

**RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL LEMARI PENDINGIN
PAKAIAN BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA8535**

TUGAS AKHIR

*Diajukan Kepada Tim Penguji Tugas Akhir Jurusan Teknik Elektronika
sebagai salah satu persyaratan Guna memperoleh
Gelar Sarjana Pendidikan*



Oleh

Rahmat Fauren

NIM. 1102074/2011

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA
JURUSAN TEKNIK ELEKTRONIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2016**

HALAMAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

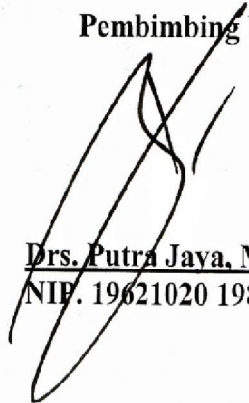
RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL LEMARI PENDINGIN PAKAIAN BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA8535

Nama : Rahmat Fauren
NIM : 1102074
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektronika
Jurusan : Teknik Elektronika
Fakultas : Teknik

Padang, Februari 2016

Disetujui Oleh :

Pembimbing I



Drs. Putra Jaya, M.T
NIP. 19621020 198602 1 001

Pembimbing II



Khairi Budayawan, S.Pd,M.Sc
NIP. 19760810 200312 1 002

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektronika FT UNP



Drs. Hanesman, MM.
NIP. 19610111 198503 1 002

HALAMAN PENGESAHAN

Dinyatakan Lulus Setelah Dipertahankan di Depan Tim Penguji Tugas Akhir
Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika
Jurusan Teknik Elektronika Fakultas Teknik
Universitas Negeri Padang

Judul : Rancang Bangun Sistem Kontrol Lemari Pengereng
Pakaian Berbasis Mikrokontroler ATMEGA8535
Nama : Rahmat Fauren
NIM : 1102074
Prog. Studi : Pendidikan Teknik Elektronika
Jurusan : Teknik Elektronika
Fakultas : Teknik

Padang, Februari 2016

Tim Penguji

Nama

Tanda Tangan

1. Ketua : Drs. Almasri, M.T

1.

2. Anggota : Drs. Putra Jaya, M.T

2.

3. Anggota : Khairi Budayawan, S.Pd, M.Sc

3.

4. Anggota : Thamrin, S.Pd, M.T

4.


SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar karya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata tulis karya ilmiah yang lazim.

Padang, Februari 2016

Yang menyatakan




Rahmat Fauren

NIM. 1102074/2011

ABSTRAK

Rahmat Fauren : Rancang Bangun Sistem Kontrol Lemari Pengering Pakaian Berbasis Mikrokontroler ATMEGA 8535

Perancangan dan pembuatan tugas akhir ini bertujuan untuk mengaplikasikan teknologi berbasis mikrokontroler untuk mengeringkan pakaian secara otomatis tanpa bergantung pada keadaan cuaca yang tidak menentu. Lemari pengering pakaian ini menggunakan metode pengeringan konveksi paksa (*forced convection*), dengan memanfaatkan aliran fluida panas untuk menurunkan kadar air dalam pakaian yang lembab. Lemari pengering pakaian ini menggunakan mikrokontroler ATMEGA8535 sebagai pengontrol *heater*, *fan*, dan lampu UV berdasarkan pembacaan suhu dan kelembaban oleh sensor SHT11. Lemari pengering pakaian ini bekerja sampai kondisi kelembaban akhir yang terbaca pada sensor SHT11 sebesar $< 19\%RH$. Hasil pembacaan sensor dan status pakaian ditampilkan pada LCD 16x2. Setelah pakaian dinyatakan kering maka lemari akan memberikan informasi bahwa pakaian melalui modul suara ISD1820. Dari hasil pengujian dan percobaan, lemari pengering pakaian dapat mengeringkan pakaian dengan kapasitas maksimum 3 kg dalam jangka waktu 1 jam hingga 3 jam, dengan nilai kelembaban awal lemari pengering terbaca 70-80%RH dan kelembaban akhir 17-19%RH.

Kata kunci: Jenis pakaian, mikrokontroler ATMEGA8535, heater, fan, lampu UV, sensor SHT11, LCD 16x2, ISD 1820.

KATA PENGANTAR



Puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah meninggikan derajat orang-orang yang beriman dan berilmu pengetahuan, atas berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“Rancang Bangun Sistem Kontrol Lemari Pengering Pakaian Berbasis Mikrokontroler ATMEGA8535”**. Selanjutnya shalawat beserta salam semoga disampaikan Allah SWT kepada junjungan Nabi Besar Muhammad SAW yang menjadi suri tauladan dan pedoman dalam setiap sikap dan tindakan sebagai seorang muslim.

Pembuatan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Pendidikan Program Studi Pendidikan teknik Elektronika Jurusan Teknik Elektronika Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

Penyelesaian Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan dan bimbingan serta dorongan dari berbagai pihak sehingga dapat diselesaikan segala hambatan dan rintangan yang dihadapi, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Drs. Syahril, S.T, MSCE.,Ph.D selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
2. Bapak Drs. Hanesman, MM selaku Ketua Jurusan Teknik Elektronika Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

3. Bapak Drs. Almasri, M.T selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektronika Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang
4. Bapak Drs. Putra Jaya, M.T, selaku Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, nasehat dan pengarahan dalam penulisan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Khairi Budayawan, S.Pd.,M.Sc selaku Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, nasehat dan pengarahan dalam penulisan Tugas Akhir ini.
6. Bapak Thamrin, SPd.,M.T selaku penguji Tugas Akhir yang telah memberikan nasehat dan saran agar Tugas Akhir ini menjadi lebih baik.
7. Ayah dan Bunda tercinta, kakak dan adik yang selalu memberi dorongan serta kasih sayang.
8. Seluruh staf pengajar dan teknisi Labor Jurusan Teknik Elektronika.
9. Rekan-rekan mahasiswa Jurusan Teknik Elektronika UNP, khususnya program studi Pendidikan Teknik Elektronika

Semoga bantuan dan bimbingan serta arahan dalam penyusunan tugas kahir ini menjadi amal saleh dan mendapat ridho Allah SWT. Akhir kata penulis menyampaikan harapan semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dan berguna untuk kepentingan pendidikan dimasa akan datang

Padang, Februari 2016

Penulis

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|------------------------------------|---------|
| HALAMAN JUDUL..... | i |
| HALAMAN PERSETUJUAN..... | ii |
| HALAMAN PENGESAHAN..... | iii |
| SURAT PERNYATAAN..... | iv |
| ABSTRAK | v |
| KATA PENGANTAR | vi |
| DAFTAR ISI..... | viii |
| DAFTAR TABEL..... | xi |
| DAFTAR GAMBAR | xiii |
| DAFTAR LAMPIRAN..... | xv |
| BAB I PENDAHULUAN | |
| A. Latar belakang | 1 |
| B. Identifikasi masalah..... | 3 |
| C. Batasan masalah | 3 |
| D. Rumusan masalah..... | 4 |
| E. Tujuan tugas akhir | 4 |
| F. Manfaat tugas akhir | 5 |
| BAB II LANDASAN TEORI | |
| A. Sistem kontrol..... | 6 |
| B. Jenis tekstil dan sifatnya..... | 11 |
| C. Pengeringan | 14 |

| | |
|---|----|
| D. Mikrokontroler ATMEGA8535 | 15 |
| E. Sensor SHT11 | 21 |
| F. Motor DC..... | 26 |
| G. Heater..... | 29 |
| H. Rangkaian driver..... | 29 |
| I. Liquid Crystal Display (LCD)..... | 31 |
| J. Modul suara ISD1820 | 33 |
| K. Power supply | 33 |
| L. Algoritma..... | 38 |
| M. Bahasa basic compiler (BASCOM AVR) | 43 |
| BAB III METODOLOGI PERANCANGAN | |
| A. Perancangan alat | 54 |
| B. Tahapan perancangan | 57 |
| C. Proses perancangan..... | 59 |
| D. Teknik analisis pengukuran dan pengujian alat..... | 70 |
| BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA | |
| A. Instrumen pengukuran alat | 72 |
| B. Hasil pengukuran dan analisa..... | 73 |
| C. Spesifikasi alat..... | 90 |
| D. Cara pengoperasian alat..... | 91 |
| E. Data uji coba alat | 91 |
| BAB V PENUTUP | |
| A. Kesimpulan..... | 99 |

| | |
|----------------------|-----|
| B. Saran | 100 |
| DAFTAR PUSTAKA | 101 |
| LAMPIRAN | 102 |

DAFTAR TABEL

| Tabel | Halaman |
|---|---------|
| 1. Serat alami..... | 12 |
| 2. Serat buatan..... | 13 |
| 3. Perilaku dan efek serat kain..... | 13 |
| 4. Nilai kembalinya kelembaban tiap jenis kain..... | 14 |
| 5. Jenis koefisien konveksi perpindahan panas pada beberapa jenis fluida..... | 15 |
| 6. Fungsi khusus port B..... | 20 |
| 7. Fungsi khusus Port C..... | 20 |
| 8. Fungsi khusus Port D..... | 21 |
| 9. Koefisien konversi kelembaban..... | 24 |
| 10. Kompensasi koefisien temperatur dan kelembaban..... | 25 |
| 11. Nilai Koefisien d1 dan d2 untuk harga VDD..... | 25 |
| 12. Resolusi temperatur..... | 26 |
| 13. Konfigurasi pin LCD..... | 32 |
| 14. Konfigurasi pin data LCD..... | 32 |
| 15. Konfigurasi ISD1820 dengan mikrokontroler..... | 33 |
| 16. Tipe data..... | 43 |
| 17. Fungsi dan penggunaan port pada sistem minimum..... | 64 |
| 18. Hasil pengujian rangkaian power supply..... | 74 |
| 19. Persentase kesalahan nilai sebenarnya dan nilai hitung..... | 75 |
| 20. Pengukuran mikrokontroler ATMEGA8535..... | 76 |

| | |
|---|----|
| 21. Pengukuran transistor sebagai saklar | 79 |
| 22. Transisi logika ISD1820 oleh mikrokontroler | 81 |
| 23. Kondisi operasi motor fan dan ISD1820..... | 92 |
| 24. Perbandingan suhu dengan waktu pengeringan | 94 |
| 25. Waktu pengeringan tiap 3 kg pakaian | 96 |
| 26. Pengukuran arus panel lemari pengering pakaian..... | 98 |

DAFTAR GAMBAR

| Gambar | Halaman |
|---|---------|
| 1. Sistem kontrol loop terbuka | 9 |
| 2. Sistem kontrol loop tertutup | 9 |
| 3. Peta Memori Program | 18 |
| 4. Peta Memori Data | 18 |
| 5. Peta Memori EEPROM | 19 |
| 6. Konfigurasi pin mikrokontroler ATMEGA8535 | 19 |
| 7. Sensor SHT 11 | 22 |
| 8. Operating condition SHT11 | 22 |
| 9. Interface SHT 11 dengan mikrokontroler | 24 |
| 10. Gaya kawat berarus dalam medan magnet..... | 26 |
| 11. Motor DC konvensional..... | 27 |
| 12. Fan DC 12 Volt 0,23A | 28 |
| 13. Tubular heater standar..... | 29 |
| 14. LCD 16x2..... | 31 |
| 15. Modul suara ISD1820 | 33 |
| 16. Rangkaian penyearah sederhana | 34 |
| 17. Penyearah gelombang penuh model jembatan..... | 34 |
| 18. Bentuk gelombang penyearah gelombang penuh | 35 |
| 19. Keluaran filter pada penyearah gelombang penuh..... | 36 |
| 20. Rangkaian penyearah gelombang penuh dengan IC voltage regulator..... | 37 |

| | |
|---|----|
| 21. Notasi bagan alir | 41 |
| 22. Blok diagram alat | 55 |
| 23. Flowchart perancangan Alat | 57 |
| 24. Rancangan bentuk fisik alat | 60 |
| 25. Rangkaian catu daya | 62 |
| 26. Rangkaian minimum SHT11 | 63 |
| 27. Rangkaian sistem minimum ATMEGA8535 | 64 |
| 28. Rangkaian LCD..... | 65 |
| 29. Rangkaian modul suara ISD1820 | 66 |
| 30. Rangkaian driver motor fan dan heater..... | 67 |
| 31. Flowchart program alat | 69 |
| 32. Titik ukur rangkaian power supply | 73 |
| 33. Pengukuran tegangan port I/O | 76 |
| 34. Driver motor fan dan relay..... | 78 |
| 35. LCD 16x2 tanpa program | 80 |
| 36. Lemari pengering pakaian..... | 90 |
| 37. Grafik perubahan suhu dan kelembaban dalam lemari pengering saat tidak ada pakaian yang dikeringkan..... | 93 |
| 38. Grafik suhu dan waktu pengeringan tiap jenis pakaian | 95 |
| 39. Grafik perubahan suhu dan kelembaban dalam lemari pengering tiap jenis pakaian..... | 97 |

DAFTAR LAMPIRAN

| Gambar | Halaman |
|---|---------|
| 1. Skema rangkaian panel lemari pengering pakaian..... | 103 |
| 2. Listing program..... | 104 |
| 3. Datasheet sensor SHT11 | 114 |
| 4. Datasheet ISD1820..... | 139 |
| 5. Datasheet heater. | 143 |
| 6. Penetapan penyesuaian tarif tenaga listrik bulan Januari 2016..... | 144 |
| 7. Bentuk fisik panel dan lemari pengering pakaian | 145 |

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar belakang

Negara Indonesia merupakan negara iklim tropis karena secara astronomis Indonesia terletak pada jalur garis khatulistiwa (6° LU – 11° LS dan 95° BT – 141° BT). Indonesia mempunyai dua musim, yaitu musim hujan dan musim kemarau. Musim hujan dan musim kemarau di Indonesia biasanya dapat diprediksi tanpa melalui pemberitahuan dahulu dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG), namun dengan adanya efek *global warming* seperti saat ini sangat mempengaruhi perubahan musim di Indonesia.

Efek *global warming* mengakibatkan musim kemarau dan musim hujan sudah tidak dapat diprediksikan lagi. Fenomena alam seperti ini sangat mengganggu aktivitas manusia, misalnya pada kegiatan pengeringan pakaian. Proses pengeringan pakaian tentu membutuhkan panas yang maksimal untuk menurunkan kadar air atau tingkat kelembaban pakaian. Pemanasan langsung dengan suhu matahari merupakan salah satu cara yang lazim dilakukan. Menurut data BMKG suhu rata-rata saat siang hari berkisar antara 33°C – 35°C . Suhu rata-rata ini biasanya dimanfaatkan untuk menjemur pakaian, namun cuaca yang tidak menentu memaksa manusia tidak selalu dapat memanfaatkan panas tersebut. Ketergantungan manusia pada panas matahari dalam pemanfaatannya untuk mengeringkan pakaian belum dapat ditinggalkan karena minimnya alat dan teknologi yang mampu membantu manusia. Seiring pesatnya perkembangan teknologi dan informasi menghadirkan banyaknya

aplikasi teknologi yang dapat digunakan untuk mempermudah pekerjaan manusia dalam kehidupan sehari-hari. Pekerjaan yang dahulu dilakukan secara konvensional beralih ke sistem otomatis. Salah satu sistem tersebut berbasis mikrokontroler.

Aplikasi mikrokontroler saat ini sudah banyak dimanfaatkan untuk mengontrol dan memantau proses-proses pada industri. Kecendrungan ini disebabkan mikrokontroler menawarkan kemudahan bagi perancang sistem *hardware* maupun *software* dalam desain pengembangannya. Sebuah sistem kontrol berbasis mikrokontroler memberikan kemampuan dalam kecepatan dan keakuratan, sehingga dapat meningkatkan efisiensi kerja. Salah satu aplikasi mikrokontroler tersebut digunakan untuk sistem kontrol lemari pengering pakaian.

Lemari pengering pakaian ini menggunakan mikrokontroler ATMEGA8535 sebagai pengontrolnya sehingga dapat bekerja otomatis dan dapat ditampilkan melalui LCD. Mikrokontroler yang dihubungkan dengan *heater* sebagai sumber panas dan SHT11 (*Sensirion Humadity and Temperature 11*) sebagai sensor suhu dan kelembaban udara. Lemari pengering akan bekerja berdasarkan suhu dan kelembaban sesuai validasi, setelah mencapai nilai *setpoint* maka lemari pengering akan mati secara otomatis. *Heater* dipakai karena dapat mengubah energi listrik menjadi energi panas yang cukup besar, sehingga mampu membuat udara menjadi kering. Udara kering ini akan membuat konsentrasi air dalam pakaian menguap. Proses

penguapan air oleh *heater* dibantu dengan motor *fan* agar terjadi sirkulasi udara lancar menuju celah pembuangan.

Desain bentuk alat dibuat dengan lapisan penahan agar panas tetap optimal di dalam lemari pengering pakaian. Dimensi lemari pengering pakaian disesuaikan dengan kebutuhan pemakai dan spesifikasi alat. Berdasarkan uraian diatas, maka tertarik untuk merancang dan membuat ***Rancang Bangun Sistem Kontrol Lemari Pengering Pakaian Berbasis Mikrokontroller ATMEGA8535.***

B. Identifikasi masalah

Berdasarkan latar belakang, maka dapat ditentukan identifikasi masalahnya sebagai berikut :

1. Proses pengeringan pakaian masih bergantung dengan panas matahari.
2. Proses pengeringan pakaian dengan panas matahari yang membutuhkan waktu yang cukup lama.

C. Batasan masalah

Agar perancangan yang dibahas pada tugas akhir tidak terlalu luas dan menyimpang pada topik yang ditentukan, maka dalam perancangan ini dibatasi beberapa hal yaitu :

1. Input yang digunakan adalah hasil pengukuran SHT11 sebagai sensor suhu dan kelembaban dengan pusat pengontrolnya adalah ATMEGA 8535 dan hasilnya akan ditampilkan melalui LCD 16x2.
2. Proses pengeringan dilakukan elemen pemanas dengan bantuan *fan*.

3. *Range* suhu pengeringan berkisar dari 40°C – 80 °C, dan *range* kelembaban dalam lemari pengering berkisar 80% - 15% RH.
4. Semua jenis pakaian dapat dikeringkan sesuai dengan kapasitas lemari pakaian.
5. Kapasitas lemari pengering pakaian maksimal 3 kg pakaian tergantung jenis pakaian.
6. Pakaian yang dikeringkan adalah pakaian yang keluar dari *spinner* mesin cuci.

D. Rumusan masalah

Sesuai dengan latar belakang yang diambil diperoleh rumusan masalah yaitu bagaimana cara merancang dan membuat alat pengering pakaian berbasis mikrokontroler ATMEGA8535.

E. Tujuan tugas akhir

Tujuan dari pembuatan tugas akhir ini adalah:

1. Mengaplikasikan teknologi berbasis mikrokontroler untuk mengeringkan pakaian secara otomatis.
2. Merancang dan membuat lemari pengering pakaian berbasis mikrokontroler ATMEGA8535.
3. Melakukan analisa sistem lemari pengering pakaian dan estimasi konsumsi daya lemari pengering pakaian.

F. Manfaat tugas akhir

Manfaat dari tugas akhir pembuatan alat pengering pakaian berbasis mikrokontroler ATMEGA8535 adalah sebagai berikut:

1. Bagi Penulis:

- a. Untuk menerapkan ilmu dan teori yang diperoleh selama perkuliahan.
- b. Agar lebih mengerti tentang sistem pengering pakaian yang berbasis mikrikontroler ATMEGA8535

2. Bagi Masyarakat:

Memecahkan permasalahan dalam hal mengeringkan pakaian secara otomatis tanpa harus tergantung pada cuaca dan panas matahari.

3. Bagi Mahasiswa dan Pembaca:

Menjadi referensi bacaan dan informasi khususnya bagi para mahasiswa yang sedang menyusun tugas akhir dengan pokok permasalahan yang sama.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Setelah melakukan perancangan, pembuatan dan analisa mesin pengeringpakaian, maka dapat diambil beberapa kesimpulan :

1. Rangkaian sensor SHT11 telah bekerja dengan baik dan sesuai range yang telah ditentukan yaitu, 40°C – 80°C dan 80% RH - 15%RH.
2. Rangkaian kontrol yaitu mikrokontroler ATMEGA8535 menggunakan pemograman BASCOM AVR versi 1.11.9.0 untuk memudahkan dalam membuat dan mendeteksi kesalahan program.
3. Waktu pengeringan tiap jenis pakaian berbeda. Jenis pakaian ringan membutuhkan waktu 60 menit, pakaian sedang membutuhkan waktu 90 menit dan pakaian berat membutuhkan waktu 168 menit.
4. Pakaian akan kering bila kelembaban dalam lemari pengering < 19 % RH
5. Semua motor fan M1, M2, dan M3 akan bekerja saat suhu $\leq 39^{\circ}\text{C}$, kelembaban > 50% RH, motor fan M2 dan M3 akan bekerja saat suhu 40°C – 60°C, kelembaban 40%RH – 21%RH, dan semua motor fan kecuali M3 akan berhenti saat kelembaban telah mencapai <19%RH sesuai dengan perubahan suhu dan kelembaban dalam lemari pengering.
6. Driver *heater* dan lampu ultraviolet bekerja konstan sampai pakaian menjadi kering atau proses pengeringan selesai.
7. Modul suara ISD1820 berfungsi sebagai pemberi informasi melalui perangkat audio kepada pengguna saat pakaian telah kering (kelembaban dalam lemari pengering <19%RH).

8. Besar energi listrik yang dibutuhkan selama 1 jam pengoperasian 0,616 Kwh.

B. Saran

Meskipun proses perancangan dan pembuatan alat lemari pengering pakaian telah berhasil, namun masih membutuhkan banyak pengembangan dari beberapa bagian, sehingga disarankan untuk:

1. Untuk pembuatan sistem pengering yang lebih baik, dapat ditambah dengan sumber panas dari *burner* gas LPG (*Liquid Petroleum Gas*).
2. Sistem ini dapat ditambahkan *fan* dibelakang sumber panas agar udara panas lebih optimal mencapai permukaan kain.
3. Pehitungan faktor daya ($\cos \pi$) tiap beban induksi harus dipertimbangkan dalam memilih *fan* yang optimal untuk mengeringkan pakaian.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrie Setiawan. (2011). *20 Aplikasi Mikrokontroler ATMEGA8535 & ATMEGA16 menggunakan BASCOM-AVR*. Yogyakarta: ANDI
- Anton Irawan. (2011). *Modul Laboratorium Pengeringan*. Serang. UNTIRTA.
- Ardi Winoto. (2010). *Mikrokontroler AVR Atmega 8/32/16/8535 dan Pemogramannya dengan Bahasa C Pada WinAVR*. Bandung: Informatika Bandung
- Brogan L, Williams. (1991). *Modern Control Theory 3rd*. University of Nevada. Las Vegas
- Budiharto, Widodo & Firmansya, Sigit . (2010). *Elektronika Digital + Mikroprosesor*. Yogyakarta: ANDI.
- Convective Heat Transfer. http://www.engineeringtoolbox.com/convective-heat-transfer-d_430.htm (Diakses tanggal 2 September 2015).
- Fathul Wahid. (2004). *Dasar-dasar Algoritma & Pemograman*. Yogyakarta: ANDI
- Fitzgerald, A.E. (1997). *Mesin-Mesin Listrik*. Jakarta : Erlangga
- Malvino, Albert Paul. (1999). *Prinsip-Prinsip Elelctronika Edisi Ketiga Jilid 1*. Jakarta : Erlangga
- Mengenal Serat Tekstil. www.coatsindustrial.com/id/information-hub (Diakses 20 agustus 2015).
- Ogata, Katsuhiko. (1984). *Teknik Kontrol Automatik – terjemahan : Ir. Edi Leksono*. Jakarta : Erlangga
- Syahrul. (2014). *Pemograman Mikrokontroler AVR Bahasa Assembly dan C*. Bandung : INFORMATIKA
- Sumardi. (2013). *Mikrokontroler Belajar AVR Mulai Dari Nol*. Yogyakarta: ANDI
- Universitas Negeri Padang. (2010). *Buku Panduan Penulisan Tugas akhir/Skripsi Universitas Negei Padang*. Padang : Universitas Negeri Padang.