

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
PRAKATA	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
INTISARI	xv
<i>ABSTRACT</i>	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah	1
1. Perumusan Masalah	2
2. Keaslian Penelitian	3
3. Faedah yang dapat diharapkan	4
B. Tujuan Penelitian	5
BAB II TINJAUAN TEORI	
A. Tinjauan Pustaka	6
B. Landasan Teori	7
1. Pengendali PID	10
2. <i>Integral Windup</i>	12
3. Anti Integral <i>Windup</i>	14
4. Pengendali PID dengan Anti integral <i>windup</i>	16
5. Motor DC	17
6. <i>Programmable Logic Controller (PLC)</i>	20
C. Hipotesis	22

BAB III CARA PENELITIAN

A. Materi Penelitian	23
1. Perancangan sistem	23
2. Pengendali PID	24
3. Pengamatan	28
4. Akuisisi data	29
B. Alat Penelitian	30
C. Jalan Penelitian	32
D. Kesulitan dan Hambatan	33

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil penelitian	34
1. Watak motor DC kalang terbuka	35
2. Penalaan parameter PID	37
3. Motor DC tanpa beban	38
3.1. Motor DC terkendali PID tanpa anti <i>windup</i>	38
3.2. Motor DC terkendali PID dengan anti <i>windup</i>	41
4. Motor DC dengan beban	47
4.1. Motor DC terkendali PID tanpa anti <i>windup</i>	47
4.2. Motor DC terkendali PID dengan anti <i>windup</i>	49
B. Pembahasan	54
1. Karakteristik motor DC	55
2. Watak motor DC kalang terbuka	55
3. Penalaan parameter PID	56
4. Motor DC tanpa beban	57
4.1. Motor DC terkendali PID tanpa anti <i>windup</i>	57
4.2. Motor DC terkendali PID dengan anti <i>windup</i>	58
5. Motor DC dengan beban	59
5.1. Motor DC terkendali PID tanpa anti <i>windup</i>	60
5.2. Motor DC terkendali PID dengan anti <i>windup</i>	60

6. Perbandingan kinerja	62
6.1. Motor DC tanpa beban	62
6.2. Motor DC dengan beban	66
BAB V KESIMPULAN	
A. Kesimpulan	71
B. Saran	72
DAFTAR PUSTAKA	73
LAMPIRAN	75

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
4.1. Putaran motor DC	34
4.2. Hasil pengamatan kalang terbuka dengan masukan 1020 rpm	36
4.3. Hasil pengamatan putaran motor terkendali PID (optimasi) tanpa anti <i>windup</i> dengan <i>set point</i> 1020 rpm	39
4.4. Hasil pengamatan putaran motor terkendali PID (eksperimen) tanpa anti <i>windup</i> dengan <i>set point</i> 1020 rpm	40
4.5. Hasil pengamatan putaran motor terkendali PID (optimasi) dengan anti <i>windup clamp integrator</i> pada batas integrator 6 volt	42
4.6. Hasil pengamatan putaran motor terkendali PID (hasil eksperimen) dengan anti <i>windup clamp integrator</i> dan batasan integrator 3 volt dan 6 volt	43
4.7. Hasil pengamatan putaran motor terkendali PID (optimasi) dengan anti <i>windup saturation feedback</i> dengan $K_a = 15, 30$ dan 45	45
4.8. Hasil pengamatan putaran motor terkendali PID (hasil eksperimen) dengan anti <i>windup saturation feedback</i> dengan $K_a = 15,30$ dan 45	46
4.9. Hasil pengamatan putaran motor berbeban 4 KOhm terkendali PID (optimasi) tanpa anti <i>windup</i> dengan <i>set point</i> 1020 rpm	47
4.10. Hasil pengamatan putaran motor berbeban 4 KOhm terkendali PID (eksperimen) tanpa anti <i>windup</i> dengan <i>set point</i> 1020 rpm	48
4.11. Hasil pengamatan putaran motor terkendali PID (optimasi) dengan anti <i>windup clamp integrator</i> dengan batas integrator 6 volt	50
4.12. Hasil pengamatan putaran motor terkendali PID (eksperimen) dengan anti <i>windup clamp integrator</i> dan batasan integrator 3 V dan 6 V	51
4.13. Hasil pengamatan putaran motor terkendali PID (optimasi) dengan anti <i>windup saturation feedback</i> dengan $K_a = 15, 30$ dan 45	52

4.14. Hasil pengamatan putaran motor terkendali PID (eksperimen) dengan anti <i>windup saturation feedback</i> dengan $K_a = 15,30$ dan 45	53
4.15. Perbandingan hasil pengamatan motor tanpa beban antara terkendali PID (hasil optimasi) tanpa anti <i>windup</i> dengan PID yang dilengkapi anti <i>windup</i>	62
4.16. Perbandingan hasil pengamatan motor tanpa beban antara terkendali PID (eksperimen) tanpa anti <i>windup</i> dengan PID yang dilengkapi anti <i>windup</i>	64
4.17. Perbandingan hasil pengamatan motor berbeban 4 KOhm antara terkendali PID (hasil optimasi) tanpa anti <i>windup</i> dengan PID yang dilengkapi anti <i>windup</i>	66
4.18. Perbandingan hasil pengamatan motor berbeban 4 KOhm antara terkendali PID (eksperimen) tanpa anti <i>windup</i> dengan PID yang dilengkapi anti <i>windup</i>	68

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Kurva tanggapan kinerja sistem kendali kalang tertutup, dengan t_d : waktu tunda, t_r : waktu naik, t_p : waktu puncak dan t_s : settling time	8
2.2. Diagram blok pengendali PID	10
2.3. Diagram blok fungsi alih pengendali PID, dengan T_i : konstanta waktu integral, dan T_d : konstanta waktu derivatif	11
2.4. Sistem umpan balik dengan aktuator saturasi	13
2.5. Ilustrasi efek pada tanggapan tanpa dan dengan anti <i>windup</i>	15
2.6. Skema pengendali PID ditambah anti <i>windup</i> dengan <i>clamp integrator</i>	16
2.7. Skema pengendali PID yang ditambah anti <i>windup</i> dengan <i>saturation feedback</i>	17
2.8. Untai listrik motor DC tanpa penguat medan	18
2.9. Diagram blok sistem PLC	21
3.1. Diagram blok sistem kendali kecepatan motor DC berbasis PLC	24
3.2. Diagram blok pengendali PID	25
3.3. Pengendali PID yang ditambah anti <i>windup</i> dengan <i>clamp integrator</i> , berbasis PLC	26
3.4. Pengendali PID yang ditambah anti <i>windup</i> dengan <i>saturation feedback</i> , berbasis PLC	27
3.5. Diagram alir akuisisi dan pencatatan data	30
4.1. Proses putaran motor DC kalang terbuka	37
4.2. Hasil tanggapan sistem beresilasi dari metode <i>Ziegler-Nichols</i>	38

4.3. Proses putaran motor terkendali PID (hasil optimasi) tanpa anti <i>windup</i> dengan <i>set point</i> 1020 rpm	39
4.4. Proses putaran motor terkendali PID (eksperimen) tanpa anti <i>windup</i> , dengan $K_p = 50$; $T_i = 0,5$ mdet dan $T_d = 15$ det.	41
4.5. Proses putaran motor terkendali PID (optimasi) yang dilengkapi anti <i>windup</i> dengan <i>clamp integrator</i> , dengan batasan integrator 6 volt	43
4.6. Proses putaran motor terkendali PID (eksperimen) yang dilengkapi anti <i>windup</i> dengan <i>clamp integrator</i> pada batas integrator 3V dan 6 V	44
4.7. Proses putaran motor terkendali PID (optimasi) dengan anti <i>windup saturation feedback</i> , dengan $K_a = 15, 30$ dan 45	45
4.8. Proses putaran motor terkendali PID (eksperimen) dilengkapi anti <i>windup</i> dengan <i>saturation feedback</i> , dengan $K_a = 15, 30$ dan 45	46
4.9. Proses putaran motor berbeban terkendali PID (hasil optimasi) tanpa anti <i>windup</i>	48
4.10 Proses putaran motor berbeban terkendali PID (hasil eksperimen) tanpa anti <i>windup</i>	49
4.11 Proses putaran motor berbeban terkendali PID (optimasi) yang diberi anti <i>windup</i> dengan <i>clamp integrator</i> 6 V	50
4.12 Proses putaran motor berbeban terkendali PID (eksperimen) yang diberi anti <i>windup</i> dengan <i>clamp integrator</i> pada batas integrator 3 V dan 6 V	51
4.13 Proses putaran motor berbeban terkendali PID (optimasi) yang diberi anti <i>windup</i> dengan <i>saturation feedback</i> , dengan $K_a = 15, 30$ dan 45	53
4.14 Proses putaran motor berbeban terkendali PID (eksperimen) yang diberi anti <i>windup</i> dengan <i>saturation feedback</i> , dengan $K_a = 15, 30$ dan 45	54
4.15 Proses putaran motor tanpa beban terkendali PID (hasil optimasi) tanpa anti <i>windup</i> dan dengan anti <i>windup</i>	63
4.16 Proses putaran motor tanpa beban terkendali PID (eksperimen) tanpa anti <i>windup</i> dan dengan anti <i>windup</i>	65

4.17 Proses putaran motor berbeban terkendali PID (hasil optimasi) tanpa anti <i>windup</i> dan dengan anti <i>windup</i>	67
4.18 Proses putaran motor berbeban terkendali PID (eksperimen) tanpa anti <i>windup</i> dan dengan anti <i>windup</i>	69

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Program Ladder : Watak motor DC kalang terbuka	76
Lampiran 2. Program Ladder : Penalaan Parameter PID dengan metode <i>Ziegler-Nichols</i>	86
Lampiran 3. Program Ladder : Optimasi Pengendali PID dengan metode <i>Ziegler-Nichols</i>	89
Lampiran 4. Program Ladder : Pengendali PID dengan Anti <i>windup</i> <i>Clamp Integrator</i>	99
Lampiran 5. Program Ladder : Pengendali PID dengan Anti <i>windup</i> <i>Saturation Feedbac</i>	102