

Alat Pengatur Suhu Otomatis pada Kompor Gas Berbasis Internet of Things (IoT) Menggunakan Mikrokontroler

Alfin Surya¹, Riki Mukhaiyar²

^{1,2}Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

^{*}Corresponding author, alfinsurya.as.as@gmail.com

Abstrak

Kompor merupakan salah satu alat utama yang digunakan dalam rumah tangga. Dalam kesehariannya ibu rumah tangga sering kali meninggalkan masakan di atas kompor untuk melakukan kegiatan lainnya. Upaya untuk mengatasi hal tersebut adalah dengan membuat suatu alat untuk mengatur suhu kompor gas secara otomatis untuk mengatur suhu makanan yang telah di-input-kan sebelumnya menggunakan *keypad*. Tujuan merancang dan membuat suatu alat yang bisa mengatur suhu kompor gas secara otomatis yang sesuai dengan suhu yang kita inginkan menggunakan IOT dan sensor suhu. Pengatur suhu otomatis pada kompor dapat mempermudah ibu rumah tangga dalam menentukan suhu masakan yang sesuai sehingga menjadi kompor alternatif untuk mempermudah pekerjaan. Pengembangan perangkat keras dan perangkat lunak untuk pengaturan suhu berbasis Internet of Things dengan metode Manual dan Otomatis. Tingkat Suhu yang dihasilkan bisa diatur melalui melalui *keypad* dan ditampilkan melalui LCD dan *smartphone*. Kompor dapat menstabilkan suhu pada wadah dengan bantuan sensor suhu dan servo sebagai penggerak tuas kompor. Suhu kompor dapat dipantau melalui *smartphone* untuk pengawasan terhadap koefisiennya alat yang telah dibuat.

Abstract

One thing that is always used by women at home is stove. The women often leave cooking on the stove to do other activities. The solution to overcome this problem is creating an automatic device of the temperature for using the gas stove to regulate the temperature of food that has been inputted previously using a keypad. The purpose of designing and creating a tool that can automatically adjust the temperature of a gas stove was providing self-handle for user in using IOT and a temperature sensor. Automatic temperature control on the stove can make it easier for women to determine the appropriate cooking temperature so that it became an alternative stove to facilitate work. Development of hardware and software was to set the temperature based Internet of Things by Manual and Automatic methods. The resulting temperature level can be set via the keypad and displayed via LCD and smartphone. The stove can stabilize the temperature in the container by helping of a temperature sensor and servo as a stove lever drive. The temperature of the stove can be monitored via a smartphone to monitor the coefficient of the tool that has been made.

INFO.

Info. Artikel:

No. 394

Received. May, 19, 2023

Revised. May, 29, 2023

Accepted. June, 07, 2023

Page. 322 – 331

Kata kunci:

- ✓ Temperature Control Device
- ✓ Gas Stove
- ✓ Internet of Things (IoT)
- ✓ Temperature sensor
- ✓ Arduino Microcontroller

PENDAHULUAN

Peningkatan teknologi memainkan peran penting dalam kehidupan modern, salah satunya otomasi. Otomasi adalah salah satu perangkat tambahan yang memungkinkan sistem untuk bekerja dengan cara yang lebih sederhana, praktis dan efisien [1]. Sistem otomatisasi mampu mempersingkat proses dan memberikan tingkat akurasi tinggi. Pengembangan sistem *smarthome* merupakan salah satu aplikasi otomatis pada kehidupan sehari-hari, sistem *smarthome* sudah banyak dikembangkan dengan berbagai macam otomatisasi [2]. Contohnya untuk aplikasi otomatis kunci pintu, sistem kendali gerbang, pendeteksi alarm dan lain sebagainya.

Sistem *smarthome* dikembangkan dengan berbagai macam komunikasi, ada menggunakan *bluetooth*, *wifi*, *internet* bahkan GSM[3], [4]. Aplikasi pada *smartphone* bisa digunakan untuk

mengontrol tersendiri terhadap sistem *smarthome*. Kompor merupakan salah satu alat utama yang digunakan dalam rumah tangga[5]. Alat ini digunakan untuk memasak makanan maupun minuman yang dibutuhkan untuk berlangsungnya hidup, serta digunakan pula untuk menghangatkan makanan yang telah matang, contohnya seperti sayur, sup ataupun gulai.

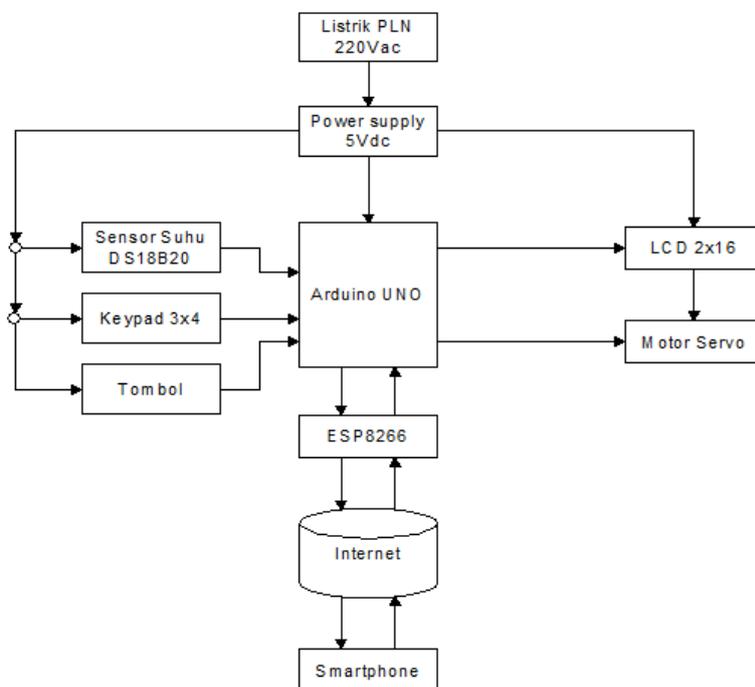
Suhu adalah keadaan yang menentukan kemampuan benda tersebut, untuk memindahkan panas ke benda-benda lain atau menerima panas dari benda-benda lain [6], [7]. Suhu standar yang dibutuhkan untuk memasak makanan dan minuman adalah 100°C. Karena umumnya pada titik didih air tersebut, bakteri maupun kuman yang terdapat pada makanan maupun minuman tersebut akan mati, contohnya ketika kita hendak memasak air yang membutuhkan suhu sebesar 100°C [5], [8], [9]. Tetapi suhu tersebut tidak berlaku pada semua jenis masakan, karena ketika kita hanya akan menghangatkan makanan yang sebelumnya telah dimasak dan diletakkan di kulkas kita hanya membutuhkan suhu sekitar 70°C-90°C. Karena apabila suhu terlalu tinggi, maka makanan tersebut akan menjadi terlalu matang sehingga tidak nikmat lagi untuk dikonsumsi, contoh dari makanan yang dihangatkan yaitu rending atau gulai. Selain itu, dalam kesehariannya ibu rumah tangga sering kali meninggalkan masakan diatas kompor untuk melakukan kegiatan lainnya sembari menunggu makanan maupun minuman tersebut matang. Hal ini akan membuat suatu pemborosan energi yang digunakan, dan merusak kualitas masakan sehingga menjadi terlalu matang.

METODE PENELITIAN

Perancangan alat merupakan proses perencanaan sebelum melakukan pembuatan alat, ini merupakan serangkaian kegiatan yang dilakukan berdasarkan rancangan yang di buat sehingga alat yang di buat dapat berfungsi menurut semestinya. Pada pembuatan proyek akhir ini, tahapan pertama yang harus disiapkan adalah perancangan baik untuk perangkat keras (*hardware*) maupun perangkat lunak (*software*).

Blok Diagram

Sebelum membuat alat, maka terlebih dahulu dilakukan perancangan dengan membuat blok diagram. Blok diagram ini tentunya telah terlihat dengan jelas apa yang termasuk kontrol *input* dan *output*. Sehingga dalam proses pembuatan, akan lebih mudah dikerjakan dengan mengacu pada blok diagram tersebut.

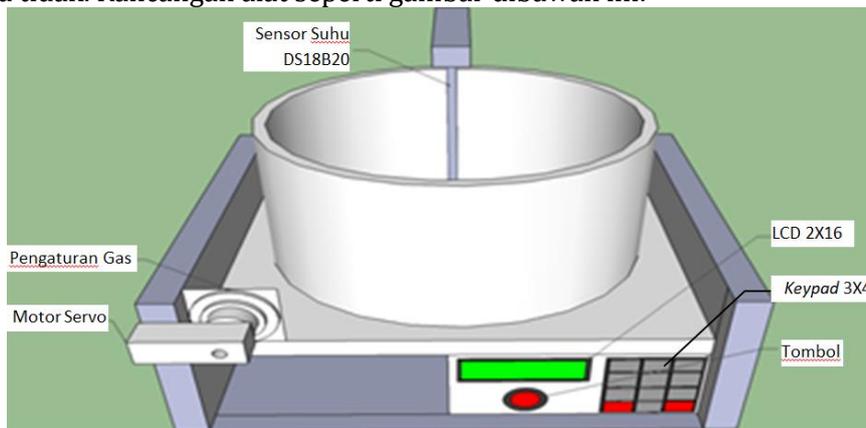


Gambar 1. Blok Diagram

Gambar 1 menunjukkan bahwa sistem kendali pada *plant* ini terdiri dari Arduino UNO, ESP 8266, LCD 2X16, Sensor Suhu DS18B20, Keypad Matrix 3X4, Tombol, dan Motor Servo. Arduino UNO merupakan bagian yang berfungsi untuk memproses *input* yang berupa suhu dan menghasilkan *output* berupa pengaturan suhu otomatis pada kompor gas. Pengiriman data IoT ke internet dihubungkan oleh ESP8266 untuk memberikan notifikasi kepada *user* (pengguna *smartphone*) serta memberikan aksi untuk kontrol jarak jauh. LCD 2X16 digunakan untuk menampilkan nilai suhu secara *real-time*. Kendali pada *plant* ini akan memberikan perintah ke servo untuk mengendalikan kompor gas. Terdapat dua mode pengoperasian dalam penelitian ini yaitu otomatis dan manual yang dipilih dengan menggunakan tombol. Keypad Matrix 3X4 digunakan untuk *entry input* yang difungsikan sebagai media pengentrian suhu dan waktu yang digunakan dalam pengoperasian.

Perancangan Hardware

Perancangan *hardware* merupakan hal yang sangat penting dalam pembuatan tugas akhir ini. Karena dengan adanya *hardware* barulah sistem dapat diuji secara nyata apakah alat ini dapat bekerja dengan baik atau tidak. Rancangan alat seperti gambar dibawah ini:



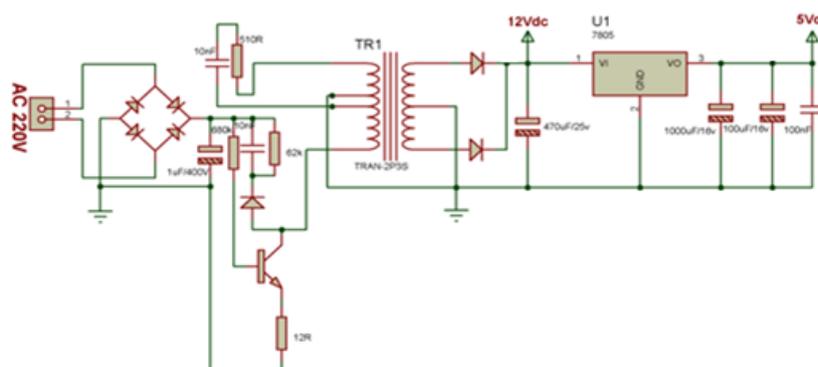
Gambar 2. Rancangan Fisik

Perancangan Rangkaian Elektronik

Rangkaian elektronik pada tugas akhir ini menampilkan pemasangan komponen elektronik.

a. Rangkaian Power Supply

Pada alat ini, sistem menggunakan *supply* daya sebesar 12Vdc dan 5Vdc yang digunakan sebagai sumber tegangan keseluruhan rangkaian. Rangkaian power supply digunakan sebagai sumber tegangan untuk seluruh rangkaian. Jenis catu daya yang di pakai adalah *power supply switching 12Vdc* dan *power supply stepdown 5Vdc*.

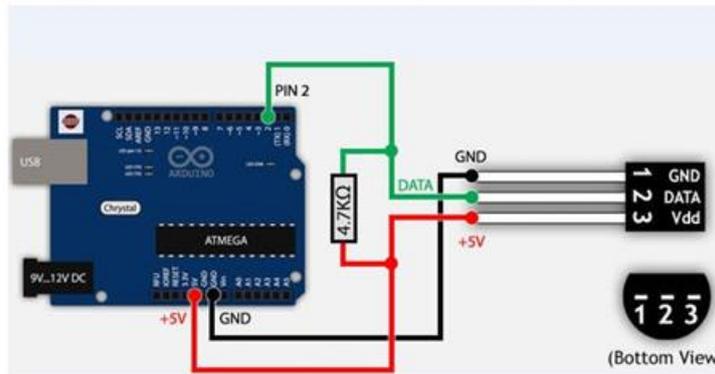


Gambar 3. Rangkaian Power Supply

b. Rangkaian sensor Suhu DS18B20

DS18B20 adalah jenis sensor yang berfungsi untuk mendeteksi suhu ruangan yang merupakan jenis seri sensor terbaru dari keluaran produsen Maxim. Sensor ini dapat mendeteksi suhu dari -55°C sampai 125°C dengan tingkat keakurasian (+/-0.5°C) dan dengan resolusi 9 - 12-bit.

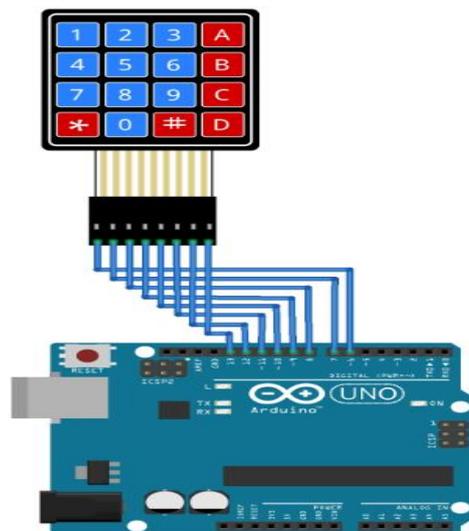
Sensor ini merupakan salah satu jenis sensor suhu yang unik. Apabila terdapat banyak sensor yang disusun secara paralel data dari keluaran setiap sensor tersebut dapat dibaca hanya dengan menggunakan 1 kabel data atau (*oneWire*) saja.



Gambar 4. Rangkaian Sensor Suhu DS18B20

c. Rangkaian Keypad 3x4

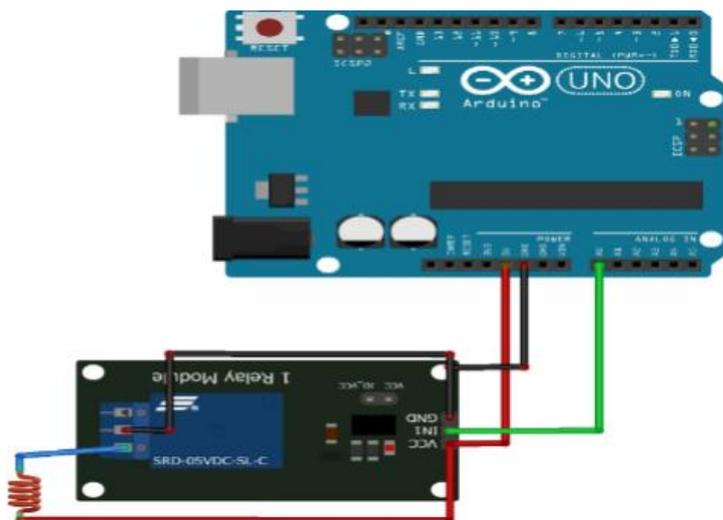
Keypad merupakan *entity input* yang digunakan sebagai media untuk mengentrykan *password* untuk membuka kunci pintu, pengaturan terhadap *fan* secara manual dan untuk menonaktifkan semua peralatan yang terdapat pada *smart house*. Setiap penekanan angka pada *keypad* akan mengeluarkan data yang akan diproses oleh mikrokontroler, setiap penekanan 1 kali akan mengeluarkan data sebanyak 7 bit yang akan disesuaikan dari pembuatan *password* yang tersusun dalam modul program yang dirancang.



Gambar 5. Rangkaian Keypad 4x4

d. Rangkaian Driver relay (pematik api)

Driver Relay berguna untuk mengaktifkan pematik api yang difungsikan untuk memberikan percikan api sehingga kompor gas menyala (hidup). Rangkaian ini menggunakan driver relay sebagai saklar yang dihubungkan ke beban yaitu pematik api.



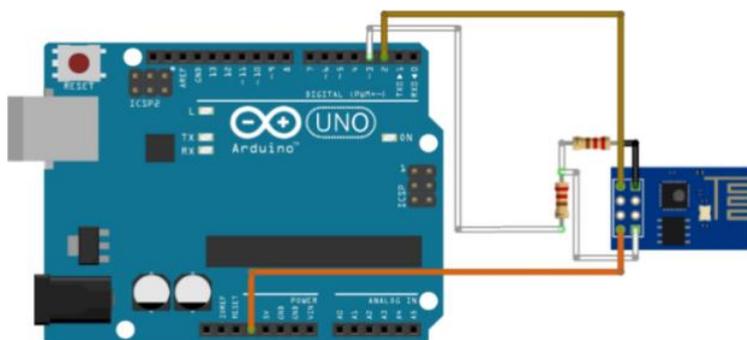
Gambar 6. Rangkaian Driver Relay Penggerak Pematik Api

Rangkaian *interface* pematik api pada gambar 21 diatas dapat digunakan untuk mengontrol aktifasi pematik api. Jika input dari driver diberikan logika 0 (*LOW*) pada pin A0 arduino dan masuk ke rangkaian driver relay dan arus dan keluaran dari optocoupler akan mengalirkan tegangan 5 Vdc ke rangkaian dan menyebabkan pematik api aktif, dan jika inputan pada *driver* diberikan logika 1 (*HIGH*) pada pin A0 arduino Mega2560 maka *fan DC* dalam kondisi *off*.

e. Rangkaian Modul ESP8266

ESP8266 dikhususkan sebagai *board* yang dapat terhubung dengan jaringan *internet* (*Wifi*), jadi buat yang ingin belajar *Internet of Things* (IoT). Perangkat IoT saat ini sudah banyak merambah ke berbagai perangkat sehari-hari baik perangkat rumahan maupun industri. Kini untuk belajar membuat perangkat IoT pun juga sudah cukup mudah dan terjangkau. Salah satu *board* yang cukup mudah dioprek dan harganya terjangkau adalah *board* NODEMCU yang berbasis *chip* ESP8266. *Board* ini juga cukup menarik untuk digunakan dalam penerapan pembelajaran STEM yang belakangan menjadi tren.

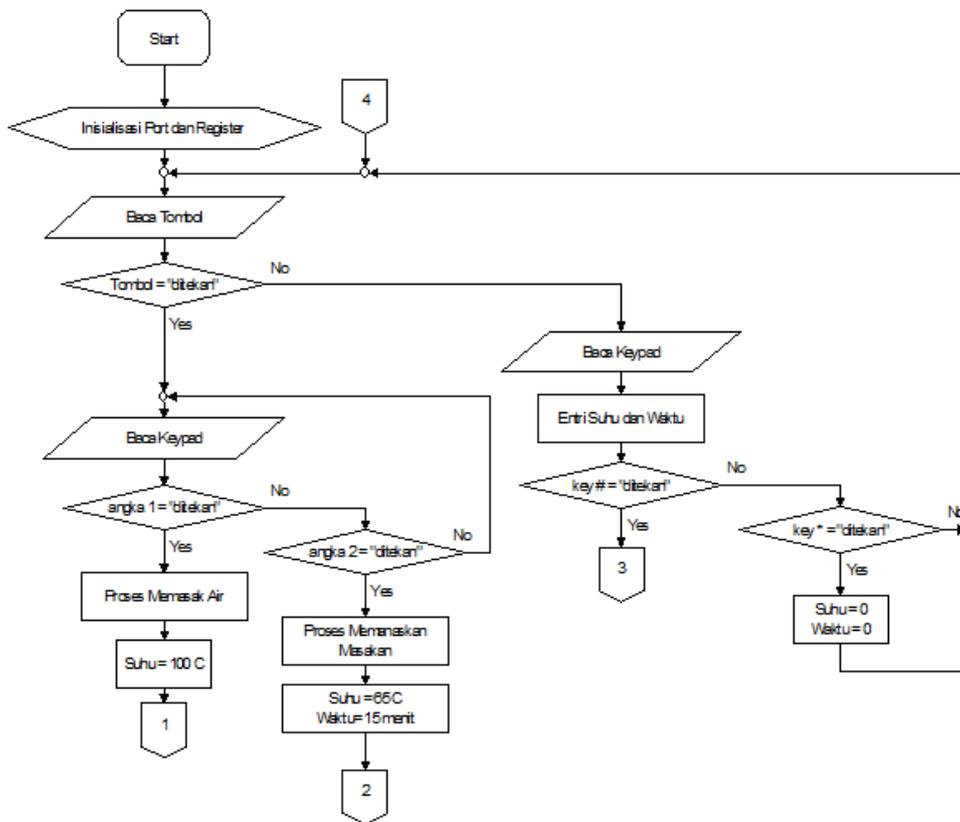
Dalam pemrogramannya, *board* ini dapat diprogram seperti *Arduino*, dengan bahasa dan IDE yang sama. Kali ini kita bahas salah satu pemanfaatan NodeMCU sebagai perangkat yang mampu berinteraksi dengan server secara *online*.



Gambar 7. Modul ESP8266

Diagram Alur (Flowchart)

Flowchart dapat dengan jelas menunjukkan aliran kontrol dari suatu algoritma, yaitu bagaimana urutan operasi dilakukan. Tujuan dari flowchart adalah untuk menggambarkan langkah dalam pemecahan masalah secara sederhana, terurai, jela, dan tidak ambigu.



Gambar 8. Flowchart untuk pemilihan manual dan otomatis

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian *hardware* dilakukan untuk melihat sejauh mana hasil dari kerja alat tersebut apakah bekerja secara baik atau tidak, pengujian *hardware* dilakukan pada rangkaian elektronik [10], [11]. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada penjelasan berikut ini.

Pengujian Rangkaian Sensor Suhu DS18B20

Pengujian sensor suhu DS18B20 bertujuan untuk mengetahui tingkat akurasi dan *error* dari data hasil pengukuran sensor suhu. Pengukuran dilakukan dengan membanding termometer air raksa dan sensor suhu DS18B20 dengan perlakuan yang sama. Pengukuran dilakukan didalam ruang inkubator. Sensor suhu DS18B20 dan termometer air raksa diletakan didalam inkubator kemudian proses pengukur suhu dimulai. Suhu bersumber dari pemanas berupa kompor gas. Pengamatan suhu dengan sensor akan tertampil pada layar LCD [10]. Hasil pembacaan sensor suhu DS18B20 dicatat pada tabel. Pengujian sensor bertujuan menghitung tingkat *error* atau kesalahan.

Ragam ralat dari pengukuran atau pengamatan dibagi menjadi 3 macam yaitu: ralat sistematis (*systematic error*), ralat rambang (*random error*), dan ralat kekeliruan tindakan. Ralat sistematis adalah ralat pengukuran yang memberikan efek tetap terhadap hasil ukur. Rumus perhitungan nilai *error*:

$$error = X - Xi$$

$$\% error = \frac{X - Xi}{X} \times 100\%$$

Keterangan :

X = Data Sebenarnya

X_i = Data Terukur

% Error = Ralat Systematic

Selanjutnya dapat dijabarkan untuk mencari *error* dan menghitung % *error* yaitu:

$$\text{error} = \text{suhu sebenarnya} - \text{suhu terukur}$$

$$\% \text{ error} = \frac{\text{suhu sebenarnya} - \text{suhu terukur}}{\text{suhu sebenarnya}} \times 100\%$$

Tabel 1. Hasil Pengujian Suhu Sensor DS18B20 dengan kompor gas dalam pemanasan Objek yang dilakukan

No	Pengukuran Suhu Termometer Air Raksa (°C)	Pengukuran Sensor Suhu DS18B20 (°C)	Error	% Error
1	30	30,2	0,2	0,66
2	40	40,4	0,4	0,99
3	50	50,6	0,6	1,18
4	60	60,3	0,3	0,49
5	70	70,2	0,2	0,28
6	80	80,3	0,3	0,37
7	90	90,4	0,4	0,44
8	100	100,4	0,4	0,39
Rata-rata <i>error</i> dan % <i>error</i>			0,35	0,6 %

Pengujian Keypad Matrix 4x4

Konstruksi matrix keypad 4x4 diatas cukup sederhana, yaitu terdiri dari 4 baris dan 4 kolom dengan keypad berupas saklar *push buton* yang diletakan disetiap persilangan kolom dan barisnya. Rangkaian matrix keypad diatas terdiri dari 16 saklar *push buton* dengan konfigurasi 4 baris dan 4 kolom. 8 *line* yang terdiri dari 4 baris dan 4 kolom tersebut dihubungkan dengan port mikrokontroler 8 bit. Sisi baris dari matrix keypad ditandai dengan nama Row1, Row2, Row3 dan Row4 kemudian sisi kolom ditandai dengan nama Col1, Col2, Col3 dan Col4. Sisi input atau *output* dari matrix keypad 4x4 ini tidak mengikat, dapat dikonfigurasikan kolom sebagai *input* dan baris sebagai *output* atau sebaliknya tergantung programernya, pada tabel berikut dapat dilihat logika setiap penekanan tombol yang dilakukan dan data tersebut akan dikirimkan ke *Arduino* untuk diproses.

Tabel 2. Hasil Pengujian Hasil Penekanan tombol pada Keypad Matrix 4x4

Key	Nilai (HEX)	Data (8bit)							
		Pin 6	Pin 7	Pin 8	Pin 9	Pin 10	Pin 11	Pin 12	Pin 13
1	EE	0	1	1	1	0	1	1	1
2	DE	1	0	1	1	0	1	1	1
3	BE	1	1	0	1	0	1	1	1
A	7E	1	1	1	0	0	1	1	1
4	ED	0	1	1	1	1	0	1	1
5	DD	1	0	1	1	1	0	1	1
6	BD	1	1	0	1	1	0	1	1
B	7D	1	1	1	0	1	0	1	1
7	EB	0	1	1	1	1	1	0	1
8	DB	1	0	1	1	1	1	0	1
9	BB	1	1	0	1	1	1	0	1
C	7B	1	1	1	0	1	1	0	1
*	E7	0	1	1	1	1	1	1	0
0	D7	1	0	1	1	1	1	1	0
#	B7	1	1	0	1	1	1	1	0
D	77	1	1	1	0	1	1	1	0

Pengujian LCD

Pengujian LCD ini bertujuan untuk mengetahui apakah LCD yang dipakai rusak atau bisa dipakai semestinya. LCD memiliki 16 kaki yang terdiri 8 pin jalur data, 2 pin *power supply*, 1 pin untuk mengatur kontras, 3 pin *control* dan 2 pin *ground*. Pengujian Pertama yang dilakukan dengan member tegangan pada kaki *power supply* (5Volt DC), maka LCD akan menyala.

Tahap pengujian selanjutnya yaitu dengan menghubungkan LCD pada *arduino* [12] dan kemudian *download*kan program ke dalamnya sehingga akan tampil pada layar LCD seperti gambar berikut ini.



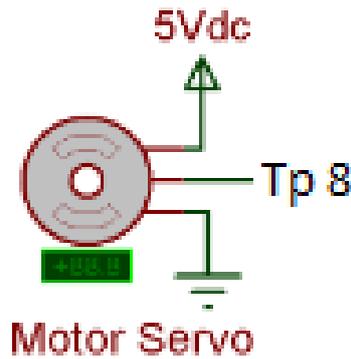
Gambar 8. Tampilan LCD



Gambar 9. Tampilan LCD Mode Otomatis atau Manual

Pengujian Motor Servo

Cara pengujian dilakukan terhadap motor servo ini dengan mengukur keluaran dari motor servo dengan multimeter. Dari pengukuran terhadap tegangan keluaran motor servo untuk menggerakkan buka pengunci dan aktifasi penguncian pagar, maka secara otomatis terjadinya perubahan tegangan saat motor servo diaktifkan dan tidak diaktifkan [13].



Gambar 10. Rangkaian Motor Servo
Tabel 3. Output pada Motor Servo

No	TP 8 (VDC)	Keterangan
1	5	Unlock
2.	0	Lock

Pengujian ESP8266

Dalam rangkaian ini menggunakan Modul ESP8266 yang berfungsi untuk mengirimkan instruksi aktifasi terhadap kompor gas dalam memasak atau memanaskan objek melalui aplikasi *Blynk* yang dirancang melalui *smartphone* melalui jalur konikasi data serial TTL [14], [15].



Gambar 11. Pengujian pada modul ESP8266 Alat Pengatur Suhu Otomatis pada Kompor Gas menggunakan aplikasi Blynk

Dari hasil pengujian dari *user* melakukan pengentrian tombol + untuk menaikkan suhu dan tombol - untuk menurunkan suhu didalam melakukan memasak atau manaskan objek menggunakan kompor gas, setelah dilakukan penyetingan suhu dilakukan dengan penyetingan waktu dalam satuan menit, penggunaan penyetingan suhu ini digunakan dalam penggunaan waktu tunda dari suhu yang disetting telah tercapai dan sistem akan mengaktifkan pewaktuan untuk menghitung waktu samai kondisi

pewaktuannya selesai. Setelah dilakukan penyetingan suhu dan waktu maka *user* dilakukan penekanan tombol aktif untuk menjalankan sistem, dan jika tombol *off* ditekan maka sistem akan secara otomatis dimatikan.

KESIMPULAN

Dari penelitian yang dilakukan alat pengatur suhu otomatis pada kompor gas berbasis Internet of Things (IoT) dan sensor suhu menggunakan mikrokontroler *arduino* dapat disimpulkan yaitu : Pengatur suhu otomatis pada kompor dapat mempermudah ibu rumah tangga dalam menentukan suhu masakan yang sesuai sehingga menjadi kompor alternatif untuk mempermudah pekerjaan. Pengembangan perangkat keras dan perangkat lunak untuk pengaturan suhu berbasis Internet of Things dengan metode Manual dan Otomatis. Tingkat Suhu yang dihasilkan bisa diatur melalui *keypad* dan ditampilkan melalui LCD dan *smartphone*. Kompor dapat menstabilkan suhu pada wadah dengan bantuan sensor suhu dan servo sebagai penggerak tuas kompor. Suhu kompor dapat dipantau melalui *smartphone* untuk pengawasan terhadap koefisiennya alat yang telah dibuat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. K. Dewi, M. S. Hadi, and S. Anwar, "Sistem Kendali Buka Tutup Atap Rumah untuk Smart Home dengan Menggunakan Android Smartphone," vol. 5, no. 1, pp. 43–48, 2017, doi: <https://doi.org/10.14710/jtsiskom.5.1.2017.43-48>.
- [2] S. Megawati and A. Lawi, "Pengembangan Sistem Teknologi Internet of Things Yang Perlu Dikembangkan Negara Indonesia," vol. 5, pp. 19–26, 2021.
- [3] A. [Fitri, S. Rahman, and A. W. Prabowo, "Penggunaan Bluetooth & GSM Modul untuk Sistem Pengontrolan Smart Home," 2018.
- [4] Supriyanto, Salamudin, and D. Pujiyanto, "Implementasi Internet Of Things (IOT) Pada Smart Cooker," *J. Inform. Dan Komput.*, vol. 13, no. 1, pp. 43–51, 2022.
- [5] F. J. Rohma, "Rancang Bangun Sistem Kontrol Otomatis Kompor Gas Elpiji Konvensional Pada Proses Perebusan Air Berbasis Arduino Uno," vol. 6, no. 3, 2017, [Online]. Available: <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jurnal-teknik-elektro/article/view/19931>.
- [6] T. Budioko, "Sistem Monitoring Suhu Jarak Jauh Berbasis Internet Of Things Menggunakan Protokol MQTT," *Semin. Ris. Teknol. Inf. tahun*, pp. 353–358, 2016, [Online]. Available: [https://sriti.akakom.ac.id/prosiding/Sistem Monitoring Suhu Jarak Jauh Berbasis Internet Of Things Menggunakan Protokol Mqtt.pdf](https://sriti.akakom.ac.id/prosiding/Sistem%20Monitoring%20Suhu%20Jarak%20Jauh%20Berbasis%20Internet%20Of%20Things%20Menggunakan%20Protokol%20Mqtt.pdf).
- [7] A. Virsaw and I. Gunadi, "Desain dan Implementasi Pengukuran Parameter Lingkungan dengan Raspberry Pi sebagai node," vol. 6, no. 1, pp. 9–21, 2018.
- [8] R. Riswandi, "Perancangan Kompor Gas dengan Mode Memasak," *J. Mofset*, vol. 2, no. 1, pp. 20–24, 2022.
- [9] F. Febriyanto, "Sistem Kendali Kompor Gas Otomatis Menggunakan Arduino Uno," *J. Perencanaan, Sains dan Teknol.*, vol. 4, no. 1, 2021.
- [10] S. Budiyanto, "Sistem Logger Suhu dengan Menggunakan Komunikasi Gelombang Radio," *J. Teknol. Elektro*, vol. 3, no. 1, pp. 21–27, 2012.
- [11] S. Wahyuni, "Rancang Bangun Perangkat Lunak Pada Semi Otomatis Alat Tenun Selendang Songket Palembang Berbasis Mikrokontroler ATMEGA 128 (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Sriwijaya)," 2015, [Online]. Available: <http://eprints.polsri.ac.id/2035/>.
- [12] I. N. Fauziah, H. Harliana, and M. B. Gigih, "Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kebocoran Gas LPG Menggunakan Sensor MQ-6 Berbasis Arduino," *J. Ilm. Intech Inf. Technol. J. UMUS*, vol. 2, no. 1, 2020, doi: [10.46772/intech.v2i01.185](https://doi.org/10.46772/intech.v2i01.185).
- [13] F. Purba, "Pemanfaatan Motor Servo untuk Pembuka dan Penutup Jendela Otomatis Berbasis Atmega 8," 2022, [Online]. Available: <https://repositori.usu.ac.id/handle/123456789/9020>.
- [14] R. L. Ismail, J. E. Suseno, and S. Suryono, "Rancang Bangun Sistem Pengaman Kebocoran Gas LPG (Liquefied Petroleum Gas) Menggunakan Mikrokontroler," *Youngster Phys. Journal*, vol. 6, no. 4, pp. 368–376, 2017.
- [15] M. F. Putra, K. A. H., and Z. Arifin, "Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kebocoran Gas LPG Dengan Sensor MQ-6 Berbasis Mikrokontroler Melalui Smartphone Android Sebagai Media Informasi," 2017, doi: [doi: 10.31227/osf.io/bnhs5](https://doi.org/10.31227/osf.io/bnhs5).