

DAFTAR ISI

PERNYATAAN	iii
PRAKATA	iv
ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN	vi
ABSTRACT	vii
INTISARI.....	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Keaslian Penelitian	4
1.4 Tujuan Penelitian	6
1.5 Manfaat Penelitian	6
1.6 Sistematika Penulisan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	7
2.1 Tinjauan Pustaka.....	7
2.2 Landasan Teori.....	10
2.2.1 Motor DC Magnet Permanen	10
2.2.1.1 Cara Pengaturan Kecepatan Motor DC.....	11
2.2.1.2 Blok ES151 Servo System	13
2.2.2 Sensor	14
2.2.3 Sistem Kendali	17
2.2.3.1 Sistem Kendali Kalang Terbuka	17
2.2.3.2 Sistem Kendali Kalang Tertutup	18
2.2.3.3 Kendali Sekuensial	19
2.2.4 Pengendali PID (Proportional–Integral–Derivative).....	20
2.2.5 Fuzzy Logic Controller (FLC)	23
2.2.5.1 Definisi Dan Terminologi Dasar Logika Fuzi	23

2.2.5.2	Sistem Fuzi	24
2.2.6	Tanggapan Waktu	32
2.2.7	PLC (Programmable Logic Controller)	35
2.2.7.1	PLC TSX Micro 3722.....	36
2.2.7.2	Modul TSX ASZ 401.....	37
2.2.7.3	Pencacah (Counter).....	37
2.2.7.4	Penggunaan Memori.....	38
2.2.7.5	PL7 Pro.....	39
2.2.7.6	Bahasa Pemrograman.....	39
2.2.7.7	Pengalamatan	42
2.2.8	Grafcet	44
2.3	Hipotesis.....	45
BAB III METODOLOGI		48
3.1	Alat Dan Bahan Penelitian.....	49
3.2	Perancangan plant.....	49
3.3	Jalannya Penelitian.....	50
3.4	Kalibrasi Sensor.....	51
3.4.1	Sensor Kecepatan.....	51
3.4.2	Pembacaan Kecepatan pada Incremental Encoder	51
3.4.3	Linearisasi Kecepatan dan Tegangan	52
3.4.4	Sensor Arus	56
3.5	Perancangan Kendali PID.....	57
3.6	Perancangan Kendali Fuzi	58
3.6.1	Fuzifikasi.....	58
3.6.2	Basis Aturan Fuzi.....	60
3.6.3	Inference Mechanism	60
3.6.4	Defuzzifier	61
3.7	Perancangan Grafcet.....	58
3.8	Eksperimen Pemilih Kendali Motor DC Menggunakan Grafcet....	68
3.8.1	Eksperimen Tanpa Beban	68
3.8.2	Eksperimen Berbeban	68

3.8.3	Eksperimen Beban Bervariasi	69
3.8.4	Eksperimen Set Point Bervariasi	70
3.9	Cara Analisis.....	70
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	72
4.1	Hasil Kendali PID	72
4.2	Pembahasan Hasil Kendali PID	75
4.3	Hasil Kendali Fuzi	77
4.4	Pembahasan Hasil Kendali Fuzi	81
4.5	Hasil dan Pembahasan Perbandingan Kendali PID dan Fuzi.....	83
4.6	Hasil dan Pembahasan Switching Grafcet-PLC	85
4.6.1	Eksperimen Tanpa Beban	87
4.6.2	Eksperimen Berbeban	87
4.6.3	Eksperimen Beban Bervariasi	88
4.6.3.1	Hasil Perbandingan Kendali PID dan Switching Grafcet...	88
4.6.3.2	Hasil Perbandingan Kendali Fuzi dan Switching Grafcet...	89
4.6.4	Eksperimen Set Point Bervariasi	91
4.7	Kinerja Grafcet-PLC	93
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	100
5.1	Kesimpulan.....	100
5.2	Saran.....	100
DAFTAR PUSTAKA		101
LAMPIRAN 1		
PROGRAM SWITCHING GRAFCET.....		L-1
LAMPIRAN 2		
PROGRAM GRAFCET-PID		L-2
LAMPIRAN 3		
PROGRAM GRAFCET-FUZI		L-4
LAMPIRAN 4		
DATASHEET SENSOR ARUS.....		L-9

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Motor DC magnet permanen	10
Gambar 2.2.	<i>Incremental encoder</i>	12
Gambar 2.3.	Blok ES151 <i>Servo System</i>	13
Gambar 2.4.	Sub-blok Educational Servo ES151	13
Gambar 2.5.	Contoh gambar sensor <i>thermocouple, limit switch, LDR</i>	16
Gambar 2.6.	<i>Proximity Sensor</i>	16
Gambar 2.7.	Sensor dan Tegangan	16
Gambar 2.8.	Diagram blok sistem kendali kalang terbuka	18
Gambar 2.9.	Diagram blok sistem kendali kalang tertutup	19
Gambar 2.10.	Sistem kendali PID	21
Gambar 2.11.	Sistem Kendali Loop Tertutup Dengan Pengendali Proporsional	22
Gambar 2.12.	Osilasi Terus-Menerus dengan Periode Pcr	23
Gambar 2.13.	Sistem FLC	24
Gambar 2.14.	Sistem fuzi	25
Gambar 2.15.	Grafik keanggotaan segitiga	26
Gambar 2.16.	Partisi fuzi dengan titik <i>crossover</i> 0,5	27
Gambar 2.17.	Menentukan aturan berdasarkan tanggapan sistem	29
Gambar 2.18.	Ilustrasi inferensi <i>Max-Min</i>	30
Gambar 2.19.	Ilustrasi defuzifikasi CoA	31
Gambar 2.20.	Ilustrasi defuzifikasi MoM	32
Gambar 2.21.	(a) Grafik Fungsi <i>Step</i> , dan (b) Grafik Fungsi <i>Ramp</i>	33
Gambar 2.22.	Tanggapan Transien dan Tanggapan Keadaan Tunak	33

Gambar 2.23.	Tanggapan Transisi dan Tunak	34
Gambar 2.24.	PLC TSX Micro 3722	37
Gambar 2.25.	Konektor Pencacah Internal	38
Gambar 2.26.	Sistem <i>Overlay</i> Pengalamatan	43
Gambar 2.27.	Skema Bahasa Program PLC	44
Gambar 2.28.	Aliran Bahasa <i>Grafcet</i>	45
Gambar 2.29.	Komentar Pada Bahasa <i>Grafcet</i>	46
Gambar 2.30	Contoh Program Bahasa <i>Grafcet</i>	46
Gambar 3.1.	Diagram Blok Kendali Kecepatan Motor dc	49
Gambar 3.2.	Skema Perancangan <i>Plant</i>	49
Gambar 3.3.	Diagram alir penelitian	50
Gambar 3.4.	Skema penyamaan besaran dan satuan kendali <i>open loop</i>	51
Gambar 3.5.	Konfigurasi konektor DB 15	51
Gambar 3.6.	Ilustrasi <i>upcounting</i>	51
Gambar 3.7.	Contoh Program <i>Counter Sampling</i>	53
Gambar 3.8.	Sensor Kecepatan dengan <i>incremental encoder</i> pada Modul ES151	54
Gambar 3.9.	Kurva kecepatan motor terhadap tegangan input	55
Gambar 3.10.	Kurva kecepatan motor terhadap rentang input 0-3000 mV	55
Gambar 3.11.	Kurva pemodelan <i>rpm</i> ke <i>Vin</i> vs data percobaan	55
Gambar 3.12.	Alat pembebanan pada Modul ES151	57
Gambar 3.13.	Skema rancangan kendali PID	58
Gambar 3.14.	Memasukkan program PID pada grafcet-PLC dengan bahasa <i>Structure Text (ST)</i>	58
Gambar 3.15.	Fungsi keanggotaan <i>error</i>	59
Gambar 3.16.	Fungsi keanggotaan <i>change of error</i>	59
Gambar 3.17.	Fungsi keluaran fuzi	59

Gambar 3.18. Pilihan <i>software</i> menggunakan <i>grafcet</i> atau tidak	61
Gambar 3.19. Masuk ke program <i>grafcet</i>	62
Gambar 3.20. Konfigurasi pada <i>hardware</i> PLC	62
Gambar 3.21. Konfigurasi <i>counter</i>	63
Gambar 3.22. Konfigurasi pemilihan bahasa pemrograman	64
Gambar 3.23. Gambar 3.23. Langkah Pemilih Pengendali Program <i>Grafcet</i>	64
Gambar 3.24. Program <i>switching grafcet-PLC</i>	66
Gambar 3.25. Program <i>step</i> inisial <i>grafcet-PLC</i>	67
Gambar 3.26. Program <i>transisi grafcet-PLC</i> pilihan Fuzi	68
Gambar 3.27. Program <i>transisi grafcet-PLC</i> pilihan PID	68
Gambar 3.28. Alat dan bahan eksperimen (motor DC, sensor kecepatan, sensor arus, ampere meter, multimeter, <i>power supply</i> , komputer)	70
Gambar 4.1. Hasil Kendali PID Beban Tingkatan 0	72
Gambar 4.2. Hasil Kendali PID Beban Tingkatan 1	73
Gambar 4.3. Hasil Kendali PID Beban Tingkatan 2	73
Gambar 4.4. Hasil Kendali PID Beban Tingkatan 3	73
Gambar 4.5. Hasil Kendali PID Beban Tingkatan 4	74
Gambar 4.6. Hasil Kendali PID Beban Tingkatan 5	74
Gambar 4.7. Hasil Kendali PID Beban Tingkatan 6	74
Gambar 4.8. Hasil Kendali PID Beban Tingkatan 7	75
Gambar 4.9. Hasil Kendali PID Beban Tingkatan 8	75
Gambar 4.10. Hasil Kendali PID Beban Tingkatan 9	75
Gambar 4.11. Hasil Kendali Fuzi Beban Tingkatan 0	78
Gambar 4.12. Hasil Kendali Fuzi Beban Tingkatan 1	78
Gambar 4.13. Hasil Kendali Fuzi Beban Tingkatan 2	79
Gambar 4.14. Hasil Kendali Fuzi Beban Tingkatan 3	79
Gambar 4.15. Hasil Kendali Fuzi Beban Tingkatan 4	79
Gambar 4.16. Hasil Kendali Fuzi Beban Tingkatan 5	80

Gambar 4.17. Hasil Kendali Fuzi Beban Tingkatan 6	80
Gambar 4.18. Hasil Kendali Fuzi Beban Tingkatan 7	80
Gambar 4.19. Hasil Kendali Fuzi Beban Tingkatan 8	81
Gambar 4.20. Hasil Kendali Fuzi Beban Tingkatan 9	81
Gambar 4.21. Perbandingan Kinerja Kendali Fuzi dan PID	86
Gambar 4.22. Kendali PID dan logika fuzi tanpa beban	88
Gambar 4.23. Hasil Kinerja <i>Switching Grafcet</i> dengan <i>Set Point</i> Tetap 1.500 pada Tingkatan Beban 2	88
Gambar 4.24. Perbandingan Kinerja Kendali PID dan <i>Switching Grafcet</i>	90
Gambar 4.25. Perbandingan Kinerja Kendali Fuzi dan <i>Switching Grafcet</i>	91
Gambar 4.26. Kendali Terbaik dengan <i>Switching Grafcet</i>	92
Gambar 4.27. Hasil Kinerja <i>Switching Grafcet</i> dengan Variasi <i>Set Point</i> dengan Tingkatan Beban 5	92
Gambar 4.28. Hasil Kinerja <i>Switching Grafcet</i> dengan Variasi <i>Set Point</i> pada Tingkatan Beban 0	93
Gambar 4.29. Hasil Kinerja <i>Switching Grafcet</i> dengan Variasi <i>Set Point</i> pada Tingkatan Beban 3	93
Gambar 4.30. <i>Grafcet</i> dengan <i>switching</i> Bertingkat	95
Gambar 4.31. Pilihan Jenis Bahasa Program	96
Gambar 4.32. Contoh proses yang terlalu panjang pada program <i>grafcet-PLC</i>	97
Gambar 4.33. Merupakan contoh program <i>grafcet-PLC</i> yang lebih baik kinerjanya.	98
Gambar 4.34. Hasil Kendali FUZI- <i>GRAFCET</i> dengan Step Banyak	98
Gambar 4.35. Hasil Kendali PID- <i>GRAFCET</i> dengan Step Banyak	99

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Penelitian dengan topik yang sama dan perbedaannya dengan penelitian penulis	4
Tabel 2.1. Tanggapan PID terhadap perubahan konstanta	21
Tabel 2.2. Metode Ziegler Nichols Berdasarkan Penguatan Kritis K_{cr} dan Periode Kritis P_{cr}	22
Tabel 2.3. Ukuran Objek Bit	38
Tabel 2.4. Ukuran Objek Word	39
Tabel 2.5. Penggunaan instruksi Boolean	40
Tabel 2.6. Penggunaan Instruksi Kondisional	41
Tabel 3.1. Tabel perbandingan nilai kecepatan dari tachometer dan konversi <i>incremental encoder</i>	54
Tabel 3.2. Hasil pengukuran input beban arus dengan keluaran tegangan	57
Tabel 3.3. Nilai $K_p, K_i * T, K_d/T$	57
Tabel 3.4. Fuzi Basis Data	60
Tabel 3.5. Tabel Nilai Pada Inputan %QW5.0	65
Tabel 4.1. Data Hasil Eksperimen Kendali PID	76
Tabel 4.2. Data Hasil Eksperimen Kendali Fuzi	82
Tabel 4.3. Perbandingan Tanggapan Sistem Kendali PID dan Fuzi	84
Tabel 4.4. Parameter Basis Aturan	85
Tabel 4.5. Data Hasil Eksperimen <i>Switching Grafcet</i>	87
Tabel 4.6. Perbandingan Tanggapan Sistem Kendali PID dan <i>Switching Grafcet</i>	89
Tabel 4.7. Perbandingan Tanggapan Sistem Kendali Fuzi dan <i>Switching Grafcet</i>	90