

## 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 Kemas Abdus Syukur dan Khayati yang selalu memberikan kasih sayang dan doanya yang tiada akhir dan adikku Kemas Dwiky Ari Yanto serta Mbak Putri Mamluatun Najah yang selalu memberikan semangat.
- Mbah Kandeg, pak de kin, mak tum, om yasak, cik dola, cik mina, mas tomi, mas impron, mas andik, mbk nia, mas nanang, mbk wiwin, risma, mbk una, mbk uti serta seluruh keluarga besar atas dukungan dan doanya.
- Bapak M. Aziz Muslim, ST., MT., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
- Bapak Ir. Purwanto, MT., selaku KKDK Teknik Kontrol sekaligus sebagai dosen pembimbing I yang telah banyak memberikan kesempatan, nasehat, pengarahan, motivasi, saran dan masukan yang telah diberikan.
- Bapak Ir. Moch. Rusli, Dipl.-Ing., selaku pembimbing II yang telah memberikan banyak waktu dan ilmunya selama bimbingan.
- Bapak Raden Arief Setyawan, ST., MT., selaku dosen pembimbing akademik yang telah meluangkan waktu dalam memberi bimbingan akademik.
- Bapak Ibu dosen, karyawan, staf recording dan RBTE atas segala bantuan dan kemudahan.
- Mbak Eka selaku laboran Lab. Sistem Kontrol atas segala bantuan dan kemudahannya.
- Keluarga besar Lab. Sistem Kontrol dan seluruh laboratorium di lingkungan teknik elektro atas segala bantuannya.
- Teman-teman psb non akademik, Yoga, Dendy, Rido, Yogi Coy, Dafi terima kasih atas kerjasamanya.

- Keluarga besar kelas E angkatan 2012 terima kasih atas kebersamaannya dan keceriannya.
- Teman-teman kosan, Nopi, Samsul Anam, Iwan, Samsul Rizal, Taqim dan Hardiyan terima kasih telah berbagi kesenangan, pelajaran hidup, serta canda dan tawa.
- Teman main Graha, Budi, Ridwan, Haris, Andhika, Mahes, Danang, Tyo Pur, Yudha, Dito, Dirga, Dwiky, Adi, Zakiul, Falda, Toni, Miko, Hendro, Kholis, Yw, Hilmi, Devis, Agus, Rizki, Nadir, Bintang atas kebersamaannya.
- Teman-teman ngopi gresik jefri, kecap, om David, Tyo, Iqbal, Tantra, Jamal, Sarip, Aba, Ang, samid, Reca, Rofiq, Arsyad, Hudi atas dukungan, doa, kebersamaan, serta keceriannya.
- Bapak Yanto selaku pemilik kos terima kasih atas segala keramahan dan kesabarannya.
- Teman-teman teknik elektro angkatan tahun 2012 serta 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, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna namun semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua. Aamiin

Malang, 01 Agustus 2016

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>PENGANTAR .....</b>	<b>i</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan .....	3
1.5 Sistematika Pembahasan .....	3
<b>BAB II TIJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1 <i>Plant</i> .....	5
2.2 Mikrokontroler Arduino Mega 2560 .....	6
2.2.1 Tegangan Sumber .....	6
2.2.2 Memori .....	6
2.2.3 <i>Input dan Output</i> .....	6
2.2.4 Komunikasi .....	7
2.3 <i>Pulse Width Modulation</i> .....	7
2.4 Kontroler PID (Proporsional Integral Diferensial) .....	8
2.4.1 Kontroler Proporsional (P) .....	9
2.4.2 Kontroler Integral (I) .....	10
2.4.3 Kontroler Diferensial(D) .....	10
2.4.4 Kontroler Proporsional Integral Diferensial (PID).....	11
2.5 Metode <i>Input</i> .....	11
2.5.1 Metode Pertama.....	12
2.6 Kontroler <i>On-off</i> .....	14
2.7 Pompa Air DC .....	14
2.8 <i>Driver</i> EMS 5A H-Bridge.....	15
2.8.1 Keterangan <i>Driver</i> EMS 5A H-Bridge.....	15
2.9 Sensor Tegangan.....	17

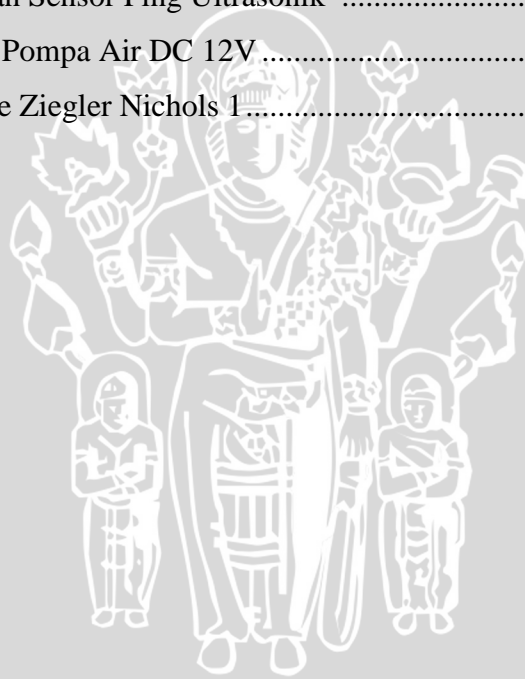




2.10	Sensor Arus.....	18
2.11	Sensor Ping Ultrasonik.....	19
2.11.1	Prinsip Kerja Sensor Ping Ultrasonik.....	20
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>		<b>23</b>
3.1	Kerangka Penelitian.....	23
3.2	Penyusunan Blok Diagram Sistem.....	24
3.3	Pembuatan perangkat Keras.....	25
3.4	Spesifikasi Alat.....	26
3.5	Prinsip Kerja Sistem.....	30
3.6	Pengujian <i>Driver</i> Motor EMS H-Bridge 5A.....	30
3.7	<i>Driver</i> Motor EMS H-Bridge 5A dengan Beban Motor Pompa Air.....	33
3.8	Pengujian Sensor Tegangan.....	35
3.9	Pengujian Sensor Arus.....	37
3.10	Pengujian Sensor Ping Ultrasonik.....	40
3.11	Pengujian Motor Pompa Air DC 12V.....	42
3.12	Mencari <i>Steady State Gain</i> pada <i>Plant</i> .....	44
3.13	Perancangan Parameter PID.....	47
3.14	<i>Flowchart</i> menggunakan Kontroler PID.....	50
3.15	<i>Flowchart</i> menggunakan Kontroler <i>On-off</i> .....	50
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>51</b>
4.1	Pengujian Sistem Dengan Kontroler PID.....	51
4.2	Pengujian Sistem Dengan Kontroler <i>On-off</i> .....	58
4.3	Respon Daya Elektrik Dengan Kontroler PID.....	64
4.4	Respon Daya Elektrik Dengan Kontroler <i>On-off</i> .....	64
<b>BAB V PENUTUP.....</b>		<b>67</b>
5.1	Kesimpulan.....	67
5.2	Saran.....	67
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>69</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>		<b>71</b>

**DAFTAR TABEL**

No.	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Aturan Penalaan <i>Input</i> 1 .....	13
Tabel 2.2	Motor <i>Driver</i> EMS 5A H-Bridge .....	16
Tabel 2.3	Deskripsi Power dan Motor Con Pada Terminal.....	17
Tabel 2.4	Karakteristik Sensor ACS 712 5A.....	19
Tabel 3.1	Hasil Pengujian <i>Driver</i> Motor EMS 5A.....	32
Tabel 3.2	Hasil Pengujian <i>Driver</i> Motor EMS 5A Dengan Beban .....	34
Tabel 3.3	Hasil Pengujian Sensor Tegangan.....	36
Tabel 3.4	Hasil Pengujian Sensor Arus .....	39
Tabel 3.5	Hasil Pengujian Sensor Ping Ultrasonik .....	41
Tabel 3.6	Aturan Motor Pompa Air DC 12V.....	43
Tabel 3.7	Aturan Metode Ziegler Nichols 1.....	46







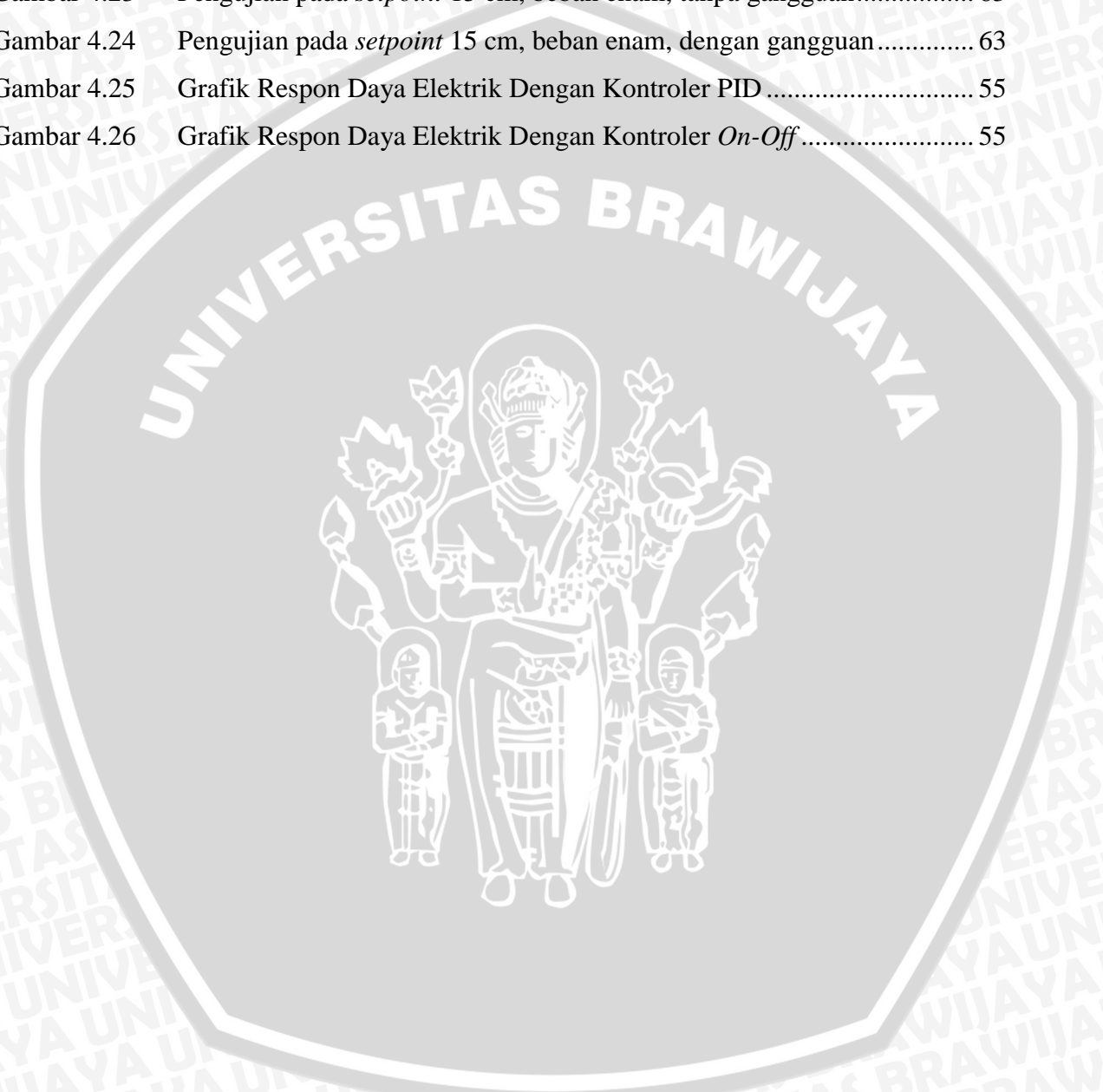
## DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Tandom Air.....	5
Gambar 2.2	Mikrokontroler Arduino Mega 2560 .....	6
Gambar 2.3	Sinyal PWM Secara Umum.....	8
Gambar 2.4	Diagram Blok Kontroler Proporsional.....	9
Gambar 2.5	Diagram Blok Kontroler Integral.....	10
Gambar 2.6	Diagram Blok Kontroler Diferensial .....	10
Gambar 2.7	Diagram Blok Kontroler PID.....	11
Gambar 2.8	Kurva Respon Unit Step .....	12
Gambar 2.9	Respon Plant Terhadap Masukan Unit Step.....	12
Gambar 2.10	Kurva Respon Yang Berbentuk S.....	13
Gambar 2.11	Aksi Kendali <i>On-off</i> .....	14
Gambar 2.12	Pompa Air DC 12V .....	15
Gambar 2.13	Motor <i>Driver</i> EMS 5A H-Bridge .....	15
Gambar 2.14	Rangkaian Ekuivalen .....	17
Gambar 2.15	Sensor Tegangan.....	18
Gambar 2.16	Sensor Arus ACS 712 5A.....	18
Gambar 2.17	Sensor Jarak Ultrasonik Ping.....	19
Gambar 2.18	Diagram Waktu Sensor Ping .....	20
Gambar 2.19	Prinsip Kerja Sensor Ping Ultrasonik .....	20
Gambar 3.1	Kerangka Penelitian.....	23
Gambar 3.2	Blok Diagram Sistem.....	24
Gambar 3.3	Skema pembuatan perangkat keras.....	26
Gambar 3.4	Power Supply Unit.....	26
Gambar 3.5	Mikrokontroler Arduino Mega 2560.....	27
Gambar 3.6	<i>Driver</i> Motor EMS 5A H-Bridge .....	27
Gambar 3.7	Motor Pompa Air DC .....	28
Gambar 3.8	Sensor Ping Ultrasonik .....	28
Gambar 3.9	Sensor Tegangan.....	29
Gambar 3.10	Sensor Arus ACS 712 5A.....	29
Gambar 3.11	Plant berupa Tandon Air.....	29

Gambar 3.12	Pengujian <i>Driver</i> Motor EMS 5A (Perancangan) .....	31
Gambar 3.13	Grafik Perubahan <i>Input</i> Terhadap <i>Output Driver</i> EMS 712 5A .....	32
Gambar 3.14	<i>Driver</i> Motor EMS 712 5A Dengan Beban (Perancangan) .....	34
Gambar 3.15	Grafik Perubahan <i>Input</i> Terhadap <i>Output Driver</i> Dengan Beban .....	35
Gambar 3.16	Hasil Pengujian Sensor Tegangan (Perancangan) .....	36
Gambar 3.17	Grafik Perubahan Tegangan <i>Output</i> Pada Sensor Tegangan .....	37
Gambar 3.18	Hasil Pengujian Sensor Arus (Perancangan).....	38
Gambar 3.19	Skema Modif Sensor Arus .....	38
Gambar 3.20	Grafik Perubahan <i>Output</i> Pada Sensor Arus .....	39
Gambar 3.21	Hasil Pengujian Sensor Ping Ultrasonik (Perancangan) .....	41
Gambar 3.22	Grafik Perubahan <i>Output</i> Sensor Ping Ultrasonik .....	42
Gambar 3.23	Hasil Perubahan <i>Output</i> Terhadap <i>Dutycycle</i> .....	44
Gambar 3.24	Grafik Statis <i>Gain</i> Keadaan Mantap .....	45
Gambar 3.25	Kurva Respon Yang Berbentuk S .....	46
Gambar 3.26	Grafik <i>Open loop</i> Respon PWM 178.5 .....	47
Gambar 3.27	<i>Flowchart</i> Keseluruhan Sistem Dengan Kontroler PID.....	50
Gambar 3.28	<i>Flowchart</i> Keseluruhan Sistem Dengan Kontroler <i>On-off</i> .....	50
Gambar 4.1	Pengujian pada <i>setpoint</i> 15 cm, beban satu, tanpa gangguan.....	51
Gambar 4.2	Pengujian pada <i>setpoint</i> 15 cm, beban satu, dengan gangguan.....	52
Gambar 4.3	Pengujian pada <i>setpoint</i> 15 cm, beban dua, tanpa gangguan .....	52
Gambar 4.4	Pengujian pada <i>setpoint</i> 15 cm, beban dua, dengan gangguan .....	53
Gambar 4.5	Pengujian pada <i>setpoint</i> 15 cm, beban tiga, tanpa gangguan .....	53
Gambar 4.6	Pengujian pada <i>setpoint</i> 15 cm, beban tiga, dengan gangguan .....	54
Gambar 4.7	Pengujian pada <i>setpoint</i> 15 cm, beban empat, tanpa gangguan .....	54
Gambar 4.8	Pengujian pada <i>setpoint</i> 15 cm, beban empat, dengan gangguan .....	55
Gambar 4.9	Pengujian pada <i>setpoint</i> 15 cm, beban lima, tanpa gangguan .....	55
Gambar 4.10	Pengujian pada <i>setpoint</i> 15 cm, beban lima, dengan gangguan .....	56
Gambar 4.11	Pengujian pada <i>setpoint</i> 15 cm, beban enam, tanpa gangguan .....	56
Gambar 4.12	Pengujian pada <i>setpoint</i> 15 cm, beban enam, dengan gangguan.....	57
Gambar 4.13	Pengujian pada <i>setpoint</i> 15 cm, beban satu, tanpa gangguan.....	58
Gambar 4.14	Pengujian pada <i>setpoint</i> 15 cm, beban satu, dengan gangguan.....	58
Gambar 4.15	Pengujian pada <i>setpoint</i> 15 cm, beban dua, tanpa gangguan .....	59
Gambar 4.16	Pengujian pada <i>setpoint</i> 15 cm, beban dua, dengan gangguan .....	59
Gambar 4.17	Pengujian pada <i>setpoint</i> 15 cm, beban tiga, tanpa gangguan .....	60



Gambar 4.18	Pengujian pada <i>setpoint</i> 15 cm, beban tiga, dengan gangguan.....	60
Gambar 4.19	Pengujian pada <i>setpoint</i> 15 cm, beban empat, tanpa gangguan.....	61
Gambar 4.20	Pengujian pada <i>setpoint</i> 15 cm, beban empat, dengan gangguan.....	61
Gambar 4.21	Pengujian pada <i>setpoint</i> 15 cm, beban lima, tanpa gangguan .....	62
Gambar 4.22	Pengujian pada <i>setpoint</i> 15 cm, beban lima, dengan gangguan .....	62
Gambar 4.23	Pengujian pada <i>setpoint</i> 15 cm, beban enam, tanpa gangguan.....	63
Gambar 4.24	Pengujian pada <i>setpoint</i> 15 cm, beban enam, dengan gangguan.....	63
Gambar 4.25	Grafik Respon Daya Elektrik Dengan Kontroler PID .....	55
Gambar 4.26	Grafik Respon Daya Elektrik Dengan Kontroler <i>On-Off</i> .....	55





## DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul	Halaman
Lampiran 1	Foto Alat .....	71
Lampiran 2	<i>Listing Program</i> .....	77
Lampiran 3	Komponen <i>Datasheet</i> .....	83

