

PERANCANGAN DAN REALISASI SISTEM PENGERING BUAH APEL MENGGUNAKAN LAMPU INFRAMERAH

Gary Jonathan Salli, Joni Fat

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara

e-mail: garyjonathansalli@gmail.com

ABSTRACT

Drying is a way to remove water from a material with thermal energy from natural sources (sunlight) or unnatural sources (drier). The water contained in the material should be reduced to the level which microbes cannot grow up. Traditional fruit drying process usually lasts for 2-3 weeks under the sunlight. This device is designed to replace heat from sunlight so it can dry fruit on unfavorable weather conditions such as night, cloudy, and raining. The purpose of this project is to make an apple dryer system using infrared heaters for households. It also can read the temperature, control output voltage, and estimate the time needed to dry the apples. Apples dryer system is testing the output of lamp timer module. After receiving input from the temperature sensing modules, the processing module regulator ordered the lights to dim the lights to lower the temperature to avoid overheating. The design of this dryer system able to perform drying apples. Hot on the dryer system relies on a given output voltage. The higher the output voltage can provide the heat generated by the infrared heater. Dryer systems can dry the apples by the time desired by the user.

Keywords: *drying, fruit, design, heater, infrared*

ABSTRAK

Pengeringan merupakan suatu cara untuk menghilangkan sebagian besar air dari suatu bahan dengan bantuan energi panas dari sumber alam (sinar matahari) atau buatan (alat pengering). Biasanya kandungan air tersebut dikurangi sampai batas di mana mikroba tidak dapat tumbuh lagi. Pengeringan buah secara tradisional biasanya berlangsung selama 2-3 minggu di bawah sinar matahari. Alat yang dirancang berperan untuk menggantikan panas dari sinar matahari sehingga dapat mengeringkan buah pada kondisi cuaca yang tidak mendukung sekali pun seperti saat malam, mendung, maupun hujan. Tujuan perancangan alat ini adalah membuat sistem pengering buah apel menggunakan pemanas inframerah untuk rumah tangga. Alat yang dirancang ini dapat membaca temperatur, mengatur tegangan keluaran pada pengering, dan memberikan estimasi waktu yang dibutuhkan untuk mengeringkan apel. Pengujian sistem pengering buah apel ini menguji hasil keluaran pemroses pada modul pengatur lampu. Setelah menerima masukan dari modul pendeteksi suhu, pemroses memerintahkan modul pengatur lampu untuk meredupkan lampu guna menurunkan suhu untuk menghindari kelebihan panas pada buah apel. Perancangan sistem pengering ini mampu untuk melakukan pengeringan buah apel. Panas pada sistem pengering bergantung pada tegangan keluaran yang diberikan. Semakin tinggi tegangan keluaran yang diberikan semakin panas yang dihasilkan oleh pemanas inframerah. Sistem pengering dapat mengeringkan buah apel berdasarkan waktu yang diinginkan pengguna.

Kata kunci: *pengeringan, buah, perancangan, pemanas, inframerah*

PENDAHULUAN

Apel merupakan buah yang memiliki sumber vitamin C, kalium (potasium), serat larut (pektin), dan serat tidak larut [1]. Indonesia memiliki banyak jenis apel seperti *Apel Rome Beauty* atau lebih dikenal sebagai *Apel Malang*, *Apel Australia* atau dikenal *Apel Hijau*, *Apel Anna*, *Apel Manalagi*, dan masih banyak lagi. Sumber apel-apel tersebut tidak berada pada satu tempat saja melainkan dari berbagai kota di Indonesia. Dalam pendistribusian ke

berbagai daerah di luar kota asalnya, apel tersebut tidak harus berupa buah apel saja tetapi dapat dikemas dalam berbagai bentuk. Pengemasan apel dapat berupa keripik apel, apel kering, jus apel, dan lainnya. Untuk keripik apel dan apel kering dilakukan proses pengawetan. Pengawetan memiliki beberapa metode. Metode tersebut antara lain dengan cara pemanasan, pendinginan, pengeringan, pengasinan, dan pemanisan. Dengan mengeringkan buah, rasa buah

kadangkala berubah dari rasa aslinya. Makanan awetan tersebut diberi bumbu untuk meningkatkan rasa lezat. Buah yang diawetkan seringkali kehilangan warna dan bentuk aslinya. Buah apel memiliki kadar di atas 80%. Untuk buah apel sendiri memiliki 84%, Apel Anna 84.40%, Apel Manalagi 84.05% dan Apel Malang 86.65%[1]

Pengeringan merupakan suatu cara untuk menghilangkan sebagian besar air dari suatu bahan dengan bantuan energi panas dari sumber alam (sinar matahari) atau bantuan (alat pengering). Biasanya kandungan air tersebut dikurangi sampai batas di mana mikroba tidak dapat tumbuh lagi[2]. Pengeringan buah secara tradisional biasanya berlangsung selama 2-3 minggu di bawah sinar matahari. Pada saat pengeringan, umumnya buah mengalami proses oksidasi, yang mengakibatkan warnanya berubah menjadi gelap kecoklatan. Kandungan gula alaminya yang tinggi dan mudah dicerna, terutama *fruktosa*, menjadikan buah kering penyedia energi siap pakai. Juga di dalam buah kering tersimpan banyak vitamin B6 (pidoksin), yang merupakan pemacu penguraian energi dari makanan, sehingga pemanfaatan energi menjadi lebih cepat lagi[3].

Alat yang dirancang berperan menggantikan panas matahari sehingga dapat mengeringkan buah pada kondisi cuaca yang tidak mendukung sekali pun seperti saat malam, mendung, mau pun hujan. Produksi buah kering juga memiliki nilai jual yang lebih tinggi dan target pasarnya hingga kalangan premium[4]. Survei dilakukan untuk membandingkan alat yang sudah ada di pasaran dengan alat yang akan dirancang. Survei dilakukan melalui internet dan ditemukan dua alat yang serupa. Survei yang pertama dilakukan pada tanggal 16 Mei 2016 dengan melihat video di YouTube dengan alamat https://www.youtube.com/watch?v=DPbB0ZKddJ4&ab_channel=MesinPertanianAgrowindo. Pada video tersebut oven pengering dapat mengeringkan buah, sayuran, bumbu dapur, umbi-umbian, dan ikan. Oven pengering ini menggunakan kompor gas dan

dapat mengatur suhu yang diinginkan terlebih dahulu, sebelum mengeringkan buah apel. Untuk buah apel sendiri, buah apel tersebut sudah dipotong terlebih dahulu sebelum dimasukkan kedalam oven pengering ini. Oven tersebut dilengkapi dengan suhu pengatur gas menggunakan termostat. Apabila suhu mencapai suhu yang diinginkan, kompor gas akan mengurangi penggunaan *liquid petroleum gas* atau gas LPG. Sehingga untuk penggunaan gas LPG oven pengering tersebut lebih efisien dan lebih hemat. Kekurangan dari alat ini tidak menggunakan *timer* yang akan mematikan oven secara otomatis sehingga pengguna harus memeriksa kondisi oven secara berkala juga suhu dalam oven pengeringan ini tidak dapat diketahui. Mesin oven pengering dapat dilihat pada Gambar 1



Gambar 1. Mesin Oven Pengering

Pengaturan suhu oven pengering ini menggunakan penunjuk yang dapat diputar untuk menyesuaikan suhu yang diinginkan. Dengan menggunakan cara ini suhu yang ditentukan pasti tidak akurat. Penggunaan oven pengering dan pengaturan suhu oven pengering dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 2. Penggunaan Oven Pengering



Gambar 3. Pengaturan Suhu Oven Pengering

Survei studi pustaka melalui Jurnal Teknologi Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Sains dan Teknologi AKPRIND Yogyakarta, Volume 2 Nomor 1, Juni 2009 dengan judul “Oven Pengering Kerupuk Berbasis Mikrokontroler ATmega 8535 Menggunakan Pemanas Pada Industri Rumah Tangga”. Pada perancangan ini pengeringan menggunakan sistem yang terdiri dari catu daya untuk mengubah sumber tegangan AC menjadi tegangan DC, ATmega 8535, sensor suhu yang menggunakan IC LM 35, LCD 16x2 jenis dot matriks digunakan untuk menampilkan *timer*, pengendali beban digunakan untuk menggerakkan beban dan penguat sinyal digital yang dikirim oleh mikrokontroler[5]. Mikrokontroler digunakan untuk mengontrol sistem kerja dari rangkaian seperti melakukan *ON/OFF* pada rangkaian *driver* pemanas, dan juga untuk mengetahui besarnya suhu IC LM 35 menampilkan suhu pada LCD. Perancangan ini tidak memberikan estimasi waktu sehingga proses pengeringan harus diperiksa secara berkala.

Survei lapangan dilakukan pada tanggal 2 Juni 2016 di Toko Mesin Maksindo Jakarta Timur (Condet) yang beralamat Jl. Condet Raya No. 1E, Jakarta Timur pada pukul 13.00. Mesin oven pengering menggunakan elemen pemanas sebagai pemanasannya. Mesin oven pengering ini mampu untuk mngeringkan buah dan bumbu dapur. Oven pengering Maksindo dapat dilihat pada Gambar 6. Mesin oven pengering ini diproduksi oleh

PT. Agrowindo Indonesia. Spesifikasi mesin oven pengering ini dapat dilihat pada Gambar 4. Untuk penggunaannya cukup mudah, buah yang akan dikeringkan diiris terlebih dahulu kemudian di sebar merata pada rak oven. Pengaturan suhu oven ini terdapat diatas oven.

Suhu diatur dengan memutar indikator suhu sesuai dengan suhu yang diinginkan. Oven pengering ini menggunakan *thermostat* dimana saat suhu akan melewati panas yang ditentukan, elemen pemanas ini akan dimatikan hingga suhu kembali stabil.



Gambar 4. Spesifikasi Mesin Oven Pengering

Untuk pengaturan suhu mesin oven pengering dapat dilihat pada Gambar 5. Posisi elemen pemanas pada mesin oven pengering dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 5. Pengaturan Suhu Oven Pengering Maksindo



Gambar 6. Mesin Oven Pengering Maksindo



Gambar 7. Posisi Elemen Pemanas Mesin Oven Pengering

Berdasarkan hasil survei, mesin oven pengering secara umumnya tidak memiliki estimasi waktu untuk lama proses pengeringan. Mesin oven pengering menggunakan *blower*. *Blower* digunakan untuk mengalirkan panas dari elemen pemanas yang posisinya berada di bawah oven pengering. Dengan *blower* ini, suhu dalam oven pengering merata.

Alat yang dirancang merupakan sistem pengering buah menggunakan pemanas inframerah yang memiliki empat modul, yaitu modul pendeteksi suhu, modul pengatur lampu, modul penampil, modul masukan dan pemroses. Modul pendeteksi suhu digunakan untuk mendeteksi posisi suhu yang akan menjadi batas penentu bagi pemroses. Modul pengatur lampu digunakan untuk mengatur lampu inframerah. Pemroses bertugas untuk mengatur komunikasi antara modul pendeteksi suhu dan modul pengatur lampu.

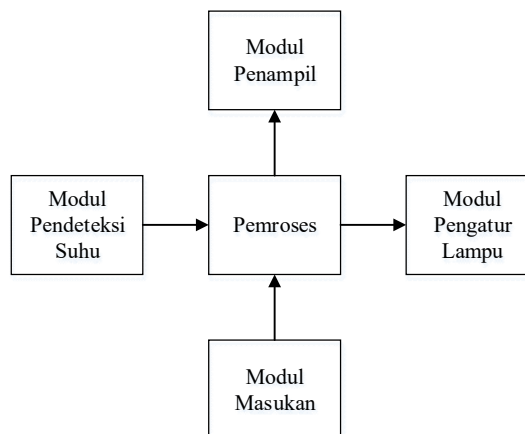
METODE PENELITIAN

Tahapan yang dilakukan pada perancangan ini adalah analisa, desain, dan implementasi.

1. Tahapan Analisa

Tujuan perancangan alat ini adalah membuat sistem pengering buah apel menggunakan pemanas inframerah untuk rumah tangga. Juga dapat membaca temperatur suhu, tegangan masukan dan keluaran pada pengering, dan memberikan estimasi waktu yang dibutuhkan untuk mengeringkan apel.

Diagram blok keseluruhan sistem dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Diagram Blok Keseluruhan Sistem

2. Tahapan Desain

Sistem pengering ini memiliki modul yang akan direalisasikan. Realisasi dimulai dengan rencana realisasi modul pendeteksi suhu, rencana realisasi modul antarmuka dan rencana realisasi modul pengatur lampu.

2.1. Realisasi Modul Pendeteksi Suhu

Modul pendeteksi suhu digunakan untuk mendeteksi peningkatan suhu yang terjadi pada pengering. Peningkatan suhu menjadi masukan pada pemroses untuk mengatur modul pengatur lampu. Kelebihan panas dapat mengakibatkan kondisi apel menjadi rusak. Suhu yang terus meningkat akan membuat modul pengatur lampu menurunkan tegangan yang diterima lampu atau dengan kata lain meredupkan lampu, sehingga suhu tetap stabil dan tidak kelebihan panas. Realisasi modul pendeteksi suhu ini menggunakan sensor suhu yang terintegrasi dengan pemroses.

2.2. Realisasi Modul Antarmuka

Modul antarmuka digunakan untuk menampilkan antarmuka kepada pengguna. Realisasi modul antarmuka dilakukan dengan menggunakan *Liquid Crystal Display* (LCD) dan juga modul masukan sebagai masukan modul antarmuka. Masukan antarmuka ini berupa suhu, jenis buah, tingkat kekeringan buah, dan opsi pengeringan otomatis atau pengeringan manual. Modul antarmuka ini juga

menampilkan keluaran dari pemroses, seperti estimasi waktu yang dibutuhkan pengering untuk mengeringkan buah.

2.3. Realisasi Modul Pengatur Lampu

Modul pengatur lampu digunakan untuk membesarkan ataupun meredupkan lampu. Realisasi modul pengatur lampu dilakukan dengan membuat rangkaian menggunakan *triode for alternating current* (TRIAC) yang berfungsi untuk mengatur besaran tegangan AC, *optoisolator* berfungsi sebagai pengendali TRIAC, *optocoupler* berfungsi sebagai penghubung berdasarkan cahaya optik.

3. Tahapan Implementasi

Pada tahapan implementasi dilakukan pengujian pada perancangan sistem pengering buah apel menggunakan pemanas inframerah. Pengujian dilakukan pada modul sistem pengering ini di antaranya :

1. Modul pendeteksi suhu,
2. Modul antarmuka,
3. Modul pengatur lampu,
4. Modul pemroses.

HASIL PENGUJIAN DAN ANALISIS

Hasil Pengujian dan Analisis Modul

Pengujian dan analisis bertujuan untuk mengetahui apakah modul yang diuji dapat bekerja dengan baik atau tidak. Pengujian dan analisis modul ini meliputi beberapa modul, yaitu:

5. Modul pendeteksi suhu,
6. Modul antarmuka,
7. Modul pengatur lampu,
8. Modul pemroses.

1. Pengujian dan Analisis Pendeteksi Suhu

Pengujian modul pendeteksi suhu dilakukan untuk memastikan suhu yang terdeteksi oleh modul yang dirancang sesuai atau tidak memiliki perbedaan yang signifikan terhadap pengukuran menggunakan termometer. Pengujian dilakukan sebanyak lima kali dengan suhu yang berbeda-beda. Tabel rencana pengujian

untuk modul pendeteksi suhu dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Pendeteksi Suhu

No	Suhu yang Dideteksi Oleh Pendeteksi Suhu (°C)	Suhu yang Dideteksi Oleh Termometer (°C)
1	40	39
2	50	48
3	60	58
4	70	69
5	80	79

2. Pengujian dan Analisis Modul Antarmuka

Pengujian dan analisis modul antarmuka dibagi menjadi 2 jenis pengujian, yaitu pengujian modul LCD, pengujian modul *keypad*.

2.1. Pengujian dan Analisis Modul LCD

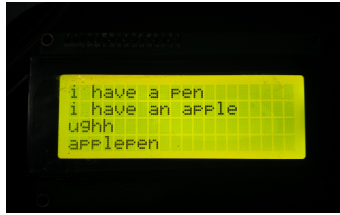
Pengujian dan analisis modul LCD dilakukan dengan menghubungkan modul LCD dengan mikrokontroler dan menulis sebuah program pada mikrokontroler untuk menampilkan beberapa karakter pada LCD. Program pengujian modul LCD dapat dilihat pada Gambar 9.

```

1      #include <Wire.h>
2      #include <LiquidCrystal_I2C.h>
3      LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,20,4);
4
5      void setup()
6      {
7          lcd.init();
8
9          lcd.backlight();
10         lcd.setCursor(0,0);
11         lcd.print("i have a pen");
12         lcd.setCursor(0,1);
13         lcd.print("i have an apple");
14         lcd.setCursor(0,2);
15         lcd.print("ughh");
16         lcd.setCursor(0,3);
17         lcd.print("applepen");}
18
19     void loop()
20     {
21     }
```

Gambar 9. Program Pengujian LCD

Program diatas akan menampilkan karakter 'i have a pen, i have an apple, ughh, apple pen' pada layar LCD. Hasil dari pengujian modul LCD dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Hasil Pengujian Modul LCD

Berdasarkan dari hasil pengujian pada Gambar 4., Pengujian ini dapat dikatakan berhasil karena karakter yang ditampilkan oleh modul LCD sesuai dengan karakter yang dituliskan pada program pengujian modul LCD.

2.2. Pengujian dan Analisis Modul Keypad

Pengujian dan analisis modul keypad dilakukan dengan menghubungkan modul keypad dengan mikrokontroler dan menulis program pada mikrokontroler untuk menampilkan karakter yang ditekan pada Serial Monitor. Program pengujian modul keypad dapat dilihat pada Gambar 11.

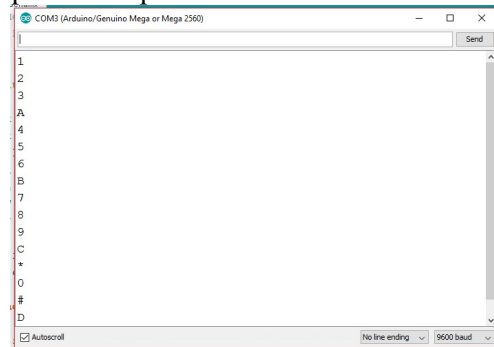
```

1      #include <Keypad.h>
2
3      const byte ROWS = 4;
4      const byte COLS = 4;
5      char keys[ROWS][COLS] = {
6        {'1','2','3','A'},
7        {'4','5','6','B'},
8        {'7','8','9','C'},
9        {'*','0','#','D'}
10     };
11     byte rowPins[ROWS] = {6, 7, 8, 9};
12     byte colPins[COLS] = {2, 3, 4, 5};
13
14     Keypad keypad = Keypad( makeKeymap(keys),
15     rowPins, colPins, ROWS,
16     COLS );
17
18     void setup(){
19       Serial.begin(9600);
20     }
21
22     void loop(){
23       char key = keypad.getKey();
24
25       if (key){
26         Serial.println(key);
27       }
28     }
    
```

Gambar 11. Program Pengujian Keypad

Program diatas akan menampilkan karakter yang ditekan pada keypad pada Serial Monitor dengan komunikasi baudrate

9600. Hasil dari pengujian modul keypad dapat dilihat pada Gambar 12. dan Tabel 2.



Gambar 12. Hasil Pengujian Modul Keypad

Berdasarkan dari hasil pengujian pada Gambar 11 dan Tabel 2, Pengujian ini dapat dikatakan berhasil karena karakter yang ditampilkan oleh Serial Monitor sesuai dengan karakter yang ditekan pada keypad.

3. Pengujian dan Analisis Modul Pengatur Lampu

Pengujian dan analisis modul pengatur lampu dilakukan dengan menguji apakah modul pengatur lampu mampu untuk menurunkan tegangan sumber dari PLN 220V_{AC}. Tabel 3 menunjukkan tabel pengujian modul pengatur lampu.

Tabel 2. Hasil Pengujian Keypad

Input Keypad	Tampilan Serial monitor
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
A	A
B	B
C	C
D	D
*	*
#	#

Tabel 3. Pengujian Modul Pengatur Lampu

Sumber Tegangan (V_{AC})	Tegangan Keluaran (V_{AC})	Hasil Pengujian (×) atau (✓)
220	220	✓
	175	✓
	160	✓
	150	✓
	140	✓

4. Pengujian dan Analisis Modul Pemroses

Pengujian dan analisis modul pemroses dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah modul pemroses bekerja dengan baik atau tidak. Modul pemroses yang akan diuji adalah mikrokontroler Arduino Mega. Pengujian pada mikrokontroler ini dilakukan dengan membuat program sederhana dan membuat setiap pin I/O yang digunakan dalam kondisi *HIGH* dan menampilkan data melalui serial monitor. Pengukuran keluaran dari setiap pin tersebut akan diukur menggunakan multimeter. Program pengujian pin Arduino dapat dilihat pada Gambar 13.

Pada pengujian ini, tegangan keluaran dari pin I/O seperti program diatas akan diukur menggunakan multimeter. Hasil pengujian pin I/O pada mikrokontroler dapat dilihat pada Tabel 3.

```

1 void setup () {
2   pinMode(2, OUTPUT);
3   pinMode(3, OUTPUT);
4   pinMode(4, OUTPUT);
5   pinMode(5, OUTPUT);
6   pinMode(6, OUTPUT);
7   pinMode(7, OUTPUT);
8   pinMode(8, OUTPUT);
9   pinMode(9, OUTPUT);
10  pinMode(10, OUTPUT);
11  pinMode(11, OUTPUT);
12  pinMode(12, OUTPUT);
13  pinMode(13, OUTPUT);
14 }
15
16 void loop() {
17   for (int a=2;a<=13;a++)
18   {
19     digitalWrite(a, HIGH);
20   }
21   delay(60000);
22   for (int b=2;b<=13;b++)
23   {
24     digitalWrite(b, LOW);
25   }
26   delay(60000);
27 }

```

Gambar 13. Program Pengujian Pin Arduino

Berdasarkan dari hasil pengujian pin I/O pada Tabel 4.5, dapat disimpulkan bahwa mikrokontroler bekerja dengan baik karena hasil pengukuran tegangan pada pin I/O mikrokontroler stabil.

Pengujian dan Analisis Keseluruhan Sistem

Pengujian keseluruhan sistem dilakukan dengan menghubungkan semua modul yang ada, baik yang dirancang maupun tidak dirancang. Pengujian langsung pada keseluruhan sistem penering buah ini dilakukan dengan menghubungkan modul pendeteksi suhu pada pemroses.

Setelah itu dilakukan pengujian modul antarmuka di mana LCD dapat menampilkan nilai yang dideteksi oleh modul pendeteksi suhu. Modul pengatur lampu akan dihubungkan pada modul pendeteksi suhu dan modul antarmuka yang telah dihubungkan sebelumnya.

Pengujian pada modul yang sudah dihubungkan ini untuk menguji pengaruh suhu terhadap nilai keluaran tegangan dari modul pengatur lampu. Tabel 4 menunjukkan tabel pengujian keseluruhan sistem bagian pertama.

Tabel 3. Hasil Pengujian Pin Arduino

No	Pin I/O	Output HIGH (V_{DC})	Output LOW (mV_{DC})
1	2	4.91	0.8
2	3	4.92	0.9
3	4	4.92	0.9
4	5	4.92	0.9
5	6	4.9	0.7
6	7	4.91	0.8
7	8	4.91	0.7
8	9	4.91	0.9
9	10	4.9	0.9
10	11	4.91	0.8
11	12	4.91	0.8
12	13	4.92	0.9

Pengujian keseluruhan sistem selanjutnya menguji hasil keluaran pemroses pada modul pengatur lampu setelah menerima masukan dari modul pendeteksi suhu dimana pemroses memerintahkan modul pengatur lampu untuk meredupkan lampu guna menurunkan suhu untuk menghindari kelebihan panas pada buah. Tabel 5 menunjukkan tabel pengujian keseluruhan sistem bagian kedua. Pengujian dilakukan sebanyak lima kali dengan penurunan tegangan yang berbeda-beda untuk menentukan tegangan keluaran yang efektif.

Pengujian keseluruhan sistem bagian ketiga ini menguji keseluruhan modul sistem pengering buah apel. Tabel 6 menunjukkan pengujian keseluruhan modul sistem.

Pengujian keseluruhan sistem dibuat dalam bentuk kasus dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 4. Tabel Pengujian Keseluruhan Sistem Bagian Pertama

Sumber Tegangan (V _{AC})	Tegangan Keluaran (V _{AC})	Suhu (°C)
220	220	91
	175	85
	160	80
	150	76
	140	70

Tabel 5. Tabel Pengujian Keseluruhan Sistem Bagian Kedua

Pengujian ke-	Tegangan Keluaran (V _{AC})	
	Sebelum	Sesudah
1	220	175
2	175	160
3	160	150
4	150	140
5	140	125
Pengujian ke-	Suhu (°C)	
	Sebelum	Sesudah
1	91	85
2	85	83
3	83	80
4	80	78
5	78	73

Tabel 6. Tabel Pengujian Keseluruhan Modul Sistem

Pengujian	Hasil Pengujian (×) atau (✓)
Menampilkan suhu saat sistem tidak digunakan dan digunakan pada LCD	✓
Modul pengatur lampu menurunkan tegangan atau meredupkan lampu berdasarkan suhu yang ditentukan pemroses sehingga tidak terjadi kelebihan panas	✓
Menghitung waktu estimasi berdasarkan masukan pengguna	✓
Menampilkan estimasi waktu pengeringan pada LCD	✓
Pengering bekerja pada estimasi waktu dan berhenti saat estimasi waktu terpenuhi	✓

Tabel 7. Pengujian Keseluruhan Sistem dalam Bentuk Kasus

No	Kasus	Hasil
1	Pengguna ingin memasukkan buah di luar buah apel	Pengeringan tetap berjalan sesuai parameter yang dimasukkan
2	Pengguna tidak memasukkan parameter yang diinginkan	Sistem pengeringan tidak dapat dilakukan
3	Pengguna memotong apel tidak sama ketebalannya	Kondisi apel yang dikeringkan tidak merata
4	Pengguna ingin menghentikan proses pengeringan yang sedang berjalan	Pengguna harus mematikan sumber tegangan sistem pengering
5	Pengguna langsung mematikan sistem pengering untuk menghentikan proses pengeringan	Pengeringan langsung berhenti
6	Pengguna tidak menutup pengering saat proses berjalan	Pengeringan tetap berjalan
7	Pengguna ingin mengubah parameter yang sudah dimasukkan	Saat proses pengeringan berjalan, parameter yang sudah dimasukkan tidak dapat diubah
8	Pengguna ingin mengeringkan tanpa estimasi waktu	Pengguna harus memasukkan estimasi waktu yang diinginkan

KESIMPULAN

Perancangan sistem pengering buah apel menggunakan inframerah mampu untuk melakukan pengeringan buah apel. Panas pada sistem pengering bergantung pada tegangan keluaran yang diberikan. Semakin tinggi tegangan keluaran yang diberikan semakin panas yang dihasilkan oleh pemanas inframerah, begitu juga sebaliknya. Sistem pengering dapat mengeringkan buah apel berdasarkan waktu yang diinginkan oleh pengguna.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Dalimartha dan F. Adrian. *Fakta Ilmiah Buah dan Sayur*. Jakarta: Penebar Plus, 2013, hal. 13.
- [2] M. D. Y. Hapsari, T.Estiasih. *Variasi Proses dan Grade Apel (Malus sylvestris mill) Pada Pengolahan Minuman Sari Buah Apel: Kajian Pustaka*. Jurnal Pangan dan Agroindustri Vol.3 No 3, 2015, hal. 940-941.
- [3] W.H Apriadji. *Cake Dan Kue Manis*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama, 2007, hal. 30.
- [4] A. Dewi. "Kisah Bule Jerman Usaha Pengolahan Buah Kering Banyuwangi - Tribunnews.Com". *Tribunnews.com*. N.p., 2016. (diakses pada hari Jumat, 20 May 2016 pukul 15.00).
- [5] D. P. Purwanto. "Oven Pengering Kerupuk Berbasis Mikrokontroler Atmega 8535 Menggunakan Pemanas Pada Industri Rumah Tangga". *Jurnal Teknologi* 2.1, 2009, hal. 72.