

## DAFTAR ISI

|                                                               |      |
|---------------------------------------------------------------|------|
| ABSTRAKSI .....                                               | vi   |
| KATA PENGANTAR .....                                          | vii  |
| DAFTAR ISI .....                                              | ix   |
| DAFTAR TABEL .....                                            | xiv  |
| DAFTAR GAMBAR .....                                           | xv   |
| DAFTAR LAMPIRAN .....                                         | xvii |
| BAB I PENDAHULUAN                                             |      |
| 1.1. Latar Belakang .....                                     | 1    |
| 1.2. Perumusan Masalah .....                                  | 2    |
| 1.3. Pembatasan Masalah .....                                 | 2    |
| 1.4. Tujuan .....                                             | 3    |
| 1.5. Kontribusi .....                                         | 3    |
| 1.6. Sistematika Penulisan .....                              | 3    |
| BAB II LANDASAN TEORI                                         |      |
| 2.1. Ampas Tahu .....                                         | 6    |
| 2.2. Motor Listrik 3 Fase .....                               | 6    |
| 2.2.1. Struktur Motor 3 Fase .....                            | 7    |
| 2.2.2. Pengendalian Motor 3 Fase Dengan Dua Arah Putaran..... | 9    |
| 2.3. <i>Inverter VF-S11</i> .....                             | 9    |
| 2.3.1. Koneksi .....                                          | 10   |
| 2.3.2. Mode Operasi <i>Inverter</i> .....                     | 10   |
| A. Mode <i>Source</i> .....                                   | 10   |

|                                                            |    |
|------------------------------------------------------------|----|
| B. Mode Sink.....                                          | 11 |
| C. Mode PLC .....                                          | 11 |
| 2.3.3. Parameter <i>Inverter VF-S11</i> .....              | 12 |
| 1. CNOD.....                                               | 12 |
| 2. FNOD .....                                              | 13 |
| 3. SR1-SR7.....                                            | 13 |
| 4. F287-F294 .....                                         | 13 |
| 2.4. <i>Microcontroller ATmega16</i> .....                 | 15 |
| 2.4.1. Konfigurasi Pin .....                               | 16 |
| 2.4.2. Konfigurasi <i>Input dan Output</i> Port.....       | 18 |
| A. Fungsi Khusus Port A .....                              | 19 |
| B. Fungsi Khusus Port B.....                               | 20 |
| C. Fungsi Khusus Port C.....                               | 22 |
| D. Fungsi Khusus Port D .....                              | 23 |
| 2.4.3. <i>Reset</i> .....                                  | 24 |
| 2.5. LCD ( <i>Liquid Crystal Display</i> ) .....           | 26 |
| 2.6. Sensor Temperatur LM35 .....                          | 28 |
| <br>BAB III METODE PENELITIAN                              |    |
| 3.1. Perancangan Perangkat Keras ( <i>Hardware</i> ) ..... | 32 |
| 3.1.1. <i>Heater</i> .....                                 | 33 |
| 3.1.2. Sensor Temperatur LM35 .....                        | 34 |
| 3.1.3. Rangkain Pendukung.....                             | 35 |
| A. Tombol Pemilihan Mode.....                              | 35 |
| B. ULN2803.....                                            | 37 |

|                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------|----|
| C. Modul <i>Relay</i> .....                                        | 37 |
| D. Rangkaian <i>Microcontroller</i> .....                          | 38 |
| E. Rangkaian Minimum Sistem ATmega16 .....                         | 38 |
| F. <i>Downloader Microcontroller</i> ATmega16 .....                | 40 |
| G. Rangkaian <i>Reset</i> ATmega16 .....                           | 42 |
| 3.2. Metode Pengontrolan Motor 3 Fase .....                        | 43 |
| 3.3. Perancangan Perangkat Lunak ( <i>Software</i> ) .....         | 43 |
| 3.4. Diagram Alir Sistem Program .....                             | 44 |
| 3.4.1. Diagram Alir Proses Pemilihan Mode dan Pemanasan Air .....  | 45 |
| 3.4.2. Diagram Alir Subproses Pemanasan Air dan Penyemprotan ..... | 46 |
| 3.5. Metode Pengujian dan Evaluasi Sistem .....                    | 48 |
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>                                 |    |
| 4.1. Pengujian Tombol Pemilihan Mode .....                         | 49 |
| 4.1.1. Tujuan .....                                                | 49 |
| 4.1.2. Alat Yang Digunakan .....                                   | 49 |
| 4.1.3. Prosedur Pengujian .....                                    | 50 |
| 4.1.4. Hasil Pengujian .....                                       | 50 |
| 4.2. Pengujian <i>Relay</i> .....                                  | 51 |
| 4.2.1. Tujuan .....                                                | 52 |
| 4.2.2. Alat Yang Digunakan .....                                   | 52 |
| 4.2.3. Prosedur Pengujian .....                                    | 52 |
| 4.2.4. Hasil Pengujian .....                                       | 52 |
| 4.3. Pengujian <i>Heater</i> .....                                 | 53 |
| 4.3.1. Tujuan .....                                                | 53 |

|                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------|----|
| 4.3.2. Alat Yang Digunakan .....                             | 53 |
| 4.3.3. Prosedur Pengujian .....                              | 54 |
| 4.3.4. Hasil Pengujian .....                                 | 54 |
| 4.4. Pengujian Sensor Temperatur LM35 .....                  | 56 |
| 4.4.1. Tujuan .....                                          | 56 |
| 4.4.2. Alat Yang Digunakan .....                             | 56 |
| 4.4.3. Prosedur Pengujian .....                              | 56 |
| 4.4.4. Hasil Pengujian .....                                 | 57 |
| 4.5. Pengujian Pompa Air .....                               | 59 |
| 4.5.1. Tujuan .....                                          | 60 |
| 4.5.2. Alat Yang Digunakan.....                              | 60 |
| 4.5.3. Prosedur Pengujian .....                              | 60 |
| 4.5.4. Hasil Pengujian .....                                 | 61 |
| 4.6. Pengujian Minimum Sistem ATmega16 Dengan KCD 16x2 ..... | 62 |
| 4.6.1. Tujuan.....                                           | 62 |
| 4.6.2. Alat Yang Digunakan .....                             | 63 |
| 4.6.3. Prosedur Pengujian .....                              | 63 |
| 4.6.4. Hasil Pengujian .....                                 | 63 |
| 4.7. Evaluasi Sistem Secara Keseluruhan .....                | 64 |
| 4.7.1. Tujuan .....                                          | 64 |
| 4.7.2. Alat Yang Digunakan .....                             | 64 |
| 4.7.3. Prosedur Pengujian .....                              | 65 |
| 4.7.4. Hasil Pengujian .....                                 | 66 |

## BAB V PENUTUP

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 5.1. Kesimpulan ..... | 69 |
| 5.2. Saran .....      | 70 |
| DAFTAR PUSTAKA .....  | 71 |
| LAMPIRAN .....        | 73 |



## DAFTAR TABEL

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 2.1. CNOD .....                                                 | 13 |
| Tabel 2.2. Konfigurasi Port Pin .....                                 | 19 |
| Tabel 2.3. Pin Pada Port A Dengan Fungsi Khususnya .....              | 19 |
| Tabel 2.4. Pin Pada Port B Dengan Fungsi Khususnya .....              | 20 |
| Tabel 2.5. Pin Pada Port C Dengan Fungsi Khususnya .....              | 22 |
| Tabel 2.6. Pin Pada Port D Dengan Fungsi Khususnya .....              | 23 |
| Tabel 2.7. Isi Register Setelah <i>Reset</i> .....                    | 24 |
| Tabel 2.8. Tabel Kebenaran Pengoperasian LCD .....                    | 27 |
| Tabel 2.9. Tabel Kebenaran Pengoperasian Input LCD .....              | 28 |
| Tabel 3.1. Konfigurasi Pin Dan Fungsi Tombol Pemilihan Mode .....     | 37 |
| Tabel 4.1. Pengujian Tombol.....                                      | 50 |
| Tabel 4.2. Pengujian Modul <i>Relay</i> .....                         | 53 |
| Tabel 4.3. Pengujian <i>Heater</i> .....                              | 55 |
| Tabel 4.4. Pengujian Sensor Temperatur LM35 .....                     | 58 |
| Tabel 4.5. Pengujian Pompa Pengaliran Air Panas.....                  | 61 |
| Tabel 4.6. Konfigurasi LCD Pada <i>Microcontroller</i> ATmega16.....  | 63 |
| Tabel 4.7. Pengujian <i>Microcontroller</i> ATmega16 Dengan LCD ..... | 64 |
| Tabel 4.8. Tabel Proses dan Hasil Mode A.....                         | 67 |
| Tabel 4.9. Tabel Proses dan Hasil Mode B.....                         | 67 |
| Tabel 4.10. Tabel Proses dan Hasil Mode C .....                       | 68 |



## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2.1. Ampas Tahu .....                                                     | 6  |
| Gambar 2.2. Arah Putaran Motor AC 3 Fase.....                                    | 7  |
| Gambar 2.3. Struktur Motor 3 Fase .....                                          | 8  |
| Gambar 2.4. Hubungan Struktur <i>Star</i> Pada Motor 3 Fase .....                | 8  |
| Gambar 2.5. Hubungan Struktur <i>Delta</i> Pada Motor 3 Fase .....               | 9  |
| Gambar 2.6. Terminal <i>Board</i> Pada <i>Inverter VF-S11</i> .....              | 10 |
| Gambar 2.7. Mode <i>Source</i> .....                                             | 11 |
| Gambar 2.8. Mode <i>Sink</i> .....                                               | 11 |
| Gambar 2.9. Mode PLC .....                                                       | 12 |
| Gambar 2.10. Konfigurasi ATmega16.....                                           | 16 |
| Gambar 2.11. Skema Rangkaian <i>Reset</i> .....                                  | 24 |
| Gambar 2.12. Aliran Arus Dan Perubahan Tegangan Pada <i>Reset</i> Otomatis ..... | 25 |
| Gambar 2.13. Karakter Pada LCD .....                                             | 26 |
| Gambar 2.14. Karakteristik Pewaktuan Proses Menulis Pada LCD .....               | 27 |
| Gambar 2.15. Sensor Suhu LM35 .....                                              | 29 |
| Gambar 3.1. Blok Diagram Keseluruhan Sistem .....                                | 31 |
| Gambar 3.2. Blok Diagram Perangkat Keras .....                                   | 32 |
| Gambar 3.3. Bentuk Fisik <i>Heater</i> .....                                     | 34 |
| Gambar 3.4. Rangkaian Konfigurasi Sensor Temperatur LM35 .....                   | 34 |
| Gambar 3.5. Tombol Pemilihan Mode .....                                          | 36 |
| Gambar 3.6. Rangkaian Tombol Pemilihan Mode .....                                | 36 |
| Gambar 3.7. Rangkaian ULN2803 .....                                              | 37 |

|                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 3.8. <i>Schematic Modul Relay</i> .....                                                     | 38 |
| Gambar 3.9. Rangkaian Minimum Sistem ATmega16 .....                                                | 39 |
| Gambar 3.10. <i>Downloader DT-HiQ AVR-51 USB ISP</i> .....                                         | 40 |
| Gambar 3.11. Konektor ISP Pada AVR® .....                                                          | 42 |
| Gambar 3.12. Rangkaian <i>Reset</i> .....                                                          | 42 |
| Gambar 3.13. Pemasangan Perangkat Lunak ( <i>Software</i> ).....                                   | 43 |
| Gambar 3.14. <i>Software AVR Studio</i> ® .....                                                    | 43 |
| Gambar 3.15. Diagram Alir Sistem Secara Keseluruhan.....                                           | 44 |
| Gambar 3.16. Diagram Alir Subproses Pemilihan Mode Dan Pemanasan Air ....                          | 45 |
| Gambar 3.17. Diagram Alir Proses Pengaliran Air Panas .....                                        | 46 |
| Gambar 4.1. Pengukuran Tegangan Inputan Dari Tombol Pada Pin Input<br><i>Microcontroller</i> ..... | 51 |
| Gambar 4.2. Tampilan Tombol Pemilihan Mode .....                                                   | 51 |
| Gambar 4.3. Proses Pengujian <i>Heater</i> .....                                                   | 55 |
| Gambar 4.4. Pendeteksian Awal Temperatur Ruangan Normal LM35.....                                  | 59 |
| Gambar 4.5. Tampilan Pengukuran Temperatur Akhir LM35 .....                                        | 59 |
| Gambar 4.6. Peletakan Sensor Temperatur LM35.....                                                  | 59 |
| Gambar 4.7. Pompa Penyiraman Air Panas Ke Ampas Tahu.....                                          | 61 |
| Gambar 4.8. Tampilan Pada LCD Saat Pompa Air ON.....                                               | 62 |
| Gambar 4.9. Pompa Saat Proses Penyiraman Air Panas.....                                            | 62 |
| Gambar 4.10. Ampas Setelah Diproses Dengan Mode A .....                                            | 67 |
| Gambar 4.11. Ampas Setelah Diproses Dengan Mode B .....                                            | 68 |
| Gambar 4.12. Ampas Setelah Diproses Dengan Mode C .....                                            | 68 |



