

RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL LEMARI PENGERING PAKAIAN BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA8535

Rahmat Fauren¹, Putra Jaya², Khairi Budayawan²
Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika
Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang
Email: rahmat_fauren@rocketmail.com

Abstract

Design and manufacture of this thesis aims to apply microcontroller-based technology for drying clothes automatically without relying on erratic weather conditions. The closet dryer uses a drying method forced convection, by utilizing the flow of hot fluid to reduce moisture in damp clothing. The closet dryer uses a microcontroller ATMEGA8535 as a controller of heater, fan, and UV lamps based temperature and humidity readings by sensors SHT11. The closet clothes dryer is working until the end of the moisture conditions were legible on the sensor SHT11 is <19% RH. The results of sensor readings and status of clothing displayed on the LCD 16x2. After the clothes was dried then closet dryer will informing status of clothes through a voice module ISD1820. From the results of tests and experiments, closet dryer can dry clothes with a maximum capacity of 3 kg within a period of 1 hour to 3 hours, with the value of the first moisture drying legible and on the sensor SHT11 is 70-80% RH and 17-19% RH in the end.

Keywords: Type of clothing, Microcontroller ATMEGA8535, heater, fan, UV lamp, sensor SHT11, LCD16x2, ISD1820.

A. PENDAHULUAN

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 membutuhkan panas yang maksimal untuk menurunkan kadar air atau tingkat kelembaban pakaian. Ketergantungan manusia pada matahari dalam pemanfaatannya untuk mengeringkan pakaian belum dapat ditinggalkan karena minimnya alat dan teknologi yang mampu membantu manusia. 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.

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.

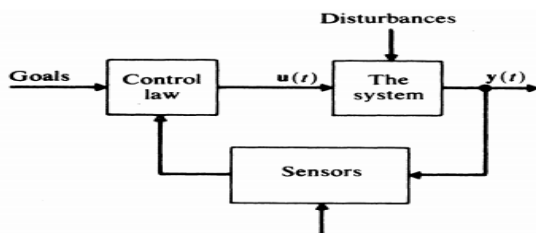
Aplikasi mikrokontroler saat ini sudah banyak dimanfaatkan untuk mengontrol dan memantau proses-proses pada industri. Kecendrungan ini disebabkan mikrokontroler menawarkan kemudahan bagi perancang sistem *hardware* maupun *software* dalam desain pengembangannya. Sebuah sistem kontrol berbasis mikrokontroler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

¹ Prodi Pendidikan Teknik Elektronika Wisuda Periode Maret 2016

² Dosen Jurusan Teknik Elektronika FT-UNP

Lemari pengering pakaian ini dibuat menggunakan sistem loop tertutup dan menggunakan metode pengeringan konveksi paksa, Mikrokontroler ATMEGA8535, sensor SHT11, Heater, fan, LCD16x2, modul ISD1820 dan bahasa pemrograman yang digunakan BASCOM (Basic Compiler)

Menurut William L. Brogan (1991:2) "Sistem kontrol adalah sebuah interkoneksi dari beberapa komponen atau unit fungsional dalam bentuk sedemikian rupa untuk memproduksi hasil yang diinginkan". Sistem kontrol bertujuan mengendalikan sebuah sistem fisis (*plant*) agar bekerja sesuai dengan acuan yang diberikan." Lemari pengering ini menggunakan sistem kontrol loop tertutup. Pada sistem pengaturan loop tertutup sinyal output dari plant di umpan balik ke set point untuk dibandingkan. Perbedaan antara sinyal output dan set poin yaitu pada error yang diberikan ke kontroler untuk mengurangi kesalahan dan membawa output sistem kepada nilai yang diinginkan. Pada sistem pengaturan loop tertutup ini output dapat menentukan masukan ke plant.



Gambar 1. Sistem Loop Tertutup

Lemari pengering ini menggunakan sensor SHT11 (Sensirion Humidity and Temperature 11) adalah sebuah *single chip* sensor suhu dan kelembaban relatif dengan multi modul sensor yang keluarannya telah dikalibrasi secara digital.



Gambar 2. Bentuk fisik sensor SHT11

Spesifikasi dari SHT11 adalah sebagai berikut :

1. Berbasis sensor suhu dan kelembaban relative sensorion SHT11
2. Mengukur suhu dari -40°C hingga +123,8°C atau dari -40°F hingga +254,9°F dan kelembaban relatif dari 0%RH hingga 100%RH.
3. Memiliki ketetapan (akurasi) pengukuran suhu hingga 0,5C pada suhu 25C dan ketepatan (akurasi) pengukuran kelembaban relatif hingga 3,5%RH.
4. Memiliki atarmuka serial *synchronous 2-*

wire, bukan I2C.

5. Jalur antarmuka telah dilengkapi dengan rangkaian pencegah kondisi sensor lock-up.
6. Membutuhkan catu daya +5V DC dengan konsumsi daya rendah 30 μW.

Data dari sensor tersebut dikirim ke mikrokontroler ATMEGA8535 untuk diolah. Mikrokontroler AVR ATMEGA8535 merupakan mikrokontroler 8 bit dengan konsumsi daya rendah produksi ATMEL, yang memiliki beberapa fitur istimewa antara lain, rsitektur RISC dan CPU yang terdiri dari 32 register, kecepatan maksimum 16 MIPS (*Mega Instruction Per Second*), PWM (*Pulse With Modulation*), dan antarmuka SPI (*Serial Peripheral Interface*).

Mikrokontroler AVR ATMEGA8535 telah didukung dengan program dan sarana pengembangan seperti kompiler C, simulator program emulator dalam rangkaian dan kit evaluasi. Mikrokontroler ATMEGA8535 dapat memberikan solusi biaya rendah dan fleksibilitas tinggi pada banyak aplikasi. Menurut Syahrul (2014:4) "Mikrokontroler ATMEGA8535 terdiri dari 40 pin. Masing-masing pin mempunyai fungsi khusus.

PDIP	
(XCK/T0) PB0	1
(T1) PB1	2
(INT2/AIN0) PB2	3
(OC0/AIN1) PB3	4
(SS) PB4	5
(MOSI) PB5	6
(MISO) PB6	7
(SCK) PB7	8
RESET	9
VCC	10
GND	11
XTAL2	12
XTAL1	13
(RXD) PD0	14
(TXD) PD1	15
(INT0) PD2	16
(INT1) PD3	17
(OC1B) PD4	18
(OC1A) PD5	19
(ICP1) PD6	20
PA0 (ADC0)	39
PA1 (ADC1)	38
PA2 (ADC2)	37
PA3 (ADC3)	36
PA4 (ADC4)	35
PA5 (ADC5)	34
PA6 (ADC6)	33
PA7 (ADC7)	32
AREF	31
GND	30
AVCC	29
PC7 (TOSC2)	28
PC6 (TOSC1)	27
PC5	26
PC4	25
PC3	24
PC2	23
PC1 (SDA)	22
PC0 (SCL)	21
PD7 (OC2)	20

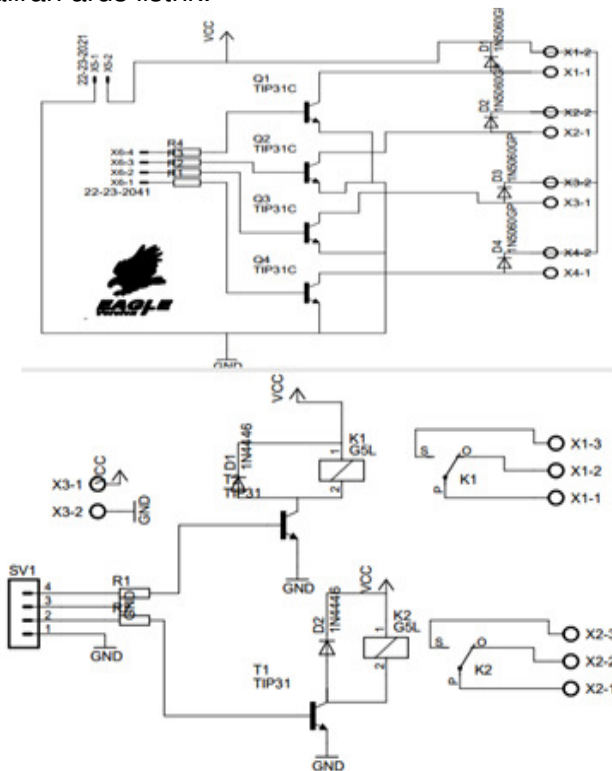
Gambar 3. Konfigurasi Pin-pin Mikrokontroler ATMEGA8535

Fungsi dari masing-masing pin ATMEGA8535 yang digunakan dalam perancangan alat adalah sebagai berikut:

1. VCC merupakan *pin* yang berfungsi sebagai masukan catu daya.
2. GND merupakan pin yang berfungsi sebagai *ground*.
3. *Port A (PortA.0-PortA.7)* merupakan *pin input/output* dua arah dan *pin* masukan ADC.
4. *Port B (PortB.0-PortB.7)* merupakan *pin input/output* dua arah dan *pin* fungsi khusus yaitu *PortB.0-PortB.1* sebagai *timer*, *PortB.2-PortB.3* sebagai interupsi, *timer/counter* dan *comparator*, *PortB.4-PortB.7* sebagai komunikasi SPI.

5. *PortC* (*PortC.0-PortC.7*) merupakan pin *input/output* dan mempunyai fungsi khusus yaitu, *PortC.0-PortC.1* berfungsi komunikasi dua arah SCL dan SDA, *PortC.6-PortC.7* sebagai *timer osilator*.
6. *Port D*(*PortD0 - PortD7*) merupakan pin *input/output* dua arah dan pin fungsi khusus,*Port D.0 – Port D.1* sebagai TX dan RX (komunikasi dua arah USART), Port D.2 – Port D.3 sebagai interupsi eksternal, dan Port D.4 – Port D.7 sebagai *timer/ counter*.
7. RESET merupakan pin yang digunakan untuk me-*reset* mikrokontroler.
8. XTAL1 dan XTAL2 merupakan pin masukan *clock* eksternal.
9. AVCC merupakan pin masukan tegangan untuk ADC.
10. AREFF merupakan pin masukan tegangan referensi ADC.

Mikrokontroler ATMEGA8535 berfungsi untuk memberikan intruksi ke driver. Rangkaian driver diperlukan untuk menghidupkan atau mematikan *heater* dan *fan* secara otomatis. Rangkaian ini menggunakan sebuah transistor yang beroperasi pada kondisi saturasi dan *cut-off*, bagian *output* dilengkapi sebuah relay untuk *heater* dan terminal untuk motor *fan* yang berfungsi menghubungkan atau memutuskan aliran arus listrik.



Gambar 4. Rangkaian driver

Motor fan merupakan peralatan yang digunakan untuk menghasilkan aliran udara

dengan tujuan untuk mempercepat proses pengeringan pakaian. Secara mekanis, kipas angin terdiri dari baling-baling berputar yang digunakan untuk menghasilkan aliran udara. Pada Tugas Akhir ini menggunakan motor fan 12 Volt 0,23A dengan ukuran 120mm x 120mm x 25 mm.



Gambar 5. Motor fan

Lemari pengering pakaian berbasis mikrokontroler ATMEGA8535 ini menggunakan sumber panas berupa heater tubular. Heater ini memiliki bentuk lengkung dan lurus dan lingkaran. Heater ini beroperasi pada tegangan 220 Vac 50 Hz. Daya yang dibutuhkan heater tersebut 200-600 watt. Heater ini digunakan sebagai pemanas dan menciptakan perbedaan tekanan udara yang akan mempercepat proses pengeringan pakaian. Udara kering akan membantu proses pengeluaran air dari serat kain.



Gambar 6.Heater

- Suhu dan kelembaban yang terdeteksi pada ruangan akan ditampilkan pada LCD (LiquidCrystal Display). LCD yang digunakan ialah LCD dot matrik dengan jumlah karakter 2 x 16. LCD sangat berfungsi sebagai penampil yang nantinya akan digunakan untuk menampilkan status kerja alat. Adapun fitur yang disajikan dalam LCD ini adalah :
1. Terdiri dari 16 karakter dan 2 baris.
 2. Mempunyai 192 karakter tersimpan.
 3. Terdapat karakter generator terprogram.
 4. Dapat dialamati dengan mode 4-bit dan 8-bit.
 5. Dilengkapi dengan back light.



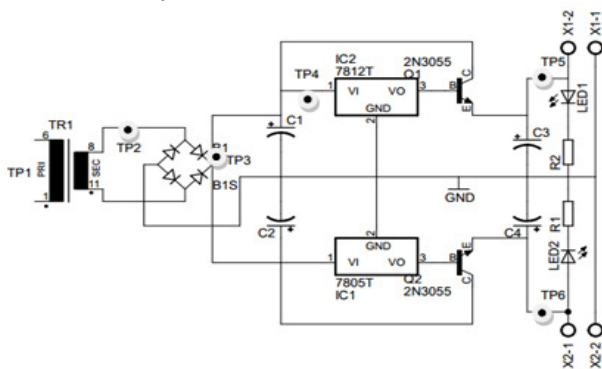
Gambar 7. LCD 2x16

Konfigurasi pin pada LCD terdiri dari 16 pin, setiap dari pin-pn mempunyai fungsi konfigurasi yang berbeda-beda. Pada Tabel 1 menunjukkan konfigurasi pin LCD.

Tabel 1. Konfigurasi pin LCD

No	Keterangan	Konfigurasi
1	GND	Ground
2	VCC	Tegangan +5Vdc
3	VEE	Ground
4	RS	Kendali Rs
5	RW	Rewrite
6	E	Enable
7	D0	Bit 0
8	D1	Bit 1
9	D2	Bit 2
10	D3	Bit 3
11	D4	Bit 4
12	D5	Bit 5
13	D6	Bit 6
14	D7	Bit 7
15	A	Tegangan +5Vdc
16	K	Ground

Perangkat elektronika mestinya dicatu oleh suplai arus searah DC (*direct current*) yang stabil agar dapat bekerja dengan baik. Baterai adalah sumber catu daya DC yang paling baik. Namun untuk aplikasi yang membutuhkan catu daya yang lebih besar, sumber dari baterai tidak cukup. Sumber catu daya yang besar adalah sumber bolak-balik AC (*alternating current*) dari pembangkit tenaga listrik. Untuk itu diperlukan suatu perangkat catu daya yang dapat mengubah arus AC menjadi DC.



Gambar 8. Rangkaian catu daya dengan IC 7805 dan 7812

Pemrograman menggunakan BASCOM (*Basic Compiler*) adalah salah satu dari sekian

banyak Bahasa BASIC untuk pemrograman mikrokontroler, misalnya bahasa Assembly, Bahasa C, dan lain-lain. Penulis menggunakan bahasa BASCOM karena penggunaannya mudah dalam penulisannya, ringkas, dan cepat dimengerti bagi pemula.

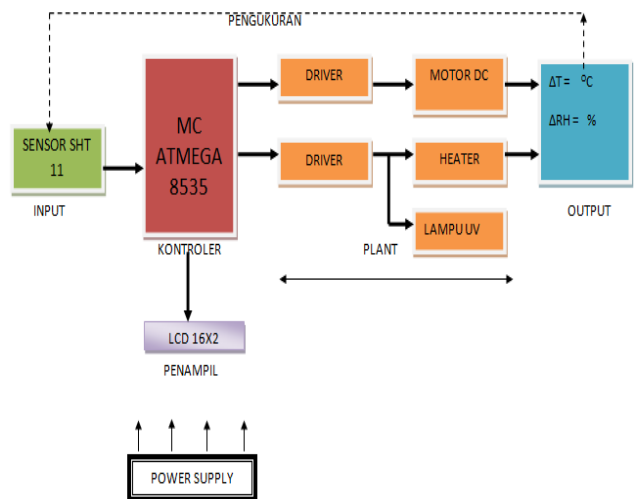
Tujuan dari pembuatan Tugas Akhir ini Menghasilkan rangkaian sistem kontrol suhu dan kelembaban otomatis pada lemari pengering pakaian dengan sensor SHT11, Mikrokontroler ATMEGA8535, rangkaian driver, dan menghasilkan program untuk mikrokontroler ATMEGA8535 menggunakan bahasa Bascom (*Basic Compiler*) yang terintegrasi dengan sistem pengeringan pakaian menggunakan metode konveksi paksa.

B. Perancangan Dan Pembuatan Alat

Rancangan sistem sebuah alat diwujudkan dalam bentuk gabungan beberapa blok diagram (subsistem). Sebuah sistem akan dibangun oleh beberapa blok diagram yaitu, *power supply*, kontrol, *plant*, *input* dan *output*. Blok diagram tersebut berfungsi menggambarkan alur dan proses kerja unit fungsional dalam sistem. Setiap blok mempunyai fungsi berbeda yang saling berkaitan sehingga membentuk sistem dari perangkat yang dibuat. Adapun blok diagram dari sistem lemari pengering pakaian dapat dilihat pada gambar 9.

1. Blok Diagram

Komponen-komponen penyusun sistem ini dapat dilihat pada blok diagram dibawah ini:



Gambar 9. Blok Diagram Sistem Kontrol Lemari Pengering Pakaian

Fungsi masing-masing blok diagram sebagai berikut :

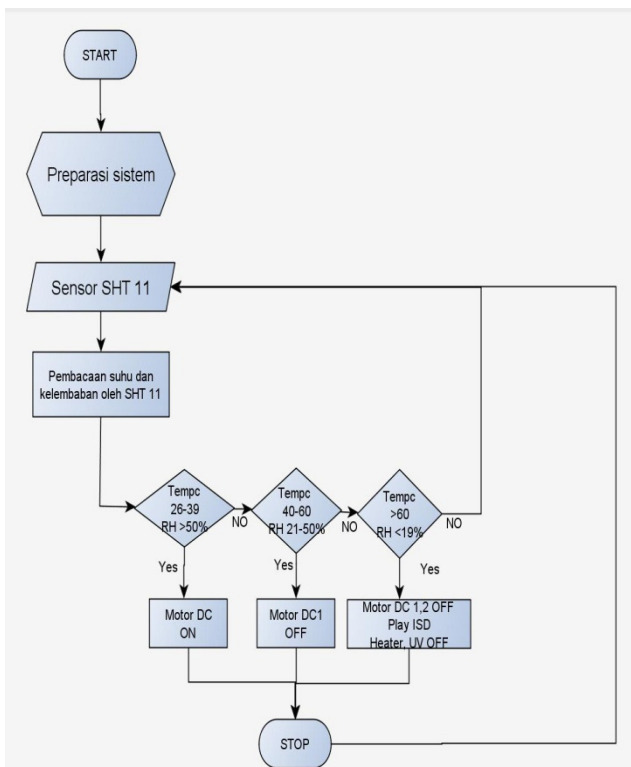
- a. SHT11
SHT11 merupakan input bagi mikrokontroler. Sensor ini berfungsi mengukur suhu dan kelembaban pada ruang alat sesuai dengan kondisi operasinya dalam *datasheet*
- b. Mikrokontroler ATMEGA8535 berfungsi sebagai otak atau sentral pengendali alat,

mikrokontroler akan menjalankan perintah-perintah sesuai dengan program yang dimasukkan. Pemrograman dilakukan untuk menerjemahkan kondisi kontrol kedalam bahasa mesin yaitu, bilangan biner 0 dan 1 agar setiap perubahan *input* dan *output* dapat dimengerti oleh mikrokontroler sebagai otak dalam sistem ini.

- c. *Driver* ini berfungsi menjadi penghubung dan pengendali *input output* pada rangkaian elektronik. Agar mikrokontroler dapat bekerja tanpa ada gangguan dari *input* atau *output* yang mempunyai perbedaan keadaan operasi, misalnya perbedaan tegangan operasinya, sehingga dibutuhkan pedoman yaitu berupa *datasheet* komponen rangkaian *driver* ini.
- d. *Fan* berfungsi untuk mengalirkan udara kering ke permukaan pakaian.
- e. *Heater* berfungsi untuk menghasilkan panas.
- f. LCD berfungsi untuk menampilkan suhu dan kelembaban pada ruangan.
- g. Modul suara ISD1820 berfungsi menginformasikan status pakaian dalam bentuk audio.

2. Flowchart Program

Flowchart adalah bagan-bagan yang mempunyai arus yang menggambarkan langkah-langkah penyelesaian suatu masalah. *Flowchart* merupakan cara penyajian dari suatu algoritma. *Flowchart* dari sistem ini adalah sebagai berikut:



Gambar 10. Flowchart Program

Program akan beroperasi sebagai berikut :

- a. Membaca sensor sht11
- b. Sensor akan mendeteksi data suhu dan kelembaban sesuai program, apabila suhu >30°C maka mikrokontroler akan memberikan instruksi untuk menghidupkan kipas sampai suhu kumbang menjadi <29°C, apabila kelembaban <80%RH maka mikrokontroler akan memberikan instruksi untuk menghidupkan pompa sampai kelembaban menjadi >82% RH.

3. Langkah pembuatan alat

Langkah pembuatan lemari pengering pakaian berbasis mikrokontroler ATMEGA8535 dibagi dalam beberapa cara, yaitu :

- a. Pengumpulan dasar-dasar teori berkaitan dengan konsep dan cara kerja alat.
- b. Perancangan bentuk alat sesuai ukuran, bahan dan sistem yang telah ditentukan
- c. Perancangan konstruksi motor dan *heater*.
- d. Perakitan rangkaian pengontrol yang meliputi pemilihan komponen sesuai dengan nilai yang telah dihitung dan perancangan layout serta pemasangan komponen pada PCB (*printed circuit board*)
- e. Pengujian rangkaian yang telah dibuat
- f. Pemasangan panel rangkaian kontrol pada lemari.

4. Rancangan Fisik Alat

Rancangan fisik alat ini bertujuan untuk memberikan gambaran fisik alat yang dirancang. Adapun bentuk rancangan fisik lemari pengering pakaian dapat dilihat pada gambar 12



Gambar 11. Bentuk Fisik Alat

C. Pengujian dan analisa rancangan

Pengujian perangkat keras dilakukan dengan cara pengecekan dan pengukuran output rangkaian serta mengujian rangkaian secara keseluruhan. Pengujian ini dilakukan

untuk mengetahui apakah alat yang dibuat bekerja dengan baik.

1. Pengujian rangkaian *power supply*

Rangkaian *power supply* yang dirancang menghasilkan *output* 12 Volt dan 9 Volt untuk menyuplai tegangan ke seluruh blok rangkaian. Pengukuran rangkaian menggunakan alat ukur yaitu multimeter. Pengukuran dilakukan pada titik ukur yang telah ditentukan sebelumnya, seperti pada table 2.

Tabel 2. Hasil pengukuran rangkaian *power supply*

No	Parameter yang diukur	Titik Pengukuran	Hasil Pengukuran
1	Tegangan Primer Transformator	TP1	220V _{AC}
2	Tegangan Sekunder Transformator	TP2	18,5V _{AC}
3	Tegangan jembatan penyearah	TP3	28V _{DC}
4	Tegangan pada kapasitor 1 dan 2	TP4	18V _{DC}
5	Tegangan Output Catu Daya (XMM1)	TP5	12V _{DC}
6	Tegangan Output Catu Daya (XMM2)	TP6	9V _{DC}

Berdasarkan hasil pengujian persentase kesalahan Hasil dari perhitungan persentase kesalahan dapat dilihat pada tabel 3 berikut:

Tabel 3. Persentase kesalahan parameter *power supply*

No	Titik Ukur	Nilai Sebenarnya (NS)	Nilai Terukur (NT)	Persentase kesalahan (%error)
1	Tegangan Primer Transformator (TP1)	220	220	0%
2	Tegangan Sekunder Transformator (TP2)	18	18,5	2,7%
4	Tegangan pada kapasitor 1 dan 2 (TP4)	17,9	18	0,56%
5	Tegangan Output Catu Daya Terminal XMM1 (TP5)	9	9	0%
6	Tegangan Output Catu Daya Terminal XMM2 (TP6)	12	12	0%

Berdasarkan hasil pengujian parameter tegangan pada rangkaian *power supply*, diperoleh pengukuran tegangan *output* yang

stabil yaitu 9 Volt dari IC 7809 dan 12 Volt dari IC 7812. Besar tegangan *output* masing-masing titik ukur sesuai dengan batas toleransi pada *datasheet* dan sesuai dengan hasil pengukuran. Berdasarkan dari kondisi pengukuran dan pengujian tersebut, maka rangkaian *power supply* dapat bekerja dengan baik.

2. Pengujian Mikrokontroler ATMEGA8535

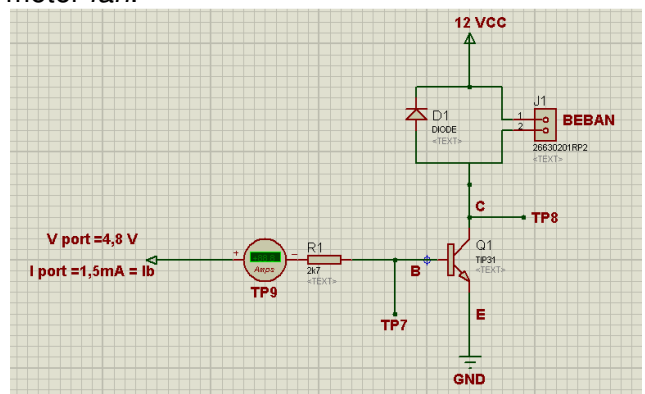
Hasil pengukuran dapat dilihat pada Tabel Tabel 4. Pengukuran Mikrokontroler ATMEGA8535

Logika port	Tegangan pada port ATMEGA8535	Arus Port
Low (0)	0,2 Vdc	0 mA
High (1)	4,8 Vdc	1,5 mA

Berdasarkan tabel 4 dapat diketahui bahwa kondisi *low* (0) adalah kondisi dimana tegangan *port* yang terbaca sebesar 0,2 Vdc dan arus *port* 0 mA. Logika yang kedua yaitu kondisi *high* (1) dimana tegangan *port* yang terbaca sebesar 4,8 Vdc dan arus *port* 1,5 mA. Hal ini sesuai dengan kondisi level tegangan untuk mengaktifkan mikrokontroler yaitu 4,5 – 5,5 Vdc. Berdasarkan dari kondisi pengukuran dan pengujian, maka rangkaian mikrokontroler ATMEGA8535 telah dapat bekerja dengan baik.

3. Pengujian Rangkaian *driver relay*

Pengujian rangkaian *driver relay* bertujuan untuk memastikan rangkaian bekerja dengan baik. Proses pengujian cukup dengan memberi *input* 5 V di depan resistor, disaat itu transistor akan berfungsi sebagai saklar untuk mengaktifkan relay 12 volt, yang mana relay ini berfungsi untuk mengaktifkan heater dan juga motor *fan*.



Gambar 12. Pengukuran tegangan *driver*

Pengukuran dilakukan dengan cara menghubungkan *probe* negatif multimeter ke negatif rangkaian dan *probe* positif ke TP7 dan TP8. Pengukuran *driver* dilakukan pada saat aktif (*low*) dan tidak aktif (*high*) seperti ditampilkan pada gambar.

Tujuan pengukuran untuk memastikan transistor dapat bekerja sebagai *switch*. Data

pengukuran tersebut dapat dilihat pada tabel 5 berikut.

Tabel 5. Hasil Pengukuran Tegangan *Driver*

Logika Port	Vport (Volt)	Kondisi Transistor	Tegangan (Volt)			Arus (mA)
			TP7 (Vbe)	TP8 (Vce)	TP9 (I _B)	
0	4,8	<i>Short circuit (aktif)</i>	1 Volt	0,05 Volt	1,5 mA	
1	0,2	<i>Open circuit (tidak aktif)</i>	0,2 Volt	11,8 Volt	0 mA	

Hasil pengukuran tabel 5 TP7 merupakan hasil pengukuran tegangan antara pin basis dan emitor, sedangkan TP8 merupakan hasil pengukuran tegangan antara pin kolektor dan emitor. Pada saat tidak aktif atau berlogika 1, maka tegangan yang terukur pada TP7 bernilai 0,2 V \approx 0 Volt dan TP8 bernilai 11,8 Volt \approx Vcc, hal ini disebabkan I_B tidak mengalir ke basis transistor, sehingga kondisi kaki kolektor dan emitor tidak terhubung (*open circuit*) atau transistor dalam keadaan *cut-off*. Kondisi *open circuit* akan membuat relay atau motor *fan* tetap dalam keadaan OFF.

Pada saat aktif atau berlogika 0 (*aktif low*), maka tegangan pada TP7 bernilai 1 Volt dan TP8 bernilai 0,05 Volt \approx 0 Volt, hal ini disebabkan karena I_B mengalir menuju kaki basis transistor, sehingga kaki emitor dan kolektor *short circuit* atau transistor dalam keadaan saturasi. Kondisi ini menyebabkan I_c mengalir dari Vcc ke kaki kolektor melalui motor dan relay, sehingga motor *fan* dan relay ON. Berdasarkan hasil pengukuran dan analisa tersebut dapat disimpulkan bahwa *driver* relay dan motor *fan* dapat bekerja dengan baik, karena parameter telah memenuhi syarat kondisi *saturasi* dan *cut-off*.

4. Rangkaian ISD1820

Modul suara ISD 1820 akan dapat berfungsi jika ada perubahan logika dari logika "1" menjadi "0" (keadaan transisi) pada pin PLAY E. Setelah itu suara yang disimpan dalam memori ISD 1820 akan diputar selama 20 detik atau kurang dari 20 detik tergantung panjang informasi yang disimpan. Setelah informasi disampaikan, maka pin PLAY E modul ISD 1820 harus berikan kembali logika "1" agar informasi yang disampaikan tidak berulang secara terus menerus. Berikut tabel pengujian modul suara ISD 1820.

Tabel 6. Hasil pengukuran catu daya

Transisi Logika Pada Port B.4	Tegangan pada Port B.4	Keadaan ISD 1820
0 \rightarrow 1	0,2- 4,8 Vdc	Playback
1 \rightarrow 0	4,8-0,2 Vdc	Power down

Tabel 6 dapat menggambarkan cara kerja modul suara ISD 1820 sesuai dengan transisi logika yang terjadi. Untuk komunikasi mikrokontroler dengan ISD 1820 hanya membutuhkan 1 port *output* yaitu Port B.4. Pada port inilah mikrokontroler mengeluarkan logika "0" dan "1" untuk mengontrol operasi modul suara ISD1820.

5. Spesifikasi Alat

Lemari pengering pakaian ini mempunyai spesifikasi sebagai berikut :

- a. Elektronik
 - 1) Tegangan sumber : 220 Vac
 - 2) Tegangan output catu daya : 12 dan 9 Vdc
 - 3) Daya : 616 Watt
 - 4) Arus beban : 2,8 A
- b. Ukuran mekanik
 - 1) Panjang : 80 cm
 - 2) Lebar : 45 cm
 - 3) Tinggi : 150 cm



Gambar 13. Tampilan alat keseluruhan

6. Pengoperasian alat

Cara pengoperasian lemari pengering pakaian adalah sebagai berikut:

- a. Pastikan lemari pengering sudah siap dan tidak ada rangkaian yang terhubung singkat.
- b. Masukkan pakaian yang akan dikeringkan ke dalam lemari.
- c. Hubungkan panel lemari pengering pakaian ke tegangan sumber 220 Vac
- d. Tekan tombol *power ON* untuk memulai pengoperasian alat.
- e. Amati suhu dan kelembaban awal yang ditampilkan LCD.

f. Setelah itu biarkan lemari pengering bekerja sampai pakaian telah dinyatakan kering melalui tampilan LCD dan informasi oleh modul suara ISD1820

7. Uji coba lemari pengering pakaian

Pakaian yang akan diuji akan dikelompokkan menjadi 3 kategori, yaitu pakaian ringan, sedang dan berat. Pengelompokkan ini dilakukan berdasarkan besar nilai kembalinya kelembaban tiap bahan dasar pakaian. Pakaian ringan yaitu pakaian yang mempunyai nilai kembalinya kelembaban < 11, misalnya baju kemeja. Pakaian sedang yaitu pakaian yang mempunyai nilai kembalinya kelembaban antara 12 – 17, misalnya baju kaos dan celana dasar.

Pakaian berat yaitu pakaian yang mempunyai nilai kembalinya kelembaban >18, misalnya celana jeans. Sebelum diuji tiap jenis pakaian, terlebih dahulu ditentukan massa pakaian yang akan diuji yaitu 3 kg. Setiap jenis pakaian akan mendapat perlakuan sama. Data pengujian dapat dilihat pada tabel 7 berikut:

Tabel 7 Pengujian pengeringan pakaian

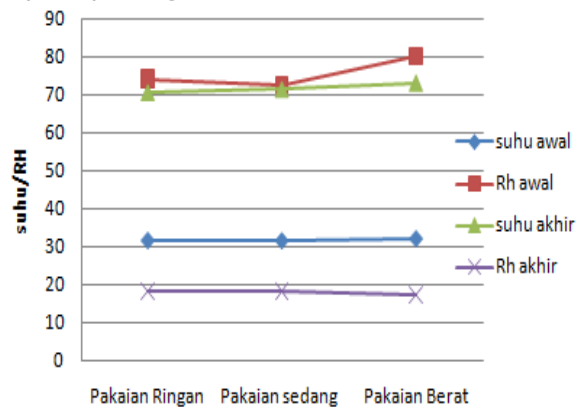
NO	Jenis pakaian	Massa sebelum dicuci (gram)	Massa setelah keluar dari mesin cuci (gram)	Waktu Penge ringan (menit)	Suhu dan Kelembaban terbaca awal (°C)	Suhu dan kelembaban terbaca akhir (°C)	ΔT °C ΔRH%
1	13 helai kemeja pendek	2923	3800	60	31,69 74,25	70,43 18,40	38,7 55,8
2	10 helai kaos oblong pendek dan 2 celana dasar	2940	4020	90	39,68 54,28	71,29 18,44	39,68 54,28
3	3 celana jeans dan 1 jacket jeans	2960	4300	168	32,16 80,00	73,01 17,20	40,85 62,80
	Rata rata	2941	4040		Rata-rata		39,75 57,64

Berdasarkan tabel 6 dapat diketahui bahwa jenis pakaian mempengaruhi lama pengeringan pakaian tersebut walaupun dengan perlakuan yang sama, hal ini disebabkan oleh perbedaan karakteristik dan kemampuan penyerapan panas tiap jenis pakaian. Pakaian ringan lebih cepat kering dari pada jenis pakaian sedang dan berat.

Tiap 3 kg pakaian kering membutuhkan waktu pengeringan selama 60 menit, pakaian sedang membutuhkan waktu 90 menit dan pakaian berat membutuhkan waktu 168 menit.

Setiap jenis pakaian yang diuji diletakkan pada kondisi awal yang sama yaitu pada suhu 31 - 32°C dan kelembaban 72 – 80 %RH. Masing-masing pakaian tersebut akan kering

pada keadaan akhir yang sama yaitu pada suhu 70 - 73°C dan kelembaban 17 – 18 % RH, seperti pada gambar 19 berikut:



Gambar 14. Grafik perubahan suhu dan kelembaban dalam lemari pengering Tiap jenis pakaian

Berdasarkan gambar 19 tersebut dapat diketahui bahwa pakaian dikatakan kering jika telah mencapai kelembaban <19 %RH. Hal ini dibuktikan dengan keadaan suhu dan kelembaban awal tiap jenis pakaian hampir sama, begitu juga dengan keadaan suhu dan kelembaban akhir saat pakaian sudah kering, seperti pada gambar diatas.

8. Estimasi konsumsi daya

Laju pengeringan pakaian akan mempengaruhi pemakaian energi listrik oleh lemari pengering pakaian. Semakin lama proses pengeringan pakaian maka akan semakin banyak energi listrik yang terpakai. Besar arus terukur saat pengujian pengeringan pakaian selama 1 jam dapat dilihat dari tabel 8.

Tabel 8. Pengukuran arus beban pada panel lemari pengering pakaian

No	Waktu	Arus
1	10 menit	2,8 A
2	20 menit	2,8 A
3	30 menit	2,8 A
4	40 menit	2,8 A
5	50 menit	2,8 A
6	60 menit	2,8 A

Jika tegangan sumber 220 Vac, maka daya listrik yang dibutuhkan sewaktu pengujian adalah sebagai berikut:

$$P = V \cdot I$$

$$P = 220V \times 2,8 \text{ Ampere} = 616 \text{ Watt}$$

Jika lemari pengering bekerja selama 1 jam untuk mengeringkan pakian, maka besar energi listrik yang dibutuhkan adalah :

$$W = P \times t$$

$$W = 616 \text{ Watt} \times 1 \text{ hour} = 616 \text{ Wh} = 0,616 \text{ Kwh}$$

Besar energi listrik yang dibutuhkan selama 1 jam adalah 0,616 KWh.

D. Kesimpulan Dan Saran

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.

9. 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.

Catatan: Artikel ini disusun berdasarkan Tugas Akhir penulis dengan Pembimbing IDrs. Putra Jaya, MT dan Pembimbing II Khairi Budayawan, S.Pd, M.Sc

E. 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

Sumardi. (2013). *Mikrokontroler Belajar AVR Mulai Dari Nol*. Yogyakarta: ANDI

Syahrul. (2014). *Pemograman Mikrokontroler AVR Bahasa Assembly dan C*. Bandung:INFORMATIKA

Universitas Negeri Padang.(2010). *Buku Panduan Penulisan Tugas akhir/Skripsi Universitas Negeri Padang*. Padang:: Universitas Negeri Padang.