

# Automatic Stove Control System and Cooking Temperature Control Based on the NodeMCU ESP8266 Microcontroller

## [Sistem Kendali Kompor Otomatis dan Pengatur Suhu Masakan Berbasis Mikrokontroler NodeMCU ESP8266]

Muhammad Nauval Khoiron Hamdani<sup>1)</sup>, Indah Sulistiyowati<sup>\*.2)</sup>, Shazana Dhiya Ayuni<sup>\*.3)</sup>

<sup>1)</sup>Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

<sup>2)</sup> Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

<sup>3)</sup> Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

\*Email Penulis Korespondensi: indah\_sulistiyowati@umsida.ac.id

**Abstract.** *The stove is a very useful tool for humans. The use of stoves in everyday life brings beneficial and detrimental impacts. A stove is a tool used to help human activities, but the impact of its weakness can cause household accidents caused by the negligence of the community itself. The NodeMCU-based automatic hob was built to address this problem. This stove can set the cooking time and automatically stop working at the specified time. This stove can also turn off automatically if the sensor does not detect the presence of people around to minimize the occurrence of household accidents. This automatic stove is expected to be a technological reformer in household appliances as well as a solution to reduce the number of accidents caused by stoves.*

**Keywords** - author guidelines; NodeMCU, ESP8266, Automatic Stove, IoT, Blynk

**Abstrak.** *Kompor adalah sebuah alat yang sangat berguna bagi manusia. Penggunaan kompor pada kehidupan sehari-hari membawa dampak yang menguntungkan maupun merugikan. Kompor sebagai alat yang digunakan untuk membantu kegiatan manusia, namun membawa dampak dari sisi kelemahannya yaitu dapat menyebabkan kecelakaan rumah tangga yang disebabkan dari kelalaian masyarakat sendiri. Kompor yang akan kami rancang adalah kompor otomatis berbasis NodeMCU. Kompor ini dapat mengatur waktu memasak dan otomatis berhenti bekerja pada waktu yang ditentukan untuk meminimalkan terjadinya kecelakaan rumah tangga. Kompor otomatis ini diharapkan mampu menjadi pembaharu teknologi dalam peralatan rumah tangga sekaligus solusi menekan angka kecelakaan yang diakibatkan dari kompor.*

**Kata Kunci** - petunjuk penulis; NodeMCU, ESP8266, Kompor Otomatis, IoT, Blynk

## I. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi merupakan suatu keniscayaan dalam kehidupan ini, karena kemajuan teknologi akan berjalan seiring dengan kemajuan ilmu pengetahuan[1]. Setiap inovasi membawa manfaat positif bagi kehidupan manusia. Teknologi juga menawarkan banyak kemudahan dan cara baru untuk melakukan aktivitas manusia. Umat manusia juga telah menikmati banyak manfaat yang dibawa oleh inovasi teknologi selama beberapa dekade terakhir. Banyak produk berteknologi tinggi di pasaran menunjukkan hal ini.

Memasak adalah suatu kegiatan yang dapat menghasilkan suatu makanan yang dapat mengubah bahan makanan mentah menjadi matang dengan cara memanaskan bahan mentah sehingga dapat dikonsumsi dan menambah cita rasa yang khas pada bahan makanan tersebut. Untuk dapat memasak sebuah makanan, diperlukan sebuah kompor sebagai media untuk memasak makanan[2]. Penggunaan kompor dalam kehidupan sehari-hari – hari membawa dampak yang menguntungkan maupun merugikan. Kompor sebagai alat yang digunakan untuk membantu kegiatan manusia, namun membawa dampak dari sisi kelemahannya yaitu dapat menyebabkan beberapa kasus kecelakaan rumah tangga yang disebabkan karena kelalaian dari masyarakat sendiri. Menurut beberapa survei yang bisa perancang jumpai, masih banyak kecelakaan yang terjadi akibat masyarakat lupa untuk mematikan kompor.

Teknologi kompor listrik sekarang telah berkembang dari yang manual ke otomatis[3]. Seiring berkembangnya teknologi, dengan menggabungkan teknologi ke dalam komponennya, kompor menjadi lebih aman dan efisien. Kompor yang dikembangkan oleh perancang adalah kompor listrik berbasis NodeMCU ESP8266. Kompor ini dapat mengatur waktu memasak dan otomatis berhenti bekerja pada waktu yang ditentukan untuk meminimalkan terjadinya kecelakaan rumah tangga. Terdapat juga sensor suhu untuk memahami suhu makanan yang dimasak. Kompor otomatis berbasis NodeMCU ESP8266 ini diharapkan mampu menjadi pembaharu teknologi dalam peralatan rumah tangga sekaligus sebagai solusi menekan angka kecelakaan yang diakibatkan dari kompor.

### A. NodeMCU ESP8266

NodeMCU ESP8266 adalah modul mikrokontroler yang berisi ESP8266 di dalamnya. NodeMCU ESP8266 dapat terhubung ke jaringan WiFi. NodeMCU ESP8266 dapat diprogram menggunakan bahasa pemrograman Arduino IDE[4], [5].



Gambar 1. NodeMCU ESP8266 [6]

### B. Kompor

Kompor merupakan salah satu alat utama yang digunakan dalam rumah tangga. Alat ini digunakan untuk memasak makanan/minuman dan juga digunakan untuk menghangatkan kembali makanan yang dimasak[7].

### C. Thermocouple

Termokopel adalah sensor suhu yang mengubah perbedaan suhu menjadi perubahan tegangan. Hal ini disebabkan oleh perbedaan densitas yang dimiliki oleh setiap logam yang bergantung pada massa jenis logam tersebut[8], [9].



Gambar 2. Thermocouple Sensor [10]

### D. Relay

Relay adalah saklar yang dioperasikan secara elektrik dan merupakan komponen elektromekanik yang terdiri dari dua bagian utama, yaitu elektromagnet dan mekanik. Fungsi relay pada alat tersebut adalah untuk menghidupkan dan mematikan elemen pemanas[11].

### E. LCD 16x2

LCD merupakan alat yang berfungsi untuk menampilkan ukuran atau angka sehingga dapat dilihat dan diketahui melalui tampilan layar kristal[12]. Fungsi dari LCD adalah memberikan informasi berupa tampilan layar sesuai dengan nilai hasil kerja komponen elektronika seperti sensor untuk pendeteksian, berupa tampilan teks dan menu-menu pada aplikasi mikrokontroler sesuai dengan perintah yang telah dituliskan pada mikrokontroler[13].

### F. IR Sensor

Sensor inframerah memiliki tugas untuk mendeteksi sebuah perangkat dengan membutuhkan pantulan cahaya yang dipancarkan dari inframerah. Pancaran inframerah ke suatu entitas di area tertentu akan ditarik oleh fotodiode. Fotodiode digunakan untuk menangkap cahaya inframerah karena 100 kali lebih cepat daripada phototransistor[13], [14].

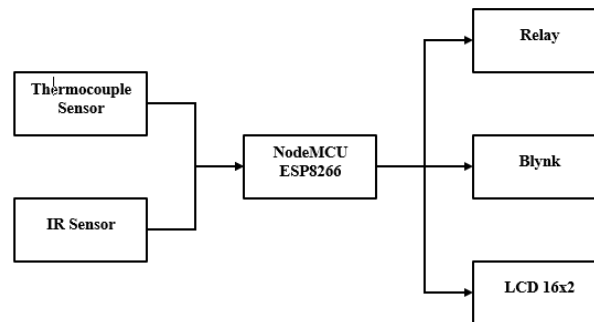


Gambar 3. IR Sensor [15]

## II. METODE

### A. Blok Diagram Sistem

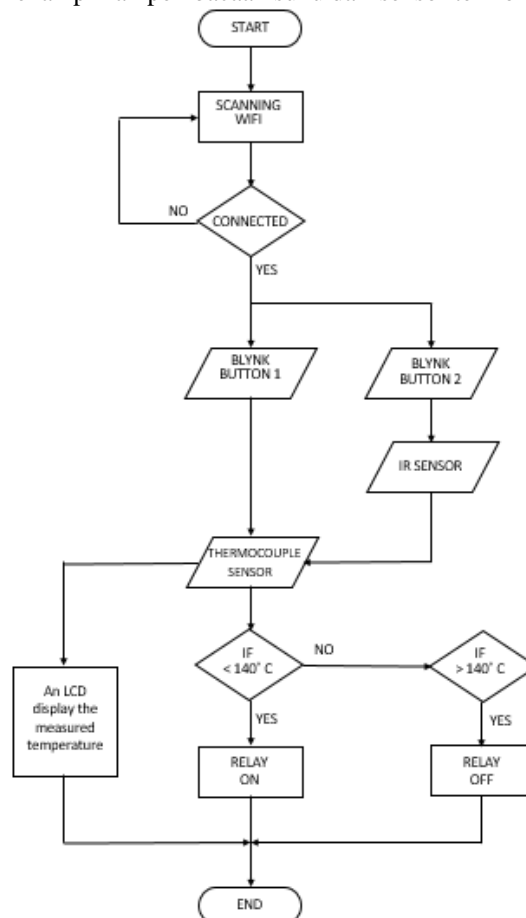
Terdapat tiga bagian pada blok diagram ini, yaitu: input, proses, dan output. Pada bagian input, terdapat dua buah sensor sebagai input untuk mendeteksi suhu dan keberadaan seseorang. Pada bagian proses, terdapat NodeMCU ESP8266 sebagai otak dari sistem kompor otomatis ini. Pada bagian output, terdapat LCD 16x2 untuk menampilkan perintah dan kondisi alat, relay sebagai saklar untuk menyalakan dan mematikan kompor, dan Blynk sebagai aplikasi penghubung antara kompor dengan smartphone. Gambar 4 menunjukkan blok diagram sistem pada penelitian ini.



Gambar 4. Diagram Blok Sistem

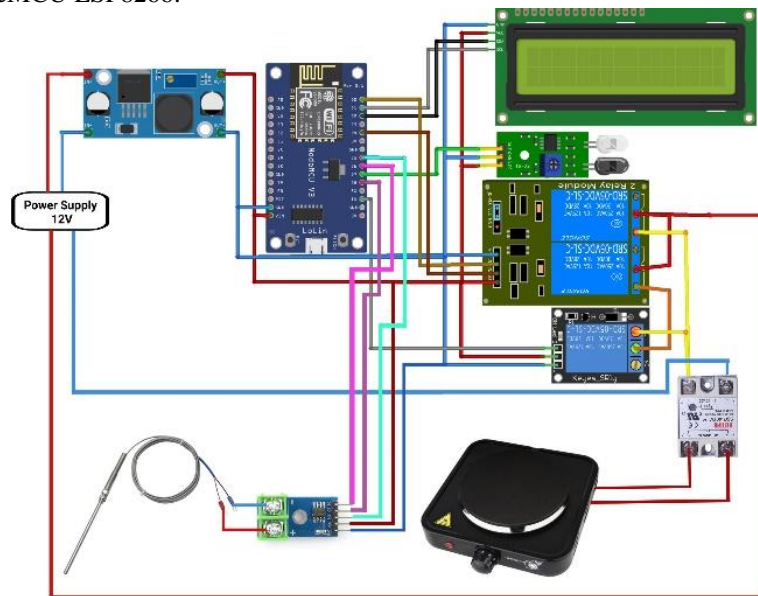
### B. Program Flowchart

Program dimulai dengan menghubungkan ke WiFi. Jika WiFi sudah terhubung, maka aplikasi Blynk dapat digunakan. Pada aplikasi Blynk, terdapat dua tombol yang tersedia. Ketika tombol satu ditekan, sensor termokopel akan membaca suhu makanan, lalu kompor akan menyala. Prinsip kerja tombol dua hampir sama dengan tombol satu, hanya saja pada tombol dua, terdapat sensor inframerah pada kompor yang berfungsi untuk mendeteksi keberadaan seseorang. Terakhir, LCD akan menampilkan pembacaan suhu dari sensor termokopel dan status kompor.



Gambar 5. Flowchart Program

Berikut ini adalah gambar rangkaian alat Sistem Pengatur Suhu Kompor dan Masak Otomatis Berbasis Mikrokontroler NodeMCU ESP8266:

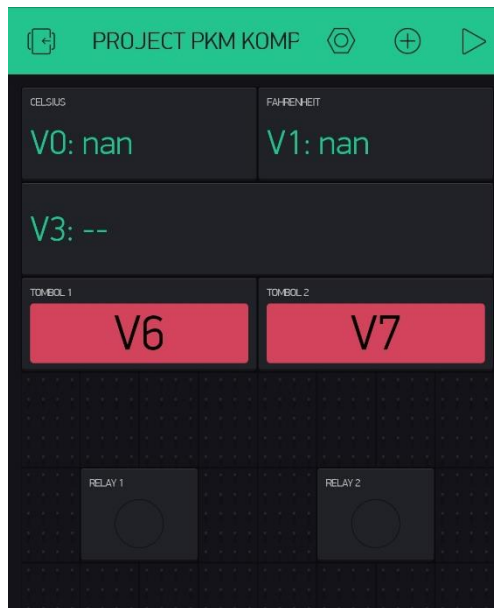


**Gambar 6.** Rangkaian Skematik

**Tabel 1.** Penggunaan Port NodeMCU ESP8266

No	NodeMCU port	Penggunaan
1	Vin	5V
2	Gnd	Gnd
3	D0	In 1 Relay 2 Modul
4	D1	Pin SCL LCD
5	D2	Pin SDA LCD
6	D4	In 2 Relay 2 Modul
7	D5	SCK Max6675
8	D6	SO Max6675
9	D7	IR Sensor
10	D8	CS Max6675
11	TX	In Relay Modul

Terdapat modul NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler. Ada juga beberapa komponen yang digunakan pada alat ini, antara lain catu daya 12V, konverter step-down, LCD I2C 16x2, relay, SSR, sensor inframerah, sensor termokopel, dan kompor listrik. Pada Gambar 7, terdapat tampilan aplikasi Blynk yang sudah didesain untuk smartphone.

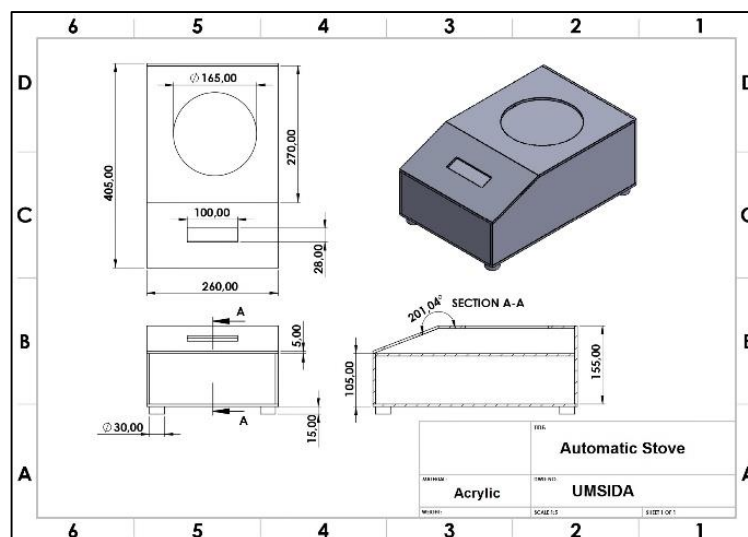


Gambar 7. Blynk Display

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

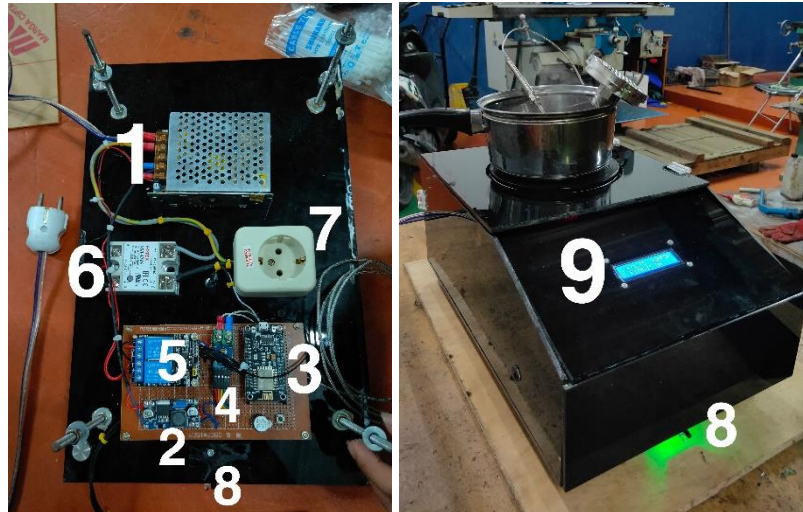
#### A. Hasil Realisasi Alat

Desain yang telah dibuat pada penelitian sistem kompor otomatis ini menggunakan akrilik dengan ketebalan 5 mm. Pada bagian depan dibentuk bentuk trapesium agar menyerupai desain kompor pada umumnya dan memudahkan pembacaan LCD pada bagian depan. Terdapat engsel pada bagian atas dan belakang yang dapat membuka dan menutup, sehingga memudahkan untuk perbaikan jika terjadi kesalahan pada rangkaian atau pemrograman.



Gambar 8. Desain Kompor Listrik

Berikut ini adalah hasil realisasi alat tersebut. Gambar 9 adalah hasil realisasi alat. Komponen-komponen alat akan dijelaskan dengan penomoran sebagai berikut; 1. Catu daya 12V, 2. Step Down, 3. NodeMCU ESP8266, 4. Termokopel Max6675 Type-K, 5. Relay, 6. SSR, 7. Stop kontak kompor listrik, 8. Sensor Inframerah, 9. LCD.



Gambar 9. Hasil Realisasi Alat

Mekanisme alat ini cukup sederhana. Pada aplikasi blynk, terdapat 2 tombol untuk menyalakan program (tombol 1 untuk otomatis, tombol 2 untuk manual).

Berikut ini cara kerja tombol 1:

1. Tekan tombol 1 pada aplikasi Blynk.
2. Sensor termokopel membaca suhu makanan.
3. Saat suhu di bawah 140 derajat Celcius, kompor menyala. Kompor akan mati saat suhu di atas atau sama dengan 140 derajat Celcius.

Dan untuk tombol 2, merupakan tombol untuk menyalakan dan mematikan kompor secara manual, dengan menggunakan smartphone. Pada tombol 2, terdapat sensor inframerah ketika kompor menyala dan tidak terdeteksi ada orang di sekitar kompor, maka secara otomatis kompor akan mati dalam beberapa menit.

## B. Hasil Program

Pertama, buatlah program di Arduino IDE untuk memprogram NodeMCU ESP8266. Selanjutnya untuk cara kerja tombol satu pada Blynk adalah ketika sensor termokopel mendeteksi suhu makanan di bawah 140, maka kompor akan menyala, dan sebaliknya. Pada pemrograman ini juga dijelaskan bahwa ketika kompor menyala, LCD akan menampilkan tulisan "Kompor ON" dan ketika kompor mati, LCD akan menampilkan tulisan "Kompor OFF". Selanjutnya, program untuk cara kerja tombol dua. Pada pemrograman ini juga dijelaskan bahwa ketika sistem ini diaktifkan, LCD akan menampilkan tulisan "Kompor Manual", dan ketika kompor mati, LCD akan menampilkan tulisan "Kompor OFF".

Selanjutnya, pemrograman untuk sensor yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu sensor termokopel dan sensor inframerah. Pada pemrograman sensor inframerah ini, ketika sensor mendeteksi adanya orang, maka kompor akan menyala, begitu juga sebaliknya. Pada pemrograman sensor termokopel ini, sensor termokopel dapat membaca dua macam suhu, yaitu celcius dan Fahrenheit.

```

#define BLYNK_PRINT Serial
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <BlynkSimpleEsp8266.h>
#include "max6675.h"
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2);

char ssid[] = "Free";
char pass[] = "gratis";
char auth[] = "mYk8z30f12qy3Mj7xA01007saf6VqsPH";

int DO = 12; //D6
int CS = 15; // D8
int CLK = 14; //D5
int relay1 = D0;
int relay2 = D3;
int buzzer = D4;
int infrared = D7;
int relay3 = 1;
MAX6675 thermocouple(CLK, CS, DO);
float c, f;
WidgetLED led1(V4); //led relay kompor
WidgetLED led2(V5); //led relay IR untuk safety
int deteksi;

void IR() {
  deteksi = digitalRead(infrared);

  if (deteksi == HIGH) {
    // led2.on();
    digitalWrite (relay3, HIGH);
  } else {
    // led2.off();
    delay(5000);
    digitalWrite (relay3, LOW);
    //delay(5000);
  }
}

void thermo() {
  c = thermocouple.readCelsius();
  f = thermocouple.readFahrenheit();
  //
  Serial.print("C =");
  Serial.println(c);
  Blynk.virtualWrite(V0, c); //celcius
  Serial.print("F =");
  Serial.println(f);
  Blynk.virtualWrite(V1, f); //farad
  //celcius
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("C =");
  lcd.print(c);
  //farad
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("F =");
}

```

Gambar 10. Pemrograman pada Arduino IDE

### C. Pengujian Power Supply 12V

Tabel II menampilkan hasil dari sepuluh pengujian multimeter yang dilakukan pada catu daya 12 volt. Dapat disimpulkan bahwa tegangan 12 volt yang digunakan pada alat ini akurat dengan hasil pengujian yang mencapai 100%.

**Tabel 2.** Pengujian Power Supply 12V

No	Kebutuhan Tegangan (V)	Multimeter (V)	Akurasi (%)
1	12	12	100
2	12	12	100
3	12	12	100
4	12	12	100
5	12	12	100
6	12	12	100
7	12	12	100
8	12	12	100
9	12	12	100
10	12	12	100
<b>Rata - rata</b>	12	12	100

### D. Pengujian Step-Down

Tabel III menunjukkan pengujian step-down 5 volt menggunakan multi-tester dengan sepuluh kali pengujian dan diperoleh akurasi 100%. Dapat disimpulkan bahwa tegangan 5 volt pada alat ini akurat.

**Tabel 3.** Pengujian Step-Down

No	Kebutuhan Tegangan (V)	Multimeter (V)	Akurasi (%)
1	5	5	100
2	5	5	100
3	5	5	100
4	5	5	100
5	5	5	100
6	5	5	100
7	5	5	100
8	5	5	100
9	5	5	100
10	5	5	100
<b>Rata - rata</b>	5	5	100

### E. Pengujian koneksi WiFi pada NodeMCU ESP8266

Sepuluh koneksi WiFi ke NodeMCU ESP8266 diuji dengan waktu tunggu 4 hingga 5 detik, dan hasil pengujian ditunjukkan pada tabel IV. Hasil pengujian menunjukkan bahwa NodeMCU ESP8266 dapat membuat koneksi WiFi berkecepatan sedang.

**Tabel 4.** Pengujian koneksi WiFi pada NodeMCU ESP8266

No	WiFi ESP8266		Akurasi (%)
	Kondisi	Waktu Tunggu (s)	
1	Terkoneksi	5	Medium
2	Terkoneksi	4	Medium
3	Terkoneksi	5	Medium
4	Terkoneksi	5	Medium
5	Terkoneksi	4	Medium
6	Terkoneksi	5	Medium
7	Terkoneksi	5	Medium
8	Terkoneksi	4	Medium
9	Terkoneksi	5	Medium
10	Terkoneksi	4	Medium

### F. Pengujian Sensor Thermocouple

Tabel V menunjukkan hasil pengujian sensor termokopel sebanyak sepuluh kali dengan menggunakan termometer. Pembacaan suhu menggunakan sensor termokopel dan termometer Celcius berkisar antara 1-10 derajat Celcius. Pengujian ini memperoleh rata-rata akurasi sebesar 93,83%.

**Tabel 5.** Pengujian Sensor Thermocouple

No	Thermocouple (°C)	Thermometer (°C)	Akurasi (%)
1	35.50	35.00	98.60
2	37.00	36.00	97.30
3	42.00	41.00	97.70
4	46.50	45.00	96.80
5	67.00	61.00	91.10
6	84.50	78.00	92.30
7	94.00	87.00	92.60
8	98.50	89.00	90.40
9	99.50	90.00	90.50
10	100.00	91.00	91.00



### G. Pengujian IR Sensor

Pada Tabel VI, percobaan sensor IR telah diuji sebanyak sepuluh kali dengan hasil pengujian yang sesuai antara perintah dan realisasi sensor IR. Terdapat konsistensi hasil yang baik. Perintah dan realisasi pengujian sensor IR semuanya terdeteksi sebagaimana mestinya. Hal ini mengindikasikan bahwa peralatan telah bekerja dengan baik.

**Tabel 6.** Pengujian IR Sensor

No	IR Sensor		Deskripsi
	Perintah	Realisasi	
1	Ada penghalang	HIGH	Sesuai
2	Tidak ada penghalang	LOW	Sesuai
3	Ada penghalang	HIGH	Sesuai
4	Tidak ada penghalang	LOW	Sesuai
5	Ada penghalang	HIGH	Sesuai
6	Tidak ada penghalang	LOW	Sesuai
7	Ada penghalang	HIGH	Sesuai
8	Tidak ada penghalang	LOW	Sesuai
9	Ada penghalang	HIGH	Sesuai
10	Tidak ada penghalang	LOW	Sesuai

### H. Pengujian Relay

Percobaan relay telah dicoba sebanyak 10 kali dengan hasil pengujian yang sesuai antara perintah dan implementasi relay. Hasilnya secara konsisten baik. Semua perintah dan realisasi pengujian relay diidentifikasi dengan benar. Hal ini menunjukkan bahwa semuanya telah beroperasi sebagaimana mestinya.

**Tabel 7.** Pengujian Relay

No	Relay		Deskripsi
	Perintah	Realisasi	
1	HIGH	HIGH	Sesuai
2	LOW	LOW	Sesuai
3	HIGH	HIGH	Sesuai
4	LOW	LOW	Sesuai
5	HIGH	HIGH	Sesuai
6	LOW	LOW	Sesuai
7	HIGH	HIGH	Sesuai
8	LOW	LOW	Sesuai
9	HIGH	HIGH	Sesuai
10	LOW	LOW	Sesuai

## VII. SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Pengujian catu daya normal dan tidak ada penurunan tegangan saat perangkat aktif atau dalam mode standby. Tegangan step-down sebesar 5 volt rata-rata akurat 100% dan rata-rata akurasi tegangan 12 volt adalah 100%.
2. Berdasarkan hasil pengujian dari sensor termokopel, pembacaan suhu menggunakan sensor termokopel dan termometer Celcius memiliki selisih sekitar 1-10 derajat Celcius. Sehingga dapat dikatakan bahwa akurasi dari sensor termokopel mencapai 93,83%.
3. Berdasarkan hasil pengujian sensor inframerah, terdapat konsistensi hasil yang baik. Perintah dan realisasi pengujian sensor IR semuanya terdeteksi sebagaimana mestinya.
4. Pengujian koneksi internet berjalan dengan optimal, dan alat dapat terkoneksi sehingga perintah dari Blynk dapat terkirim ke NodeMCU dengan rata-rata delay yang dibutuhkan untuk terkoneksi adalah 4,5 detik.

Beberapa manfaat yang diperoleh dalam penelitian sistem kompor otomatis ini adalah:

1. Lebih aman saat digunakan karena terdapat beberapa sensor yang dapat mematikan dan menyalakan kompor secara otomatis.
2. Dapat mencegah gosong pada masakan yang dimasak.
3. Dapat mencegah terjadinya kebakaran atau korsleting listrik yang disebabkan oleh kompor yang masih menyala karena ada yang lupa mematakannya.
4. Memudahkan pengguna untuk menghangatkan makanan tanpa harus pergi ke dapur.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo atas dukungannya dan Tim IMEI yang telah membantu dan mengizinkan penulis untuk menyelesaikan alat penelitian di lab IMEI. Pekerjaan dan penelitian ini didukung dan didanai oleh DIKTI.

## REFERENSI

- [1] Febriyanto, "Sistem Kendali Kompor Gas Otomatis Menggunakan Arduino Uno," *J. Perencanaan, Sains, Teknol. dan Komput.*, vol. 4, no. 1, pp. 821–826, 2021, [Online]. Available: <https://ejournal.uniks.ac.id/index.php/JUPERSATEK/article/view/1603>.
- [2] J. Zulfadli and H. Habibullah, "Perancangan Sistem Kontrol Kelistrikan Otomatis Kompor Listrik Halogen Berbasis Mikrokontroler," *JTEIN J. Tek. Elektro Indones.*, vol. 2, no. 1, pp. 119–127, 2021, doi: 10.24036/jtein.v2i1.140.
- [3] Y. Yuliza and H. Pangaribuan, "Rancang Bangun Kompor Listrik Digital Iot," *J. Teknol. Elektro*, vol. 7, no. 3, pp. 187–192, 2016, doi: 10.22441/jte.v7i3.897.
- [4] S. Carolin, S. Yanti, and I. Sulistiyowati, "An Inventory Tool for Receiving Practicum Report Based on IoT by Using ESP32-CAM and UV Sterilizer : A Case Study at Muhammadiyah University of Sidoarjo," vol. 6, no. 1, pp. 49–56, 2022.
- [5] I. Sulistiyowati and M. I. Muhyiddin, "Disinfectant Spraying Robot to Prevent the Transmission of the Covid-19 Virus Based on the Internet of Things (IoT)," *J. Electr. Technol. UMY*, vol. 5, no. 2, pp. 61–67, Dec. 2021, doi: 10.18196/jet.v5i2.12363.
- [6] S. Siswanto, T. Nurhadiyan, and M. Junaedi, "Prototype Smart Home Dengan Konsep Iot (Internet of Thing) Berbasis Nodemcu Dan Telegram," *J. Sist. Inf. dan Inform.*, vol. 3, no. 1, pp. 85–93, 2020, doi: 10.47080/simika.v3i1.850.
- [7] T. F. Parlaungan S. and E. P. Pebrianti, "Rancang Bangun Sistem Pengendalian Kompor Listrik Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Esp8266," *J. Teknol. Inf. dan Komun.*, vol. 13, no. 2, pp. 114–125, 2018.
- [8] N. M. Yuliantini, "Alat Pencatat Temperatur Otomatis menggunakan Termokopel berbasis Mikrokontroler AT89S51," *Bul. Fis.*, vol. 13, no. 1, pp. 29–33, 2012, [Online]. Available: <https://ojs.unud.ac.id/index.php/buletinfisika/article/view/31286>.
- [9] D. P. Sari, S. Rasyad, A. Amperawan, and S. Muslimin, "Kendali Suhu Air Dengan Sensor Termokopel Tipe-K Pada Simulator Sistem Pengisian Botol Otomatis," *J. Ampere*, vol. 3, no. 2, p. 128, 2018, doi: 10.31851/ampere.v3i2.2393.
- [10] A. Yudhanto, A. P. Sari, N. Rachman, and Subairi, "Implementasi Sensor Thermocouple Berbasis Telemetri Untuk Mengukur Thermal Pembakaran Propelan Roket," *J. Apl. Sains, Informasi, Elektron. dan Komput.*, vol. 2, no. 1, pp. 39–45, 2020.
- [11] M. Mulyanah, E; Hellyana, C, "Perancangan Dan Pembuatan Alat Pengering Kerupuk Otomatis Menggunakan Mikrokontroler atmega16," *Evolusi*, vol. 3, no. 2, pp. 43–47, 2015.

- [12] K. Pindrayana, R. Indra Borman, B. Prasetyo, and S. Samsugi, "Prototipe Pemandu Parkir Mobil Dengan Output Suara Manusia Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno," *CIRCUIT J. Ilm. Pendidik. Tek. Elektro*, vol. 2, no. 2, pp. 71–82, Nov. 2018, doi: 10.22373/crc.v2i2.3705.
- [13] D. Aji Saputro, S. Luffiah Khasanah, A. Tafrikhatin, T. Elektronika, and P. Dharma Patria, "Perangkap Tikus Otomatis Menggunakan Sensor Inframerah Berbasis Wemos D1 Mini," *J. Pendidik. Tambusai*, vol. 5, no. 3, pp. 6188–6195, 2021.
- [14] M. Faisal and R. W. Arsianti, "Sistem Kran Air Otomatis Menggunakan Sensor Infrared Ajdustable," *Elektr. Borneo*, vol. 6, no. 1, pp. 20–24, 2020, doi: 10.35334/jeb.v6i1.1505.
- [15] F. Kurniawan and A. Surahman, "Sistem Keamanan Pada Perlintasan Kereta Api Menggunakan Sensor Infrared Berbasis Mikrokontroller Arduino Uno," *Jst*, vol. 02, no. 01, pp. 7–12, 2021.

**Conflict of Interest Statement:**

*The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.*