

Pengantar

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Tak lepas shalawat serta salam tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW selaku suri tauladan bagi yang mengharapkan rahmat dan hidayah-Nya.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan serta dorongan dari berbagai pihak. Pada kesempatan yang baik ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada:

- Orang tua penulis, Bapak Jaelani dan Ibu Ayi Setiawati yang telah merawat, memberikan kasih sayang, membesarkan, membimbing, dan mendoakan kelancaran penulis hingga terselesaikannya skripsi ini.
- Kakak penulis Almr. Marya Alifa Muharami, Alkautsar dan Annisa Tri Safarina yang selalu saling membantu dan memberi semangat kepada penulis.
- Adik penulis Iksan Kurnia Ghazali, Nurul Baity dan Nazmi Alfarabi yang selalu saling membantu dan memberi semangat kepada penulis.
- Bapak M. Aziz Muslim, ST., MT., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya atas segala nasehat yang telah diberikan.
- Bapak Hadi Suyono, ST., MT., Ph.D selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
- Bapak M. Ali Mustofa, ST., MT. selaku Ketua Prodi Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya atas segala nasehat yang telah diberikan.
- Bapak Ir. Purwanto, MT. selaku KKDK Teknik Kontrol Jurusan Teknik Elektro UB atas segala ilmu, bimbingan, nasehat, gagasan, ide, saran, motivasi, dan bantuan yang telah diberikan.
- Ibu Ir. Retnowati, MT. selaku Dosen Pembimbing 1 atas segala ilmu, bimbingan, nasehat, gagasan, ide, saran, motivasi, dan bantuan yang telah diberikan.
- Bapak Goegoes Dwi Nusantoro, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing 2 atas segala ilmu, bimbingan, nasehat, gagasan, ide, saran, motivasi, dan bantuan yang telah diberikan.
- Bapak Ibu Dosen, karyawan, staf recording dan RBTE atas segala bantuan dan kemudahan.



- Sahabat OGEP dan sahabat SMAN 1 Bekasi: Ardi, Salman, Widiyanto, Montad, Reno, Emil, Ryan, Brian, James, Yananto, Iman, Sabu dkk yang selama ini juga selalu menghibur dan memberi support kepada penulis.
- Sahabat Merpati Putih: Bang Fuad, Mas Andre, Mas Adin, Mas Novan, Mas Fajar, Pak Agus, Mas Yonk, Mas Wikha, Mba Ayu, Mba Fia, Mba Gita, Mba Fifien dan seterusnya yang tidak bisa saya sebutkan satu-satu atas bantuan semangatnya.
- Sahabat RisTIE : Sam Fikrie, Sam Lalu, Sam Pram, Sam Sean, Amiril, Bayu, Deo, Tempei, Nizar, Rohman, Reno, Bagus, Lalu, Priyo, Rahman, Randy, Riza, Ridha, Risto, Else dkk atas semangat dan bantuannya.
- Keluarga di Malang: Ibu Siti Darmawansyah, Om Toni, Tante Magda, Mbah Wikha, dan kelarga yang lainnya yang memberi support kepada penulis.
- Rekan seperjuangan: Sofyan Anung, Wikha, Dieny, Nicky, Nanda, Nadya, Mas Woro, Melisa, Afif, Wilis, Sahry, dkk yang membatu selama perkuliahan.
- Seluruh Keluarga Besar Ampere '09, yang selalu memberi pengalaman-pengalaman, saran-saran dan dukungan-dukungan yang membangun selama perkuliahan dan pengerjaan skripsi.
- Seluruh Keluarga Besar Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya, serta semua pihak yang tidak mungkin untuk dicantumkan namanya satu per satu, terima kasih banyak atas bantuan dan dukungannya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini belum sempurna karena keterbatasan ilmu dan kendala yang terjadi selama pengerjaan skripsi. Oleh karena itu, penulis terbuka terhadap kritik dan saran untuk penyempurnaan tulisan di masa yang akan datang. Penulis juga berharap tulisan ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Malang, Agustus 2016

Penulis



DAFTAR ISI

PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	2
1.5 Sistematika Pembahasan	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Sistem Pengendalian	5
2.2. Sistem Orde Satu.....	7
2.3. Logika <i>Fuzzy</i>	8
2.3.1. Struktur Dasar Kontrol Logika <i>Fuzzy</i>	9
2.3.2. Fungsi Keanggotaan	9
2.3.3. Kontrol Logika <i>Fuzzy</i>	11
2.3.3.1. <i>Fuzzyfikasi</i>	11
2.3.3.2. Kaidah Aturan Fuzzy (<i>Fuzzy Rule</i>).....	12
2.3.3.3. Metode Inferensi MAX-MIN.....	12
2.3.3.4. Metode <i>Defuzzifikasi Center Of Gravity (COG)</i>	13
2.4. Pemanas Air	14
2.5. Sistem Termal	15
2.6. Transformasi Laplace	17
BAB III PERANCANGAN SIMULASI SISTEM	19
3.1. Perancangan <i>Plant System</i>	19



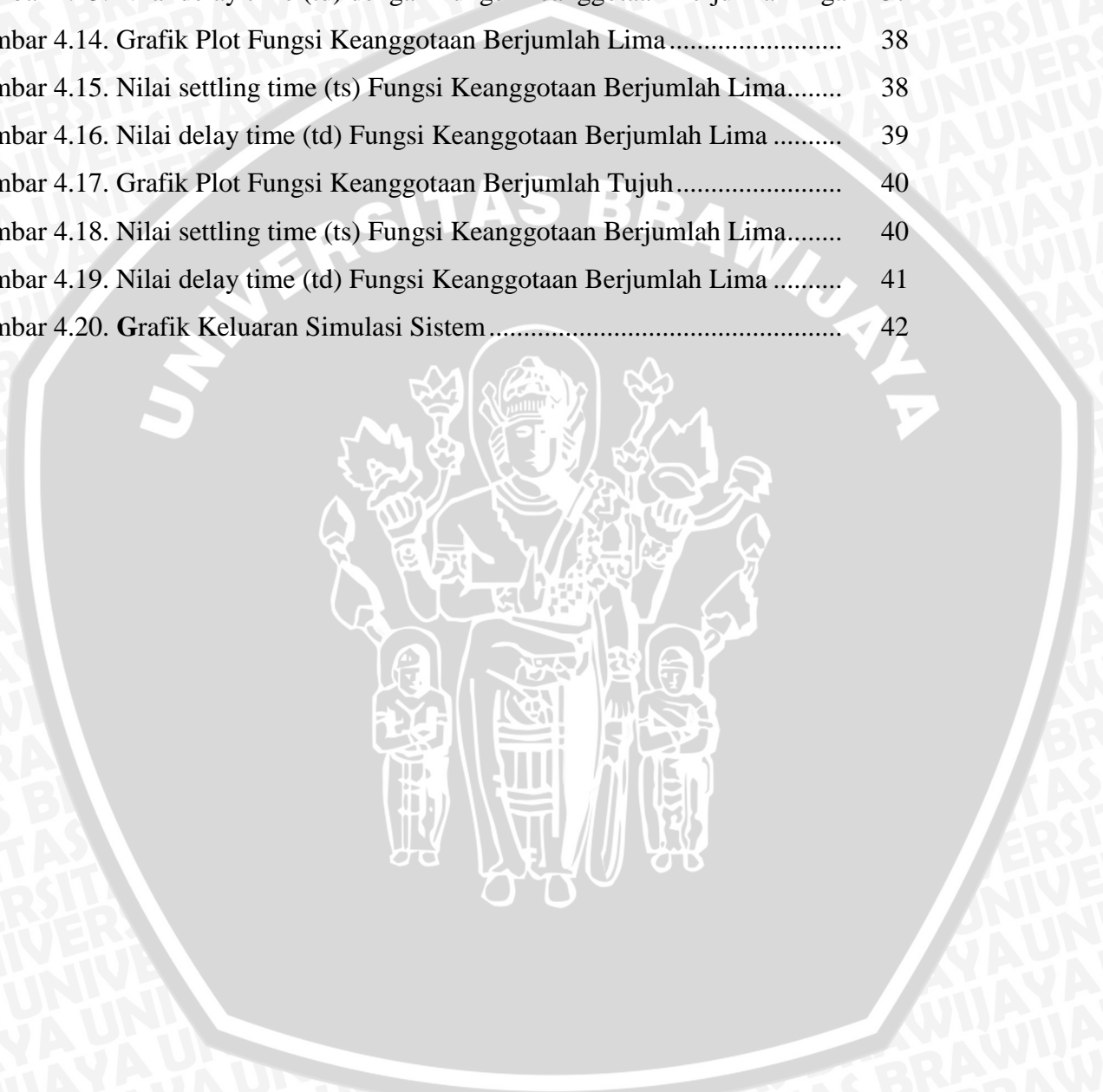
3.2. Pemodelan Sistem	19
3.3. Blok Diagram	22
3.4. Simulasi Sistem	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1. Perancangan Kontroler Logika Fuzzy (KLF)	27
4.1.1. Variabel Masukan dan Keluaran	28
4.2. Fungsi Keanggotaan Berjumlah Tiga	28
4.2.1. Menentukan Aturan <i>Fuzzy</i>	29
4.3. Fungsi Keanggotaan Berjumlah Lima	30
4.3.1. Menentukan Aturan <i>Fuzzy</i>	32
4.4. Fungsi Keanggotaan Berjumlah Tujuh	33
4.4.1. Menentukan Aturan <i>Fuzzy</i>	34
4.5. Analisis Respon	35
4.5.1. Analisi Respon Sistem dengan Fungsi Keanggotaan Berjumlah Tiga ...	35
4.5.2. Analisis Respon Sistem dengan Fungsi Keanggotaan Berjumlah Lima.	37
4.5.3. Analisis Respon Sistem dengan Fungsi Keanggotaan Berjumlah Tujuh	39
4.6. Membandingkan Hasil Respon Sistem	41
BAB V PENUTUP	43
5.1 Kesimpulan	43
5.2 Saran	43
DAFTAR PUSTAKA	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Blok Diagram Sistem <i>Loop</i> Terbuka	6
Gambar 2.2. Blok Diagram <i>Loop</i> Tertutup.....	6
Gambar 2.3. Block Diagram Sistem Orde Satu.....	7
Gambar 2.4. Kurva Respon Keluaran Sistem Orde Satu.....	8
Gambar 2.5. Pengendali <i>Fuzzy</i>	9
Gambar 2.6. Fungsi Kenggotaan Bentuk Triangular	10
Gambar 2.7. Fungsi Kenggotaan Bentuk Triapesium	11
Gambar 2.8. Inferensi <i>Fuzzy</i> dengan Metoden MAX-MIN.....	13
Gambar 2.9. Pemanas Air Listrik dengan Penampung.....	15
Gambar 3.1. Sistem Tabung Pemanas Air	19
Gambar 3.2. Blok Diagram Sistem	22
Gambar 3.3. Blok Simulasi Simulink Sistem	22
Gambar 3.4. <i>Function Block Parameter: Step</i>	23
Gambar 3.5. <i>Function Block Parameters: Sum</i>	23
Gambar 3.6. <i>Function Block Parameters: Integer Delay</i>	24
Gambar 3.7. <i>Function block parameter: mux</i>	24
Gambar 3.8. <i>Function Block Parameter: Fuzzy Logic Controller</i>	25
Gambar 3.9. <i>Function Block Parameter: Plant</i>	25
Gambar 3.10. <i>Simulation Stop Time</i>	26
Gambar 4.1. Integrasi <i>Fuzzy</i> dengan Suhu	27
Gambar 4.2. FIS Editor dengan Fungsi Keanggotaan Berjumlah Tiga.....	28
Gambar 4.3. Fungsi Keanggotaan Masukan Error dan Delta Error Berjumlah Tiga	29
Gambar 4.4. Fungsi Kenggotaan Keluaran Berjumlah Tiga	29
Gambar 4.5. FIS Editor dengan Fungsi Keanggotaan Berjumlah Lima	31
Gambar 4.6. Fungsi Keanggotaan Masukan <i>Error</i> dan <i>Delta Error</i> Berjumlah Lima	31
Gambar 4.7. Fungsi Keanggotaan Keluaran Berjumlah Lima	32
Gambar 4.8. FIS Editor dengan Fungsi Keanggotaan Berjumlah Tujuh.....	33



Gambar 4.9. Fungsi Keanggotaan Masukan <i>Error</i> dan <i>Delta Error</i> Berjumlah Tujuh	34
Gambar 4.10. Fungsi Keanggotaan Keluaran Berjumlah Tujuh	34
Gambar 4.11. Grafik Plot dengan Fungsi Keanggotaan Berjumlah Tiga	36
Gambar 4.12. Nilai settling time (ts) Fungsi Keanggotaan Berjumlah Tiga.....	36
Gambar 4.13. Nilai delay time (td) dengan Fungsi Keanggotaan Berjumlah Tiga	37
Gambar 4.14. Grafik Plot Fungsi Keanggotaan Berjumlah Lima.....	38
Gambar 4.15. Nilai settling time (ts) Fungsi Keanggotaan Berjumlah Lima.....	38
Gambar 4.16. Nilai delay time (td) Fungsi Keanggotaan Berjumlah Lima	39
Gambar 4.17. Grafik Plot Fungsi Keanggotaan Berjumlah Tujuh.....	40
Gambar 4.18. Nilai settling time (ts) Fungsi Keanggotaan Berjumlah Lima.....	40
Gambar 4.19. Nilai delay time (td) Fungsi Keanggotaan Berjumlah Lima	41
Gambar 4.20. Grafik Keluaran Simulasi Sistem.....	42



DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Aturan Fuzzy pada Fungsi Keanggotaan Berjumlah Tiga	30
Tabel 4.2. Aturan Fuzzy pada Fungsi Keanggotaan Berjumlah Lima	32
Tabel 4.3. Aturan Fuzzy pada Fungsi Keanggotaan Berjumlah Tujuh	35
Tabel 4.4. Karakteristik Sistem Hasil Pengujian	42



RINGKASAN

Averus Zulfikar Akbar, Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Agustus 2016, Perancangan Fungsi Keanggotaan Fuzzy pada Pengendalian Suhu Tabung



Pemanas Air dengan Menggunakan Simulink. Dosen Pembimbing Ir. Retnowati, M.T. dan Goegoes Dwi Nusantoro, S.T., M.T.

Pengendalian suhu pada tabung pemanas air dilakukan dengan tujuan perancangan fungsi keanggotaan fuzzy pada pengendalian suhu tabung pemanas air dengan menggunakan Simulink. Dengan membandingkan jumlah fungsi keanggotaan fuzzy yang digunakan akan mendapatkan respon sistem.

Berdasarkan perancangan pemodelan sistem tabung pemanas air didapat nilai fungsi alih yaitu $\frac{\theta_{out}}{\theta_{in}} = \frac{1}{27.45s+1}$. Parameter sistem pemanas air memiliki tabung berkapasitas 10 liter dengan tinggi 65cm. untuk nilai set point yang diinginkan sebesar 40° C.

Pada penelitian ini hasil dari data pengujian didapat nilai karakteristik dari sistem orde satu. Untuk nilai dari fungsi keanggotaan yang berjumlah tiga didapat nilai *settling time* (ts) sebesar 57.5167 detik, *delay time* sebesar 14.0308 detik dan *Error Steady State* mencapai 10.625% melebihi nilai keluarannya. Untuk nilai dari fungsi keanggotaan yang berjumlah lima didapat nilai *settling time* (ts) sebesar 52.5699 detik, *delay time* sebesar 14.1253 detik dan *Error Steady State* mencapai 3.75% melebihi nilai keluarannya. Untuk nilai dari fungsi keanggotaan yang berjumlah tujuh didapat nilai *settling time* (ts) sebesar 36.4909 detik, *delay time* sebesar 14.1253detik dan *Error Steady State* mencapai 2.5% melebihi nilai keluarannya.

Kata Kunci: Fuzzy, Suhu, Tabung pemanas air

SUMMARY

Averus Zulfikar Akbar, Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Brawijaya University, August 2016, **Fuzzy Membership Function Design on Tube Temperature Control Water Heater by Using Simulink**. Supervisor: Ir. Retnowati, M.T. and Goegoes Dwi Nusantoro, S.T., M.T.

Controlling the temperature on the water heater tubes is done with the aim of designing fuzzy membership function on temperature control water heater tubes by using Simulink. By comparing the number of fuzzy membership functions that used to be a systems response.

Based on modeling design system of water heating tubes obtained value of the transfer function is $\frac{\theta_{out}}{\theta_{in}} = \frac{1}{27.45s+1}$. Parameter tube water heating system has a capacity of 10 liters with a height of 65cm. to the desired set point value of 40 ° C.

In this study the results of the test data obtained parameter value of the order system. For the value of the membership function of three values obtained settling time (ts) of 57.5167 seconds, the delay time of 14.0308 seconds and Error Steady State reached 10 625% exceeds the value of the output. For the value of the membership function values obtained from five settling time (ts) of 52.5699 seconds, the delay time of 14.1253 seconds and Error Steady State reached 3.75% exceeds the value of the output. For the value of the membership function of seven values obtained settling time (ts) of 36.4909 seconds, the delay time of 14.1253detik and Error Steady State reached 2.5% exceeds the value of the output.

Keyword: Temperature, Fuzzy, Tube water heater