

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
NASKAH SOAL.....	v
INTISARI.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR NOTASI.....	xii
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
I.1. Sejarah Perkembangan Robot.....	1
I.2. Parameter Dasar Robot.....	3
I.3. Klasifikasi Robot.....	7
I.3.1. Berdasarkan Bentuk Utamanya.....	7
I.3.2. Berdasarkan Konfigurasi Gerakannya.....	8
I.3.3. Berdasarkan Metoda Pengontrolan (<i>Control Method</i>).....	12
I.4. Bagian-Bagian Utama Robot.....	14
BAB II. PENGGUNAAN ROBOT INDUSTRI.....	18
II.1. Pertimbangan dalam Penggunaan Teknologi Robot.....	18
II.2. Fungsi dan Kerja Robot Industri.....	20
II.3. Robot Industri Kawasaki.....	23
II.4. Robot Kawasaki Seri-Z.....	24
II.5. Robot <i>Palletizing</i>	28
BAB III. ANALISIS KINEMATIKA DAN DINAMIKA.....	30
III.1. Proses Kerja Robot Kawasaki ZD250S.....	30
III.2. Spesifikasi Robot Kawasaki ZD250S.....	31
III.3. Analisis Kinematika Manipulator.....	34
III.3.1. Koordinat Ujung Manipulator Pada Posisi 1.....	36

III.3.1. Koordinat Ujung Manipulator Pada Posisi 2.....	38
III.3.1. Koordinat Ujung Manipulator Pada Posisi 3.....	40
III.3.1. Koordinat Ujung Manipulator Pada Posisi 4.....	42
III.3.1. Koordinat Ujung Manipulator Pada Posisi 5.....	44
III.3.1. Koordinat Ujung Manipulator Pada Posisi 6.....	46
III.4. Analisis Dinamika Robot Kawasaki ZD250S.....	48
III.4.1. Torsi Tiap <i>Joint</i> Pada Posisi 1.....	48
III.4.1. Torsi Tiap <i>Joint</i> Pada Posisi 2.....	59
III.4.1. Torsi Tiap <i>Joint</i> Pada Posisi 3.....	69
III.4.1. Torsi Tiap <i>Joint</i> Pada Posisi 4.....	79
III.4.1. Torsi Tiap <i>Joint</i> Pada Posisi 5.....	89
III.4.1. Torsi Tiap <i>Joint</i> Pada Posisi 6.....	99
III.5. Torsi Maksimum Pada Tiap <i>Joint</i>	109
BAB IV. PERANCANGAN KOMPONEN UTAMA.....	110
IV.1. Perancangan <i>Wrist Swivel (JT 4)</i>	111
IV.1.1. Perencanaan <i>Ring Gear</i> Dan <i>Pinion Gear</i>	112
IV.1.1. Perencanaan <i>Sun Gear</i>	116
IV.2. Perancangan Lengan Ketiga (<i>JT 3</i>).....	119
IV.2.1. Perancangan Transmisi.....	119
IV.2.2. Perancangan Poros Dan Bantalan.....	130
IV.2.3. Analisa Kekuatan Rangka Lengan.....	130
IV.3. Perancangan Lengan Kedua (<i>JT 2</i>).....	132
IV.3.1. Perancangan Transmisi.....	132
IV.3.2. Perancangan Poros Dan Bantalan.....	140
IV.3.3. Analisa Kekuatan Rangka Lengan.....	141
IV.4. Perancangan Lengan Pertama (<i>JT 1</i>).....	142
IV.4.1. Perancangan Transmisi.....	143
IV.4.2. Perancangan Poros Dan Bantalan.....	148
IV.4.3. Analisa Kekuatan Rangka Lengan.....	149
BAB V. PERALATAN PENDUKUNG DAN OPERASIONAL.....	150
V.1. Pemilihan Motor Listrik.....	150



UNIVERSITAS
GADJAH MADA

Robot Industri Kawasaki ZD250S

Agung Setiawan , Ir. G. Harjanto

Universitas Gadjah Mada, 2001 | Diunduh dari <http://etd.repository.ugm.ac.id/>

V.2. <i>End Effector</i>	153
V.3. <i>Controller</i>	156
V.4. <i>Teach Pendant</i>	158
V.5. Operasional Robot Kawasaki ZD250S	161
BAB VI. PENUTUP	162
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gb. I.1. Geometri Robot dengan Konfigurasi Karetesian	9
Gb. I.2. Geometri Robot dengan Konfigurasi Silindris	9
Gb. I.3. Geometri Robot dengan Konfigurasi Bola	10
Gb. I.4. Geometri Robot dengan Konfigurasi Putaran	11
Gb. I.5. Geometri Robot SCARA	11
Gb. I.6. Bagian-Bagian Utama Robot industri	17
Gb.II.1. Berbagai Jenis <i>Joint</i> pada Robot Industri	21
Gb.II.2. Penamaan <i>Link</i> dan <i>Joint</i> pada Robot	22
Gb.II.3. Analisa Kinematis Tiap <i>Joint</i> pada Robot	23
Gb.II.4. Robot Industri Kawasaki Seri-Z	27
Gb.II.5. Penggunaan Robot Kawasaki ZD250S dalam Industri	28
Gb.III.1. Dimensi Beserta Jangkauan Tiap <i>Link</i> dan <i>Joint</i> Robot ZD250S	31
Gb.III.2. Robot Kawasaki ZD250S	33
Gb.III.3. Robot Kawasaki ZD250S Pada Posisi 1	36
Gb.III.4. Robot Kawasaki ZD250S Pada Posisi 2	38
Gb.III.5. Robot Kawasaki ZD250S Pada Posisi 3	40
Gb.III.6. Robot Kawasaki ZD250S Pada Posisi 4	42
Gb.III.7. Robot Kawasaki ZD250S Pada Posisi 5	44
Gb.III.8. Robot Kawasaki ZD250S Pada Posisi 6	46
Gb.IV.1. Sistem <i>Planetary Gear</i> pada <i>Joint</i> 4	111
Gb.IV.2. Grafik Faktor Gigi (q_k)	122
Gb.IV.3. Sistem <i>Planetary Gear</i> pada <i>Joint</i> 2	133
Gb.IV.4. Gambar Transmisi Roda Gigi Cacing	144
Gb.V.1. Skema dari Motor <i>Brushless</i>	152
Gb.V.2. Variasi <i>End Effector</i> Robot Kawasaki ZD250S	155
Gb.V.3. <i>Controller</i> Model C22	157
Gb.V.4. Dimensi <i>Controller</i> Model C22	157
Gb.V.5. <i>Teach Pendant</i> Robot Kawasaki ZD250S	159

DAFTAR TABEL

Tabel III.1. Parameter Sistem Koordinat Secara Umum.....	35
Tabel III.2. Parameter Sistem Koordinat Posisi 1.....	36
Tabel III.3. Parameter Sistem Koordinat Posisi 2.....	38
Tabel III.4. Parameter Sistem Koordinat Posisi 3.....	40
Tabel III.5. Parameter Sistem Koordinat Posisi 4.....	42
Tabel III.6. Parameter Sistem Koordinat Posisi 5.....	44
Tabel III.7. Parameter Sistem Koordinat Posisi 6.....	46
Tabel IV.1. Tabel Faktor Beban yang Diijinkan.....	143
Tabel IV.2. Tabel Tegangan Lentur yang Diijinkan.....	143
Tabel IV.3. Tabel Faktor Kc.....	144
Tabel V.1. Spesifikasi <i>Controller</i> Model C22.....	158



DAFTAR NOTASI

${}^{i-1}A_i$	Matriks transformasi <i>joint i</i> terhadap <i>joint i-1</i>
A_a, A_b	Luas penampang dasar tumpuan A/B (cm^2, mm^2)
a, a_0	Jarak sumbu poros (mm)
a_i	Jarak sepanjang x_i dari O_i ke perpotongan sumbu x_i dan sumbu z_{i-1} (m)
b	Lebar sisi gigi (mm)
	Lebar <i>cross section</i> (mm)
b_l	Lebar alur pasak (mm)
C	Jarak sumbu poros pengguling dengan sumbu poros roda gigi cacing (mm)
C_0	Kelonggaran sisi
C_b	Faktor koreksi
C_p	Faktor koefisien elastis
c	<i>Center of mass</i>
c, c_k	Kelonggaran puncak <i>bevel gear</i> (mm)
D	Diameter gulung (mm)
d_0	Diameter luar (cm, mm)
d_i, d_2	Diameter jarak bagi ujung luar <i>bevel gear</i> (mm)
d_i	Jarak sepanjang z_{i-1} dari O_{i-1} ke perpotongan sumbu x_i dan sumbu z_{i-1} (m)
	Diameter dalam (cm, mm)
d'_1, d'_2, d'_3	Diameter sementara lingkaran jarak bagi (mm)
d_{01}, d_{02}, d_{03}	Diameter lingkaran jarak bagi (mm)
d_{f1}, d_{f2}, d_{f3}	Diameter lingkaran kaki (mm)
d_{k1}, d_{k2}, d_{k3}	Diameter lingkaran kepala (mm)
d_{r1}, d_{r2}	Diameter kaki cacing (mm)
d_s, d_{s1}, d_{s2}	Diameter poros (mm)
d_t	Diameter kepala roda cacing (mm)
$F_1 \dots F_4$	Gaya pada titik 1...4
F_a	Gaya tangensial yang diderita penampang titik A (kg)
F_{a1}, F_{b1}	Gaya tekan/tarik yang menyebabkan tegangan tekan/tarik pada dasar tumpuan A/B (kg)

F_{ab}	Beban lentur diijinkan (kg)
F_{ac}	Beban permukaan gigi yang diijinkan (kg)
F_b	Gaya tangensial yang diderita penampang titik B (kg)
F_{st}	Total beban yang mengakibatkan momen statis (kg)
F_t	Gaya tangensial (kg)
F_{b1}, F_{b2}	Beban lentur diijinkan (kg/mm)
F_{o1}, F_{o2}, F_{o3}	Beban permukaan gigi (kg/mm)
F_{min}, F_{min}	Beban minimum untuk menentukan lebar sisi gigi terhadap gaya tangensial (kg/mm)
F_H	Beban permukaan gigi yang diijinkan per satuan lebar (kg/mm)
F_R, F_r	Gaya resultan (kg)
F_{tarik}	Gaya tarik (kg)
f_c	Faktor koreksi/keamanan
f_v	Faktor dinamis
G	Modulus geser (kg/mm ²)
H	Kedalaman gigi penuh (mm)
HB	Kekerasan <i>brinell</i>
HRC	Kekerasan <i>rockwell</i>
h	Tinggi pasak (mm)
h_{n1}, h_{n2}	Tinggi <i>cross section</i> (mm)
h_{k1}, h_{k2}	Tinggi kaki roda gigi (mm)
I	Tinggi kepala roda gigi (mm)
I_p	Inersia luasan (mm ⁴ , cm ⁴)
i	Inersia polar (mm ⁴ , cm ⁴)
	Notasi untuk <i>joint/link</i> ke- <i>i</i>
	Rasio putaran
J	Inersia polar puntir (mm ⁴ , cm ⁴)
J_1, J_2	Faktor geometri
K_0	Faktor beban lebih
K_c	Faktor ketahanan terhadap aus
K_m	Faktor distribusi beban

K_t	Faktor koreksi
K_s	Faktor ukuran
K_v	Faktor dinamis
K_γ	Faktor sudut kisar
k_H	Faktor kekerasan (kg/mm^2)
L_a	Panjang poros setelah percabangan titik A (mm)
L_b	Panjang poros ke <i>pinion gear</i> setelah percabangan titik B (mm)
L_i	Panjang <i>link</i> ke- i (m)
M	Momen (Nm, kgcm, kgmm)
M_{arm}	Momen statis <i>arm</i> (Nm, kgcm, kgmm)
M_{tot}	Momen total yang diderita <i>joint</i> (Nm, kgcm, kgmm)
M_x	Momen di titik x (Nm, kgcm, kgmm)
m	Modul gigi (mm)
m_i	Massa <i>link</i> ke- i (kg)
m_n	Modul normal (mm)
m_{mot}	Berat motor listrik (kg)
m_{pinion}	Berat <i>pinion gear</i> (kg)
m_s	Modul aksial (mm)
m_{sun}	Berat <i>sun gear</i> (kg)
m_{wrist}	Berat <i>wrist arm</i> (kg)
N	Daya yang ditransmisikan (Hp, kW)
N_{mot}	Daya motor listrik (Hp, kW)
n_1, n_2, n_3	Putaran roda gigi (rpm)
n_{arm}	Putaran <i>arm</i> (rpm)
n_i	Putaran <i>joint</i> ke- i (rpm)
P	Daya untuk perancangan (Hp, kW)
P_0	Koordinat ujung <i>manipulator</i> terhadap <i>base</i>
R	Panjang sisi kerucut (mm)
iR_0	Matrik rotasi gabungan dari <i>base</i> ke <i>joint</i> i
${}^{i-1}R_i$	Matrik rotasi pada <i>joint</i> ke- i
${}^iR_{i-1}$	Transpose dari matrik ${}^{i-1}R_i$



r	Fillet alur pasak (mm)
r_t	Jari-jari lengkungan puncak gigi roda cacing (mm)
S_0, S_n	Faktor keamanan
s_1, s_2	Tebal lingkaran gigi (mm)
s_i	Pusat massa <i>link i</i> terhadap origin pada sistem koordinat (x_i, y_i, z_i)
T	Matrik transformasi gabungan
$T_1 \dots T_i$	Torsi pada <i>joint ke-i</i> (Nm, kgcm, kgmm)
T_{arm}	Torsi <i>arm</i> (Nm, kgcm, kgmm)
t	Kedalaman alur pasak (mm)
	Tebal <i>cross section</i> (mm)
v	Kecepatan keliling roda gigi (m/s)
W_d	Beban gulung (kg)
W_s	Beban statis gigi (kg)
X_1, X_2	Jarak dari puncak ke puncak gigi luar pada <i>bevel gear</i> (mm)
x	Titik-titik konsentrasi momen (mm)
x_i	Sumbu x pada <i>joint ke-i</i>
x_1, x_2	Faktor perubahan kepala <i>bevel gear</i>
$Y, Y_1 \dots Y_3$	Faktor bentuk gigi
y_i	Sumbu y pada <i>joint ke-i</i>
z_i	Sumbu z pada <i>joint ke-i</i>
z_1, z_2, z_3	Jumlah gigi pada roda gigi
Σ	Sudut poros pada transmisi <i>bevel</i> (°)
α_0	Sudut kontak (°)
α_i	Sudut antara z_{i-1} dan z_i dihitung terhadap x_i (°)
β	Perbandingan diameter poros
δ_1, δ_2	Sudut kerucut jarak bagi pada <i>bevel gear</i> (°)
δ_n, δ_n	Sudut kerucut kaki pada <i>bevel gear</i> (°)
δ_{k1}, δ_{k2}	Sudut kerucut kepala pada <i>bevel gear</i> (°)
γ	Sudut kisar (°)
η_1, η_2	Efisiensi mekanis
ϕ, ϕ_{spes}	Sudut puntir spesifik (°/m)



θ_i	Sudut antara x_{i-1} dan x_i dihitung terhadap z_{i-1} ($^\circ$)
θ_n, θ_2	Sudut kaki pada <i>bevel gear</i> ($^\circ$)
θ_{k1}, θ_{k2}	Sudut kepala pada <i>bevel gear</i> ($^\circ$)
$\sigma_a, \sigma_{a1} \dots \sigma_{a3}$	Tegangan lentur diijinkan (kg/mm^2)
	Tegangan tarik/tekan pada posisi 1, 3, 5 (kg/mm^2)
	Tegangan tarik (kg/mm^2)
σ_B	Tegangan tarik diijinkan (kg/mm^2)
σ_{B1}, σ_{B2}	Tegangan lengkung yang diderita luas penampang poros setelah percabangan
σ_b	titik A (kg/mm^2)
$\sigma_{b1}, \sigma_{b2}, \sigma_{b3}$	Tegangan lengkung diijinkan (kg/mm^2)
	Tegangan tarik/desak pada posisi 1, 3 dan 5 pada dasar tumpuan B (kg/mm^2)
σ_{ijin}	Tegangan lengkung diijinkan (kg/mm^2)
τ_a	Tegangan geser diijinkan (kg/mm^2)
$\tau_{a1}, \tau_{a2}, \tau_{a3}$	Tegangan geser pada posisi 1, 3 dan 5 pada dasar tumpuan A (kg/mm^2)
τ_b	Tegangan geser yang diderita luas penampang poros di titik B (kg/mm^2)
$\tau_{b1}, \tau_{b2}, \tau_{b3}$	Tegangan geser pada posisi 1, 3 dan 5 pada dasar tumpuan B (kg/mm^2)
τ_{ijin}	Tegangan geser diijinkan (kg/mm^2)
τ_i	Torsi untuk menggerakkan <i>link</i> ke- <i>i</i> (kgcm , kgmm , Nm)
τ_{pt}	Tegangan puntir (kg/mm^2)
ω	Percepatan <i>angular</i> (rad/s^2)
ω	Kecepatan <i>angular</i> (rad/s)