

# RANCANG BANGUN SISTEM SMART HOME PADA RUMAH KOS BERBASIS INTERNET OF THINGS

Gede Prananda Putra<sup>1</sup>, Yoga Divayana<sup>2</sup>, Pratolo Rahardjo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

<sup>2</sup>Dosen Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana  
Jln. Kampus Bukit Jimbaran

gedepnananda3107@gmail.com, yoga@unud.ac.id, pratolo@unud.ac.id

## ABSTRAK

Perkembangan teknologi pada bidang elektronika hingga saat ini membuat pola pikir manusia menjadi maju dalam penerapan peralatan elektronika. Salah satu contoh perkembangannya yaitu kendali peralatan listrik dari jarak jauh. Banyak orang menggunakan perkembangan tersebut sebagai sarana mempermudah aktifitas kehidupan dalam pemecahan masalah yang terjadi. Penggunaan internet dalam kehidupan bisa digunakan sebagai contoh dalam pemanfaatan perkembangan teknologi. Internet merupakan salah satu media komunikasi yang memiliki banyak manfaat dalam meningkatkan efektifitas, efisiensi kerja, dan monitoring. Internet dapat digunakan sebagai media transmisi sistem kendali dan monitoring. Dengan adanya internet, seseorang dapat mengendalikan peralatan listrik dan memonitoring kondisi rumah. Konsep tersebut dinamakan *Internet of Things* atau IoT. IoT merupakan konsep dimana seluruh alat dan layanan dalam sistem terhubung satu sama lain menggunakan media internet. Atas dasar permasalahan tersebut, maka dibuat sistem *smart home* yang berfungsi sebagai kendali peralatan listrik, deteksi asap, monitoring energi listrik, dan monitoring suhu maupun kelembaban pada ruangan. Sistem monitoring dan kendali tersebut dipadukan dengan aplikasi Android dan berbasis *Internet of Things*.

**Kata kunci:** *Smart Home*, Deteksi Asap, Suhu dan Kelembaban, Energi Listrik.

## ABSTRACT

*Technological developments in the field of electronics to date have made the human mindset advanced in the application of electronic equipment. One example of its development is remote control of electrical equipment. Many people use these developments as a means of facilitating life activities in solving problems that occur. The use of the internet in life can be used as an example in the use of technological developments. The internet is one of the communication media that has many benefits in increasing effectiveness, work efficiency, and monitoring. The internet can be used as a transmission medium for control and monitoring systems. With the internet, one can control electrical equipment and monitor the condition of the house. The concept originated from the Internet of Things or IoT. IoT is a concept where all tools and services in the system are connected to each other using internet media. Based on these problems, a smart home system was created that functions as control of electrical equipment, smoke detection, monitoring of temperature and humidity in the room. The monitoring and control system is integrated with Android applications and based on the Internet of Things.*

**Key Words:** *Smart Home, Smoke Detection, Temperature and Humidity, Electrical Energy.*

## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi di bidang elektronika saat ini membuat pola pikir manusia semakin ke depan dalam penerapan peralatan elektronika. Salah satu yang dikembangkan adalah teknologi elektronika yang dapat mengendalikan

peralatan elektronik rumah tangga dari jarak jauh. Banyak orang menggunakan perkembangan tersebut sebagai sarana mempermudah hidup dan memecahkan masalah yang terjadi. Pada era modern ini penggunaan peralatan listrik menjadi sangat penting karena manusia tidak lepas

dari penggunaan peralatan listrik dalam skala rumah tangga. Banyak orang yang sangat menginginkan adanya sistem kontrol otomatis pada penggunaan peralatan listrik yang digunakan untuk kebutuhan rumah tangga sehari-hari [1].

Internet merupakan salah satu media komunikasi yang berkembang saat ini dimana dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan efektif, efisiensi kerja, dan monitoring. Kinerja internet mampu menjalankan berbagai fungsi dan fasilitas sebagai salah satu media informasi dan komunikasi yang canggih dan dapat diakses dimana saja. Dengan adanya internet, kendali peralatan device elektronik dapat dilakukan, seperti kontrol lampu dan peralatan lainnya. Konsep tersebut merupakan *Internet of Things* atau IoT merupakan sebuah konsep dalam perkembangan teknologi revolusi industri 4.0 di mana semua alat dan layanan pada sebuah sistem terhubung satu sama lain dengan cara mengumpulkan, berkomunikasi dan memproses data. *Internet of Things* membuat sebuah rumah *smart home*. Dengan kata lain, semua perangkat akan saling terhubung [1].

Berdasarkan dari permasalahan yang sudah disampaikan di atas, maka dapat diajukan sebuah solusi yaitu dengan membuat sistem *smart home* yang memiliki fungsi dalam monitoring dan kendali peralatan listrik dalam skala rumah tangga yang dipadukan dengan aplikasi Android dimana dapat mempermudah pengguna dalam memakai peralatan listrik kebutuhan rumah tangga mereka hanya dengan menggunakan *smartphone*. Sistem tersebut berbasis *internet of things* dimana perlunya jaringan internet dalam mengoperasikan sistem tersebut.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 NodeMCU ESP32

ESP32 merupakan *microcontroller System on Chip* (SoC) dengan biaya rendah yang dikembangkan oleh Espressif System [2]. SoC ESP32 merupakan pengembangan lanjut dari SoC ESP8266. *Microprocessor* ini sudah terintegrasi dengan modul WIFI dan Bluetooth dengan variasi *single core* dan *dual core* sebagai penerus dari ESP8266. Seperti ESP8266, ESP32 memiliki komponen RF *built-in* seperti *LOW-Noise Receiver Amplifier*, *Power Amplifier*, *Antenna Switch*, *Filter*, dan RF Balun.

NodeMCU ESP32 merupakan mikrokontroler bertipe *development board* yang berbasis ESP32 sebagai inti. NodeMCU ESP32 memiliki memory 16 MB 32bit. Jumlah pin GPIO yang dimiliki oleh NodeMCU ESP32 sebanyak 34 pin dengan 4 pin berfungsi hanya sebagai *input only*. Tegangan input minimal yang dibutuhkan agar *development board* dapat bekerja yaitu sebesar 5 VDC.

### 2.2 PZEM004T

PZEM004T merupakan modul sensor yang dapat mengukur arus rms, tegangan rms, daya aktif, energi listrik, dan faktor daya [3]. Modul sensor dihubungkan dengan mikrokontroler dengan platform Arduino IDE atau platform lainnya. Modul sensor memiliki ukuran dimensi sebesar 3,1 x 7,4 cm. Modul sensor menggunakan pin RX dan TX dalam komunikasi serial dengan mikrokontroler. Memiliki spesifikasi dengan besar arus maksimal yang dapat diukur oleh modul sensor sebesar 100 A dan 260 V pada tegangan. Sedangkan untuk daya dan energi masing-masing memiliki rentang maksimal 2,3 kW dan 9999 kWh.

### 2.3 DHT-22

Sensor DHT-22 merupakan sebuah sensor yang dapat mengukur suhu dan kelembaban udara [4]. Sensor DHT-22 merupakan sensor yang mirip dengan DHT-11. *Output* yang dihasilkan oleh sensor merupakan sinyal digital. Kelebihan sensor DHT-22 dibandingkan dengan DHT-11 yaitu memiliki rentang pengukuran yang lebih tinggi dan akurasi yang lebih baik.

### 2.4 MQ-2

Sensor MQ-2 merupakan sensor yang digunakan dalam mendeteksi gas yang terkandung dalam udara [5]. Sensor bekerja dengan menggunakan alat pemanas kecil Gas yang dapat dideteksi oleh sensor yaitu gas LPG, propana, hidrogen, metana, dan uap yang mudah terbakar pada udara terbuka. Rentang konsentrasi gas yang dapat dideteksi oleh sensor antara 300 – 10.000 ppm. Suhu kerja optimal pada sensor sebesar -20 °C – 50 °C dengan tegangan kerja 5 VDC.

### 2.5 Modul Relay

Relay merupakan sebuah komponen elektronik yang bekerja secara mekanik yang menggunakan prinsip kerja elektromagnetik dan berfungsi sebagai

saklar [6]. Susunan yang dimiliki oleh relay terdiri dari kumparan kawat yang dililitkan pada inti besi. Saat kumparan tersebut diberikan energi listrik maka akan menarik amatur berporos yang berfungsi sebagai pengungkit pada mekanisme saklar.

**2.6 Firebase**

Firestore merupakan sebuah layanan cloud dengan tipe *Backend-as-a-Service* (BaaS) [7]. Layanan cloud ini dikembangkan oleh Google yang bertujuan untuk menyediakan layanan cloud pada pengembang atau *developer* aplikasi *mobile* maupun *website*.

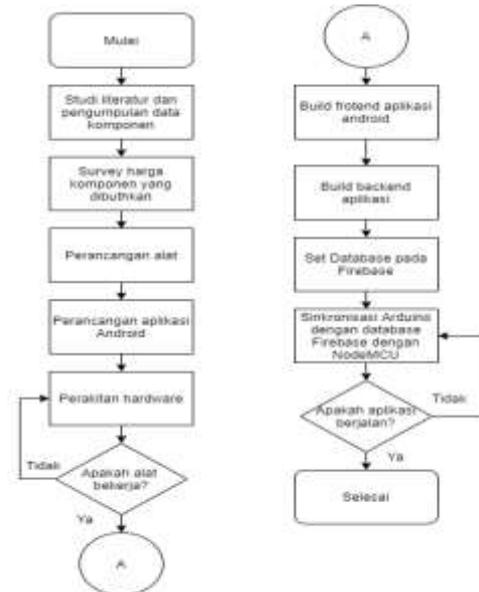
Salah satu fitur yang terdapat pada Firestore adalah *Realtime Database*. *Realtime Database* merupakan platform Database yang digunakan pada aplikasi *mobile* maupun *website* yang berjalan secara *realtime*. Ketika terjadi perubahan data, maka aplikasi yang terhubung dengan Firestore akan memperbaharui secara otomatis melalui setiap *device* (perangkat) baik *website* ataupun *mobile*.

**3. METODOLOGI PENELITIAN**

Penelitian ini dilaksanakan di Jalan Pulau Selayar Gang 1A Nomor 4, Singaraja. Waktu pelaksanaan dimulai dari bulan Februari sampai Juni 2022.

**3.1 Diagram Alir Penelitian**

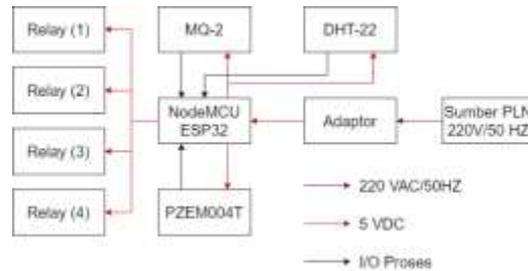
Perancangan sistem *smart home* dibagi menjadi 2 tahap, yaitu perancangan *hardware* dan *software*. Perancangan *hardware* meliputi perakitan komponen modul sensor PZEM004T, MQ-2, dan DHT-22 pada NodeMCU ESP32. Adapun komponen lainnya seperti modul relay 1 *channel* sebanyak 4 buah dan modul *buzzer* sebagai notifikasi deteksi asap pada sistem *smart home*. Dalam perancangan *software*, terdapat perancangan *source code* NodeMCU ESP32 menggunakan *Arduino IDE* dan perancangan aplikasi *Android* menggunakan *Android Studio*. Sistem *backend* aplikasi *Android* menggunakan *Realtime Database* sebagai database sistem dengan format *JSON*. Gambar diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

**3.2 Perancangan Hardware**

Perancangan *hardware* terdiri dari *input*, proses, dan *output*. Diagram blok perancangan *hardware* dapat dilihat pada Gambar 2.

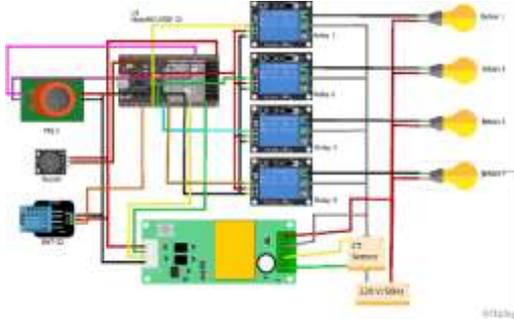


Gambar 2. Diagram Blok Perancangan Hardware

Berdasarkan diagram blok perancangan sistem *smart home*, dapat dijelaskan sumber PLN 220V/50Hz digunakan sebagai *power supply* pada adaptor. Adaptor diperlukan sebagai catu daya NodeMCU ESP32. NodeMCU ESP32 digunakan sebagai inti dari sistem yang nantinya akan memproses *output* dari sensor PZEM004T, MQ-2, dan DHT-22. Adapun proses kendali relay dilakukan oleh NodeMCU ESP32. *Input* yang digunakan modul sensor dan relay menggunakan tegangan 5 VDC yang berasal dari NodeMCU ESP32.

### 3.3 Rangkaian Hardware Sistem

Rangkaian *hardware* sistem merupakan realisasi dari rancangan berdasarkan diagram blok *hardware*. Gambar rangkaian ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Rangkaian Sistem

Berdasarkan Gambar 9, terdapat semua komponen yang digunakan dalam penelitian. Terdapat simbol beban yang digambarkan menggunakan gambar lampu. Beban yang digunakan dalam pengujian yaitu: lampu 15 W, lampu 20 W, setrika, *rice cooker*, dan adaptor *smartphone*. Konfigurasi pin rangkaian dapat dilihat pada Tabel 1.

Komponen	Pin Komponen	Pin NodeMCU ESP32
PZEM004T	TX	D21
	RX	D22
MQ-2	Analog Out	D35
	Digital Out	D34
Buzzer	I/O	D13
DHT-22	Data	D2
Relay 1	IN 1	D4
Relay 2	IN 2	D16
Relay 3	IN 3	D17
Relay 4	IN 4	D5

Tabel 1. Konfigurasi Pin Rangkaian Sistem

### 3.4 Mekanisme Pengujian

Mekanisme pengujian dari penelitian ini dilakukan dengan pengujian *hardware* dan *software*. Pengujian *hardware* dilakukan beberapa pengujian diantaranya pengujian PZEM004T, DHT-22, MQ-2, dan Relay. Dari pengujian ini didapatkan data pembacaan dari masing-masing sensor maupun *response time* dari komponen relay.

1. Pengujian Sensor PZEM004T dilakukan melalui 2 tahap. Tahap pertama yaitu pembacaan nilai daya dan energi listrik. Pengujian dilakukan dengan cara mencatat nilai daya dan energi yang terbaca oleh sensor setiap 15 menit selama 2 jam. Beban yang digunakan dalam pengujian ini yaitu *rice cooker* dan kipas angin dengan

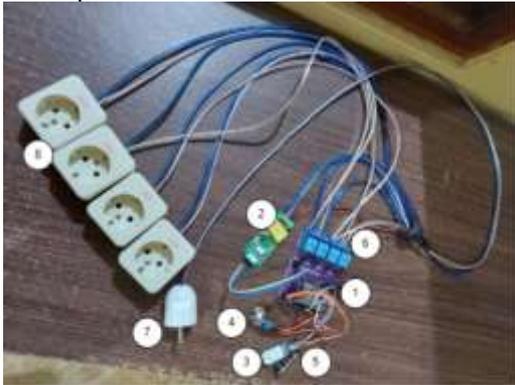
total daya beban sebesar 70 W. Nilai sensor akan dibandingkan dengan perhitungan ideal. Kemudian, tahap kedua yaitu pembacaan nilai tegangan dan arus listrik. Pengujian dilakukan dengan cara membandingkan nilai tegangan dan arus yang terbaca oleh sensor dengan alat ukur standar. Beban yang digunakan yaitu lampu 15 W, lampu 20 W, kipas angin 20 W, setrika 350 W, dan adaptor 15 W.

2. Pengujian Sensor DHT-22 menghasilkan nilai pembacaan suhu dan kelembaban pada ruangan pengujian. Nilai sensor tersebut dibandingkan dengan nilai suhu dan kelembaban yang terbaca pada *thermo/hygro-meter*. Pengujian dilakukan sebanyak 6 kali dengan interval 1 jam pada hari yang sama.
3. Pengujian sensor MQ-2 bertujuan untuk menguji sistem *smart home* dalam deteksi asap dan kebocoran gas. Pengujian menggunakan asap dari tisu yang terbakar dalam pengujian deteksi asap dan menggunakan gas pemantik api pada pengujian kebocoran gas. Indikator keberhasilan yaitu modul *buzzer* dan notifikasi pada aplikasi Android aktif dalam mendeteksi asap maupun kebocoran gas. Pengujian masing-masing dilakukan sebanyak 5 kali dengan mencatat *response time* sistem dan aplikasi Android menggunakan *stopwatch*.
4. Pengujian relay merupakan pengujian sistem kendali pada *smart home* bekerja dengan baik atau tidak. Pengujian dilakukan dengan menekan *virtual switch* pada aplikasi Android sebagai kendali relay dan mencatat *response time* relay dari aplikasi menuju sistem menggunakan *stopwatch*. Indikator keberhasilan yaitu kondisi relay dan *virtual switch* sesuai. Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali pada masing-masing modul relay. Saat pengujian menggunakan lampu 15 W sebagai indikator posisi relay.

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 4.1 Realisasi Rangkaian Smart Home

Realisasi rangkaian *smart home* sudah dilakukan dalam penelitian ini. Pemasangan komponen PZEM004T, DHT-22, MQ-2, *buzzer*, dan relay sudah sesuai dengan rancangan dengan konfigurasi pin komponen dan NodeMCU ESP32 pada Table 1. Hasil realisasi rangkaian dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Realisasi Rangkaian

Berdasarkan gambar 10, dapat dijelaskan komponen-komponen yang sudah terpasang. Nomor 1. menunjuk pada NodeMCU ESP32. Nomor 2, 3, dan 4 menunjuk pada modul sensor PZEM004T, DHT-22, dan MQ-2. Modul *buzzer* dan relay ditunjukkan oleh nomor 5 dan 6. Terdapat steker dan *socket* listrik yang terhubung dengan sistem kontroler yang ditunjukkan oleh nomor 7 dan 8. Sistem menggunakan kabel jumper dan serabut yang digunakan untuk menghubungkan komponen.

##### 4.2 Hasil Perancangan Aplikasi Android



Gambar 5. Hasil Perancangan Aplikasi Android

Berdasarkan Gambar 5, dapat dijelaskan aplikasi Android yang sudah dibuat memiliki fungsi sebagai monitoring dan kendali. Terdapat fungsi monitoring dan notifikasi deteksi asap dan kebocoran gas pada sistem. Kemudian, monitoring suhu dan kelembaban ditunjukkan dengan menampilkan nilai suhu dan kelembaban yang sudah disimpan pada database. Monitoring dan kendali energi listrik ditunjukkan pada sub menu “Electrical Monitor” dan “Electrical Port” pada aplikasi. *Backend* yang digunakan pada aplikasi yaitu Realtime Database pada Firebase. Terdapat *time-stamp* sebagai pencatat waktu terakhir data sensor ter-*upload*.

##### 4.4 Pengujian PZEM004T

Berikut ini merupakan data hasil pengujian yang ditampilkan dalam bentuk tabel pada pembacaan daya dan energi listrik.

Beban	Menit ke-	Daya (W)	Energi (kWh)
Kipas Angin dan Rice Cooker (Daya: 70 W)	0	73,7	0,00
	15	72,4	0,01
	30	72,5	0,03
	45	73,0	0,04
	60	74,2	0,05
	75	74,4	0,06
	90	73,9	0,08
	105	74,5	0,09
	120	74,4	0,10

Tabel 2. Pengujian Pembacaan Daya dan Energi Listrik

Berdasarkan data di atas, pembacaan daya dan energi listrik pada sensor dapat dikatakan berhasil. Nilai daya yang terbaca pada sensor mendekati nilai perhitungan ideal daya pada beban yaitu sebesar 70 W. Pembacaan energi listrik pada sensor memiliki selisih sebesar 0,04 kWh dengan perhitungan ideal yaitu sebesar 0,14 kWh. Hal tersebut dikarenakan, *rice cooker* yang digunakan dalam pengujian dalam keadaan “Warmer” dimana komponen *thermostat* bekerja sebagai komponen yang menjaga suhu *rice cooker* dalam keadaan suhu yang sesuai. *Thermostat* bekerja dengan memutus arus listrik yang mengalir pada *rice cooker* sehingga penggunaan energi berkurang. Pembacaan energi listrik oleh sistem dapat dikatakan berhasil.

Pengujian sensor dalam pembacaan tegangan dan arus listrik ditampilkan pada tabel berikut

Beban	Tegangan		
	Sensor (V)	Sensor (V)	Error (%)
Lampu 15 W	234	231	1,29
Lampu 20 W	232	228	1,75
Kipas Angin 20 W	236	232	1,72
Setrika 350 W	230	226	1,76
Adaptor 15 W	231	227	1,76
<b>Rata-rata</b>	<b>232,6</b>	<b>228,8</b>	<b>1,65</b>

Tabel 3. Pengujian Pembacaan Tegangan Listrik pada Beban

Beban	Arus		
	Sensor (A)	Clamp Meter (A)	Error (%)
Lampu 15 W	0,06	0,06	0
Lampu 20 W	0,09	0,08	12,5
Kipas Angin 20 W	0,10	0,10	0
Setrika 350 W	1,54	1,55	0,65
Adaptor 15 W	0,07	0,07	0
<b>Rata-rata</b>	<b>0,38</b>	<b>0,38</b>	<b>2,63</b>

Tabel 4. Pengujian Pembacaan Arus Listrik pada Beban

Berdasarkan data di atas, nilai tegangan dan arus yang dibaca oleh sensor mendekati nilai yang terbaca oleh alat ukur standar. Nilai rata-rata *error* yang didapat sebesar 1,65 % dan 2,63 % pada pembacaan tegangan dan arus listrik. Dapat dikatakan pembacaan tegangan dan arus listrik pada sistem berhasil.

#### 4.5 Pengujian DHT-22

Berikut ini merupakan data pengujian DHT-22 pada monitoring suhu dan kelembaban yang ditampilkan dalam tabel.

	Sensor	Thermo/Hygro-Meter	Error
Suhu	28,4 °C	27,5 °C	3,27 %
	28,6 °C	27,2 °C	5,14 %
	28,4 °C	27,3 °C	4,02 %
	28,3 °C	27,3 °C	3,66 %
	28,5 °C	27,4 °C	4,01 %
	<b>Rata-rata</b>		<b>4,08 %</b>
Kelembaban	76 %	78 %	2,56 %
	83 %	82 %	1,21 %
	83 %	84 %	1,19 %
	84 %	85 %	1,17 %
	83 %	84 %	1,19 %
	82 %	83 %	1,21 %
	<b>Rata-Rata</b>		<b>1,42 %</b>

Tabel 5. Pengujian Pembacaan Suhu dan Kelembaban Ruangan

Tabel 5 menunjukkan data perbandingan suhu dan kelembaban pada sensor dan alat ukur standar. Pengambilan

data dilakukan sebanyak 6 kali dengan periode 1 jam. Didapatkan rata-rata *error* 4,08 % pada pengukuran suhu dan 1,42 % pada pengukuran kelembaban. Pembacaan suhu dan kelembaban ruangan pada sistem *smart home* dapat dikatakan berhasil.

#### 4.6 Pengujian MQ-2

Pengujian sensor MQ-2 pada sistem *smart home* dilakukan sebagai deteksi asap dan kebocoran gas. Pengujian dilakukan berdasarkan mekanisme pengujian. Hasil penelitian ditampilkan pada Tabel 6 dan 7.

Percobaan	Buzzer	Waktu (s)	Notifikasi	Waktu (s)
1	Aktif	3,31	Aktif	4,30
2	Aktif	2,66	Aktif	3,51
3	Aktif	2,96	Aktif	3,78
4	Aktif	2,31	Aktif	3,26
5	Aktif	2,65	Aktif	3,70

Tabel 6. Pengujian Deteksi Asap

Percobaan	Notifikasi	Waktu (s)
1	Aktif	6,65
2	Aktif	6,18
3	Aktif	6,92
4	Aktif	6,03
5	Aktif	6,55

Tabel 7. Pengujian Deteksi Kebocoran Gas

Berdasarkan data pada Tabel 6 dan 7, pengujian sensor MQ-2 dalam deteksi asap dan kebocoran gas dilakukan dengan cara *try and error*. Indikator keberhasilan yaitu *buzzer* dan notifikasi aplikasi Android aktif. Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali. Tingkat keberhasilan pada deteksi asap dan kebocoran gas yaitu 100%. Terdapat selisih waktu respon antara *buzzer* dan notifikasi aktif saat mendeteksi asap yang disebabkan oleh perbedaan *latency* sistem. Dapat dikatakan deteksi asap dan kebocoran gas pada sistem *smart home* bekerja dengan normal.

#### 4.7 Pengujian Relay

Pengujian relay dilakukan berdasarkan mekanisme pengujian. Pengujian dilakukan dengan *try and error*. Data hasil percobaan ditampilkan pada Tabel 8.

Relay	Percobaan	Indikator	Waktu (s)
1	1	Sesuai	0,91
	2	Sesuai	0,94
	3	Sesuai	1,06
	4	Sesuai	1,05
	5	Sesuai	0,89
2	1	Sesuai	0,92
	2	Sesuai	1,73
	3	Sesuai	0,83
	4	Sesuai	1,07
	5	Sesuai	0,64
3	1	Sesuai	0,84
	2	Sesuai	1,60

	3	Sesuai	1,14
	4	Sesuai	0,92
	5	Sesuai	0,83
4	1	Sesuai	2,07
	2	Sesuai	0,68
	3	Sesuai	0,75
	4	Sesuai	1,12
	5	Sesuai	0,96

Tabel 8. Pengujian Relay

Berdasarkan Tabel 8, data pengujian relay menunjukkan tingkat keberhasilan 100%. Sistem dapat mengubah posisi relay sesuai dengan *virtual switch*. Waktu yang dibutuhkan oleh sistem dalam merubah posisi relay bervariasi dengan nilai terbesar yaitu 2,07 detik. Kualitas jaringan dan kecepatan internet yang digunakan berpengaruh pada tingkat *response time* sistem dalam mengubah posisi relay. Berdasarkan data pengujian, dapat disimpulkan sistem kendali energi listrik pada sistem *smart home* bekerja dengan normal.

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian rancang bangun sistem *smart home* skala rumah tangga menggunakan NodeMCU ESP32, dapat disimpulkan:

1. Sistem monitoring dan kendali pada *smart home* bekerja dengan normal menggunakan modul sensor PZEM004T, DHT-22, MQ-2, dan Relay 1 *channel*.
2. *Backend* sistem kendali dengan aplikasi Android menggunakan Realtime Database memiliki *response time* yang bervariasi dengan waktu tertinggi yaitu 2,07 detik.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Edin, Ujang. 2021. "Rancang Bangun Sistem Kendali Dan Monitoring Peralatan Listrik Dalam Skala Rumah Tangga Berbasis *Web*". Jurnal Teknologi Elektro, 12(1), 1 – 5.
- [2] Amperawan dkk. 2022. "*Hardware Design and Lung Sound Detection Simulation to Analyze Lung Abnormalities Based on Arduino Mega, NodeMCU ESP32 and Internet of Things*". *Proceedings of the 5th FIRST T1 T2 2021 International Conference (FIRST-T1-T2 2021)*.
- [3] Anwar dkk. 2019. "Pengukuran Energi Listrik Berbasis PZEM-004T". *Proceeding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe*, 3(1), 272 – 276.
- [4] Siswanto, Ikin Rojikin, dan Windu Gata. 2019. "Pemanfaatan Sensor Suhu DHT 22, Ultrasonik HC SR04 Untuk Mengendalikan Kolam Dengan Notifikasi Email". Jurnal RESTI, 3(3), 544 – 551.
- [5] Mulyati, Sri dan Sumardi. 2018. "*Internet of Things (Iot)* pada Prototipe Pendeteksi Kebocoran Gas Berbasis Mq-2 dan Sim8001". Jurnal Teknik: Universitas Muhammadiyah Tangerang, 7(2), 64 – 72.
- [6] Rahajeng, Areta Sonya dkk. 2020. "Pemanfaatan Modul Gsm dan Modul Gps pada Sistem Keamanan Sepeda Motor Menggunakan *Smartphone* Berbasis Arduinouno". Jurnal Teknologi Dan Open Source, 3(1), 90 – 100.
- [7] Maulana, Ilham Firman. 2020. "Penerapan Firebase Realtime Database pada Aplikasi E-Tilang *Smartphone* berbasis Mobile Android". Jurnal RESTI, 4(5), 854 – 863.