

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN MOTTO</b>	<b>v</b>
<b>PRAKATA</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR LAMBANG</b>	<b>xi</b>
<b>INTISARI</b>	<b>xiii</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>xiv</b>
<b>I PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Tujuan dan Manfaat Penelitian	4
1.3. Tinjauan Pustaka	4
1.4. Metodologi Penelitian	6
1.5. Sistematika Penulisan	6
<b>II DASAR TEORI</b>	<b>8</b>
2.1. Mekanika Lagrange	8
2.2. Derivatif Matriks dan Derivatif Lie	10
2.3. Sifat-sifat Sistem Linear	13
2.4. Sistem Nonlinear	28
2.5. Sistem <i>Underactuated</i>	32
2.6. Linearisasi Sistem Nonlinear	34
2.7. Kendali Optimal LQR pada Sistem Linear	37
<b>III KENDALI OPTIMAL LQR PADA SISTEM 3D OVERHEAD CRANE</b>	<b>41</b>
3.1. Model Nonlinear Sistem <i>3D Overhead Crane</i>	41
3.1.1. Posisi pada sistem <i>3D Overhead Crane</i>	42
3.1.2. Mekanika Lagrange	43
3.1.3. Model dinamik sistem <i>Overhead Crane</i>	47
3.2. Sistem <i>Underactuated</i>	48
3.3. Linearisasi Umpan Balik Parsial Subsistem <i>Actuated</i>	53
3.4. Kendali Optimal pada Subsistem <i>Actuated</i>	62

3.5. Kendali Optimal pada Subsystem <i>Unactuated</i> . . . . .	64
3.6. Kendali Optimal Sistem <i>3D Overhead Crane</i> . . . . .	66
3.7. Analisis <i>Zero Dynamic</i> pada subsystem <i>Unactuated</i> . . . . .	67
<b>IV SIMULASI NUMERIK KENDALI OPTIMAL LQR PADA SISTEM 3D OVERHEAD CRANE . . . . .</b>	<b>69</b>
4.1. Simulasi Kendali Optimal pada Subsystem <i>Actuated</i> . . . . .	69
4.2. Simulasi Kendali Optimal pada Subsystem <i>Unactuated</i> . . . . .	80
<b>V PENUTUP . . . . .</b>	<b>87</b>
5.1. Kesimpulan . . . . .	87
5.2. Saran . . . . .	88
<b>DAFTAR PUSTAKA . . . . .</b>	<b>89</b>
<b>A SKRIP PROGRAM MATLAB UNTUK MENENTUKAN SISTEM PER- SAMAAN DIFERENSIAL ORDER DUA . . . . .</b>	<b>90</b>
<b>B SKRIP PROGRAM MATLAB UNTUK MENENTUKAN MATRIKS GAIN PADA SUBSISTEM <i>ACTUATED</i> DAN <i>UNACTUATED</i> . . . . .</b>	<b>92</b>
<b>C SKRIP PROGRAM MATLAB PERILAKU SISTEM <i>3D OVERHEAD CRANE</i> . . . . .</b>	<b>94</b>