



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN .....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL.....	xv
INTISARI.....	xvi
ABSTRACT .....	xvii
BAB I LATAR BELAKANG.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.1.1 Perumusan Masalah .....	6
1.1.2 Keaslian Penelitian .....	6
1.1.3 Faedah Penelitian .....	7
1.2 Tujuan Penelitian .....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Tinjauan Pustaka .....	8
2.2 Landasan Teori .....	9



2.2.1 Gelombang Mikro .....	9
2.2.2 Pemanasan Gelombang Mikro .....	11
2.2.3 Pengeringan Menggunakan Gelombang Mikro .....	12
2.2.4 Magnetron .....	15
2.2.5 Sakelar Daya Semikonduktor.....	19
2.2.6 TRIAC ( <i>TRI</i> ode for <i>Al</i> ternating <i>C</i> urrent)) .....	19
2.2.7 Pengenalan Logika Fuzzy .....	21
2.2.8 Dari Himpunan Konvensional/Klasik ke Himpunan Logika Fuzzy .....	28
2.2.9 Sistem logika konvensional dan fungsi keanggotaanya.....	29
2.2.10 Fungsi keanggotaan dalam logika fuzzy .....	31
2.2.11 Peubah Linguistik dan Aturan JIKA-MAKA Logika Fuzzy .....	39
2.2.12 Interpretasi atau Penalaran Aturan JIKA-MAKA Logika Fuzzy.....	40
2.2.13 Aturan Dasar Fuzzy dan Mesin Inferensi Logika Fuzzy .....	42
2.2.14 Pengaburan ( <i>Fuzzification</i> ) dan Penegasan ( <i>Defuzzification</i> ).....	45
2.2.15 Aplikasi Logika Fuzzy .....	60
2.2.16 Detektor Inframerah.....	67
2.2.17 Sensor Suhu Thermopile.....	68
2.2.18 Port USB (Universal Serial Bus).....	70
2.2.19 Universal Serial Bus Interfice(USB – Interface) 1208LS.....	78
2.3 Hipotesa.....	88
BAB III METODE PENELITIAN.....	89
3.1 Bahan Penelitian.....	89



3.2 Alat Penelitian.....	89
3.2.1 Perangkat keras yang meliputi .....	89
3.2.2 Perangkat lunak yang meliputi .....	90
3.3 Jalan Penelitian.....	90
3.3.1 Mendefinisikan model masukan dan keluaran sistem.....	92
3.3.2 Dekomposisi variabel model menjadi himpunan fuzzy.....	93
3.3.3. Pembuatan aturan fuzzy .....	103
3.3.4 Penentuan metode inferensi .....	111
3.3.5 Penentuan metode penegasan.....	112
3.3.6 Diagram alir sistem kendali berdasarkan logika fuzzy .....	116
3.3.7 Perancangan Program Pengendali Daya Magnetron.....	119
3.4 Kesulitan – kesulitan .....	122
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>124</b>
4.1 Hasil Penelitian .....	124
4.1.1 pengujian pemanas magnetron.....	124
4.1.2 Pengujian sensor thermopile .....	124
4.1.3 Pengujian pemanas gelombang mikro dikendalikan dengan komputer	131
4.1.6 Program Kalibrasi Modul USB 1208LS .....	132
4.1.7 Program Interface Modul USB 1208LS.....	132
4.2 Pembahasan dan Analisis.....	133
4.2.1 Hasil simulasi program kendali fuzzy .....	133



4.2.2 Pembahasan hasil simulasi dan analisis logika fuzzy .....	137
4.2.3 Analisis sistem .....	147
4.2.4 Porsen Duty Cycle.....	152
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>159</b>
5.1 KESIMPULAN.....	159
5.2 SARAN .....	160
DAFTAR PUSTAKA .....	161
LAMPIRAN .....	163



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Perbandingan overshoot kendali PID dengan kendali <i>Fuzzy</i> .....	4
Gambar 2.1 Kurva tipikal kandungan kelembaban versus waktu pengeringan.....	9
Gambar 2.2 Bidang frekuensi gelombang mikro pada spektrum elektromagnetik.....	10
Gambar 2.3 Koefisien transfer panas radiatif sebagai fungsi suhu.....	14
Gambar 2.4 Struktur dasar magnetron.....	16
Gambar 2.5 Lintasan dan pergerakan elektron di tabung magnetron.....	17
Gambar 2.6 Tipe anoda magnetron dan struktur resonans.....	17
Gambar 2.7 Diagram melintang rongga resonansi magnetron.....	18
Gambar 2.8 Salah satu contoh magnetron.....	18
Gambar 2.9 TRIAC (a) Rangkaian ekuivalen, (b) Simbol.....	20
Gambar 2.10 Dasar Pengaturan Daya dengan TRIAC.....	21
Gambar 2.11 Fungsi keanggotaan untuk "panas", sumbu horisontal mewakili temperatur udara dan sumbu vertikal mewakili nilai fungsi keanggotaan "panas" .....	24
Gambar 2.12 Fungsi keanggotaan untuk "cepat", sumbu horisontal mewakili putaran kipas dan sumbu vertikal mewakili nilai fungsi keanggotaan "cepat".	24
Gambar 2.13 Konfigurasi dasar sistem fuzzy murni.....	26
Gambar 2.14 Konfigurasi dasar sistem fuzzy TSK.....	26
Gambar 2.15 Konfigurasi dasar sistem fuzzy dengan pengaburan dan penegasan.	27
Gambar 2.16 Logika konvensional ( <i>crisp</i> ).....	30
Gambar 2.17 Kurva Segitiga.....	31
Gambar 2.18 Kurva Trapesium.....	32
Gambar 2.19 Kurva Bahu.....	33
Gambar 2.20 Kurva-S Pertumbuhan.....	34
Gambar 2.21 Kurva-S Penyusutan.....	34
Gambar 2.22 karakteristik fungsi kurva-S.....	35
Gambar 2.23 Fungsi keanggotaan lonceng umum.....	36
Gambar 2.24 Fungsi keanggotaan temperatur udara.....	46



<b>Gambar 2.25</b>	<b>Keluaran kecepatan kipas terhadap derajat keanggotaan yang diperoleh</b>	<b>53</b>
<b>Gambar 2.26</b>	<b>Representasi grafis untuk penegas tipe titik berat</b>	<b>55</b>
<b>Gambar 2.27</b>	<b>Representasi grafis penegasan rerata pusat</b>	<b>56</b>
<b>Gambar 2.28</b>	<b>Penentuan nilai tengah</b>	<b>57</b>
<b>Gambar 2.29</b>	<b>Representasi grafis penegasan maksimum</b>	<b>59</b>
<b>Gambar 2.30</b>	<b>Langkah-langkah logika fuzzy</b>	<b>61</b>
<b>Gambar 2.31</b>	<b>Tipikal Sistem Kendali Dengan Logika Fuzzy</b>	<b>61</b>
<b>Gambar 2.32</b>	<b>Struktur Dasar Sistem Kendali Dengan Logika Fuzzy</b>	<b>62</b>
<b>Gambar 2.33</b>	<b>Aplikasi logika fuzzy pada sistem kendaki umpan balik</b>	<b>63</b>
<b>Gambar 2.34</b>	<b>sistem Kontrol kalang tertutup dengan FLC</b>	<b>64</b>
<b>Gambar 2.35</b>	<b>Tanggapan undak sistem</b>	<b>64</b>
<b>Gambar 2.36</b>	<b>Konektor USB (tipe A dan tipe B)</b>	<b>72</b>
<b>Gambar 2.37</b>	<b>Pin Out USB</b>	<b>72</b>
<b>Gambar 2.38</b>	<b>USB tipe 1208LS</b>	<b>78</b>
<b>Gambar 2.39</b>	<b>Diagram Blok USB 1208LS</b>	<b>79</b>
<b>Gambar 2.40</b>	<b>Nomor pin terminal USB 1208LS</b>	<b>82</b>
<b>Gambar 2.41</b>	<b>Tegangan diferensial ( Tegangan mode bersama 0V)</b>	<b>85</b>
<b>Gambar 2.42</b>	<b>Tegangan diferensial ( Tegangan mode bersama 11V)</b>	<b>85</b>
<b>Gambar 2.43</b>	<b>Hubungan digital Port A0 mendeteksi kondisi saklar</b>	<b>86</b>
<b>Gambar 2.44</b>	<b>Skema menunjukkan saklar terdeteksi oleh kanal digital port A0</b>	<b>86</b>
<b>Gambar 2.45</b>	<b>Program Interface Instacal</b>	<b>87</b>
<b>Gambar 3.1</b>	<b>Proses pengendalian temperatur</b>	<b>91</b>
<b>Gambar 3.2</b>	<b>Fungsi keanggotaan <i>error</i> dan <i>d_error</i></b>	<b>93</b>



Gambar 3.3 Fungsi keanggotaan Delta_temperatur (u).....	94
Gambar 3.4 Fungsi keanggotaan <i>error</i> dan <i>D_error</i> ternormalisasi.....	96
Gambar 3.5 Fungsi keanggotaan Delta_temperatur(u) ternormalisasi.....	99
Gambar 3.6 Proses Fuzzyfikasi <i>err(t)</i> dan <i>d_err(t)</i> .....	111
Gambar 3.7 Proses Inferensi MAX-MIN .....	113
Gambar 3.8. Diagram alir dari program kendali fuzzy untuk temperatur.....	117
Gambar 3.9 Tampilan program Kalibrasi Magnetron.....	120
Gambar 3.10 Tampilan program Kalibrasi suhu.....	121
Gambar 4.1 Grafik regresi temperatur dengan ADC 12 bit.....	129
Gambar4.2 Masukan dari program pengendali temperatur (temperatur awal=35.5906°C. <i>Setpoint</i> = 100°C, waktu pemanasan =3 menit).....	134
Gambar 4.3 Masukan dan keluaran dari program pengendali temperatur menit ke-1 .....	135
Gambar 4.4 Masukan dan keluaran dari program pengendali temperatur menit ke-2 .....	136
Gambar 4.5 tabel hasil pengendalian temperatur (temperatur awal=35,5906 °C , <i>setpoint</i> = 100 °C, pada menit ke-1 dari waktu pemanasan=3 menit)	136
Gambar4.6 Grafik hasil pengendalian temperatur (temperatur awal=35,5906 °C. <i>Setpoint</i> = 100°C, pada menit ke-2 dari waktu pemanasan = 3 menit).....	137
Gambar 4.7 Fungsi keanggotaan masukan <i>error</i> dan <i>delta error</i> ternormalisasi dengan batas himpunan keanggotaan yang berbeda.....	148
Gambar4.8 Tabel hasil pengendalian temperatur (temperatur awal=58,7912°C. <i>Setpoint</i> = 100°C, pada menit ke-2 dari waktu pemanasan = 3 menit ).... .....	148



Gambar 4.9 Grafik kendali dengan fungsi keanggotaan yang berbeda (temperatur awal=58,7912°C. *Setpoint* =100°C, pada menit ke-2 dari waktu pemanasan = 3 menit) .....149

Gambar 4.10 *Duty Cycle* ..... 152

Gambar 4.11 Diagram alir pengendali daya magnetron..... 153

Gambar 4.12 Fungsi keanggotaan d\_ temperatur u terhadap nilai *duty cycle*..... 157



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel kebenaran untuk $p \rightarrow q$ .....	42
Tabel 2.2 Tabel kebenaran operator Zadeh 'AND' .....	50
Tabel 2.3 Tabel kebenaran operator Zadeh 'OR' .....	51
Tabel 2.4 Kecepatan kipas (fungsi keanggotaan anggota relatif).....	52
Tabel 2.5 Perbandingan di antara ketiga tipe penegasan berkenaan dengan kriterianya.....	60
Tabel 2.6 Aturan kendali fuzzy dengan <i>term sets</i> (N,Z,P).....	65
Tabel 2.7 Aturan kendali fuzzy dengan <i>therm sets</i> (PB,NM,NS,ZE,PS,PM,PB).....	66
Tabel 2.8 Matrik kendali Fuzzy.....	67
Tabel 2.9 pin out USB.....	73
Tabel 2.10. Tingkat Kecerahan LED.....	81
Tabel 3.1 Normalisasi dari pengkuantisasian himpunan semesta fuzzy untuk variabel <i>error</i> dan <i>delta_error</i> .....	94
Tabel 3.2 Normalisasi dari pengkuantisasian himpunan semesta fuzzy untuk variabel delta temperatur(u).....	98
Tabel 3.3 Tabel hubungan antara <i>error</i> , <i>delta error</i> dan delta temperatur(u).....	106
Tabel 4.1 Rata-rata temperatur dan ADC.....	125
Tabel 4.2 Konversi tegangan analog menjadi tegangan digital (ADC).....	130
Tabel 4.3 Segmentasi fungsi keanggotaan d_temperatur terhadap <i>duty cycle</i> . .....	155