

**DAFTAR GAMBAR**

Gambar 2. 1 Tingkat perubahan warna biji kopi yang telah disangrai..... 19

Gambar 2. 2 Bagan roda rasa untuk pencicip kopi ..... 22

Gambar 2. 3 Proses *coffee cupping* ..... 23

Gambar 2. 4 Single Junction Thermocouple ..... 25

Gambar 2. 5 Grafik Respon Suhu Thermocouple..... 26

Gambar 2. 6 Modul Thermocouple dan IC AD595 ..... 26

Gambar 2. 7 Arsitektur mikroprosesor keluarga AVR..... 27

Gambar 2. 8 Peta memori AVR..... 29

Gambar 2. 9 Arsitektur ATmega328 ..... 29

Gambar 2. 10 Konfigurasi Pin ATmega328..... 30

Gambar 2. 11 Diagram pewaktuan untuk mode CTC ..... 33

Gambar 2. 12 Diagram pewaktuan untuk mode fast PWM..... 34

Gambar 2. 13 Diagram Blok LCD LMB162A ..... 36

Gambar 2. 14 Konfigurasi internal IRF540N ..... 38

Gambar 2. 15 Prinsip Kerja Motor DC ..... 39

Gambar 2. 16 Motor DC..... 39

Gambar 2. 17 Diagram Solid State Relay (SSR) ..... 44

Gambar 2. 18 Sistem Kontrol ..... 44

Gambar 2. 19 Spesifikasi Tanggapan Transien ..... 45

Gambar 4. 1 Diagram Blok Sistem Penyangrai Biji Kopi Otomatis..... 54

Gambar 4. 2 rangkaian pengontrol kecepatan motor DC ..... 57

Gambar 4. 3 Thermocouple jenis K dan IC AD595..... 59

Gambar 4. 4 Hubungan dasar IC AD595 untuk operasi dengan satu catu daya..... 60

Gambar 4. 5 Rangkaian Schematic IC AD595 ..... 61

Gambar 4. 6 Sirkuit IC AD595 dan peletaknya ..... 62

Gambar 4. 7 Penempatan *thermocouple* pada alat ..... 62

Gambar 4. 8 Rangkaian Mikrokontroler ATmega328 ..... 63

Gambar 4. 9 Rangkaian LCD..... 65

Gambar 4. 10 Rangkaian *Pull-up Button*..... 66

Gambar 4. 11 Rangkaian keseluruhan sistem..... 67

Gambar 4. 12 Diagram blok kontrol proporsional ..... 68

Gambar 4. 13 Diagram blok kontrol integral.....	68
Gambar 4. 14 Diagram blok kontrol derivative .....	69
Gambar 4. 15 Diagram blok kontrol PID .....	69
Gambar 4. 16 Diagram alir program utama.....	75
Gambar 4. 17 Diagram alir fungsi button.....	76
Gambar 4. 18 Diagram Alir Program Pada Fase 0.....	77
Gambar 4. 19 Diagram Alir untuk setiap fase .....	79
Gambar 4. 20 Diagram alir program perhitungan PID.....	83
Gambar 4. 21 Diagram alir Program perhitungan PID dengan <i>Time Sampling</i> konstan	84
Gambar 4. 22 Diagram alir program control On/Off <i>heater</i> .....	85
Gambar 4. 23 Diagram alir proses penampil parameter roasting ke LCD display .....	86
Gambar 4. 24 Tampilan parameter roasting pada LCD display .....	86
Gambar 4. 25 Diagram alir program fase pendinginan .....	87
Gambar 5. 1 Diagram blok pengujian sensor suhu <i>thermocouple</i> .....	89
Gambar 5. 2 Diagram alir program pengujian sensor suhu <i>thermocouple</i> .....	89
Gambar 5. 3 Perbandingan <i>thermocouple</i> dengan <i>thermometer</i> digital.....	90
Gambar 5. 4 Perbandingan nilai suhu <i>thermocouple</i> dengan modul PT-100 .....	91
Gambar 5. 5 Diagram Blok Pengujian LCD.....	93
Gambar 5. 6 Tampilan dari hasil pengujian LCD.....	93
Gambar 5. 7 Rangkaian pengujian <i>speed control driver</i> .....	95
Gambar 5. 8 Diagram alir rangkaian pengujian penyulutan TRIAC .....	95
Gambar 5. 9 Keluaran PWM 10% .....	96
Gambar 5. 10 Bit I/O 10%.....	96
Gambar 5. 11 Keluaran PWM 20% .....	96
Gambar 5. 12 Bit I/O 20%.....	96
Gambar 5. 13 Keluaran PWM 30% .....	96
Gambar 5. 14 Bit I/O 30%.....	96
Gambar 5. 15 Keluaran PWM 40% .....	97
Gambar 5. 16 Bit I/O 40%.....	97
Gambar 5. 17 Keluaran PWM 50% .....	97
Gambar 5. 18 Bit I/O 50%.....	97
Gambar 5. 19 Keluaran PWM 60% .....	97
Gambar 5. 20 Bit I/O 60%.....	97
Gambar 5. 21 Keluaran PWM 70% .....	98

Gambar 5. 22 Bit I/O 70%.....	98
Gambar 5. 23 Keluaran PWM 80% .....	98
Gambar 5. 24 Bit I/O 80%.....	98
Gambar 5. 25 Keluaran PWM 90% .....	98
Gambar 5. 26 Bit I/O 90%.....	98
Gambar 5. 27 Keluaran PWM 100%.....	99
Gambar 5. 28 Bit I/O 100%.....	99
Gambar 5. 29 Proses pengujian parameter PID .....	101
Gambar 5. 30 Rangkaian – rangkaian yang digunakan dalam proses pengujian PID ..	102
Gambar 5. 31 Diagram alir proses pengujian sistem kontrol PID .....	102
Gambar 5. 32 Grafik INPUT terhadap SETPOINT Pengujian ke - 1 .....	103
Gambar 5. 33 Grafik OUTPUT Pengujian ke - 1 .....	103
Gambar 5. 34 Grafik INPUT terhadap SETPOINT Pengujian ke - 2 .....	104
Gambar 5. 35 Grafik OUTPUT Pengujian ke - 2 .....	104
Gambar 5. 36 Grafik INPUT terhadap SETPOINT Pengujian ke - 3 .....	105
Gambar 5. 37 Grafik OUTPUT Pengujian ke - 3 .....	105
Gambar 5. 38 Grafik INPUT terhadap SETPOINT Pengujian ke - 4 .....	106
Gambar 5. 39 Grafik OUTPUT Pengujian ke - 4 .....	106
Gambar 5. 40 Grafik INPUT terhadap SETPOINT Pengujian ke - 5 .....	107
Gambar 5. 41 Grafik OUTPUT Pengujian ke - 5 .....	107
Gambar 5. 42 Grafik INPUT terhadap SETPOINT Pengujian ke - 6 .....	108
Gambar 5. 43 Grafik OUTPUT Pengujian ke - 6 .....	108
Gambar 5. 44 Grafik INPUT terhadap SETPOINT Pengujian ke - 7 .....	109
Gambar 5. 45 Grafik OUTPUT Pengujian ke - 7 .....	109
Gambar 5. 46 Grafik INPUT terhadap SETPOINT Pengujian ke - 8 .....	110
Gambar 5. 47 Grafik OUTPUT Pengujian ke - 8 .....	110
Gambar 5. 48 Grafik INPUT terhadap SETPOINT Pengujian ke - 9 .....	111
Gambar 5. 49 Grafik OUTPUT Pengujian ke - 9 .....	111
Gambar 5. 50 Grafik INPUT terhadap SETPOINT Pengujian ke - 10 .....	112
Gambar 5. 51 Grafik OUTPUT Pengujian ke - 10.....	112
Gambar 5. 52 Grafik INPUT terhadap SETPOINT Pengujian ke - 11 .....	113
Gambar 5. 53 Grafik OUTPUT Pengujian ke - 11.....	113
Gambar 5. 54 Grafik INPUT terhadap SETPOINT Pengujian ke - 12 .....	114
Gambar 5. 55 Grafik OUTPUT Pengujian ke - 12.....	114

Gambar 5. 56 Grafik INPUT terhadap SETPOINT Pengujian ke - 13 .....	115
Gambar 5. 57 Grafik OUTPUT Pengujian ke - 13.....	115
Gambar 5. 58 Grafik INPUT terhadap SETPOINT Pengujian ke - 14 .....	116
Gambar 5. 59 Grafik OUTPUT Pengujian ke - 14.....	116
Gambar 5. 60 Grafik INPUT terhadap SETPOINT Pengujian ke - 15 .....	117
Gambar 5. 61Grafik OUTPUT Pengujian ke - 15 .....	117
Gambar 5. 62 Blok Diagram pengujian keseluruhan sistem .....	121
Gambar 5. 63 Tampilan LCD ketika sistem <i>start-up</i> .....	122
Gambar 5. 64 Tampilan LCD setelah tombol <i>start</i> ditekan untuk kali pertama.....	122
Gambar 5. 65 Tampilan GUI .....	123
Gambar 5. 66 Proses aktifnya GUI ( <i>Graphical User Interface</i> ).....	123
Gambar 5. 67 Perubahan Tampilan LCD ketika menuju fase 0 .....	124
Gambar 5. 68 Grafik respon Suhu terhadap setpoint pada fase 0 .....	124
Gambar 5. 69 <i>Flavor wheel</i> .....	125
Gambar 5. 70 Perubahan warna <i>greenbean</i> akibat fase <i>yellowing</i> .....	126
Gambar 5. 71 Perubahan LCD display dari fase 0 ke fase 1 .....	126
Gambar 5. 72 Grafik respon suhu terhadap setpoint pada fase 1.....	126
Gambar 5. 73 Fase <i>steam</i> pada proses coffee roasting.....	127
Gambar 5. 74 Gambar perubahan LCD display dari fase 1 ke fase 2 .....	127
Gambar 5. 75 Grafik respon suhu terhadap setpoint pada fase 2.....	128
Gambar 5. 76 Fase <i>light brown stage</i> pada proses coffee roasting.....	128
Gambar 5. 77 Gambar perubahan LCD display dari fase 2 ke fase 3 .....	129
Gambar 5. 78 Grafik respon suhu terhadap setpoint pada fase 3.....	129
Gambar 5. 79 Fase <i>brown stage</i> pada proses coffee roasting .....	130
Gambar 5. 80 Gambar perubahan LCD display dari fase 3 ke fase 4 .....	130
Gambar 5. 81 Grafik respon suhu terhadap setpoint pada fase 4.....	131
Gambar 5. 82 Fase <i>first crack</i> pada proses <i>coffee roasting</i> .....	131
Gambar 5. 83 Gambar perubahan LCD display dari fase 4 ke fase <i>cooling</i> .....	132
Gambar 5. 84 Grafik respon suhu terhadap <i>setpoint</i> pada fase <i>cooling</i> .....	132
Gambar 5. 85 Gambar perubahan LCD display dari fase 4 ke fase <i>cooling</i> .....	133
Gambar 5. 86 Proses pengamatan terhadap warna kopi hasil penyangraian.....	137
Gambar 5. 87 Proses mencium aroma <i>fragrance</i> kering.....	138
Gambar 5. 88 Penyeduhan air panas menggunakan teko dari bahan khusus .....	138
Gambar 5. 89 Proses mencium bagian belakang sendok untuk mencium bau protein .	139

Gambar 5. 90 Proses *slurping*.....139  
Gambar 5. 91 Proses evaluasi terakhir .....140  
Gambar 5. 92 Contoh pengisian form SCAA *cupping test* .....141

