



**SISTEM PENGATURAN KONTROL OTOMATIS KECEPATAN
EXHAUST FAN UNTUK MEMBUANG GAS POLUTAN PADA PROSES
PENGOLAHAN *ROASTING* KOPI MENGGUNAKAN *FUZZY***

SKRIPSI

Oleh

Gerry Alfiansyah

NIM 111910201110

PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK ELEKTRO

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS JEMBER

2014



**SISTEM PENGATURAN KONTROL OTOMATIS
KECEPATAN *EXHAUST FAN* UNTUK MEMBUANG GAS
POLUTAN PADA PROSES PENGOLAHAN *ROASTING KOPI*
MENGUNAKAN *FUZZY***

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Elektro (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

GERRY ALFIANSYAH

NIM 111910201110

PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK ELEKTRO

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS JEMBER

2014

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT, yang telah memberikan limpahan rahmat dan nikmat yang sangat luar biasa kepada penulis, dan tidak lupa juga sholawat serta salam kepada Nabi Besar Muhammad SAW yang telah menunjukkan jalan terang sehingga membawa kita semua menuju peradaban manusia yang lebih baik. Skripsi ini merupakan karya yang tidak akan terlupakan bagiku yang berisikan harapan dan manfaat untuk kehidupan manusia menuju kehidupan yang lebih baik. Oleh karena, karya ini ingin saya persembahkan untuk:

1. Allah SWT, karena perlindungan, pertolongan dan ridho-Nya penulis mampu menyelesaikan proyek akhir ini serta hambanya yang termulia Nabi Besar Muhammad SAW;
2. Kedua orang tuaku, Ayahanda Gatot Sujanto dan Ibunda Eka Rachmawati, Adikku Gea Rizky Auliansyah terima kasih dukungan dan doa restunya hingga selesainya studi ku;
3. Para kerabat dan sanak keluarga, dan semua keluargaku yang telah memberikan dukungan, doa dan motivasi buatku;
4. Dosen pembimbing skripsiku, Bapak Widjonarko, Amd., S.T., M.T. selaku DPU dan Bapak Sumardi, S.T., M.T. selaku DPA yang telah meluangkan waktu dan pikirannya serta perhatiannya guna memberikan bimbingan dan pengarahan demi terselesaikannya skripsi ini;
5. Dosen penguji 1, Bapak Bambang Supeno, S.T., M.T. dan Dosen penguji 2, Bapak Satriyo Budi Utomo S.T., M.T. yang telah meluangkan banyak waktu, pikiran dan perhatiannya guna memberikan pengarahan demi terselesaikannya penulisan skripsi ini;
6. Semua Dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember yang telah membimbing dan memberikan ilmu. Penulis sampaikan banyak terima kasih atas semua ilmu, didikan dan pengalaman yang sangat berarti;
7. Seseorang yang special dan yang tersayang, Putri Friskayanti, S.Kom. terima kasih atas semuanya, yang memberikan dorongan serta semangat buatku;

8. Saudara-saudara penghuni Lab Jarkom, Lab Instalasi, Lab Robotika, dan teman-teman seperjuangan Purranggi, Yogi Tri, Hari Bogang, Riki Setian, Zeni Putra, Marsandi Parto, Brian, Jarwo, Abdul Hamid, Gama, Budi, Tyok Forgotten dan adik-adik angkatan terima kasih atas rasa kekeluargaan, dukungan dan kebaikan yang mungkin tidak bisa aku membalas semuanya;
9. Teman-teman elektro yang telah berjuang bersama-sama di almamater tercinta, kehidupan bersama kalian adalah kehidupan yang tidak akan pernah terlupakan. Aku bahagia sekaligus bangga menjadi bagian dari kalian semua;
10. Semua pihak yang telah membantu dalam kelancaran penyelesaian skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.
11. Untuk “Mbah Teknik Patrang” terima kasih sudah merelakan malamnya dan menemani dalam pengerjaan skripsi saya dari awal sampai akhir, sehingga skripsi saya berjalan lancar.

MOTTO

“Cukuplah Allah menjadi penolong kami
dan Allah adalah sebaik-baik Pelindung”.

(Ali Imraan ayat 173)

“Banyak kegagalan dalam hidup ini dikarenakan orang-orang tidak menyadari
betapa dekatnya mereka dengan keberhasilan saat mereka menyerah”.

(Thomas Alva Edison)

“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah
selesai (dari sesuatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) lain.
Dan hanya kepada Tuhan-mulah hendaknya kamu berharap”.

(Q.S. Alam Nasyrah ayat 6-8)

“Life does not forgive weakness”

(Gerry Alfiansyah)

*“We are so blinded by technology
that we often fail to see all the adventure and fun in life”*

(Adolf Hitler)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Gerry Alfiansyah

NIM : 111910201110

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “**Sistem Pengaturan Kontrol Otomatis Kecepatan *Exhaust Fan* Untuk Membuang Gas Polutan Pada Proses Pengolahan *Roasting Kopi* Menggunakan Fuzzy**” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 30 Mei 2014

Yang menyatakan,

SKRIPSI

**SISTEM PENGATURAN KONTROL OTOMATIS KECEPATAN
EXHAUST FAN UNTUK MEMBUANG GAS POLUTAN PADA PROSES
PENGOLAHAN *ROASTING KOPI* MENGGUNAKAN *FUZZY***

Oleh

Gerry Alfiansyah

NIM 111910201110

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Widjonarko, Amd., S.T., M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Sumardi, S.T., M.T.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Sistem Pengaturan Kontrol Otomatis Kecepatan *Exhaust Fan* Untuk Membuang Gas Polutan Pada Proses Pengolahan *Roasting* Kopi Menggunakan Fuzzy” telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal : Jumat, 30 Mei 2014

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji:

Pembimbing Utama,

Pembimbing Anggota,

Widjonarko, A.Md., S.T., M.T.

NIP. 19710908 199903 1 001

Sumardi, S.T., M.T.

NIP. 19670113 199802 1 001

Penguji I,

Penguji II,

Bambang Supeno, S.T., M.T.

NIP. 19690630 199512 1 001

Satryo Budi Utomo, S.T., M.T.

NIP. 19850126 200801 1 002

Mengesahkan
Dekan,
Fakultas Teknik

Ir. Widyono Hadi, M.T.

NIP 19610414 198902 1 001

Sistem Pengaturan Kontrol Otomatis Kecepatan Exhaust Fan Untuk Membuang Gas Polutan Pada Proses Pengolahan Roasting Kopi Menggunakan Fuzzy

Gerry Alfiansyah

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember

ABSTRAK

Pada proses *roasting* kopi menimbulkan efek positif dan juga efek negatif. Efek positif dari proses ini, kopi akan menghasilkan perubahan dari cita rasa dan aroma pada biji kopi. Dan efek negatif yang ditimbulkan saat proses *roasting* ini adanya gas polusi yang berupa karbon monoksida (CO) yang sangat merugikan manusia pada saat proses *roasting* yang berlangsung di dalam suatu ruangan. Pada penelitian ini akan dibahas bagaimana kecepatan *exhaust fan* tersebut berjalan otomatis dengan mendeteksi kadar gas karbon monoksida dengan menggunakan sensor MQ-7. Oleh sebab itu, dalam penelitian ini penulis melakukan perancangan, dan menganalisis sistem untuk mengatasi secara dini keracunan gas karbon monoksida pada saat *roasting* kopi berlangsung. Asap karbon monoksida yang diterima memiliki konsentrasi 0-50 ppm dengan kondisi asap aman dalam ruangan sehingga *exhaust fan* berputar dengan kecepatan pelan, dan masuk dalam kategori baik untuk kesehatan. Asap karbon monoksida yang memiliki konsentrasi 51-100 ppm dengan kondisi ruangan sedikit asap sehingga *exhaust fan* berputar dengan kecepatan sedang, dan masuk dalam kategori hati-hati pada kesehatan. Asap karbon monoksida yang diterima memiliki konsentrasi 101-200 ppm dengan kondisi asap dalam ruangan tersebut sudah banyak terkandung asap karbon monoksida sehingga *exhaust fan* berputar dengan kecepatan cepat, dan masuk dalam kategori tidak sehat pada kesehatan. Pengambilan data dilakukan dengan cara kalibrasi nilai sensor MQ-7 menggunakan gas analyser, dan memiliki nilai error persen sebesar 0,019% dengan selisih dengan gas analyser sebanyak 2 ppm. Dan nilai error persen rata-rata pada sensor LM35 dengan suhu pada termometer adalah 1,31% sehingga nilai kalibrasi yang dilakukan pada sensor suhu akurat.

Kata kunci : *Roasting, MQ-7, Exhaust Fan, Karbon Monoksida.*

*Automatic Control System Of Setting Speed Of Exhaust Fan To Get Rid Of Gas
Pollutants In Roasting Coffee Processing Using Fuzzy*

Gerry Alfiansyah

Major of Electrical Engineering , University Of Jember

ABSTRACT

The process of roasting coffee raises the effect of positive and negative effects as well. The positive effects of this process, the coffee will result in a change of taste and aroma of the coffee beans. And the effects of negative inflicted during the process of roasting this is the presence of the gas pollution that in the form of carbon monoxide (CO) which is very harmful man at the time of the process of roasting which was held in a room. This research will be discussed on how to speed the exhaust fan runs automatically by detecting carbon monoxide gas levels by using sensor MQ-7. Therefore, in this study the author doing design, and analyzing the system to cope with the early carbon monoxide gas poisoning during the roasting of coffee lasts. Smoke carbon monoxide concentration has received 0-50 ppm with a smoke condition safe in the room so that the exhaust fan rotates at the speed of slow, and belongs to the category is good for health. Smoke carbon monoxide which has a concentration of 51-100 ppm with the condition of the room was a little smoke so that the exhaust fan rotates with a medium speed, and belongs to the category of caution on health. Smoke carbon monoxide concentrations had received 101-200 ppm with a smoke condition in the room already contained a lot of carbon monoxide fumes so that exhaust fan rotates with a fast pace, and not fall into the category of unhealthy on health. Retrieval data done by means of sensors kalibrasi value mq-7 use gas analyser, and having value error percent of 0,019 % to within with gas analyser around 2 ppm. And the value of average percent error in sensor LM35 temperature on the thermometer is 1.31% so that the calibration values made on accurate temperature sensor.

Keywords: *Roasting, MQ-7, Exhaust Fan, Carbon Monoxide.*

RINGKASAN

Sistem Pengaturan Kontrol Otomatis Kecepatan *Exhaust Fan* Untuk Membuang Gas Polutan Pada Proses Pengolahan *Roasting* Kopi Menggunakan Fuzzy; Gerry Alfiansyah, 111910201110; 2014: 64 halaman; Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Kopi merupakan salah satu hasil komoditi perkebunan yang memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi di antara tanaman perkebunan lainnya dan berperan penting sebagai sumber devisa negara. Kopi yang tergolong dalam marga *coffea* memiliki lebih dari 70 spesies. Beberapa spesies yang dikembangkan di Indonesia antara lain kopi arabika, robusta, toraja, toraja kalosi, sumatra mandheling dan kopi luwak. Kopi hijau, kopi *roasted* dan minuman kopi merupakan campuran beberapa ratus bahan kimia yang sangat kompleks, dimana keseluruhannya berlangsung secara alami dan dipengaruhi oleh proses *roasting*. *Roasting* merupakan proses penggorengan biji kopi yang tergantung pada waktu dan suhu yang ditandai dengan perubahan kimiawi yang signifikan. Terjadi kehilangan berat kering terutama gas CO₂ dan produk pirolisis volatil lainnya. Pada proses *roasting* menimbulkan efek positif dan juga efek negatif. Efek positif dari proses ini, kopi akan menghasilkan perubahan dari cita rasa dan aroma pada kopi. Dan terdapat juga efek negatif dari proses *roasting*, proses ini menimbulkan gas polusi udara yang sangat merugikan manusia ataupun bagi lingkungan sekitar pada saat proses *roasting* berlangsung, dikarenakan proses *roasting* kopi ini dilakukan pembakaran kopi atau tersebut berada di dalam suatu ruangan. Udara polutan ini mengandung racun yang berbahaya bagi kesehatan manusia, terutama gas karbon monoksida (CO). Dimana gas karbon monoksida (CO) ini merupakan salah satu sebab utama keracunan yang paling umum bagi kesehatan manusia. Dan untuk mengurangi pemborosan energi diperlukan suatu sistem kontrol secara otomatis untuk menaikkan, menurunkan atau mematikan dari kecepatan dari *exhaust fan* pada saat kondisi udara pada ruangan bersih tidak tercemar oleh gas polutan dengan udara kotor yang tercemar oleh gas polutan. Pada penelitian ini akan dibahas bagaimana cara kecepatan *exhaust fan* tersebut berjalan otomatis. Menetralkan keadaan ruangan agar tidak banyak tercemar kandungan karbon monoksida. Apabila sensor asap mendeteksi kadar asap dari hasil pembakaran kopi yang terkandung dalam asap memiliki konsentrasi lebih dari 100 ppm maka keadaan PWM pada putaran *exhaust fan* 1 dan *exhaust fan* 2 akan bekerja dengan kecepatan putaran sedang, dan *exhaust fan* 3 bekerja untuk membantu

menstabilkan keadaan asap pada ruangan apabila konsentrasi asap telah mencapai 100 ppm. Dan setelah kadar gas hasil pembakaran berkurang hingga menunjukkan konsentrasi dibawah nilai 50 ppm, dan temperatur suhu ruangan menunjukkan 35°C, maka keadaan *exhaust fan 1* dan *exhaust fan 2* berputar dengan kecepatan putaran pelan untuk menghisap udara dan *exhaust fan 3* akan berhenti untuk bekerja apabila konsentrasi dari kandungan CO telah mencapai 50 ppm. Pada proses *roasting* ini, *heater* akan mulai bekerja pada saat kondisi dari nilai konsentrasi pada asap karbon monoksida (CO) pada ruangan tersebut menunjukkan konsentrasi dibawah nilai 25 ppm, dan *heater* akan berhenti bekerja untuk melakukan proses *roasting* kopi pada saat nilai konsentrasi pada karbon monoksida sebesar 100 ppm. Pengambilan data dilakukan dengan cara kalibrasi nilai sensor MQ-7 menggunakan gas analyser, dan memiliki nilai error persen sebesar 0,019% dengan selisih dengan gas analyser sebanyak 2 ppm. Dan nilai error persen rata-rata pada sensor LM35 dengan suhu pada termometer adalah 1,31% sehingga nilai kalibrasi yang dilakukan pada sensor suhu akurat.

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT. atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul ” Sistem Pengaturan Kontrol Otomatis Kecepatan *Exhaust Fan* Untuk Membuang Gas Polutan Pada Proses Pengolahan *Roasting* Kopi Menggunakan Fuzzy”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan program studi strata satu S1 pada Jurusan Teknik Elektronika Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Widjonarko, Amd., S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Sumardi, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
2. Sumardi, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
3. Ayahnda, Ibunda, Kakak dan Keluarga yang mendukung, memotivasi, mendoakan, dan selalu memberikan bantuan moral dan materi untuk penulis agar dapat sukses menyelesaikan skripsi ini;
4. Teman spesial yang selalu mendoakan dan menyemangati Putri Friskayanti, S.Kom.;
5. Teman yang memeberikan dukungan Reyza Dimas dan Nur Rendra (Rere);
6. Semua pihak yang telah membantu dalam kelancaran penyelesaian skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, 30 Mei 2014

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBING	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
RINGKASAN	x
PRAKATA	xii
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GRAFIK.....	xviii
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan dan Manfaat	3
1.4.1 Tujuan	3
1.4.2 Manfaat	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Sistematika Penulisan	4

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Industri Kopi	5
2.1.1 Struktur Industri Kopi Dalam Negeri	5
2.1.2 Dampak Lingkungan Dari Industri Kopi	11
2.2 Karbon Monoksida.....	12
2.3 AVR Microcontroller ATmega 16	16
2.4 Sensor MQ7	19
2.5 Sensor LM35	22
2.6 PWM (<i>Pulse Width Modulation</i>)	23
2.7 Fuzzy Logic	25
2.7.1 Sistem Logika Fuzzy	26
2.7.2 Himpunan Fuzzy dan Fungsi Keanggotaan	26
2.7.3 Teori Operasi Himpunan	27
2.7.4 Fungsi Keanggotaan (<i>Membership Function</i>)	28
2.7.5 Aturan Fuzzy Jika-Maka (<i>If-Then Rules</i>)	29
2.7.6 Defuzzyfikasi	30

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Tempat Dan Waktu Penelitian	32
3.2 Tahapan Perancangan	32
3.2.1 Studi Literatur	32
3.2.2 Pengumpulan Alat Serta Bahan	32
3.2.3 Perancangan Alat	33
3.2.4 Pengujian Alat	33
3.2.5 Analisa sistem	33

3.2.6 Pengambilan Kesimpulan Dan Saran.....	33
3.3 Diagram Blok dan Skema Desain Perangkat Keras	33
3.3.1 Diagram Blok Sistem	34
3.4 Alat dan Bahan	35
3.4.1 Perencanaan dan Pembuatan Rangkaian Sensor Suhu	35
3.4.2 Perencanaan dan Pembuatan Rangkaian Mikrokontroler	36
3.4.3 Perencanaan dan Pembuatan Rangkaian LCD	37
3.5 Pembuatan Perangkat Lunak	38
3.5.1 Perencanaan dan Pembuatan Program ADC	39
3.5.2 Perencanaan dan Pembuatan Program Fuzzy	40
3.5.3 Perencanaan dan Pembuatan Fuzzyfikasi	40
3.5.4 Perencanaan dan Pembuatan Fuzzy Rule	42
3.5.5 <i>Defuzzyfikasi</i>	43
3.5 Tahapan Perancangan.....	28
3.3.1 Studi Literatur	28
3.3.2 Perancangan Alat	28
3.3.3 Pengujian dan Analisis Sistem.....	28
3.3.4 Pembahasan.....	29
3.3.5 Pengambilan Kesimpulan dan Saran.....	29

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengukuran	44
4.2 Pengujian Perangkat Keras	44
4.2.1 Pengujian Rangkaian Sistem Minimum ATmega16	45
4.2.2 Pengujian Rangkaian LCD 16x2	45

4.2.3 Pengujian Sensor Suhu LM35	46
4.2.4 Pengambilan Data Suhu Alat Dengan Termometer	48
4.2.5 Pengujian Sensor MQ-7	50
4.2.6 Pengujian PWM	52
4.2.7 Pengujian Rangkaian <i>Relay</i>	53
4.2.8 Pengambilan Data Fuzzy	54
4.3 Pengujian Keseluruhan Sistem.....	59
 BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	61
5.2 Saran	62
 DAFTAR PUSTAKA	
63	
 LAMPIRAN	
65	

DAFTAR GAMBAR

2.1	Bagan tahap-tahap proses produksi kopi	6
2.2	Blok Diagram Arsitektur ATmega16	17
2.3	Pin-pin ATmega16 kemasan 40-pin	18
2.4	Struktur dan konfigurasi sensor MQ-7	20
2.5	Rangkaian sensor MQ-7	20
2.7	Bentuk Fisik LM35	23
2.8	<i>Sinyal PWM</i>	24
2.9	<i>Fungsi keanggotaan Fuzzy</i>	25
2.10	Tipe MF dengan nilai linguistik	27
2.11	Contoh empat macam parameter MF	29
3.1	Rancangan Hardware	33
3.2	Blok Diagram Sistem	34
3.3	Skematik rangkaian Sensor Suhu LM35	36
3.4	Minimum System ATMega16	37
3.5	Rangkaian LCD char 16x2	38
3.6	Flow chart perancangan perangkat lunak	38
3.7	Flowchart dari Logika <i>Fuzzy</i> pada Perangkat Lunak	40
3.8	<i>Membership Function</i> dari <i>crisp input</i> asap	41
3.9	<i>Membership Function</i> dari <i>crisp input</i> suhu	41
3.10	<i>Membership Function</i> dari <i>crisp output</i>	42
4.1	Rangkaian Pengujian Minimum Sistem Mikrokontroller	45
4.2	Tampilan LCD	46

4.3	Blok Diagram Pengujian Rangkaian Sensor Suhu	47
4.5	Grafik Perbandingan Suhu Yang Dibaca Oleh Sensor dengan Termometer	49
4.6	Grafik Data Asap <i>Gas Analyser</i> Terhadap Asap Sensor MQ7	51
4.7	Output Membership Function	59
4.6	Grafik Data Hasil Pengujian Keseluruhan	60

DAFTAR TABEL

2.1 Pengaruh Kadar CO Dalam Darah Terhadap Kondisi Tubuh	13
2.2 Angka dan Kategori Indeks Standart Pencemar Udara (ISPU)	14
2.3 Pedoman Teknis Perhitungan Dan Pelaporan Serta Informasi Indeks Standar Pencemar Udara	14
2.4 Tabel Karakteristik Sensitivitas Sensor	21
3.1 <i>Rule Base</i>	43
4.1 Pengujian Sistem Minimum Mikrokontroler ATmega16	46
4.2 Hasil Pengujian Sensor Suhu LM35	47
4.3 Perbandingan Suhu Yang Dibaca Sensor Dengan Termometer	48
4.4 Hasil Pengujian Sensor Asap MQ-7 Sebelum Kalibrasi	50
4.5 Hasil Pengujian Sensor Asap MQ-7 Setelah Kalibrasi	51
4.6 Bentuk Output Gelombang Pulsa	52
4.7 Pengujian Rangkaian <i>Relay</i>	53
4.8 Data Hasil Pengujian Keseluruhan	59

DAFTAR GRAFIK

2.6	Grafik karakteristik sensitivitas sensor MQ-7	21
4.4	Data Suhu Terhadap Tegangan	48
4.5	Grafik Perbandingan Suhu Yang Dibaca Oleh Sensor dengan Termometer.....	50
4.6	Grafik Data Asap <i>Gas Analyser</i> Terhadap Asap Sensor MQ7	51
4.7	Grafik Data Hasil Pengujian Keseluruhan	60

