

## DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
HALAMAN PRAKATA	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
INTISARI	xii
<i>ABSTRACT</i>	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Metodologi Penelitian	4
1.7 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
BAB III LANDASAN TEORI	8
3.1 <i>Belt Conveyor</i>	8
3.2 Prinsip Kerja Motor DC <i>Brushless</i>	9
3.3 Kendali PID	10
3.3.1 Tindakan proporsional	11
3.3.2 Tindakan integral	11
3.3.3 Tindakan derivatif	12
3.4 <i>Bacterial Foraging Algorithm</i>	14
3.4.1 Teknik optimasi berdasarkan <i>Bacterial Foraging</i>	17
BAB IV ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM	20
4.1 Analisis Sistem	20
4.2 Rancangan Sistem	21
4.3 Rancangan Perangkat Keras	25
4.4 Rancangan Perangkat Lunak	26
4.4.1 Perancangan perangkat lunak pada Arduino IDE	27
4.4.2 Perancangan perangkat lunak pada Matlab/Simulink	33
4.5 Rancangan Penerapan dan Pengujian	41
BAB V IMPLEMENTASI	42
5.1 Implementasi Perangkat Keras	42
5.2 Implementasi Perangkat Lunak	44

5.2.1	Pengolahan sensor kecepatan	44
5.2.2	Pengaturan PWM kecepatan motor	45
5.2.3	Implementasi pada Simulink	49
5.3	Algoritma <i>Bacterial Foraging Optimization</i>	49
<b>BAB VI</b>	<b>HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN</b>	<b>54</b>
6.1	Penalaan PID – <i>Classical Tuning</i>	54
6.2	Komputasi Algoritma <i>Bacterial Foraging Optimization</i>	56
6.3	Penalaan PID – BFOA	64
6.3.1	Penalaan PID – BFOA tanpa beban	65
6.3.2	Penalaan PID – BFOA dengan beban 200 g	65
6.3.3	Penalaan PID – BFOA dengan beban 400 g	66
6.3.4	Penalaan PID – BFOA dengan beban 600 g	67
6.3.5	Penalaan PID – BFOA dengan beban 800 g	68
<b>BAB VII</b>	<b>PENUTUP</b>	<b>70</b>
7.1	Kesimpulan	70
7.2	Saran	70
	<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>71</b>
	<b>LAMPIRAN</b>	<b>74</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Sistem <i>belt conveyor</i> (Bislkowski, 2006)	8
Gambar 3.2	Motor DC <i>Brushless</i> (Maxon, 2014)	9
Gambar 3.3	Blok diagram kendali PID analog (Basilio, 2002)	13
Gambar 3.4	Blok diagram sistem kontrol <i>closed-loop</i> (Oguntoyinbo,2009)	13
Gambar 3.5	Sebuah ilustrasi struktur bakteri <i>E.coli</i> (Supriyono, 2012)	15
Gambar 3.6	Ilustrasi pola <i>chemotaxis</i> bakteri <i>E.coli</i> (Supriyono, 2012)	16
Gambar 4.1	Arsitektur rancangan sistem keseluruhan	22
Gambar 4.2	Perancangan protokol komunikasi serial	23
Gambar 4.3	Perancangan <i>belt conveyor</i>	26
Gambar 4.4	Diagram alir pengolahan sensor kecepatan	29
Gambar 4.5	Rancangan pengolahan PWM motor	31
Gambar 4.6	Diagram alir perancangan pada Simulink	34
Gambar 4.7	Diagram alir algoritma <i>Bacterial Foraging</i>	38
Gambar 4.8	Penalaan pengendalian PID berdasarkan BFOA	39
Gambar 5.1	Perangkat keras keseluruhan	42
Gambar 5.2	<i>Belt conveyor</i> tampak samping	43
Gambar 5.3	<i>Belt conveyor</i> tampak atas	43
Gambar 5.4	Kode program deklarasi variabel sensor kecepatan	44
Gambar 5.5	Kode program <i>setup</i> pengolahan sensor kecepatan	44
Gambar 5.6	Kode program <i>loop</i> pengolahan sensor kecepatan	45
Gambar 5.7	Kode program inisiasi <i>library</i> dan deklarasi variabel	46
Gambar 5.8	Kode program fungsi <i>loop</i> pengaturan kecepatan PWM	46
Gambar 5.9	Kode program fungsi perubahan nilai PWM	47
Gambar 5.10	Kode program fungsi pengambilan nilai PWM sebelumnya	47
Gambar 5.11	Kode program fungsi memastikan <i>range</i> nilai PWM	47
Gambar 5.12	Implementasi program di Simulink	48
Gambar 5.13	Kode program inisiasi parameter BFOA	50
Gambar 5.14	Kode program inisiasi posisi bakteri	50
Gambar 5.15	Kode program <i>loop</i> utama	51
Gambar 5.16	Kode program fungsi <i>report</i>	52
Gambar 5.17	Kode program <i>fitness function</i>	53
Gambar 6.1	Lanskap media nutrisi yang di optimasi	56
Gambar 6.2	Bakteri <i>trajectories</i> pada <i>elimination-dispersal</i> 1	58
Gambar 6.3	Bakteri <i>trajectories</i> pada <i>elimination-dispersal</i> 2	59
Gambar 6.4	Bakteri <i>trajectories</i> pada <i>elimination-dispersal</i> 3	59
Gambar 6.5	<i>Trajectories</i> 1	60
Gambar 6.6	<i>Trajectories</i> 2	60
Gambar 6.7	<i>Trajectories</i> 3	61
Gambar 6.8	Komputasi metode BFOA	62
Gambar 6.9	PID – BFOA tanpa beban	65

Gambar 6.10	PID – BFOA dengan beban 200 g	66
Gambar 6.11	PID – BFOA dengan beban 400 g	67
Gambar 6.12	PID – BFOA dengan beban 600 g	68
Gambar 6.13	PID – BFOA dengan beban 800 g	68

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Tindakan kendali dasar (Ogata, 2010)	11
Tabel 4.1	Skema perancangan PWM	32
Tabel 6.1	Data hasil komputasi BFOA	61
Tabel 6.2	PID – BFOA tanpa beban	65
Tabel 6.3	PID – BFOA dengan beban 200 g	66
Tabel 6.4	PID – BFOA dengan beban 400 g	67
Tabel 6.5	PID – BFOA dengan beban 600 g	67
Tabel 6.6	PID – BFOA dengan beban 800 g	69