i> . . . . .	113
4.3.1	Skematik Bagian <i>Carriage</i> . . . . .	113
4.3.2	Skematik Penggerak Motor <i>Stepper</i> . . . . .	115
4.3.3	Skematik Bagian Antarmuka Pengguna . . . . .	118
4.4	Pengujian Mekanisme Purwarupa Mesin <i>Stacker Crane</i> . . . . .	120
4.4.1	Pengujian Mekanisme Penjepit Roda Depan . . . . .	120
4.4.2	Pengujian Mekanisme Penjepit <i>Body</i> Sepeda Motor . . . . .	121
4.4.3	Pengujian Gerakan Horizontal dan Vertikal Mesin <i>Stacker Crane</i> . . . . .	122
4.5	Pengujian Purwarupa Sistem Parkir . . . . .	125
4.5.1	Pengujian Fungsi Pengambilan dan Pemarkiran Sistem Parkir . . . . .	127
4.5.2	Pengujian Keberhasilan Variasi Skenario Penerimaan Pengguna . . . . .	141
4.5.3	Perhitungan Waktu Pengambilan dan Pemarkiran . . . . .	145
<b>5</b>	<b>Simpulan dan Saran</b> . . . . .	<b>147</b>
5.1	Simpulan . . . . .	147
5.2	Saran . . . . .	148
	<b>Daftar Pustaka</b> . . . . .	<b>151</b>
	<b>Lampiran A Hasil Uji Coba Mekanisme</b> . . . . .	<b>155</b>
A.1	Hasil Uji Coba Purwarupa Mekanisme Penjepit Roda Depan Sepeda Motor . . . . .	155
A.2	Hasil Uji Coba Purwarupa Mekanisme Penjepit <i>Body</i> Sepeda Motor . . . . .	157
	<b>Lampiran B Program Purwarupa Sistem Parkir Sepeda Motor Otomatis</b> . . . . .	<b>160</b>
B.1	Program Utama . . . . .	160



# Daftar Tabel

3.1	Spesifikasi dasar mesin <i>stacker crane</i> . . . . .	43
3.2	Massa komponen penyusun <i>main frame assembly</i> . . . . .	46
3.3	Massa komponen penyusun <i>assembly</i> bagian <i>carriage</i> . . . . .	54
3.4	Spesifikasi motor penggerak. . . . .	73
4.1	Nilai faktor keamanan rancangan. . . . .	86
4.2	Waktu proses pengambilan dan pemarkiran tiap <i>slot</i> parkir. . .	146
A.1	Keberhasilan pengujian penjepit roda depan sepeda motor. . .	156
A.2	Keberhasilan pengujian penjepit <i>body</i> sepeda motor. . . . .	158





# Daftar Gambar

1.1	Contoh mesin <i>stacker crane</i> yang digunakan pada AS/RS [6]. . . . .	2
2.1	Pengklasifikasian AS/RS [10]. . . . .	8
2.2	Ilustrasi representasi gaya jenis-jenis sambungan [12]. . . . .	12
2.3	Ilustrasi representasi gaya jenis-jenis sambungan (lanjutan) [12]. . . . .	13
2.4	(a) Sistem mekanik <i>cantilever beam</i> ; (b) <i>Cantilever beam</i> yang sudah dipisahkan dari lingkungannya dan direpresentasikan dalam bentuk diagram badan bebas [12]. . . . .	14
2.5	Ilustrasi gaya dalam yang terlihat setelah pemotongan [13]. . . . .	15
2.6	(a) Sebuah komponen mekanik <i>cantilever beam</i> sebelum dilakukan pemotongan; (b) <i>Cantilever beam</i> dengan gaya dalamnya yang terekspos setelah dilakukan pemotongan [13]. . . . .	15
2.7	Contoh ilustrasi torsi yang terjadi pada sebuah batang silinder [15]. . . . .	16
2.8	(a) Sebuah batang yang diberi gaya tarik pada kedua ujungnya.; (b) Tegangan aksial yang terjadi pada permukaan potong a-a akibat gaya tarik pada batang. . . . .	17
2.9	<i>Bending stress</i> yang terjadi akibat momen yang terjadi pada sebuah batang [16]. . . . .	18
2.10	<i>Torsional stress</i> yang terjadi akibat momen yang terjadi pada sebuah batang [17]. . . . .	19
2.11	Ilustrasi besarnya nilai nominal tegangan geser maksimal pada sebuah potongan permukaan berbentuk lingkaran dan bujur sangkar [16]. . . . .	20
2.12	(a) Sebuah batang yang ditarik pada kedua ujung kiri dan kanan.; (b) Dua buah elemen kecil A dan B yang diambil dari permukaan potong a-a dan b-b. . . . .	21
2.13	Lingkaran Mohr untuk elemen A (a), dan untuk elemen B (b). . . . .	22
2.14	Arduino UNO [20]. . . . .	23
2.15	Ilustrasi penggunaan sensor keberadaan <i>photoelectric</i> jenis <i>through beam</i> [22]. . . . .	24

2.16	Motor <i>stepper hybrid</i> [25]. . . . .	25
3.1	Ilustrasi kondisi riil sistem parkir sepeda motor otomatis. . . . .	27
3.2	Cara kerja proses utama sistem parkir otomatis. . . . .	28
3.3	Cara kerja sub-proses penerimaan pengguna. . . . .	30
3.4	Bagian antarmuka pengguna. . . . .	31
3.5	Cara kerja sub-proses pemarkiran sepeda motor. . . . .	32
3.6	Ilustrasi posisi awal penempatan sepeda motor pengguna. . . . .	33
3.7	Penguncian roda depan sepeda motor di posisi awal. . . . .	33
3.8	Pengunci <i>body</i> sepeda motor yang mengunci <i>body</i> sepeda motor. . . . .	34
3.9	Ilustrasi sepeda motor yang ditarik masuk ke dalam mesin <i>stacker crane</i> . . . . .	35
3.10	Ilustrasi sepeda motor yang dibawa oleh mesin <i>stacker crane</i> menuju <i>slot</i> parkir yang dituju. . . . .	36
3.11	Ilustrasi sepeda motor didorong ke dalam <i>slot</i> parkir. . . . .	37
3.12	Cara kerja sub-proses pengambilan sepeda motor. . . . .	38
3.13	Ilustrasi mesin <i>stacker crane</i> bergerak menuju lokasi <i>slot</i> sepeda motor yang dituju. . . . .	39
3.14	Ilustrasi sepeda motor yang ditarik masuk ke dalam <i>stacker crane</i> . . . . .	40
3.15	Ilustrasi sepeda motor yang dibawa menuju posisi awal mesin <i>stacker crane</i> . . . . .	41
3.16	Ilustrasi sepeda motor yang sedang didorong menuju posisi awal sepeda motor. . . . .	42
3.17	(a) Tampak depan, dan (b) tampak samping ilustrasi pemanfaatan <i>stacker crane</i> . . . . .	44
3.18	Keseluruhan mesin <i>stacker crane</i> . . . . .	44
3.19	<i>Main frame assembly</i> . . . . .	45
3.20	Desain roda <i>base</i> . . . . .	47
3.21	Desain <i>base frame</i> . . . . .	47
3.22	Desain tiang utama vertikal. . . . .	48
3.23	Desain <i>top frame</i> . . . . .	49
3.24	(a) Ilustrasi penggunaan <i>guiding wheel</i> pada <i>top frame</i> . (b) Desain 3D <i>guiding wheel</i> . . . . .	50
3.25	Desain katrol. . . . .	51
3.26	(a) Batang penyiku 80 mm yang menghubungkan <i>base frame</i> dengan tiang. (b) Batang penyiku 40 mm yang menghubungkan <i>top frame</i> dengan tiang. . . . .	52
3.27	<i>Assembly</i> bagian <i>carriage</i> . . . . .	53
3.28	Desain roda <i>carriage</i> . . . . .	54
3.29	Desain <i>carriage frame</i> . . . . .	55
3.30	Desain penghubung <i>carriage frame</i> . . . . .	56
3.31	Desain penyangga <i>carriage frame</i> . . . . .	57
3.32	Desain <i>plate frame</i> . . . . .	58

3.33	Desain <i>plate</i> . . . . .	59
3.34	Tampak samping (a) dan tampak depan (b) diagram badan bebas bagian <i>carriage</i> . . . . .	60
3.35	Tampak depan diagram badan bebas bagian <i>main frame</i> . . . . .	62
3.36	Diagram benda bebas komponen <i>top frame</i> . . . . .	63
3.37	Diagram benda bebas komponen <i>base frame</i> . . . . .	65
3.38	Penempatan motor penggerak bagian <i>main frame</i> dan <i>carriage</i> . . . . .	67
3.39	Ilustrasi kebutuhan torsi motor penggerak bagian <i>main frame</i> . . . . .	68
3.40	Ilustrasi kebutuhan torsi motor penggerak bagian <i>carriage</i> . . . . .	69
3.41	Hubungan arah putaran motor dengan arah pergerakan <i>main frame</i> dan <i>carriage</i> . . . . .	70
3.42	Ilustrasi hubungan arah putar roda dengan arah gerak bagian <i>main frame</i> . . . . .	71
3.43	Ilustrasi pemasangan tali seling dengan roda penggulung tali <i>carriage</i> . . . . .	72
3.44	Desain 3D purwarupa mesin <i>stacker crane</i> . . . . .	74
3.45	Desain 3D bagian <i>carriage</i> dari purwarupa mesin <i>stacker crane</i> . . . . .	75
3.46	Desain 3D mekanisme penjepit roda depan. . . . .	76
3.47	Desain 3D mekanisme penjepit <i>body</i> sepeda motor. . . . .	77
3.48	Desain 3D bagian penarik sepeda motor. . . . .	78
3.49	Desain 3D bagian <i>main frame</i> dari purwarupa mesin <i>stacker crane</i> . . . . .	78
3.50	Desain 3D <i>sub-assembly</i> bagian <i>base frame</i> . . . . .	79
3.51	Desain 3D <i>top frame</i> dengan penjepit tiang. . . . .	80
3.52	Diagram blok sederhana komponen <i>input output</i> sistem parkir. . . . .	81
4.1	Hasil simulasi pembebanan pada bagian <i>carriage</i> . . . . .	84
4.2	Hasil simulasi pembebanan pada komponen <i>top frame</i> . . . . .	85
4.3	Hasil simulasi pembebanan pada komponen <i>base frame</i> . . . . .	86
4.4	Mekanisme penjepit roda depan sepeda motor sebelum dan sesudah dirakit. . . . .	88
4.5	Mekanisme penjepit roda yang telah dipasang sensor inframerah. . . . .	89
4.6	Komponen-komponen mekanisme penjepit <i>body</i> sepeda motor sebelum dirakit. . . . .	90
4.7	Mekanisme penjepit <i>body</i> sepeda motor yang telah dirakit. . . . .	91
4.8	Bagian penarik sepeda motor (komponen berwarna biru). . . . .	92
4.9	Bagian <i>carriage</i> yang telah dirakit. . . . .	93
4.10	Komponen-komponen penyusun bagian <i>carriage</i> yang belum dirakit. . . . .	94
4.11	Komponen pelat dasar <i>carriage</i> . . . . .	95
4.12	<i>Linear bearing</i> yang sudah dipasang pada pelat dasar <i>carriage</i> . . . . .	96
4.13	Komponen-komponen bagian rel penarik sebelum dirakit. . . . .	97
4.14	Bagian rel penarik yang telah dirakit. . . . .	98
4.15	Komponen-komponen bagian penggerak penarik sebelum dirakit. . . . .	99

4.16	Bagian penggerak penarik yang telah dirakit. . . . .	100
4.17	Mekanisme yang digunakan untuk menggerakkan bagian penarik.	101
4.18	Penggunaan <i>timing belt</i> di sisi kiri dan kanan. . . . .	102
4.19	Bagian penarik yang telah dipasang pada bagian <i>carriage</i> . . . . .	102
4.20	Bagian <i>base</i> yang telah dirakit. . . . .	103
4.21	Komponen-komponen penyusun bagian <i>base</i> yang belum dirakit.	104
4.22	Dudukan roda sebelum dan sesudah dirakit. . . . .	105
4.23	Penjepit tiang yang sedang menjepit tiang. . . . .	106
4.24	Motor <i>stepper</i> yang digunakan untuk pergerakan vertikal bagian <i>carriage</i> . . . . .	107
4.25	Dudukan motor <i>stepper</i> penggerak vertikal sebelum dan sesudah dirakit. . . . .	107
4.26	<i>Timing belt</i> yang dipasangkan pada bagian atas dan bagian bawah <i>carriage</i> . . . . .	108
4.27	<i>Idler pulley</i> yang memandu arah gerak <i>timing belt</i> . . . . .	108
4.28	Motor <i>stepper</i> yang digunakan untuk pergerakan horizontal mesin <i>stacker crane</i> . . . . .	109
4.29	Dudukan motor <i>stepper</i> penggerak horizontal sebelum dan sesudah dirakit. . . . .	110
4.30	<i>Timing belt</i> yang dikaitkan pada bagian ujung rel bawah. . . . .	110
4.31	Bangunan parkir purwarupa sistem parkir sepeda motor otomatis.	111
4.32	Komponen penyusun bangunan parkir purwarupa sistem parkir sepeda motor otomatis. . . . .	112
4.33	Rel bawah dan rel atas lintasan mesin <i>stacker crane</i> . . . . .	113
4.34	Skematik untuk komponen elektrik pada bagian penarik. . . . .	114
4.35	Skematik untuk komponen elektrik pada bagian penggerak penarik.	115
4.36	Skematik untuk komponen elektrik penggerak motor <i>stepper</i> . . . . .	116
4.37	<i>Endstop switch</i> untuk pergerakan sumbu X dan Y. . . . .	117
4.38	<i>Stepper driver</i> A4988 untuk penggerak horizontal dan vertikal. . . . .	118
4.39	Skematik untuk komponen elektrik bagian antarmuka pengguna. . . . .	119
4.40	Benda fisik bagian antarmuka pengguna. . . . .	120
4.41	Pengujian mekanisme penjepit roda depan. . . . .	121
4.42	Mekanisme penjepit <i>body</i> sepeda motor yang sedang diuji keberhasilan penjepitannya. . . . .	122
4.43	Hasil perhitungan <i>stepper calculator</i> . . . . .	123
4.44	Uji coba keakuratan gerakan horizontal dan vertikal mesin <i>stacker crane</i> . . . . .	124
4.45	Hasil uji coba keakuratan gerakan horizontal dan vertikal mesin <i>stacker crane</i> . . . . .	124
4.46	Posisi tiap <i>slot</i> parkir. . . . .	126
4.47	Tampilan layar antarmuka ketika pengguna datang. . . . .	127

4.48	Tampilan layar antarmuka ketika masih tersedia <i>slot</i> kosong dan sudah penuh. . . . .	128
4.49	Roda depan sepeda motor yang sudah terjepit. . . . .	129
4.50	Tampilan layar antarmuka untuk meminta pengguna menekan tombol Mulai. . . . .	130
4.51	<i>Body</i> sepeda motor yang sudah dijepit dan ditarik masuk ke dalam mesin <i>stacker crane</i> . . . . .	130
4.52	Mesin <i>stacker crane</i> yang sudah sampai pada posisi <i>slot</i> tujuan. . . . .	131
4.53	Sepeda motor yang sudah didorong masuk dalam <i>slot</i> dan dilepas penjepitnya. . . . .	132
4.54	Tampilan layar antarmuka ketika sedang meminta <i>input</i> kode sepeda motor. . . . .	133
4.55	Letak tombol Mulai dan tampilan layar antarmuka untuk meminta pengguna menekan tombol Mulai. . . . .	134
4.56	Bagian penarik yang sedang bergerak masuk ke dalam mesin <i>stacker crane</i> . . . . .	135
4.57	Mesin <i>stacker crane</i> setelah sampai menuju <i>slot</i> tujuan. . . . .	136
4.58	Bagian penarik yang telah didorong ke dalam <i>slot</i> dan sepeda motor yang telah dijepit. . . . .	137
4.59	Sepeda motor yang sedang sedang ditarik masuk ke dalam mesin <i>stacker crane</i> . . . . .	138
4.60	Sepeda motor yang telah dibawa menuju posisi awal oleh mesin <i>stacker crane</i> . . . . .	139
4.61	Sepeda motor yang sudah didorong keluar ke posisi awal dan lalu penjepit <i>body</i> dibuka. . . . .	140
4.62	Tampilan layar antarmuka untuk melepas jepit roda depan. . . . .	141
4.63	Sepeda motor yang dibawa oleh mesin <i>stacker crane</i> menuju <i>slot</i> kosong pada percobaan parkir skenario pertama. . . . .	142
4.64	Sepeda motor yang dibawa oleh mesin <i>stacker crane</i> menuju <i>slot</i> kosong pada percobaan parkir skenario kedua. . . . .	143
4.65	Mesin <i>stacker crane</i> menuju <i>slot</i> parkir tujuan pada percobaan pengambilan skenario pertama. . . . .	144
4.66	Mesin <i>stacker crane</i> menuju <i>slot</i> parkir tujuan pada percobaan pengambilan skenario kedua. . . . .	145



# Bab 1

## Pendahuluan

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Seiring dengan berkembangnya jumlah penduduk di Indonesia, kebutuhan tiap individu untuk memiliki kendaraan bermotor pribadi juga semakin meningkat, terutama sepeda motor. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS), jumlah sepeda motor pada tahun 2017 sudah mencapai 113 juta unit [1], dan diperkirakan pada tahun 2019 jumlahnya sudah mencapai 137 juta unit [2]. Dengan bertambahnya jumlah kendaraan bermotor tersebut, maka secara tidak langsung lahan parkir yang dibutuhkan juga meningkat. Pengguna sepeda motor akan semakin sulit dan lama untuk mencari lokasi *spot* parkir yang kosong. Contoh terdekat dari permasalahan ini terjadi di Universitas Katolik Parahyangan.

Jumlah mahasiswa yang membawa sepeda motor semakin bertambah, sehingga jarak parkir antar sepeda motor semakin padat, dan untuk mencari *slot* parkir yang kosong juga membutuhkan waktu yang tidak sedikit. Membuat peraturan larangan membawa sepeda motor bukanlah solusi yang tepat. Membangun gedung parkir konvensional juga bukanlah solusi yang efektif, biaya pembangunan dan pemeliharannya pun tidak murah [3]. Gedung parkir konvensional juga dianggap kurang aman, kendaraan yang diparkir masih beresiko tersenggol kendaraan lain, dan beresiko hilang dicuri [4]. Berdasarkan kekurangan pada sistem parkir konvensional yang ada, diperlukan sebuah solusi sistem parkir yang dapat mengatasi kekurangan-kekurangan tersebut.

Dikarenakan adanya permasalahan seperti yang telah disebutkan sebelumnya, maka diperlukan sebuah solusi sistem parkir yang efektif, murah, dan aman. Solusi dari permasalahan tersebut dapat diatasi dengan membangun sistem

parkir otomatis. Jika dibandingkan dengan sebuah gedung parkir konvensional, penggunaan sistem parkir sepeda otomatis memiliki beberapa kelebihan, antara lain: penggunaan lahan bangunan yang lebih kecil, dan berkurangnya emisi gas buang kendaraan [4]. Namun sistem parkir otomatis juga masih terdapat berbagai kekurangan, seperti proses parkir atau pengambilan yang tidak dapat dilakukan bersamaan, dan lamanya proses pengambilan kembali. Terdapat beberapa jenis sistem parkir otomatis yang tersedia di pasaran saat ini, seperti *parking tower*, *puzzle parking system*, dan *rotary parking system* [5]. Namun sistem parkir otomatis yang ada belum tersedia untuk kendaraan roda dua sepeda motor. Pada perancangan sistem parkir otomatis kali ini digunakan konsep yang menyerupai *parking tower*, namun bangunan yang dibangun berada di bawah permukaan tanah (*basement*), tidak berupa bangunan di atas permukaan tanah (*tower*).

Sistem parkir *parking tower* menggunakan ruang-ruang parkir yang menyerupai sebuah rak, dan sebuah mesin *lift* yang berfungsi untuk membawa kendaraan masuk dan keluar ruang parkir. Gambaran besar dari sistem parkir *parking tower* menyerupai konsep sebuah sistem penyimpanan benda otomatis dalam sebuah pabrik atau gudang *modern*. Sistem penyimpanan tersebut dikenal sebagai *Automated Storage and Retrieval Systems (AS/RS)*. Pada sistem AS/RS, digunakan sebuah rak sebagai tempat penyimpanan benda dan sebuah mesin *stacker crane* yang berfungsi untuk menyimpan atau mengambil benda pada rak. Contoh gambar mesin *stacker crane* AS/RS dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1: Contoh mesin *stacker crane* yang digunakan pada AS/RS [6].



Berdasarkan latar belakang permasalahan di atas dan kemiripan konsep dengan AS/RS, maka dirancanglah sebuah sistem parkir sepeda motor otomatis dengan mengimplementasikan konsep mesin *stacker crane* yang berfungsi untuk melakukan fungsi pemarkiran dan pengambilan sepeda motor.

## 1.2 Identifikasi dan Perumusan Masalah.

Berdasarkan latar belakang masalah pada bagian sebelumnya, diidentifikasi masalah bahwa belum adanya solusi sistem parkir otomatis untuk kendaraan roda dua sepeda motor, sehingga dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana rancangan mesin *stacker crane* yang digunakan pada sistem parkir otomatis pada penelitian ini?
2. Bagaimana hasil simulasi pembebanan komponen-komponen utama mesin *stacker crane* yang dirancang?
3. Bagaimana cara membuat purwarupa dari sistem parkir otomatis berdasarkan rancangan sistem parkir yang dibuat?

## 1.3 Batasan Masalah dan Asumsi

Batasan masalah dalam Proposal Tugas Akhir 1 ini meliputi:

1. Jenis sepeda motor yang boleh diparkirkan adalah sepeda motor *matic* atau bebek.
2. Dimensi terluar sepeda motor maksimal adalah  $2000 \times 750 \times 1200$  mm.
3. Lebar *body* sepeda motor adalah 740 mm atau sama dengan sepeda motor Yamaha NMAX, dengan beban maksimal sepeda motor yang dapat ditumpu adalah 150 kg. Diameter velg sepeda motor yang dapat digunakan adalah 14 inci.
4. Perhitungan kesetimbangan dan simulasi pembebanan hanya dilakukan pada komponen utama mesin *stacker crane* saja.
5. Rancangan sistem yang dibuat pada penelitian ini dibatasi hanya untuk 2 tingkat parkir sebagai gambaran besar bentuk sistem parkir.
6. Cara kerja yang dibuat dibatasi hanya untuk fungsi utama sistem parkir saja.
7. Aspek ergonomi dan kenamanan pengguna belum dipertimbangkan dalam cara kerja dan cara pengoperasian sistem.

8. Purwarupa yang dibuat hanya digunakan untuk melihat cara kerja proses pengambilan dan pemarkiran sistem parkir otomatis.

Asumsi dalam Proposal Tugas Akhir 1 ini meliputi:

1. Pada perhitungan kesetimbangan dan simulasi pembebanan, komponen penyusun *carriage assembly* digabung dengan cara pengelasan.
2. Pada perhitungan kesetimbangan dan simulasi pembebanan, komponen penyusun *main frame assembly* digabung dengan cara dibaut.

## 1.4 Tujuan Tugas Akhir

Berdasarkan masalah yang telah dirumuskan sebelumnya, tujuan dari tugas akhir ini adalah:

1. Merancang komponen mekanik sistem parkir sepeda motor otomatis dengan mengimplementasikan konsep mesin *stacker crane* menggunakan ukuran riil (ukuran asli) sepeda motor.
2. Menghitung kesetimbangan dan melakukan simulasi pembebanan pada komponen-komponen utama penyusun mesin *stacker crane* yang dirancang.
3. Membuat purwarupa sistem parkir sepeda motor otomatis dengan skala yang mengikuti ukuran model miniatur sepeda motor dan ukuran komponen yang tersedia di pasaran.

## 1.5 Manfaat Tugas Akhir

Pembuatan proposal ini memberikan wawasan lebih dan pengalaman bagi penulis untuk dapat mengimplementasikan ilmu mekatronika dalam sebuah permasalahan di dunia nyata. Perancangan sistem parkir sepeda motor otomatis yang dilakukan juga dapat menjadi bahan penelitian lebih lanjut kedepannya.

## 1.6 Metodologi Tugas Akhir

Metodologi dalam pembuatan Proposal Tugas Akhir ini adalah:

1. Mengidentifikasi, dan membatasi permasalahan yang akan dijadikan sebagai topik bahasan pada Proposal Tugas Akhir ini.
2. Studi literatur menggunakan jurnal, artikel, buku, dan situs web yang berkaitan dengan topik Tugas Akhir yang dibahas.

3. Pembuatan rancangan sistem parkir sepeda motor otomatis yang menjadi gambaran besar mengenai objek yang dapat menyelesaikan permasalahan yang telah dirumuskan sebelumnya
4. Membuat purwarupa desain sistem parkir sepeda motor otomatis.
5. Menganalisis cara kerja dari sistem parkir sepeda motor otomatis yang telah dirancang.
6. Menyimpulkan dan membuat saran berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan.

## 1.7 Sistematika Penulisan

Laporan ini dibagi menjadi 5 bab, yakni sebagai berikut:

1. **Bab 1 Pendahuluan.** Dalam bab ini dijelaskan mengenai latar belakang masalah, identifikasi dan perumusan masalah, batasan masalah dan asumsi, tujuan Tugas Akhir, manfaat Tugas Akhir, metodologi Tugas Akhir serta sistematika penulisan Buku Tugas Akhir.
2. **Bab 2 Tinjauan Pustaka.** Bab ini berisi dasar teori yang berkaitan dengan perancangan sistem parkir otomatis sepeda motor. Teori-teori yang digunakan ditinjau dalam 3 aspek, yaitu: aspek mekanik, elektrik, dan kontrol.
3. **Bab 3 Perancangan Sistem.** Dalam bab ini dipaparkan antara lain:
  - (a) Spesifikasi awal sistem yang dirancang.
  - (b) Cara kerja sistem yang dirancang
  - (c) Desain komponen utama penyusun sistem.
  - (d) Perhitungan kesetimbangan dan simulasi pembebanan komponen utama sistem.
  - (e) Rancangan mekanik purwarupa sistem.
  - (f) Rancangan elektrik purwarupa sistem.
4. **Bab 4 Analisis Sistem.** Dalam bab ini dipaparkan antara lain:
  - (a) Realisasi purwarupa sistem yang dirancang.
  - (b) Uji coba purwarupa.
5. **Bab 5 Kesimpulan dan Saran.** Bab ini berisi kesimpulan dan saran yang dibuat berdasarkan tujuan pembuatan Laporan Tugas Akhir dan analisis sistem yang dirancang.



