



Halaman Judul	
Lembar Pengesahan.....	i
Halaman Persembahan.....	ii
Kata Pengantar.....	iii
Naskah Soal.....	v
Intisari.....	vi
Daftar Isi.....	vii
Daftar Gambar	x
Daftar Tabel.....	xiii
Daftar Notasi.....	xiv
Bab I Pendahuluan.....	1
1.1. Pengertian Robot.....	1
1.2. Sejarah Robot Industri.....	2
1.3. Klasifikasi Robot.....	4
1.3.1. Klasifikasi Robot Menurut Bentuknya.....	4
1.3.2. Klasifikasi Robot Menurut Standar Jepang.....	5
1.3.3. Klasifikasi Robot Menurut Standar Amerika Serikat.....	7
1.4. Konfigurasi Geometris Gerakan Robot.....	8
1.4.1. Konfigurasi Articulated.....	8
1.4.2. Konfigurasi Spherical.....	9
1.4.3. Konfigurasi SCARA.....	9
1.4.4. Konfigurasi Silindris.....	10



1.4.5. Konfigurasi Cartesien.....	11
1.5. Bagian-bagian Utama Robot.....	11
1.5.1. Manipulator.....	11
1.5.2. Sensor.....	13
1.5.3. Kontroler.....	14
1.5.4. Power Conversion Unit.....	15
Bab II Struktur Robot Mitsubishi RV-M1.....	16
2.1. Spesifikasi Robot.....	16
2.1.1. Derajat Kebebasan.....	16
2.1.2. Konfigurasi Gerakan.....	16
2.1.3. Kapasitas Beban.....	16
2.1.4. Repeatability.....	17
2.1.5. Kecepatan Maksimum.....	17
2.1.6. Jangkauan Lengan.....	17
2.1.7. Daerah Kerja.....	17
2.2. Spesifikasi Drive Unit.....	18
2.2.1. Metode Pemrograman.....	18
2.2.2. Metode Pengontrolan.....	18
2.2.3. Kapasitas Memori.....	18
2.2.4. Alat Pemrograman.....	19
2.2.5. Dimensi Drive Unit.....	19
2.3. Struktur Lengan Robot.....	19
2.3.1. Joint 1.....	19
2.3.2. Joint 2.....	19



Bab I Joint 1	20
Bab II Joint 2	20
2.3.4. Joint 4	20
2.3.5. Joint 5	20
2.4. Struktur Hand (Tangan)	21
Bab III Analisis Kinematika	22
3.1. Metode Direct Kinematics	22
3.2. Metode Inverse Kinematics	37
Bab IV Analisis Dinamika	44
4.1. Parameter yang Digunakan	44
4.2. Persamaan yang Digunakan	47
4.3. Hasil Perhitungan	49
4.4. Pemilihan Motor Listrik	51
Bab V Pemodelan dan Simulasi	52
5.1. Pemodelan	52
5.1.1. Pemodelan Sistem Kontrol Joint Tunggal	53
5.1.2. Perhitungan Transfer Function	55
5.1.3. Step Response	58
5.1.4. Analisa Kestabilan	66
5.2. Simulasi	72
Bab VI Penutup	78
6.1. Kesimpulan	78
6.2. Penutup	80

Daftar Pustaka

Lampiran



Gambar 1-1. Konfigurasi Geometris Manipulator Tipe Articulated.....	9
Gambar 1-2. Konfigurasi Geometris Manipulator Tipe Spherical.....	9
Gambar 1-3. Konfigurasi Geometris Manipulator Tipe SCARA.....	10
Gambar 1-4. Konfigurasi Geometris Manipulator Tipe Silindris.....	10
Gambar 1-5 Konfigurasi Geometris Manipulator Tipe Cartesian.....	11
Gambar 2-1. Daerah Kerja Robot RV-M1.....	18
Gambar 2-2. Struktur Lengan Robot (tampak atas).....	20
Gambar 2-3. Struktur Lengan Robot (tampak samping).....	21
Gambar 2-4. Struktur Tangan Robot.....	21
Gambar 3.1. Sistem Koordinat pada Posisi 4.....	24
Gambar 3-2. Robot pada Posisi 1.....	28
Gambar 3.3 Robot pada posisi 2.....	29
Gambar 3-4 Robot pada Posisi 3.....	31
Gambar 3-5 Robot pada Posisi 4.....	32
Gambar 3-6 Robot pada Posisi 5.....	34
Gambar 3-7 Robot pada Posisi 6.....	35
Gambar 3-8 Kinematika Joint 1.....	38
Gambar 3-9 Konfigurasi Lengan Robot.....	39
Gambar 3.10. Kinematika Joint 2.....	40
Gambar 3-11. Kinematika Joint 3.....	41
Gambar 3-12. Kinematika Joint 4.....	42
Gambar 3-13. Kinematika Joint 5.....	43



Gambar 4-1. Vektor vektor dalam persamaan Differential	45
Gambar 5-1. Sistem Kontrol Joint Robot	52
Gambar 5.2 Diagram Blok Motor Servo DC	53
Gambar 5-3. Diagram Blok Motor Servo DC dan Amplifier	54
Gambar 5-4 Diagram Blok Sistem Kontrol Joint Tunggal	54
Gambar 5-5. Step Response Joint 1 (Critically-Damped)	58
Gambar 5-6. Step Response Joint 1 (Underdamped)	59
Gambar 5-7. Step Response Joint 1 (Overdamped)	59
Gambar 5-8. Step Response Joint 2 (Critically-Damped)	60
Gambar 5-9. Step Response Joint 2 (Underdamped)	60
Gambar 5-10. Step Response Joint 2 (Overdamped)	61
Gambar 5-11. Step Response Joint 3 (Critically-Damped)	61
Gambar 5-12. Step Response Joint 3 (Underdamped)	62
Gambar 5-13. Step Response Joint 3 (Overdamped)	62
Gambar 5-14. Step Response Joint 4 (Critically-Damped)	63
Gambar 5-15. Step Response Joint 4 (Underdamped)	63
Gambar 5-16. Step Response Joint 4 (Overdamped)	64
Gambar 5-17. Step Response Joint 5 (Critically-Damped)	64
Gambar 5-18. Step Response Joint 5 (Underdamped)	65
Gambar 5-19. Step Response Joint 5 (Overdamped)	65
Gambar 5-20. Akar-akar Persamaan Karakteristik Sistem Kontrol Joint 1	67
Gambar 5-21. Akar-akar Persamaan Karakteristik Sistem Kontrol Joint 2	68
Gambar 5-22. Akar-akar Persamaan Karakteristik Sistem Kontrol Joint 3	69
Gambar 5-23. Akar-akar Persamaan Karakteristik Sistem Kontrol Joint 4	70



Gambar 5-24. Alasak, Desain dan Karakteristik Sistem Kontrol Joint 5.....	71
Gambar 5-25. Step Response Joint 1 ($\theta = 1,57$ rad, Critically-Damped).....	73
Gambar 5-26. Step Response Joint 1 ($\theta = 1,57$ rad, Underdamped).....	73
Gambar 5-27. Step Response Joint 1 ($\theta = 1,57$ rad, Overdamped).....	74
Gambar 5-28. Step Response Joint 2 ($\theta = 1,57$ rad, Critically-Damped).....	74
Gambar 5-29. Step Response Joint 2 ($\theta = 1,57$ rad, Underdamped).....	75
Gambar 5-30. Step Response Joint 2 ($\theta = 1,57$ rad, Overdamped).....	75
Gambar 5-31. Step Response Joint 3 ($\theta = 1,57$ rad, Critically-Damped).....	76
Gambar 5-32. Step Response Joint 3 ($\theta = 1,57$ rad, Underdamped).....	76
Gambar 5-33. Step Response Joint 3 ($\theta = 1,57$ rad, Overdamped).....	77



Tabel 3.1. Parameter Sistem Koordinat pada Posisi 1.....	28
Tabel 3.2. Parameter Sistem Koordinat pada Posisi 2.....	29
Tabel 3.3. Parameter Sistem Koordinat pada Posisi 3.....	31
Tabel 3.4. Parameter Sistem Koordinat pada Posisi 4.....	33
Tabel 3.5. Parameter Sistem Koordinat pada Posisi 5.....	34
Tabel 3.6. Parameter Sistem Koordinat pada Posisi 6.....	36
Tabel 5.1. Parameter Motor E 2115 H.....	55
Tabel 5.2. Perhitungan τ_A	57



Simbol	Keterangan
α_i	sudut antara sumbu z_{i-1} ke sumbu z_i dilihat dari sumbu x_i .
θ_i	sudut antara sumbu x_{i-1} ke sumbu x_i dilihat dari sumbu z_{i-1} ($^\circ$) sudut akhir putaran joint ($^\circ$, rad)
$\dot{\theta}_i$	kecepatan sudut link i (rps).
$\ddot{\theta}_i$	percepatan sudut link i (put/det ²)
θ_D	sudut awal yang diperintahkan oleh joint prosesor ($^\circ$, rad)
τ_i	torsi yang bekerja pada joint i (kgcm, Nm, oz-in)
τ_A	konstanta waktu (detik)
${}^{i-1}A_i$	matriks transformasi homogen joint i terhadap joint i-1
a	approach vector, yaitu vektor posisi sumbu z sistem koordinat
A	konstanta amplifier
a_i	jarak terdekat antara sumbu z_{i-1} dan sumbu z_i
B	redaman viscous beban
c_i	matriks yang mewakili efek gravitasi pada joint i
c_i	vektor posisi pusat massa link i dari joint i
d_i	jarak antara sumbu x_{i-1} ke sumbu x_i diukur sepanjang sumbu z_i .
D_{ij}	matriks yang mewakili efek akselerasi dari joint j terhadap joint i.
g	percepatan gravitasi



	Coriolis akibat gerak rotasi
h_i^{tran}	matriks yang mewakili kombinasi gaya sentrifugal dan Coriolis akibat gerak translasi
I	momen inersia (mm^4 , oz-in-s ²)
J_L	momen inersia beban (oz-in-s ²)
J_M	momen inersia motor (oz-in-s ²)
J_T	momen inersia total (oz-in-s ²)
K_D	konstanta derivative kontroler
K_E	gain tegangan (Vs/rad, V/1000 rpm)
K_g	gain kecepatan (Vs/rad, V/1000 rpm)
K_{pos}	gain posisi
K_P	konstanta proportional kontroler
K_T	konstanta torsi (oz-in/A)
L_a	induktansi armatur
m_i	massa link i (kg)
n	normal vector, yaitu vektor posisi sumbu x sistem koordinat
n_i	kecepatan putaran joint i (rpm)
N_i	daya motor listrik yang digunakan pada joint i
0P_i	vektor posisi joint i terhadap sistem koordinat acuan
P	daya motor (HP, Watt)
P_i^*	vektor posisi joint i+1 terhadap joint i
r_i	vektor posisi pusat massa link i terhadap sistem koordinat acuan



${}^a R_i$	matriks orientasi joint i terhadap sistem koordinat acuan
${}^{i-1}R_i$	matriks transformasi joint i terhadap joint i-1
iR_0	matriks rotasi gabungan dari sistem koordinat acuan ke joint i
${}^iR_{i-1}$	transpose dari matriks ${}^{i-1}R_i$
s	sliding vector, yaitu vektor posisi sumbu y sistem koordinat
T	torsi (Nm)
t_{set}	waktu yang diperlukan joint untuk mencapai kestabilan (detik)
0T_i	matriks homogen yang menunjukkan lokasi joint i dari sistem koordinat acuan
x_i	matriks orientasi sumbu x pada joint i terhadap sistem koordinat acuan
y_i	matriks orientasi sumbu y pada joint i terhadap sistem koordinat acuan
z_i	matriks orientasi sumbu z pada joint i terhadap sistem koordinat acuan