

KATA PENGANTAR



Alhamdulillah, segala puji hanya bagi Allâh Subhanahu Wa Taâla, Rabb alam semesta. Dialah Allâh, Tuhan Yang Maha Satu, Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Dialah Sebaik-baik Penolong dan Sebaik baik Pelindung. Shalawat dan salâm kepada Nabi Muhammad Rasulullâh Shallallâhu Alaihi Wa Salâm, Sang pembawa kabar gembira dan sebaik baik suri tauladan bagi yang mengharap Rahmat dan Hidayah-Nya.

Sungguh hanya melalui Pertolongan dan Perlindungan Allâh SWT semata sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Dengan seizin Allâh SWT, di kesempatan yang baik ini saya ingin menghaturkan rasa terima kasih dan penghargaan yang sebesar besarnya atas bantuan sehingga terselesainya skripsi ini kepada:

- Keluarga tercinta, kedua orang tua Muliansyah dan Noor Asni Wati yang selalu memberikan kasih sayang dan doanya yang tiada akhir. Serta adik-adikku tercinta Neni dan Atmaja yang selalu memberikan dukungan.
- Bapak Aziz Muslim, ST., MT., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
- Bapak Hadi Suyono, ST., MT, Ph.D selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
- Bapak Ir. Purwanto, MT. dan Ibu Dr. Erni Yudaningtyas, ST., MT. selaku dosen pembimbing skripsi yang telah memberikan banyak waktu, keikhlasan, dan kesabaran dalam membimbing.
- Ibu Endah Budi Purnomowati, selaku dosen pembimbing akademik.
- Ratna Ayu Gania Putri, yang tidak pernah lelah mendampingi, mendoakan, dan menyemangati penulis.
- Laboratorium Sistem Kontrol Teknik Elektro Universitas Brawijaya atas segala alat serta sarana dan prasarana yang dimanfaatkan penulis dalam melakukan penelitian.

- Achmad Rochman Putra, ST., Rievqi Alghoffary, ST., Ahmad Doniarsyah Zen, ST., dan Akhmad Salmi Firsyari, ST., yang telah banyak membantu dalam pengerjaan skripsi ini.
- Teman – teman seperjuangan skripsi di lab Sistem Kontrol, Dika, Terry, Akbar, Radit, Zaky, Zidnil, Dimas, Aldy terima kasih atas bantuannya kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
- Keluarga besar lembaga HME, khususnya untuk teman-teman seperjuangan pengurus inti EME 12/13. Temmy, Togar, Dyta, Ayu, Arga, Gopar, Pepie, Ebay. Terima kasih telah berbagi kebahagiaan, pelajaran hidup, serta canda dan tawa yang tidak akan pernah terlupakan.
- Keluarga besar angkatan 2009 “AMPERE”, Ardent, Sean, Diki, Rio, Suryo, Budi, Rafi, Arie, Iksan, Sadam, Pek, Chenny, Sleb, Jatra, Bambang, Rafi, Mbah, Kacank, Gladi, Eky, Lalu Sutrisna, Juang, Lalu Irjan, Adeck, Hari, Suwito, Fredrick, Sambudi, Rizal, Jehan, Zilla, Prilla, Yoshi, Fina, Erer, Rossa, Ayupus, Desinta, Alfi, Jumi, Dista, Lintang, Joga, Pepy, Vanti dan teman-teman 2009 yang tidak bisa saya sebutkan semua. Kesuksesesan kalian yang diiringi penuh canda telah memberiku motivasi untuk tetap menggapai cita – citaku.
- Mas – mas dan mbak – mbak serta adik – adik angkatan yang bersedia berbagi pengalaman.
- Teman-teman tim robot KRI, KRCI, dan KRSI yang telah membantu dalam peminjaman alat serta sarana dan prasarana.
- Semua pihak yang telah memberikan bantuan serta dukungan baik secara langsung maupun tidak langsung atas penyusunan skripsi ini.

Sekiranya Allâh SWT mencatat amalan ikhlas kami dan semua pihak yang turut membantu sehingga skripsi ini terselesaikan. Akhirnya, kami menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna namun semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua. Allâhumma Amîn.

Malang, 25 Maret 2014

Penulis



DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	vii
ABSTRAK	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan	4
1.5 Sistematika Pembahasan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Kontroler	6
2.1.2 Kontroler Proporsional	7
2.1.3 Kontroler Integral	8
2.1.4 Kontroler Differensial	8
2.1.4 Kontroler Proporsional Integral (PI)	9
2.1.4 Kontroler Proporsional Diferensial (PD).....	10
2.1.4 Kontroler Proporsional Integral Differensial (PID).....	10
2.1.1.1 Ziegler-Nichols dan <i>Hand Tuning</i> Kontroler PID.....	11
2.2 Arduino Uno	16
2.3 Motor DC	18
2.4 Modul Pengendali Motor DC EMS 5A <i>H-Bridge</i>	20
2.5 <i>Soil Moisture Sensor</i> YL69/LM393.....	21
2.6 PWM (Pulse Width Modulation).....	25



BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Penentuan Spesifikasi Alat 27

3.2 Perancangan Sistem 27

3.3 Realisasi Pembuatan Sistem 28

 3.3.1 Perangkat Keras 28

 3.3.2 Perangkat Lunak 28

3.4 Pengujian Alat 28

3.5 Pengambilan Kesimpulan dan Saran 29

BAB IV PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

4.1 Perancangan Sistem 30

 4.1.1 Blok Diagram Sistem 30

 4.1.2 Prinsip Kerja Sistem 31

4.2 Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*) 32

 4.2.1 Spesifikasi Alat 32

 4.2.2 *Soil Moisture Sensor* YL69/LM393 33

 4.2.3 Perancangan *Driver* Motor DC 33

 4.2.4 Modul Arduino Uno Rev.3 34

4.3 Perancangan Kontroler PID 36

4.4 Perancangan Perangkat Lunak 42

BAB V PENGUJIAN DAN ANALISIS SISTEM

5.1 Pengujian Driver Motor DC 44

5.2 Pengujian *Soil Moisture Sensor* YL69/LM393 dan Sensor Kecepatan Motor 46

5.3 Pengujian Kecepatan Motor *Direct Current* (DC) 49

5.5 Pengujian Sistem Keseluruhan 51

BAB VI PENUTUP

6.1 Kesimpulan 55



6.2 Saran 55

DAFTAR PUSTAKA 56



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram Blok Kontroler Proporsional	7
Gambar 2.2 Diagram Blok Kontroler Integral	8
Gambar 2.3 Diagram Blok Kontroler Differensial	9
Gambar 2.4 Diagram Blok Kontroler PID	11
Gambar 2.5 Hubungan Fungsi Waktu Antara Sinyal Keluaran dan Sinyal Masukan Kontroler PID	11
Gambar 2.6 Respon Unit Step yang Menunjukkan 25% <i>Maximum</i> <i>Overshoot</i>	12
Gambar 2.7 Respon Plant Terhadap Masukan Berupa Unit Step	12
Gambar 2.8 Kurva Respon yang Berbentuk S	13
Gambar 2.9 Sistem Loop Tertutup dengan Kontroler Proporsional	14
Gambar 2.10 Osilasi Berkesinambungan dengan Periode <i>Pcr</i>	14
Gambar 2.11 Arduino	16
Gambar 2.12 Cara Kerja Motor DC	19
Gambar 2.13 Pengendali motor DC menggunakan EMS 5A <i>H-Bridge</i>	20
Gambar 2.14 Koneksi Modul EMS 5A <i>H-Bridge</i>	21
Gambar 2.15 <i>Soil Moisture Sensor</i> YL69/LM393	22
Gambar 2.16 Sel-sel tanah sebagai konduktor	23
Gambar 2.17 Distribusi arus di dalam tanah melalui konduktor <i>hemisphere</i>	24
Gambar 2.18 Grafik fungsi resistansi terhadap jarak	24
Gambar 2.19 Sinyal PWM Secara Umum	25
Gambar 4.1 Diagram Balok Sistem	30
Gambar 4.2 Rancangan Alat Penyiram	32
Gambar 4.3 Penempatan Sensor	33
Gambar 4.4 Koneksi Modul EMS 5A <i>H-Bridge</i>	34
Gambar 4.5 Modul Rangkaian <i>Driver</i> EMS 5A <i>H-Bridge</i>	34

Gambar 4.6 Desain Sistem Arduino Uno Rev3	35
Gambar 4.7 Modul Arduino Uno.....	35
Gambar 4.8 Respon PID Zygler Nichols	37
Gambar 4.9 Respon Sistem dengan Kp, Ki, dan Kd Berdasarkan Ziegler-Nichols.....	38
Gambar 4.10 Grafik Respon untuk $K_p = 0.1$	39
Gambar 4.11 Grafik Respon untuk $K_p = 2$	40
Gambar 4.12 Grafik Respon untuk $K_p = 10$	41
Gambar 4.13 Grafik Respon untuk $K_p = 10$ dan $K_d = 100$	42
Gambar 4.14 Flowchart Program.....	43
Gambar 5.1 Diagram Blok Pengujian <i>Driver Motor DC</i>	45
Gambar 5.2 Grafik Hubungan Tegangan dengan <i>PWM</i>	46
Gambar 5.3 Diagram Blok Pengujian Sensor.....	47
Gambar 5.4 Grafik Hubungan Perbandingan Nilai Pembacaan Sensor.....	49
Gambar 5.5 Grafik Hubungan <i>PWM</i> dengan Kecepatan Motor.....	50
Gambar 5.6 Diagram Blok Pengujian Keseluruhan Sistem.....	52
Gambar 5.7 Grafik Respon Sistem Keseluruhan	52
Gambar 5.8 Grafik Respon Sistem dengan Sudut Kemiringan 30°	53
Gambar 5.9 Grafik Respon Sistem dengan Sudut Kemiringan 45°	54

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Aturan Penalaan Ziegler-Nichols Berdasarkan Respon Unit Step Dari

Plan 13

Tabel 2.2 Aturan Dasar Ziegler-Nichols Berdasarkan *Critical Gain Kcr* dan *Critical*

Period Pcr 15

Tabel 2.3 Nilai resistivitas beberapa jenis tanah..... 25

Tabel 4.1 Fungsi Pin Arduino Uno Rev3..... 36

Tabel 4.2 Dasar Ziegler-Nichols Berdasarkan *Critical Gain Kcr* dan *Critical*

Period Pcr..... 37

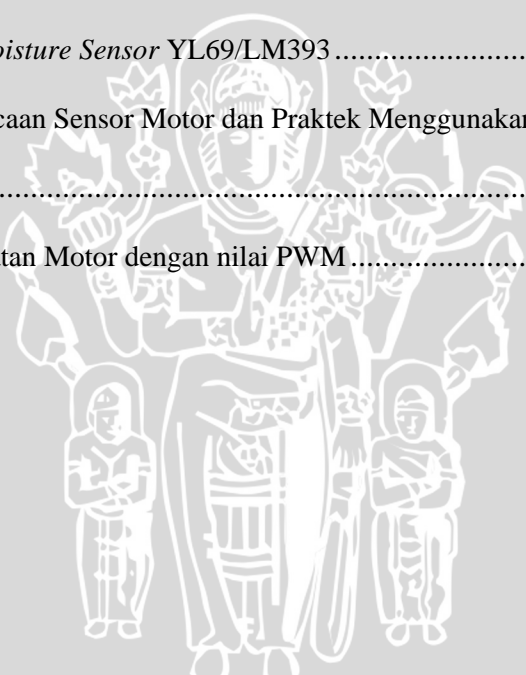
Tabel 5.1 Hasil Pengujian *Driver Motor DC*..... 45

Tabel 5.2 Hasil Pengujian *Soil Moisture Sensor YL69/LM393* 47

Tabel 5.3 Hasil Pengujian Pembacaan Sensor Motor dan Praktek Menggunakan

Tachometer 48

Tabel 5.4 Hasil Pengujian Kecepatan Motor dengan nilai PWM..... 50



ABSTRAK

Ahmad Akhyar, Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Juli 2014, Sistem Pengaturan Kecepatan Motor DC Pada Alat Penyiram Tanaman Menggunakan Kontoler PID, Dosen Pembimbing: Ir. Purwanto, MT., Dr. Ir. Erni Yudaningtyas, MT.

Pengaturan kecepatan pada alat penyiram tanaman menggunakan motor DC menyempurnakan sistem penyiraman yang sudah otomatis tapi *sprinkle* masih diam di tempat. Pada penelitian ini telah dirancang sistem pengaturan kecepatan motor DC pada alat penyiram tanaman menggunakan kontoler PID sehingga alat penyiram bisa bergerak ke tempat dimana tanah itu memiliki kandungan air yang kurang dengan kecepatan yang stabil.

Hasil pengujian terhadap aplikasi kontroler PID dengan menggunakan metode *hand tuning* ini didapatkan nilai $K_p = 10$, $K_i = 0$, dan $K_d = 100$ yang menunjukkan bahwa respons sistem untuk pengaturan kecepatan putaran pada alat penyiram tanaman ini mempunyai *error steady state* pada sensor 1 sebesar 1,14%, sensor 2 sebesar 0,15%, sensor 3 sebesar 0,3%, tidak ada *overshoot*, dan waktu *steady* 0,9 detik. Dan dari hasil penghitungan sudut kemiringan lintasan didapatkan *error* pada sudut 30° sebesar 1,9% serta waktu *steady* 3 detik dan *error* pada sudut 45° sebesar 0,2% serta waktu *steady* 3 detik. Dari pengujian juga didapatkan toleransi kesalahan dibawah 2%.

Kata kunci : Kontroler PID, Alat Penyiram Tanaman, Sistem Pengontrolan Kecepatan.