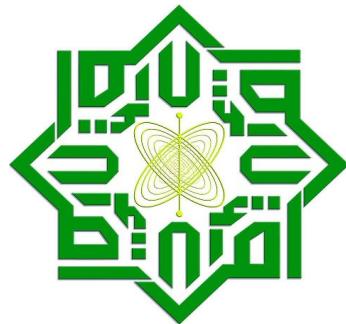


**Rancang Bangun Sistem Peringatan Kebakaran serta Kontrol
dan Monitoring Penggunaan Listrik Rumah Tangga Berbasis
IoT Terintegrasi dengan WhatsApp**

PROPOSAL TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi



Oleh:

Zuhry Ashari
1165510xxxx

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU
PEKANBARU
2022

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR LAMBANG/NOTASI	viii
DAFTAR SINGKATAN	ix

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang.....	I-1
1.2. Rumusan Masalah.....	I-3
1.3. Tujuan Penelitian.....	I-4
1.4. Batasan Masalah.....	I-4
1.5. Manfaat Penelitian.....	I-4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Studi Literatur.....	II-1
2.2. <i>Warning System</i>	II-3
2.3. Mikrokontroler.....	II-3
2.3.1.ESP32.....	II-3
2.3.2. Skema Daya ESP32.....	II-4
2.3.3. Fitur ESP32	II-6
2.4. <i>PZEM-004T</i>	II-7
2.5. MQ-2	II-8
2.6. DHT-22.....	II-9
2.7. Flame Sensor	II-9
2.8. <i>Relay</i>	II-9
2.9. <i>Database</i>	II-11
2.9.1. Jenis Jenis Database	II-12
2.10. WhatsApp	II-13

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Diagram Alir Penelitian.....	III-1
3.2. Pengumpulan data.....	III-3

3.3.	Ilustrasi Sistem	III-3
3.4.	Perancangan <i>Hardware</i>	III-4
3.4.1.	Spesifikasi Perangkat yang digunakan.....	III-5
3.5.	Perancangan Listing Program Pada Kontroler	III-6
3.5.1.	Spesifikasi Program yang akan digunakan	III-6
3.6.	Pengujian Sistem	III-6
3.6.1.	Pengujian <i>Hardware</i>	III-6
3.6.2.	Pengujian Aplikasi/ <i>Software</i>	III-6
3.6.3.	Pengujian Keseluruhan Sistem.....	III-7
3.7.	Sekenario Pengujian	III-7
3.8.	Kebergunaan Sistem.....	III-8

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	HALAMAN
Gambar 2.1. ESP-WROOM-32	II-3
Gambar 2.2. Blok Diagram ESP32.....	II-4
Gambar 2.3. Pin <i>Layout</i> ESP32	II-4
Gambar 2.4. Skema Daya Pada ESP32.....	II-5
Gambar 2.5. Wiring Diagram PZEM-004T	II-7
Gambar 2.6. Blok Diagram PZEM-004T	II-8
Gambar 2.7. Sensor MQ-2	II-8
Gambar 2.8. Sensor DHT-22	II-9
Gambar 2.9. Flame Sensor.....	II-9
Gambar 2.10. <i>Pinout</i> Relay SPDT	II-10
Gambar 2.11. Modul <i>Relay</i> 1 <i>Channel</i>	II-10
Gambar 2.12. Pin <i>Control</i> Pada Modul <i>Relay</i>	II-10
Gambar 2.13. LED Indikator Pada Modul <i>Relay</i>	II-11
Gambar 2.14. Terminal <i>Output</i> Pada Modul <i>Relay</i>	II-11
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian	III-2
Gambar 3.2. Ilustrasi Sistem.....	III-3
Gambar 3.3. Blok Diagram <i>Hardware</i>	III-4
Gambar 3.4. Sekema Keseluruhan <i>Hardware</i>	III-5

DAFTAR TABEL

HALAMAN

Tabel 2.1. Konsumsi Daya berdasarkan Mode Daya Penggunaan.....	II-6
Tabel 2.2. Fitur ESP32	II-7
Tabel 2.3. Jenis Jenis <i>Database</i>	II-12

DAFTAR LAMBANG/NOTASI

μA : *Micro Ampere*

μV : *Micro Volt*

A : *Ampere*

C : *Celcius*

mA : *Mini Ampere*

Mhz : *Mega Hertz*

V : *Volt*

DAFTAR SINGKATAN

AC : <i>Alternating Current</i>	LDO : <i>Low Drop Out</i>
ADC : <i>Analog to Digital Converter</i>	LED : <i>Light Emitting Diode</i>
ADT : <i>Android Developer Tool</i>	NC : <i>Normally Close</i>
ALU : <i>Aritmatic Logic Unit</i>	NO : <i>Normally Open</i>
AVL : <i>Automatic Vehicle Locator</i>	PCB : <i>Printed Circuit Bard</i>
BLE : <i>Bluetooth Low Energy</i>	PWM : <i>Pulse Width Modulation</i>
CPU : <i>Central Proccessing Unit</i>	RAM : <i>Random Access Memory</i>
CU : <i>Control Unit</i>	RTC : <i>Real Time Clock</i>
DBMS : <i>Database Management System</i>	SoC : <i>System on Chip</i>
DC : <i>Direct Current</i>	SPDT : <i>Single Pole Double Throw</i>
DPDT : <i>Doble Pole Doble Throw</i>	SPI : <i>Serial Pheriferal Interface</i>
DPST : <i>Doule Pole Single Throw</i>	SQL : <i>Structured Query Language</i>
GPIO : <i>General-Purpose Input/Output</i>	ULP : <i>Ultra Low Power</i>
GPRS : <i>General Package Radio Service</i>	UX : <i>User Experience</i>
I/O : <i>Input/Output</i>	VAC : <i>Volt AC</i>
I2C : <i>Inter-Integrated Circuit</i>	VCC : <i>Voltage Supply Colector</i>
IC : <i>Integreted Circuit</i>	VDC : <i>Volt DC</i>
IoT : <i>Internet of Things</i>	WIFI : <i>Wireless Fidelity</i>
IDE : <i>Integrated Development Environment</i>	
IEEE : <i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i>	

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Energi listrik saat ini merupakan salah satu kebutuhan utama manusia dalam menjalankan aktivitas nya baik untuk kebutuhan rumah tangga hingga kebutuhan industri. Hal ini sejalan dengan laporan kenaikan konsumsi energi listrik setiap tahunnya, 0.91 MWH/Kapita pada 2015, 1.02 MWH/Kapita pada 2017, 1.08 MWH/Kapita pada 2019, dan terus bertambah pada tahun 2021 menjadi 1.123 MWH/Kapita [1].

PT. Perusahaan Listrik Negara (PLN) sebagai pemasok utama energi listrik di Indonesia hingga saat ini menyediakan 2 skema pemakaian energi listrik yaitu prabayar/token dan sistem pasca bayar yang saat ini sudah tidak disarankan lagi untuk permintaan instalasinya kepada masyarakat retail[1]. Sering kali pelanggan dengan pasca bayar terkejut saat malakukan pembayaran ataupun mendapat tagihan penggunaan listriknya yang tidak sesuai ekspektasi. Berbeda halnya dengan pelanggan prabayar yang diharuskan melakukan pembelian token listrik sebelum dapat menggunakan listrik PLN. Namun kedua skema tersebut tidak memberikan pemberitahuan laporan penggunaan listrik secara harian maupun secara *realtime* yang dapat diakses dengan mudah oleh pelanggan, sehingga dapat membuat pelanggan terlena/lalai terhadap perangkat yang tidak digunakan namun tetap dinyalakan dan mengosumsi listrik yang tinggi.

Berdasarkan hal diatas penulis menemukan beberapa solusi yang dapat meminimalisir permasalahan tersebut salah satunya adalah dengan menerapkan sistem montoring dan kontrol terhadap pemakaian listrik agar dapat memberikan peringatan terhadap pemakaian listrik yang berlebihan dan dapat melakukan *cut-off*/mematikan perangkat yang tidak digunakan sesuai kebutuhan.

Disisi lain Kebakaran merupakan bencana yang tidak dapat diprediksi kapan akan terjadinya. Berdasarkan laporan tahunan Pemadam Kebakaran Kabupaten Indragiri Hilir dalam 5 tahun terakhir tercatat lebih dari 550 unit rumah masyarakat yang mengalami kebakaran dengan total nilai kerugiam mencapai ratusan juta rupiah. Dimana salah satu faktor penyebab nya adalah korsleting listrik yang memicu terjadinya percikan api yang berakibat kebakaran rumah/pemukiman warga.

Berdasarkan latar belakang tersebut penulis akan melakukan penelitian terkait sistem peringatan yang dapat memantau dan mengontrol penggunaan listrik sekaligus memberikan peringatan apabila terdapat tanda tanda kebakaran berupa temperatur yang tinggi dan

kosentrasi gas co² yang terdapat di udara. Sebelum melakukan penelitian penulis akan melakukan studi literatur terhadap penelitian terdahulu terkait dengan penelitian yang akan dilakukan.

Penelitian terkait pertama yang penulis temukan adalah “Rancang Bangun Alat Pengawas Pemakaian Listrik Rumah Tangga Menggunakan Sistem Internet of Things (IoT) Terintegrasi Web dan Telegram” oleh Deswita Adlyani Siregar, dalam penelitian tersebut sensor yang digunakan adalah PZEM004T sebagai sensor pengukuran penggunaan listrik, dan menggunakan NodeMCU/ESP8266 yang berfungsi sebagai Mikrokontroler sekaligus modul WiFi. Telegram dan Website digunakan sebagai Notifikasi untuk mengetahui penggunaan listrik harian. Hasil dari penelitian tersebut menyimpulkan pengurangan penggunaan listrik sebesar 15.25% dengan tingkat error rata-rata sebesar 3.8%[2]. Penelitian ini hanya dapat melakukan monitoring terhadap penggunaan listrik kemudian membandingkan konsumsi penggunaan sebelum dan sesudah sistem tersebut di implementasikan, dan masih menggunakan Telegram sebagai Message Broker nya.

Penelitian selanjutnya oleh Ronaldo Marcopolo Harianja dengan judul “Rancang Bangun Monitoring Energi Listrik Pada Rumah Tangga Secara IoT Berbasis Mikrokontroler Atmega 328”. Penelitian tersebut menggunakan modul VR dan ACS712 sebagai sensor pembaca arus dan tegangan listrik. Pada sistem tersebut data input akan dikonversi menjadi data digital yang kemudian akan diproses untuk ditampilkan di LCD dan aplikasi android[3]. Penelitian ini masih menggunakan sensor ACS712 yang hanya mampu mengukur arus hingga 5A dimana tidak efektif untuk digunakan pada rumah dengan daya 2200kwh. Sistem juga tidak memberikan notifikasi kepada pengguna, sehingga pengguna harus melihatnya secara manual.

Penelitian terkait selanjutnya adalah perancangan sistem pemakaian listrik dengan menggunakan sensor arus dan tegangan. Arduino Uno R3 digunakan sebagai mikrokontroler sistem ini, dan menggunakan modul SIM 800L sebagai media komunikasi antara sistem dan pengguna malalui layanan pesan singkat (SMS)[4]. Sistem ini dapat berjalan dengan baik namun penggunaan SIM800L tidak efisien dan ekonomis pada zaman modern ini.

Penelitian berikutnya dengan topik Deteksi Kebakaran Rumah Tinggal berbasis WiFi dengan menggunakan Arduino UNO sebagai Mikrokontroler nya dan ESP8266 sebagai media komunikasi nya. Pada bagian input sensor menggunakan 3 buah sensor yaitu Sensor api, asap dan temperatur. Pada bagian output menggunakan LCD16x2 untuk menampilkan hasil data yang telah diproses [5]. Namun hasil dari penelitian tersebut menggunakan 2 buah

mikrokontroller yang bertindak sebagai pengirim dan penerima. Pada akhir penelitian media komunikasi yang digunakan diubah menjadi modul NRF24L01 yang mengakibatkan jarak komunikasi menjadi hanya 15m antar perangkat dan pengguna tidak dapat menerima informasi dari jarak jauh. Pada sisi sensor juga baru dapat beroperasi dengan optimal setelah perangkat dinyalakan dalam waktu 7.5 menit.

Penelitian selanjutnya dengan judul “Sistem Alarm Dan Monitoring Kebakaran Rumah Berbasis Nodemcu Dengan Komunikasi Android”. Pada penelitian tersebut menggunakan mikrokontroler NodeMCU sebagai media pemrosesanya dan Aplikasi Android sebagai output kepada pengguna. Penelitian tersebut hanya menggunakan sensor temperatur dan kelembaban DHT11[6] dimana hal tersebut akan berpotensi mengakibatkan terjadinya *fake alarm*/alarm palsu, dikarenakan indikator dari kebakaran tidak hanya pada temperatur yang ditinggi saja. Pada bagian aplikasi juga dibuat dengan APP Inventor dimana masih belum mendukung push notification/notifikasi yang akan langsung muncul pada layar smartphone pengguna, sehingga pengguna harus membuka aplikasi terlebih dahulu untuk mendapatkan notifikasi.

Pada penelitian sebelumnya komunikasi yang digunakan antara perangkat dan pengguna masih menggunakan layanan pesan singkat (SMS) dimana metode ini kurang efisien jika diterapkan pada saat ini. Penggunaan telegram masih kurang optimal untuk dilakukan dimana penulis lebih merekomendasikan menggunakan WhatsApp dikarenakan Di Indonesia WhatsApp lebih banyak digunakan dibandingkan telegram. Selanjutnya penggunaan Arduino dan IC ATmega juga kurang optimal untuk digunakan pada sistem ini dikarenakan masih menggunakan arsitektur 8-bit dan tidak menyertakan modul komunikasi WiFi secara bawaan. Mikrokontroler yang digunakan pada penelitian adalah mikrokontroler berbasis 32-bit yang diharapkan akan memberikan waktu pemrosesan dapat dilakukan lebih singkat yang telah termasuk dengan modul WiFi.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang maka permasalahan yang ingin diatasi melalui penelitian ini adalah:

- a. Bagaimana cara merancang sistem kontrol dan monitoring pemakaian listrik yang terkoneksi dengan internet?
- b. Bagaimana cara merancang sistem peringatan kebakaran rumah dengan menggunakan Whatsapp sebagai media notifikasi?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah untuk membuat alat yang dapat melakukan kontrol dan juga monitoring penggunaan listrik sekaligus sistem peringatan kebakaran yang akan memberikan notifikasi melalui WhatsApp.

1.4. Batasan Masalah

Pada penelitian ini, dibuat batasan permasalahan sebagai berikut:

- a. Modul yang digunakan adalah PZEM-004T sebagai sensor pembaca arus dan tegangan listrik.
- b. Sistem memberikan informasi melalui aplikasi WhatsApp.
- c. Percobaan dan pengembangan sistem ini dilakukan pada kamar kost dengan peralatan elektronik yang sama dan daya terpasang 900kwh.
- d. Sistem menggunakan mikrokontroler berbasis 32-bit dual core dengan prosesor Xtensa LX6.
- e. Sistem memberikan informasi melalui aplikasi android dan *website*.

1.5. Manfaat Penelitian

Diharapkan penelitian ini dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

- a. Menurunkan tingkat konsumsi listrik rumah tangga pada peralatan yang tidak terpakai.
- b. Melakukan kontrol pada kelistrikan rumah dari jarak jauh.
- c. Meningkatkan keamanan dan kenyamanan dari potensi kebakaran rumah.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Studi Literatur

Dalam penelitian tugas akhir ini dilakukan studi literatur dengan tujuan mencari teori serta referensi yang relevan dengan kasus dan permasalahan yang akan diselesaikan, teori dan refrensi yang didapatkan berasal dari artikel jurnal, *paper*, buku, penelitian terkait dan beberapa sumber lainnya. Berikut ini disajikan beberapa penelitian terdahulu yang dikumpulkan dari berbagai sumber sebagai referensi dan dasar teori yang berkaitan dengan permasalahan yang akan diselesaikan.

Tujuan perancangan alat ini adalah untuk melakukan monitoring dan kontrol terhadap peralatan listrik rumah tangga sekaligus sebagai sistem pendekksi kebakaran yang akan memberikan notifikasi ke pemilik rumah maupun pihak pemadam kebakaran untuk meminimalkan kerugian terhadap kejadian tersebut. Pada penelitian-penelitian sebelumnya memeliki beberapa persamaan dan perbedaan antara satu dengan yang lainnya, baik pada sensor maupun mikrokontroler yang digunakan.

Penelitian terkait dengan topik pengawasan pemakaian listrik berbasis IoT yang melakukan monitoring pada penggunaan listrik menggunakan ESP8266 dan sensor PZEM-004T untuk membaca nilai arus dan tegangan yang digunakan. Penelitian tersebut juga mengintegrasikan penggunaan IoT sebagai antarmuka dengan pengguna untuk memudahkan dalam membaca hasil monitoring menggunakan Telegram bot dan Website yang akan dikirimkan ke pengguna setiap harinya[2]. Namun pada penelitian ini belum disematkan sistem kontrol yang dappat mengendalikan listrik dari jarak jauh dan belum memiliki sistem cut-off untuk memutus aliran listrik otomatis sesuai pengaturan yang diteiapkan.

Penelitian selanjutnya dengan judul “Arduino Based Smart Energy Meter using GSM”, pada penelitian tersebut menggunakan sensor arus, tegangan dan juga RTC (Real Time Clock) untuk mengukur pemakaian listrik disertai dengan waktu penggunaanya. Sebagai *interface* dengan pengguna penelitian tersebut menggunakan modul GSM untuk mengirimkan SMS/Layanan Pesan Singkat ke pengguna dan pada alat juga disematkan LCD 16x12 sebagai tampilan debug maupun monitoring secara langsung. Sayangnya sistem tersebut masih menggunakan Arduino UNO sebagai mikrokontroler dan SMS sebagai interface yang kurang efektif untuk digunakan pada sistem tersebut untuk saat ini.

Penelitian berikutnya dengan judul “Rancang Bangun Alat Pendekksi Asap Kebakaran Menggunakan Sensor MQ-2 Berbasis Arduino Uno”, pada penelitian tersebut

sistem akan membaca nilai konsntrasi kadar CO² pada udara sebagai triger untuk mengaktifkan alarm sebagai peringatan kepada pengguna telah terjadi kebakaran,[7] namun pada penelitian ini hanya menggunakan MQ-2 sebagai input, Arduino UNO sebagai Proses dan Buzzer sebagai output. Dimana sistem akan tidak efektif dalam menentukan status kebakaran hanya dengan menggunakan parameter saja yakni asap.

Kemudian telah dilakukan juga penelitiandengan judul “Simulasi Alarm Kebakaran Menggunakan Sensor MQ-2, Falme Sensor Berbasis Mikrokontroler Arduino”, dimana pada penelitian tersebut ditambahkan sensor api untuk mendeteksi adanya api disekitar ruangan sebagai parameter tambahan pada sensor asap untuk meningkatkan akurasi pengambilan keputusan terhadap status kebakaran. Pada sisi output menggunakan LCD 16x2 dan Buzzer yang akan mengeluarkan suara saat kondisi kebakaran terpenuhi[8]. Pada penelitian ini belum disematkan notifikasi dan monitoring sensor yang dapat diterima pengguna dari jarak jauh.

Penelitian selanjutnya berjudul “Rancang Bangun Prototype Alat Pendekripsi Kebakaran Menggunakan Arduino Uno Dilengkapi Pemadam Dan Notifikasi SMS Gateway” pada penelitian tersebut ditambahkan sebuah output berupa notifikasi SMS untuk memberitahukan kepada pengguna dari jarak jauh[9], namun untuk saat ini penggunaan SMS membutuhkan pulsa/biaya yang cukup mahal dan kurang efisien digunakan.

Berdasarkan refensi yang ada sebelumnya, peneliti akan melakukan pengembangan terhadap sistem monitoring dan kontrol terhadap pemakaian listrik serta sistem pendekripsi kebakaran. Penelitian yang akan dilakukan yaitu “**Rancang Bangun Sistem Peringatan Kebakaran serta Kontrol dan Monitoring Penggunaan Listrik Rumah Tangga Berbasis IoT Terintegrasi dengan WhatsApp**” dimana pada sistem ini memiliki perinsip kerja sebagai peringatan dan pengingat untuk mematikan peralatan yang tidak digunakan sekaligus dapat mengontrol dan memonitoring penggunaan listrik serta dapat memberikan peringatan terhadap kebakaran yang akan dikirimkan melalui Whatsapp dengan parameter-parameter yang telah ditetapkan secara *real time*. Sistem ini menggunakan mikrokontroler dengan prosesor *dual core* barbasis 32-bit yang akan mempercepat waktu pemrosesan dan diharapkan hasil dari monitoring dapat diterima pengguna dalam waktu sedini mungkin. Data dari sistem ini akan dikumpulkan pada *online database server* agar dapat diakses dengan mudah oleh pengguna. Dalam pengiriman data ke *server* perangkat menggunakan metode komunikasi internet gprs yang diakses langsung melalui mikrokontroler. Pengguna dapat mengontrol dan memonitoring penggunaan listrik dan status sensor melalui aplikasi

WhatsApp. Aplikasi akan mengirimkan rangkuman pemakaian listrik harian dan memberikan notifikasi kepada pengguna yang telah didaftarkan apabila sensor mendeteksi api, asap pada suhu yang tinggi dan mengirimkan kontak pemadam kebakaran setempat.

2.2. *Warning System*

Sistem peringatan merupakan suatu sistem yang dapat memberitahukan suatu kejadian yang terjadi berdasarkan beberapa parameter-parameter yang berhubungan. Seperti kejadian tsunami yang biasanya dihadui oleh gempa bumi ataupun pinggir pantai yang secara tiba-tiba surut dalam waktu singkat, Tanah longsor yang dihadui oleh hujan lebat maupun gempa bumi, dan pada penelitian ini kebakaran rumah dengan parameter *temperature*, kelembaban udara, dan konsentrasi karbon dioksida dalam ruangan yang akan menggunakan parameter dari sensor untuk memberikan notifikasi kepada pemilik rumah dan dinas pemadam kebakaran.

2.3. Mikrokontroler

Mikrokontroler (μ C) adalah komputer mini berbasis SoC (*single on chip*) yang dikemas dalam bentuk sebuah chip yang diprogram untuk menjalankan tugas tertentu dan merupakan salah satu syarat minimal dalam *system embedded*. Mikrokontroler berbeda dengan Mikroprosesor karena di dalam sebuah mikrokontroler umumnya juga telah terdapat komponen pendukung sistem minimal mikroprosesor, memori dan antarmuka I/O, sedangkan di dalam mikroprosesor umumnya hanya berisi CPU saja.[10]

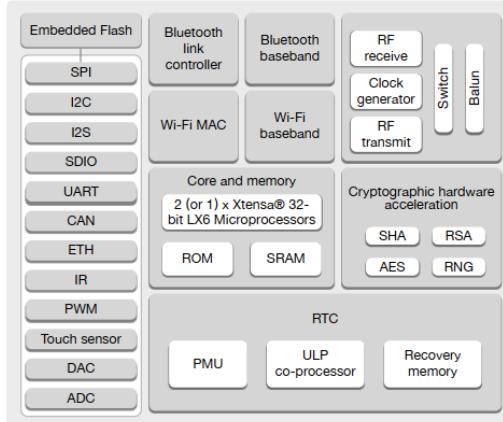
2.3.1. ESP32

ESP32 merupakan chip WiFi 2.4 GHz yang dikombinasikan dengan *Bluetooth* dalam *single on chip* (SoC) yang dirancang oleh Taiwan *Semiconductor Manufacturing Company* (TSMC) menggunakan konsumsi *Ultra Low Power* dengan teknologi 40 μ m. ESP32 dirancang untuk mencapai daya dan kinerja pada frekuensi radio yang baik, dengan ketahanan, keserbagunaan dan keandalan dalam berbagai macam aplikasi dan skenario penggunaan daya.[11] ESP32 Dikhususkan untuk perangkat bergerak/*mobile*, dan *Internet-of-Things* (IoT).

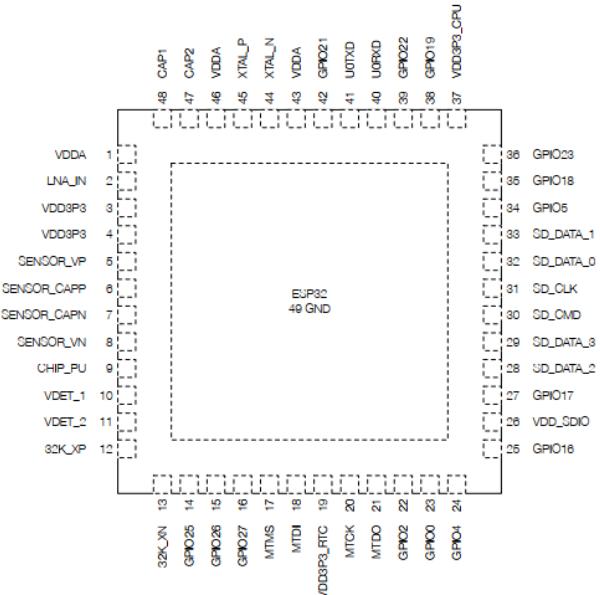


Gambar 2.1. ESP-WROOM-32[12]

Semua fitur mutakhir yang digunakan merupakan karakteristik dari *chip* dengan penggunaan daya yang rendah, termasuk sistem waktu yang lebih halus, mode daya ganda, dan penskalaan daya yang dinamis. Misalnya, dalam skenario aplikasi sensor IoT berdaya rendah, perangkat akan diaktifkan secara berkala dan hanya pada kondisi tertentu terdeteksi. Siklus tersebut digunakan untuk meminimalisir penggunaan daya pada chip.



Gambar 2.2. Blok Diagram ESP32[11]



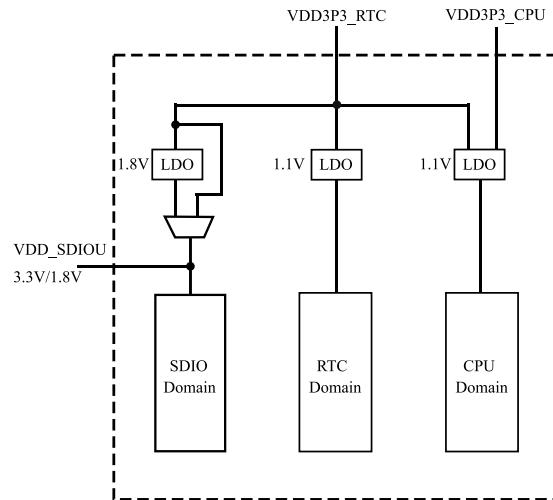
Gambar 2.3. Pin Layout ESP32[11]

2.3.2. Skema Daya

Pada ESP32 skema daya pada pin digital dibagi menjadi 3 jenis domain:

- VDD3P3_RTC yang merupakan catu daya input untuk RTC (*Real Time Clock*) dan CPU (*Central Processing Unit*).

- b. VDD3P3_CPU merupakan catu daya untuk CPU (*Central Processing Unit*).
- c. VDD_SDIO terhubung ke output dari Regulator LDO (*Low Dropout*) dengan menggunakan *input* dari VDD3P3_RTC. Saat VDD_SDIO dan VDD3P3_RTC terhubung dalam rangkaian yang sama maka Regulator LDO *internal* secara otomatis akan dinonaktifkan.



Gambar 2.4. Skema Daya Pada ESP32[11]

Dengan menggunakan teknologi manajemen daya yang canggih, ESP32 dapat beralih di antara berbagai mode daya. Berikut adalah mode daya yang ada pada ESP32.

- a. **Mode Aktif:** Radio WiFi chip dihidupkan. Chip dapat menerima atau mengirim data.
- b. **Modem-sleep mode:** CPU tetap beroperasi dan *Clock* dapat dikonfigurasi. Tetapi penggunaan Wi-Fi/*Bluetooth* dan radio dinonaktifkan.
- c. **Light-sleep mode:** Penggunaan CPU terjeda, *Real Time Clock* pada memori dan *peripheral* tetap berjalan dengan normal, CPU akan diaktifkan kembali jika ada interupsi eksternal, *RTC Timer*, atau aktifitas jaringan yang menggunakan WiFi maupun *Bluetooth*.
- d. **Deep-sleep mode:** Hanya RTC pada memori dan periferal yang diaktifkan. Koneksi Wi-Fi dan Bluetooth disimpan dalam memori. Prosesor *Ultra-Low Power* (ULP) tetap berfungsi.
- e. **Mode Hibernasi:** Osilator 8-MHz *internal* dan co-prosesor ULP dinonaktifkan. Memori pemulihan RTC dimatikan. Hanya satu *RTC Timer* pada *clock speed* yang rendah dan GPIO RTC tertentu yang aktif. *Timer RTC* atau RTC GPIO dapat mengaktifkan kembali *chip* dari *mode* Hibernasi ke Mode Aktif.

Tabel 2.1. Konsumsi Daya berdasarkan Mode Daya Penggunaan

Mode Daya	Deskripsi	Konsumsi Daya
Aktif	Mengirim Data (Tx)	180 ~ 240 mA
	Menerima Data (Rx)	95 ~ 100 mA
Modem-sleep	<i>Single-core chip</i>	20 ~ 34 mA
	<i>Dual-core chips</i>	20 ~ 68 mA
Light-sleep		0.8 mA
Deep-sleep	Prosesor ULP Diaktifkan	150 μ A
	Sensor ULP dalam keadaan <i>monitoring mode</i>	100 μ A
	RTC timer + <i>memory</i>	10 μ A
Hibernasi	Hanya RTC <i>Timer</i> yang aktif	5 μ A
Power Off	Chip <i>Pull Up</i> diatur menjadi <i>Low Level</i> . Chip dimatikan	1 μ A

Prosesor *Ultra-low Power* (ULP) dan memori RTC tetap dihidupkan selama mode deep-sleep. Oleh karena itu, pengembang dapat menyimpan program untuk prosesor ULP dalam memori RTC untuk mengakses perangkat periferal, *timer* internal dan sensor internal selama *mode deep-sleep*. Ini berguna untuk merancang aplikasi yang membutuhkan CPU untuk dibangunkan oleh aktivasi eksternal, ataupun melalui *timer*, atau kombinasi keduanya, dengan tetap mempertahankan konsumsi daya yang minimal.

2.3.3. Fitur ESP32

ESP32 dapat beroperasi dengan handal di lingkungan industri, dengan suhu pengoperasian berkisar antara -40°C hingga $+125^{\circ}\text{C}$. Didukung oleh sirkuit kalibrasi canggih, ESP32 secara dinamis dapat menghapus ketidak sempurnaan sirkuit eksternal dan beradaptasi dengan perubahan kondisi eksternal. Didesain untuk perangkat seluler, perangkat elektronik yang dapat dipakai dan aplikasi IoT, ESP32 mencapai konsumsi daya sangat rendah dengan kombinasi beberapa jenis perangkat lunak. ESP32 sangat terintegrasi dengan saklar antena *built-in*, penguat daya, *low-noise receive amplifier*, dan modul manajemen daya.

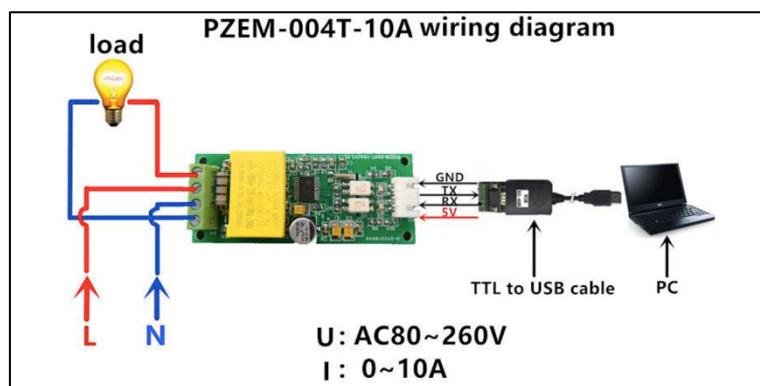
ESP32 dapat berfungsi sebagai sistem *standalone* yang lengkap atau sebagai perangkat *slave* untuk MCU *host*, mengurangi *overhead* dari komunikasi pada prosesor aplikasi utama. ESP32 dapat berinteraksi dengan sistem lain untuk menyediakan fungsi WiFi dan *Bluetooth* melalui antarmuka SPI/SDIO atau I2C/UART. Berikut ini adalah fitur dari ESP32:

Tabel 2.2. Fitur ESP32[13]

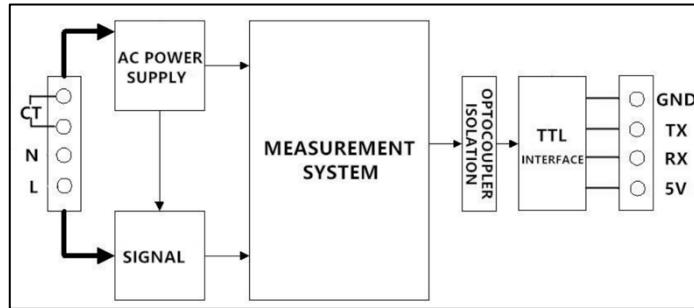
No.	Fitur	Deskripsi
1	<i>Prosesor</i>	<i>Xtensa dual-core 32-bit LX6 240 MHz Ultralow power (ULP) co-processor</i>
2	<i>Memory</i>	<i>520 KB SRAM (Static Random Access Memory)</i>
3	<i>Wireless connectivity</i>	<i>WiFi: 802.11 b/g/n Bluetooth: v4.2 BR/EDR dan BLE</i>
4	<i>Peripheral interfaces</i>	<i>12-bit ADC up to 18 channels 2 × 8-bit DAC 10 × touch sensors 4 × SPI 2 × I²S interfaces 2 × I²C interfaces 3 × UART Motor PWM LED PWM (up to 16 channels) Hall effect sensor Ultralow power analog pre-amplifier</i>
5	<i>Security</i>	<i>IEEE 802.11 WFA, WPA/WPA2 and WAPI Secure boot Flash encryption 1024-bit OTP, up to 768-bit for customers</i>
6	<i>Power management</i>	<i>Internal low-dropout regulator Individual power domain for RTC</i>

2.4. PZEM-004T

Sensor PZEM-004T dapat membaca tegangan AC mulai dari 80 ~260 V dengan resolusi 0.1v dan tingkat akurasi sebesar 0.5%. Dan dapat mengukur arus 0~10A mulai dari 0.01A dengan resolusi 0.001A dan akurasi pengukuran 0.5%. modul ini dapat beroperasi pada temperatur -20°C ~ +60°C.[14]



Gambar 2.5. Wiring Diagram PZEM-004T[14]

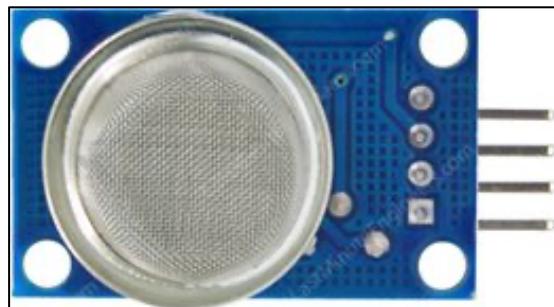


Gambar 2.6. Blok Diagram PZEM-004T[14]

Ketika melakukan pengukuran modul ini akan membaca voltase dan juga arus yang mengalir untuk selanjutnya akan dikonversi menjadi sinyal digital yang dapat dibaca oleh mikrokontroler dan akan diberikan proteksi antara tegangan tinggi 220v dan 5v-12v menggunakan isolator optocoupler sama halnya seperti penggunaan relay.

2.5. MQ-2

Modul MQ-2 merupakan sensor yang dapat mendeteksi kosentrasi LPG, Asap/CO₂, Alkohol, Propana, Hydrogen dan Methana. MQ-2 termasuk dalam tipe *Metal Oxide Semiconductor (MOS)* yang dapat mendeteksi tingkat kosentrasi 200 ~ 1000ppm (*parts per million*) dengan tegangan operasi 5V yang dapat beroperasi selama 24jam.

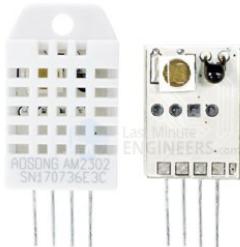


Gambar 2.7. Sensor MQ-2

Saat mengukur gas seperti karbon dioksida, oksigen, atau metana, istilah konsentrasi digunakan untuk menggambarkan jumlah gas berdasarkan volume di udara. Satuan pengukuran yang paling umum adalah ppm, dan *percent concentration*. Parts-per-million (disingkat ppm) adalah rasio dari satu gas ke gas lainnya. Misalnya, 1.000 ppm CO berarti bahwa terdapat satu juta molekul gas, 1.000 di antaranya adalah karbon monoksida dan 999.000 molekul akan menjadi beberapa gas lainnya.

2.6. DHT-22

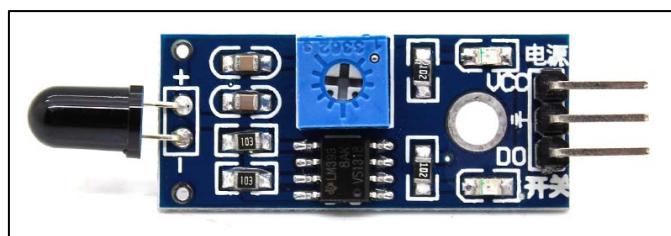
Modul DHT-22 merupakan sensor yang dapat membaca temperatur dan kelembaban ruangan berdasarkan prinsip kerja dari NTC (*Negative Temperature Coefficient*) Thermistor yang dapat mengukur temperatur -40°C sampai 125°C dengan tingkat akurasi $\pm 0.5^\circ$. Modul ini juga dapat mengukur tingkat kelembaban ruangan mulai dari 0% sampai 100% dengan akurasi $\pm 2\text{-}5\%$.



Gambar 2.8. Sensor DHT-22[15]

2.7. Flame Sensor

Modul Flame Sensor merupakan sensor yang dapat mendeteksi api berdasarkan pada spektrum panjang gelombang pada sumber cahaya dengan rentang 760nm sampai dengan 1100nm dengan menggunakan infrared yang berfungsi sebagai transduser untuk mendeteksi nyala api dan menghasilkan output berupa sinyal listrik analog maupun digital.



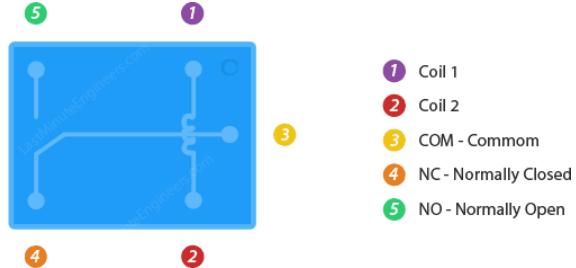
Gambar 2.9. Flame Sensor

Sensor ini dapat mendeteksi nyala api dengan besar sudut 60° yang dapat membedakan antara spektrum antara cahaya lampu penerangan dan cahaya yang ditimbulkan oleh nyala api. Terdapat juga sebuah potensiometer yang digunakan untuk mengatur tingkat sensitifitas pembacaan dari sensor.

2.8. RELAY

Relai adalah perangkat yang menggunakan elektromagnet untuk mengoperasikan kontak sakelar *output* nya. Susunan paling sederhana terdiri dari induktor kawat penghantar yang dililit pada inti besi. Bila kumparan ini dilewati oleh arus listrik, medan magnet yang terbentuk menarik sakelar yang digunakan sebagai pengungkit mekanisme sakelar magnet. Selain menggunakan jenis elektromagnet, relai juga telah dikembangkan dengan jenis *solid*

state relay dan *relay numeric*. Konfigurasi pada *solid state relay* dan *numeric relay* dapat dilakukan dengan lebih mudah jika dibandingkan dengan konfigurasi rangkaian pada relai elektromagnet.[16]



Gambar 2.10. *Pinout Relay SPDT*[17]

Relai pada umumnya memiliki 5 pin, 3 diantaranya digunakan untuk terminal tegangan tinggi yang akan dikendalikan. Kabel listrik utama menggunakan terminal *common* (COM) yang ada pada relai. Sementara penggunaan terminal *Normaly Close* (NC) & *Normaly Open* (NO) tergantung pada apakah perangkat ingin dinyalakan atau dimatikan.

Bagian Bagian pada modul *Relay Single Pole Dual Throw* (SPDT) atau bisa juga disebut sebagai relai yang dapat mengendalikan 2 keadaan dengan 1 *input* saja adalah seperti Gambar di bawah ini:

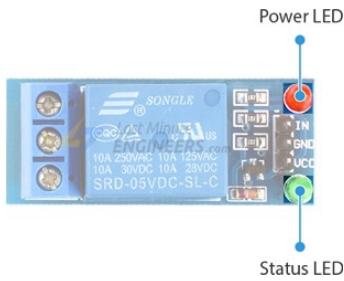


Gambar 2.11. *Modul Relay 1 Channel*[17]

Pada Gambar diatas merupakan *relay* dengan tegangan kerja 5 Volt DC yang dapat mengendalikan arus listrik maksimal 10A 250 Volt AC. Kemudian pada Gambar di bawah ini merupakan pin yang digunakan untuk mengendalikan saklar yang ada pada *relay* yaitu pin *Input*, *VCC* dan *Ground*.



Gambar 2.12. *Pin Control Pada Modul Relay*[17]



Gambar 2.13. LED Indikator Pada Modul *Relay*[17]

Pada Gambar dibawah ini merupakan terminal Output yang terdapat pada relai SPDT yaitu terminal *Common*, *Normaly Open* dan *Normaly Close*



Gambar 2.14. Terminal *Output* Pada Modul *Relay*[17]

2.9. DATABASE

Database/Basis data adalah kumpulan data/informasi yang terstruktur dan terorganisir, *database* biasanya disimpan secara elektronik dalam sistem komputer. Basis data dikelola dan dimanajemen oleh perangkat lunak *Database management system* (DBMS) yang digunakan untuk berinteraksi dengan pengguna, aplikasi, dan basis data untuk membuat, menyimpan, memperbaharui, dan menganalisa data.[18]

Data dalam *database* yang paling umum digunakan saat ini biasanya dimodelkan dalam baris dan kolom didalam serangkaian tabel untuk membuat pemrosesan dan kueri data menjadi efisien. Data kemudian dapat dengan mudah diakses, dikelola, dimodifikasi, diperbarui, dikendalikan, dan diatur. Sebagian besar *database* menggunakan bahasa *structured query language* (SQL).[19]

Database telah berkembang secara drastis sejak tahun 1960-an. Baru-baru ini, database NoSQL muncul sebagai tanggapan terhadap pertumbuhan internet dan kebutuhan akan kecepatan akses yang lebih cepat dan pemrosesan data yang tidak terstruktur. *Database* NoSQL dibuat dengan tujuan khusus yaitu untuk model data spesifik dan data yang memiliki skema fleksibel untuk membuat aplikasi modern. *Database* NoSQL dikenal secara luas karena kemudahan pengembangan, kinerja, dan fungsionalitas dalam berbagai skala.

Basis data dan *spreadsheet* (seperti Microsoft Excel) merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk menyimpan informasi berdasarkan baris dan kolom dalam tabel. Perbedaan utama antara keduanya adalah Bagaimana data disimpan dan dimodifikasi, Siapa yang dapat

mengakses data, dan Berapa banyak data yang dapat disimpan. *Spreadsheet* awalnya dirancang untuk satu pengguna, dan karakteristiknya mencerminkan hal itu. *Software* ini bagus untuk satu pengguna atau sejumlah kecil pengguna yang tidak perlu melakukan banyak modifikasi data yang sangat rumit. *Database*, di sisi lain, dirancang untuk menampung koleksi informasi yang jauh lebih besar dan terkadang dalam jumlah besar. *Database* memungkinkan banyak pengguna pada saat yang sama dengan cepat dan aman mengakses dan meminta data menggunakan logika dan perintah yang sangat kompleks.[19]

2.9.1. Jenis-jenis *Database*

Ada banyak jenis *database*. Basis data terbaik untuk organisasi tertentu tergantung pada bagaimana organisasi bermaksud menggunakan data. Berikut ini merupakan beberapa jenis database dan defenisinya:

Tabel 2.6. Jenis Jenis *Database*[19]

No.	Jenis <i>Database</i>	Defenisi
1	<i>Database</i> relasional	<i>Database</i> relasional menjadi dominan pada 1980-an. Item dalam database relasional diatur sebagai satu set tabel dengan kolom dan baris. Teknologi basis data relasional menyediakan cara yang paling efisien dan fleksibel untuk mengakses informasi terstruktur.
2	<i>Database</i> berorientasi objek.	Informasi dalam <i>database</i> berorientasi objek direpresentasikan dalam bentuk objek, seperti dalam pemrograman berorientasi objek.
3	<i>Database</i> terdistribusi.	<i>Database</i> terdistribusi terdiri dari dua atau lebih file yang terletak di situs yang berbeda. Basis data dapat disimpan pada banyak komputer, terletak di lokasi fisik yang sama, atau tersebar di berbagai jaringan.
4	Data <i>Warehouse</i>	Repositori pusat untuk data, gudang data adalah jenis <i>database</i> yang dirancang khusus untuk permintaan dan analisis cepat.
5	NoSQL <i>Database</i> .	NoSQL, atau <i>database</i> non-relasional, memungkinkan data yang tidak terstruktur dan terstruktur disimpan dan dimanipulasi (berbeda dengan <i>database</i> relasional, yang mendefinisikan bagaimana semua data yang dimasukkan ke dalam basis data harus dikomposisi). <i>Database</i> NoSQL semakin populer ketika aplikasi web menjadi lebih umum dan lebih kompleks.
6	<i>Database</i> grafik.	<i>Database</i> grafik menyimpan data dalam hal entitas dan hubungan antar entitas.
7	<i>Database</i> OLTP.	<i>Database Online Transaction Processing</i> (OLTP) adalah <i>database</i> analitik cepat yang dirancang untuk sejumlah besar transaksi yang dilakukan oleh banyak pengguna.

2.10. WhatsApp

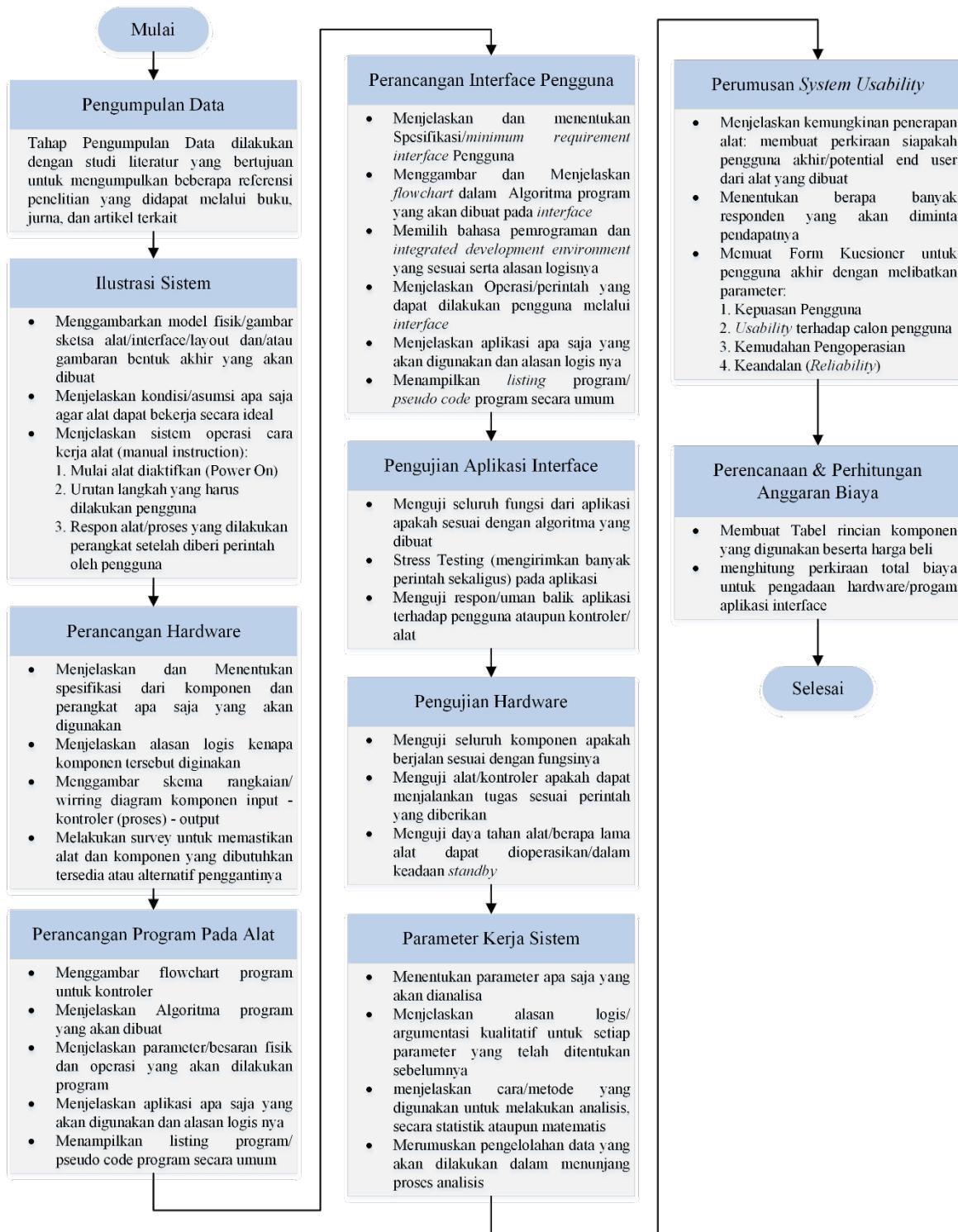
WhatsApp adalah aplikasi bertukar pesan yang dikembangkan oleh WhatsApp Inc. dan diakuisisis oleh Facebook inc pada 2014 (sekarang Meta Platform) dan telah diunduh lebih dari 5 Miliar kali di Play Store. Aplikasi WhatsApp telah digunakan lebih dari 84 Juta orang di indonesia[20] yang dapat di install pada berbagai sistem operasi baik Android, iOS, Windows, MacOS, Linux bahkan melalui internet Browser seperti Chrome dan Firefox.

Whatsapp memiliki berbagai fitur pengiriman pesan multimedia seperti text, gambar, suara, link/url dan video. Whatsapp juga tidak membutuhkan trafik koneksi yang tinggi untuk melakukan pengiriman dan penerimaan pesan hanya memerlukan koneksi ~4KB/s dan tanpa iklan maupun biaya tambahan lainnya[21].

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian

Dalam penelitian tugas akhir ini penulis menggunakan metode penelitian dan pengembangan (*Research and Development* atau *R&D*). Metode Penelitian dan Pengembangan merupakan metode yang digunakan dalam menghasilkan produk tertentu kemudian menguji tingkat efektifitas dan efisiensi produk tersebut. Penelitian ini dimulai dengan mengumpulkan data-data serta mempelajari teori yang relevan dengan penelitian ini seperti sistem kontrol, IoT, *monitoring*, dan kendali yang akan digunakan sebagai bahan penunjang dalam perancangan dan pembuatan penelitian ini.

Penelitian ini diawali dengan mengumpulkan data terkait topik penelitian, selanjutnya adalah proses perancangan sistem *hardware* dan *software*. Setelah tahapan perancangan selesai dilanjutkan dengan tahapan pengujian perangkat keras dan perangkat lunak, proses ini akan dilanjutkan jika tidak terdapat masalah ada sistem. Namun jika terdapat permasalahan dalam *hardware* maupun *software* akan dilakukan pengembangan ulang hingga sesuai dengan perencanaan. Tahap selanjutnya adalah mengimplementasikan sistem yang telah dibuat sekaligus evaluasi terhadap perangkat yang dikembangkan.

Untuk mendapatkan data dari hasil penelitian ini akan dilakukan analisa terhadap sistem sakaligus uji kelayakan terhadap alat yang di implementasikan dengan menggunakan kuisioner. Kritik dan saran juga akan dimasukan kedalam kuisioner agar dapat dijadikan sebagai evaluasi dan pengembangan terhadap alat yang telah dibuat pada penelitian ini. Diagram alir dalam penelitian ini akan ditunjukkan pada Gambar 3.1. yang sesuai dengan yang telah dijelaskan pada awal bab ini.

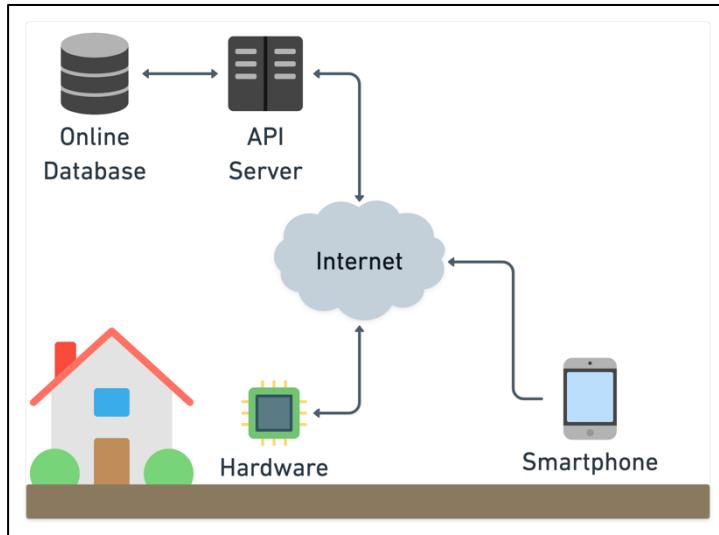
3.2. Pengumpulan Data

Metode Pengumpulan data yang dilakukan pada penelitian ini adalah dengan metode studi literatur. Metode ini berfungsi untuk mengumpulkan dan mempelajari teori-terori yang akan menjadi pendukung dalam penelitian ini. Studi dilakukan dari berbagai sumber literasi seperti buku, jurnal, artikel, *datasheet*, *manual book*, ataupun penelitian sejenis yang telah dilakukan sebelumnya. Tujuan dilakukanya studi literatur adalah untuk mencari data data yang berhubungan dengan topik penelitian ini.

3.3. Ilustrasi Sistem

Langkah awal dalam perancangan adalah dengan membuat blok diagram sebagai Gambaran umum dalam merancang suatu sistem sehingga keseluruhan blok diagram tersebut akan menghasilkan suatu sistem yang dapat berfungsi sesuai dengan perancangan di awal. Dalam penelitian ini tahapan perancangan terbagi menjadi beberapa bagian yaitu

perancangan *hardware*, *listing* program untuk *hardware*, dan aplikasi sebagai *interface* dengan pengguna akhir.



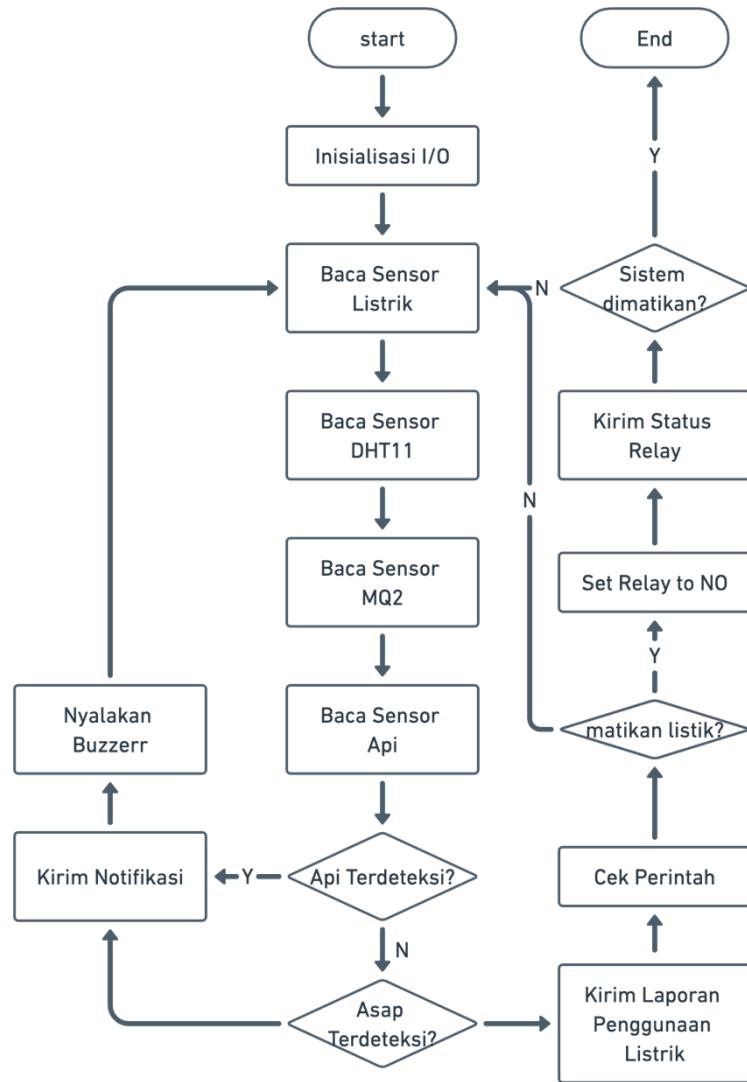
Gambar 3.2. Ilustrasi Sistem

Ketika perangkat diaktifkan secara otomatis akan mencari koneksi internet dan melakukan insialisasi sensor untuk menerima input, selanjutnya data input akan diproses untuk menentukan pengambilan keputusan kemudian data hasil proses akan dikirimkan ke *database* dan API untuk selanjutnya dikirimkan ke pengguna jika diperlukan/diminta.

Pada sisi pengguna dapat melakukan monitoring, kontrol hingga menerima notifikasi/pengingat pada *smartphone* untuk mencabut stop kontak jika penggunaan listrik berlebihan atau sesuai dengan pengaturan yang telah di buat

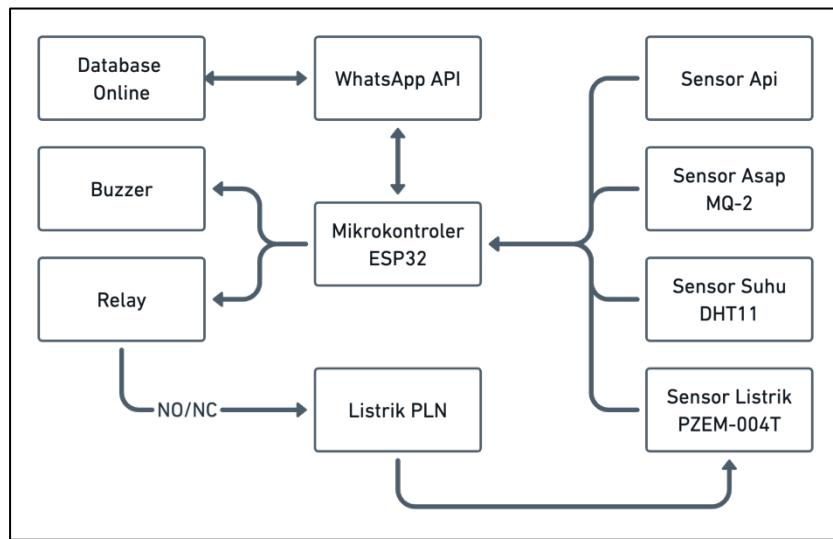
3.4. Perancangan Hardware

Perancangan sistem ini terdiri dari perangkat keras yang pengoperasianya dilakukan oleh listing program yang akan ditanamkan kedalam mikrokontroler. Lalu seluruh aktifitasnya juga dapat dikendalikan menggunakan aplikasi *front-end* yang ada di sisi pengguna.



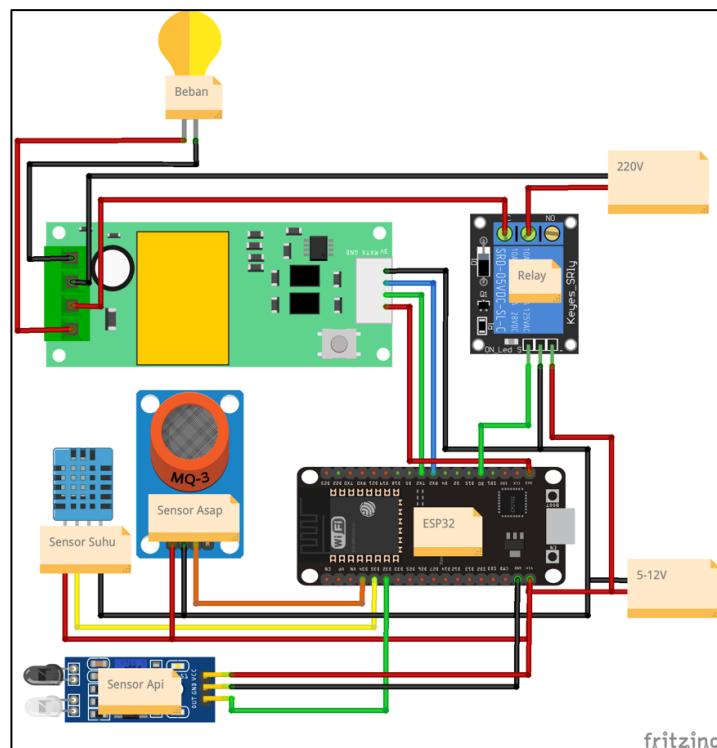
Gambar 3.3. Diagram Alir sistem

Sistem yang akan dirancang dapat bekerja secara otomatis saat mendapatkan perintah/trigger *eksternal*. Secara blok diagram perancangan pada sisi perangkat keras penulis ilustrasikan pada Gambar 3.4. berikut ini.



Gambar 3.4. Blok Diagram *Hardware*

Blok diagram diatas dibuat berdasarkan perencanaan cara kerja rangkaian pada bagian perangkat keras yang terdiri dari 3 bagian yaitu *Input*, *Output*, dan Kontroler/Proses. Pada bagian *Input* terdiri dari berbagai sensor yang akan membaca parameter yang dibutuhkan kemudian data tersebut akan diproses oleh ESP32 lalu akan dikirimkan ke Whatsapp *API* dan disimpan dalam *database*. Terdapat juga relay yang digunakan sebagai kontakor yang akan mengendaikan kelistrikan. Wiring diagram pada *hardware* ditunjukan pada gambar 3.5. berikut ini.



Gambar 3.5. Sekema Keseluruhan *Hardware*

3.4.1. Spesifikasi Perangkat yang akan digunakan

- a. Perangkat menggunakan mikrokontroler ESP32 berbasis 32-bit yang diharapkan dapat melakukan pemrosesan 4 kali lebih cepat dibanding prosesor berbasis 8-bit yang umumnya disematkan pada Arduino.
- b. Menggunakan 3 buah sensor yang dapat membaca temperatur, kelembaban, kosentrasi karbondioksida, dan api untuk meminimalisir terjadinya fake alarm karena kurangnya data parameter yang dibutuhkan.
- c. Menggunakan sensor PZEM004T untuk membaca arus dan tegangan dari penggunaan listrik. Dengan tambahan kumparan yang dapat mendekripsi arus yang mengalir lebih presisi.
- d. *Relay* jenis SPDT sebagai saklar menghubung dan pemutus daya, digunakan karena *relay* jenis ini memiliki 2 *state*/keadaan dengan 1 jenis *input Low-High* sebagai penentu saklar nya.

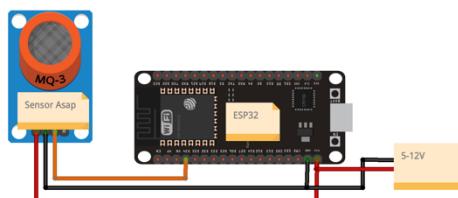
3.4.2. Skema Rangkaian

- a. Skema rangkaian DHT-22



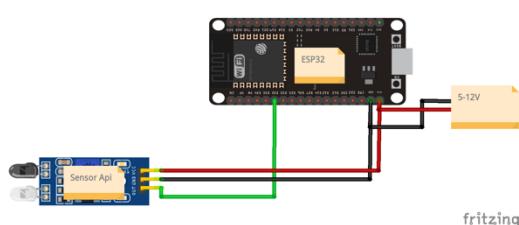
Gambar 3.6. Rangkaian Sensor Suhu DHT-22

- b. Skema Rangkaian MQ-2



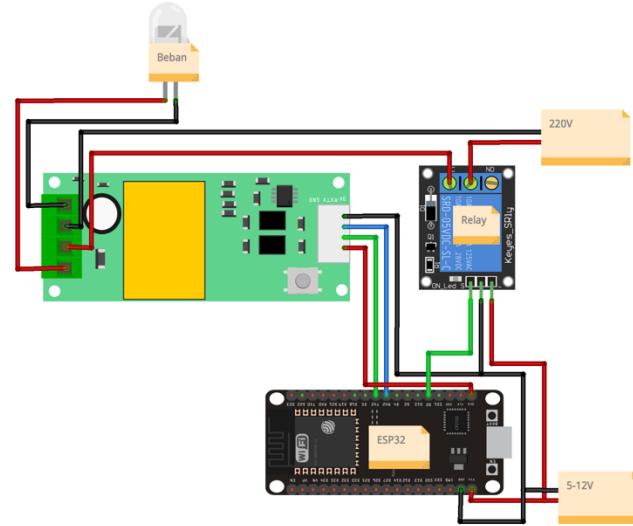
Gambar 3.7. Rangkaian Sensor Asap MQ-2

- c. Skema Rangkaian Flame Sensor



Gambar 3.8. Rangkaian Sensor Api

d. Skema Rangkaian Sensor PZEM004T



Gambar 3.9. Rangkaian Sensor Arus & Tegangan dengan Relay

3.5. Perancangan Listing Program Kontroler

Sebelum melakukan penelitian penulis akan membuat perancangan terhadap program yang akan dimasukan kedalam *Hardware* dengan cara membuat program satu per satu untuk setiap sensor dan aktuator yang digunakan. Hal ini diharapkan dapat menghindari malfungsi dari seluruh perangkat saat telah digabungkan.

3.5.1. Spesifikasi Program yang akan digunakan

Bahasa pemrograman yang akan digunakan pada mikrokontroler adalah bahasa pemrograman C yang telah dimodifikasi. Pemilihan bahasa pemrograman C dikarenakan Bahasa C merupakan bahasa tingkat tinggi yang sangat mudah untuk digunakan dan dipahami. Selain itu banyak IDE untuk pemrograman mikrokontroler yang menggunakan bahasa C yang akan diimplementasikan kedalam sistem tertanam (*embedded system*).

3.6. Pengujian Sistem

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui sejauh mana keberhasilan sistem apakah dapat beroperasi sesuai dengan perencanaan. Adapun peralatan konsumsi daya yang akan digunakan selama pengujian adalah sebagai berikut:

Tabel. 3.1. List Peralatan konsumsi daya.

No.	Peralatan	Konsumsi Daya
1.	Lampu	20 Watt
2.	Rice Cooker	380 Watt
3.	Kipas Angin	100 Watt
4.	Laptop	65 Watt
5.	Charger hp	33 Watt
6.	Dispenser	250 watt, standby 6 watt

Pengujian dilakukan dengan cara mengoperasikan alat yang telah dibuat dengan beberapa skenario seperti perangkat dipindah posisinya, diletakan didalam ruangan tertutup atau terbuka, dan sebagainya. Proses pengujian ini terbagi menjadi 2 bagian yaitu *hardware* dan *software*.

3.6.1. Pengujian *Hardware*

Pada bagian perangkat keras dilakukan pengujian di setiap sub komponen yang terpasang pada perangkat. Tahapan ini akan dilakukan untuk mengetahui apakah sistem pada mikrokontroler berjalan sesuai dengan perintah yang diberikan, apakah koneksi internet dapat diterima dengan baik, berapa lama perangkat dapat beroperasi saat pertama kali dinyalakan apakah temperatur operasional perangkat masih dalam batas wajar sesuai dengan *datasheet*, Hingga pengujian apakah seluruh komponen yang terpasang dapat berfungsi dengan baik atau tidak.

3.6.2. Pengujian Aplikasi/*Software*

Pengujian pada bagian *software* dilakukan dengan menguji eksekusi sub-sub program dan fungsi dari keseluruhan dari keseluruhan program yang telah dibuat. Hal ini dilakukan untuk mengetahui apakah program yang telah dibuat mengalami kendala *error*, *delay*, atau hasil yang tidak sesuai dengan data yang dimasukan.

Pengujian ini juga dilakukan untuk mengetahui kapatibilitas aplikasi dengan perangkat yang berbeda, apakah data dapat dimuat dengan benar atau adakah permasalahan lain yan berkaitan dengan aplikasi.

3.6.3. Pengujian Keseluruhan Sistem

Setelah melakukan pengujian pada masing-masing *hardware* dan *software* dengan hasil sesuai harapan dan tanpa ada kendala, proses selanjutnya adalah melakukan pengujian terhadap perangkat yang telah dirangkai keseluruhannya. Hal ini diharapkan dapat meminimalisir terjadinya kesalahan pada sistem saat diimplementasikan pada keadaan yang sesungguhnya.

3.7. Skenario Pengujian

Untuk dapat melakukan analisa dengan mudah maka diperlukan parameter-parameter apa saja yang akan digunakan dalam penelitian ini, adapun beberapa parameter yang akan dianalisa adalah:

- a. Efektifitas biaya dari mikrokontroler yang digunakan

Penelitian ini menggunakan unit pemrosesan dengan arsitektur 32-bit dimana secara teoritis prosesor jenis ini memiliki lebar jalur pemrosesan yang cukup besar dibandingkan dengan mikrokontroler pada umumnya yang masih menggunakan arsitektur 8-bit ataupun 16-bit. Sehingga untuk mengetahui efektifitas penggunaan prosesor jenis ini perlu dilakukan analisa dengan parameter rasio biaya produksi antara prosesor 32-bit dengan 8-bit dan/atau 16-bit.

- b. Waktu pemrosesan data yang dibutuhkan

Unit pemrosesan yang digunakan pada penelitian ini memiliki 2 buah inti (*core*) yang dapat menjalankan *task/tugas* berbeda diwaktu yang sama. Dengan demikian sangat memungkinkan pemrosesan secara paralel dilakukan untuk mempercepat waktu pemrosesan data pada sistem ini.

- c. Akurasi data yang diterima

Data yang diterima dan data yang akan ditampilkan pada sisi pengguna haruslah sama sehingga tidak menimbulkan kerancuan. Maksudnya saat perangkat mendeteksi maka pada aplikasi pengguna harus menampilkan keadaan yang sama pula.

- d. *Latency* proses transmisi data

Sistem ini berkaitan erat dengan keamanan sehingga diperlukan data yang *realtime* atau tepat waktu, karena data yang dibutuhkan sudah terlalu lama menjadi tidak terlalu dibutuhkan untuk beberapa hari kedepan,

- e. Konsumsi Daya pada sistem

Sistem ini menggunakan komponen elektronik yang tentunya membutuhkan energi listrik untuk mengoperasikannya. Maka perlu dilakukan analisa mengenai konsumsi daya yang dibutuhkan oleh sistem ini.

f. Pengujian *User Experience* (UX)

Setiap aplikasi yang digunakan memiliki kesan tersendiri bagi penggunanya, pengujian ini dilakukan dengan cara menggunakan partisipan untuk mencoba menggunakan aplikasi *interface*. Parameter yang akan dianalisa adalah usabilitas, interaktivitas, dan *simplicity* dalam penggunaan sistem ini.

Tabel 3.2. Respons Sistem Terhadap kondisi ruangan

No.	Suhu	Asap	Api	Respon Sistem
1	>40°C	>300ppm	True	Kebakaran Terdeteksi
2	>40°C	>300ppm	False	Asap Terdeteksi & Suhu Tinggi
3	<40°C	>300ppm	True	Asap & Api Terdeteksi
4	<40°C	>300ppm	False	Asap Terdeteksi
5	>40°C	<300ppm	True	Suhu Tinggi & Api Terdeteksi
6	>40°C	<300ppm	False	Suhu Tinggi
7	<40°C	<300ppm	False	Keadaan Normal

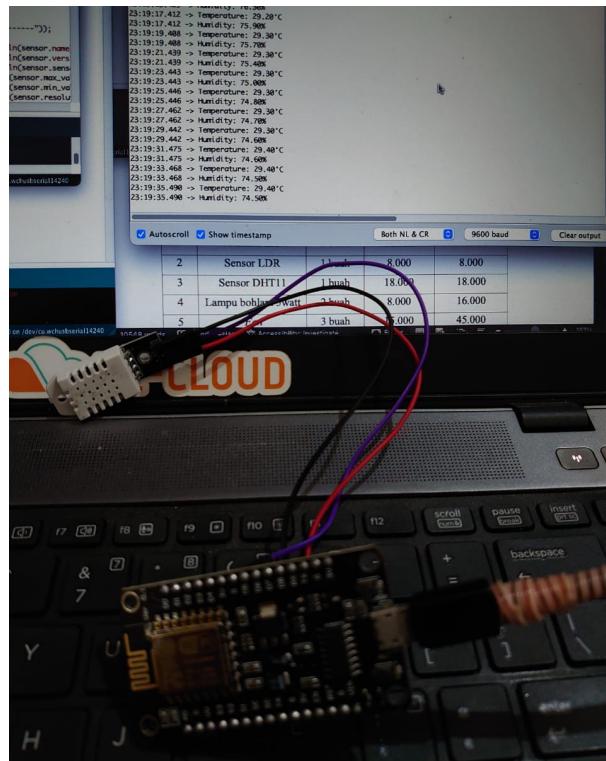
Tabel 3.3. Respon Sistem Terhadap Penggunaan listrik

No.	Pemakaian (Watt)	Limit (Watt)	Respon Sistem
1	400	500	Normal
2	600	500	Pemakaian Listrik berlebih
3			
4			

3.8. Initial Result

Pada tahapan ini, akan dilakukan pengujian pada beberapa komponen yang akan digunakan dalam penelitian ini, hal ini dilakukan untuk mengetahui apakah seluruh komponen dapat berfungsi dengan baik atau tidak. Pengujian dilakukan pada beberapa komponen sebagai berikut:

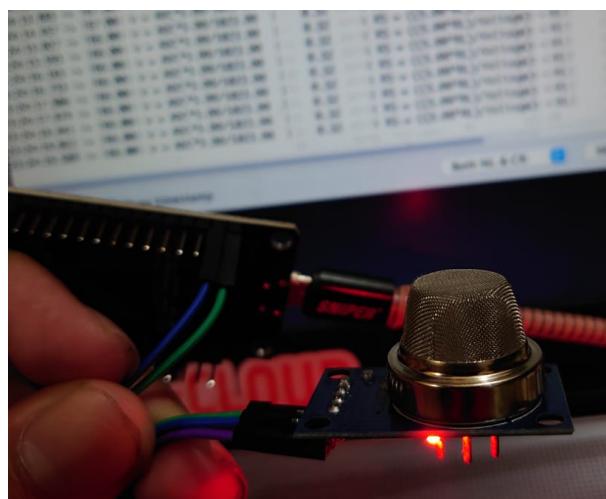
a. Sensor DHT-22



Gambar 3.10. Pengujian Sensor DHT-22

Pengujian pada DHT-22 untuk mendapatkan temperatur dan kelembaban udara pada ruangan.

b. Sensor MQ-2



Gambar 3.11. Pengujian Sensor Asap MQ-2

Pengujian sensor asap digunakan untuk mengetahui konsentrasi asap ataupun CO yang terkandung dalam udara.

Pengujian sensor DHT-22 berfungsi untuk mendapatkan temperatur dan

kelembaban ruangan secara ideal dengan nilai 29°C-34°C dan kelembaban antara 60% - 80%. Sensor MQ-2 berfungsi untuk mendeteksi kosentrasi asap pada udara dalam satuan ppm (*part per million*) dimana MQ-2 dapat mendeteksi kosentrasi asap mulai 200ppm – 1000ppm. Pada Sensor MQ-2 akan dilakukan konversi terhadap *input* dari signal analog menjadi nilai ppm berdasarkan *datasheet*.

Tahapan selanjutnya penulis akan merangkai seluruh komponen yang akan digunakan seperti pada gambar 3.9. dan selanjutnya akan dilakukan pengujian sistem secara keseluruhan sesuai dengan skenario yang telah dituliskan sebelumnya.

3.9. Kebergunaan Sistem

Suatu sistem yang dibuat dengan tujuan dan fungsi tertentu perlu dilakukan uji kelayakan ke konsumen/*end user* yang dituju. Pada tahapan ini penulis akan menggunakan kuisioner dengan metode kuantitatif yang akan disebarluaskan melalui *link* sehingga kuisioner ini bersifat *paperless*.

Responden *minimum* yang ditetapkan pada tahapan ini adalah 50 orang responden dengan kriteria usia > 18 tahun. Pada *form* kuisioner terdapat beberapa parameter penting yang akan diajukan seperti, kepuasan pengguna, kebergunaan sistem, kehandalan sistem, kemudahan pengoperasian dan kemudahan instalasi.

LAMPIRAN I

DATA KEBAKARAN 2016-2021 INDRAGIRI HILIR

**REKAPITULASI DATA KEBAKARAN PEMUKIMAN PERTAHUN
KABUPATEN INDRAGIRI HILIR
TAHUN 2016**

No	Nama Kecamatan	Jumlah Kejadian	Penyebab Kebakaran			Jumlah Korban (Jiwa)			Jumlah Sarana Yang Rusak/Hangus Terbakar				Prediksi Nilai Kerugian
			Korsleting Listrik	Tabung Gas	Lain-lain	Meninggal	Hilang	Luka	Rumah Tinggal	Ruko/ Kios	Gedung	Lain-lain	
1	Januari	3	3	-	-	-	-	-	2	-	-	-	1 Gudang Rp 350,000,000
2	Februari	2	2	-	-	-	-	-	8	-	-	-	Rp 650,000,000
3	Maret	7	7	-	-	-	-	2	27	-	-	-	Rp 1,456,000,000
4	April	3	3	-	-	-	-	-	3	-	-	-	Rp 325,000,000
5	Mei	1	1	-	-	-	-	-	15	-	-	-	Rp 900,000,000
6	Juni	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Rp -
7	Juli	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Rp -
8	Agustus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Rp -
9	September	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Rp -
10	Okttober	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Rp -
11	November	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Rp -
12	Desember	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Rp -
Total		16	16	0	0	0	0	2	55	0	0	1	Rp 3,681,000,000

**REKAPITULASI DATA KEJADIAN KEBAKARAN PEMUKIMAN PERTAHUN
KABUPATEN INDRAGIRI HILIR
TAHUN 2017**

No	Bulan	Jumlah Kejadian	Penyebab Kebakaran			Jumlah Korban (Jiwa)			Jumlah Sarana Yang Rusak/Hangus Terbakar				Prediksi Nilai Kerugian
			Korsleting Listrik	Tabung Gas	Lain-lain	Meninggal	Hilang	Luka	Rumah Tinggal	Ruko/ Kios	Gedung	Lain-lain	
1	Januari	6	6	-	-	1	-	1	-	-	-	-	1 Tongkang SPBB -
2	Februari	5	5	-	-	-	-	-	5	-	-	-	Rp 720,000,000
3	Maret	5	5	-	-	-	-	-	9	3	1	-	Rp 1,900,000,000
4	April	2	2	-	-	-	-	-	7	1	-	-	Rp 450,000,000
5	Mei	2	2	-	-	-	-	-	1	-	1	-	Rp 800,000,000
6	Juni	2	2	-	-	-	-	-	60	3	-	-	Rp 1,000,000,000
7	Juli	1	1	-	-	-	-	1	10	-	-	-	Rp 1,000,000,000
8	Agustus	2	2	-	-	-	-	1	8	3	-	-	Rp 950,000,000
9	September	4	4	-	-	-	-	-	13	-	-	-	Rp 855,000,000
10	Okttober	3	3	-	-	-	-	-	2	4	-	-	Rp 570,000,000
11	November	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	Rp 600,000,000
12	Desember	3	3	-	-	-	-	-	23	5	-	-	Rp 3,100,000,000
Total		35	35	0	0	1	1	3	142	19	2	0	Rp 11,945,000,000

**REKAPITULASI DATA KEBAKARAN PEMUKIMAN PERTAHUN
KABUPATEN INDRAGIRI HILIR
TAHUN 2018**

No	Bulan	Jumlah Kejadian	Penyebab Kebakaran			Jumlah Korban (Jiwa)			Jumlah Sarana Yang Rusak/Hangus Terbakar				Prediksi Nilai Kerugian
			Korsleting Listrik	Tabung Gas	Lain-lain	Meninggal	Hilang	Luka	Rumah Tinggal	Ruko/ Kios	Gedung	Lain-lain	
1	Januari	4	4	-	-	-	-	-	66	-	-	-	Rp 5,000,000,000
2	Februari	4	4	-	-	-	-	-	20	-	-	-	Rp 3,000,000,000
3	Maret	4	4	-	-	-	-	-	15	-	-	-	Rp 2,250,000,000
4	April	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Rp -
5	Mei	5	5	-	-	-	-	-	17	-	-	-	Rp 2,550,000,000
6	Juni	2	2	-	-	-	-	-	9	-	-	-	Rp 1,350,000,000
7	Juli	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Rp -
8	Agustus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Rp -
9	September	1	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	Rp 150,000,000
10	Okttober	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Rp -
11	November	1	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	Rp 150,000,000
12	Desember	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Rp -
Total		21	21	0	0	0	0	0	129	0	0	0	Rp 14,450,000,000

**REKAPITULASI DATA KEBAKARAN PEMUKIMAN PERTAHUN
KABUPATEN INDRAGIRI HILIR
TAHUN 2019**

No	Nama Kecamatan	Jumlah Kejadian	Penyebab Kebakaran			Jumlah Korban (Jiwa)			Jumlah Sarana Yang Rusak/Hangus Terbakar				Prediksi Nilai Kerugian
			Korsleting Listrik	Tabung Gas	Lain-lain	Meninggal	Hilang	Luka	Rumah Tinggal	Ruko/ Kios	Gedung	Lain-lain	
1	Januari	1	1	-	-	-	-	-	5	-	-	-	Rp 750,000,000
2	Februari	1	-	1	-	-	-	-	11	-	-	-	Rp 1,650,000,000
3	Maret	1	1	-	-	-	-	-	-	15	-	-	Rp 2,000,000,000
4	April	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Rp -
5	Mei	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Rp -
6	Juni	4	4	-	-	-	-	-	4	-	-	-	Rp 600,000,000
7	Juli	9	9	-	-	-	-	-	13	160	-	-	Rp 12,000,000,000
8	Agustus	4	4	-	-	-	-	-	19	20	-	-	Rp 60,000,000,000
9	September	2	2	-	-	-	-	-	10	-	-	-	Rp 1,500,000,000
10	Okttober	2	2	-	-	-	-	-	1	1	-	-	Rp 250,000,000
11	November	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	Rp 450,000,000
12	Desember	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Rp -
	Total	24	23	1	1	0	0	0	66	196	0	696	Rp 79,200,000,000

**REKAPITULASI DATA KEJADIAN KEBAKARAN PEMUKIMAN PERTAHUN
KABUPATEN INDRAGIRI HILIR
TAHUN 2020**

No	Nama Kecamatan	Jumlah Kejadian	Penyebab Kebakaran			Jumlah Korban (Jiwa)			Jumlah Sarana Yang Rusak/Hangus Terbakar				Prediksi Nilai Kerugian
			Arus Pendek Listrik	Tabung Gas	Lain-lain	Meninggal	Hilang	Luka	Rumah Tinggal	Ruko/ Kios	Gedung	Lain-lain	
1	Januari	1	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	Rp 70,000,000
2	Februari	2	2	-	-	-	-	-	1	20 Kios	-	-	Rp 1,300,000,000
3	Maret	2	2	-	-	-	-	-	8	1 Kios	-	-	Rp 200,000,000
4	April	2	2	-	-	-	-	-	8	1 Ruko	-	-	Rp 2,200,000,000
5	Mei	2	2	-	-	-	-	-	4	-	-	-	Rp 250,000,000
6	Juni	3	2	1	-	-	-	-	2	1 Toko	-	-	Rp 320,000,000
7	Juli	3	3	-	-	-	-	-	5	-	-	-	Rp 1,170,000,000
8	Agustus	6	6	1	-	-	-	-	82	-	-	-	Rp 2,780,000,000
9	September	2	2	-	-	3	-	-	3	2 Kios	-	-	Rp 150,000,000
10	Okttober	2	2	-	-	-	-	-	7	-	-	-	Rp 500,000,000
11	November	4	2	1	-	-	-	-	4	-	-	-	Rp 250,000,000
12	Desember	6	6	-	-	7	-	-	10	41 Kios	1 Wisma	1 Warung Kopi	Rp 2,000,000,000
	Total	35	32	3	0	10	-	-	135	66	1	1	Rp 11,190,000,000

**REKAPITULASI DATA KEJADIAN KEBAKARAN PEMUKIMAN PERTAHUN
KABUPATEN INDRAGIRI HILIR
TAHUN 2021**

No	Nama Kecamatan	Jumlah Kejadian	Penyebab Kebakaran			Jumlah Korban (Jiwa)			Jumlah Sarana Yang Rusak/Hangus Terbakar				Prediksi Nilai Kerugian
			Arus Pendek Listrik	Tabung Gas	Lain-lain	Meninggal	Hilang	Luka	Rumah Tinggal	Ruko/ Kios	Gedung	Lain-lain	
1	Januari	2	2	-	-	-	-	-	2	-	-	-	Rp 310,000,000
2	Februari	3	1	1	1	-	-	-	2	-	-	-	Rp 900,000,000
3	Maret	4	4	-	-	-	-	-	14	-	-	-	Rp 1,200,000,000
4	April	4	2	-	2	-	-	-	9	-	-	-	Rp 990,000,000
5	Mei	3	1	-	2	-	-	-	9	-	-	-	Rp 670,000,000
6	Juni	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	Juli	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	Agustus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	September	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	Okttober	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	November	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	Desember	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Total	16	10	1	5	-	-	-	36	-	-	3	Rp 4,070,000,000

LAMPIRAN II

KUISIONER PENELITIAN

Rancang Bangun Sistem Peringatan Kebakaran serta Kontrol dan Monitoring Penggunaan Listrik Rumah Tangga Berbasis IoT Terintegrasi dengan WhatsApp

1. Identitas Responden

Nama :
Jenis Kelamin :
Usia :
Daya Terpasang :

2. Daftar Pertanyaan

A. Keamanan

No.	Pertanyaan	Jawaban
1	Apakah didaerah anda pernah terjadi kebakaran rumah?	Ya/Tidak
2	Apakah anda sering meninggalkan rumah anda lebih dari 8 jam sehari?	Ya/Tidak
3	Apakah anda sering/pernah lupa mematikan peralatan listrik saat bepergian/meninggalkan rumah?	Ya/Tidak
4	Apakah anda merasa tidak hemat dalam menggunakan listrik?	Ya/Tidak
5	Apakah perlu sistem <i>auto cut-off</i> pada peralatan listrik?	Ya/Tidak

B. Kebergunaan

No.	Pertanyaan	Jawaban
1	Apakah penggunaan sistem peringatan untuk mencabut/mematikan peralatan listrik berguna?	1. Sangat Tidak Berguna 2. Tidak Berguna 3. Cukup Nerguna 4. Berguna 5. Sangat Berguna
2	Apakah Penggunaan sistem Notifikasi penggunaan listrik harian berguna?	1. Sangat Tidak Berguna 2. Tidak Berguna 3. Cukup Nerguna 4. Berguna 5. Sangat Berguna
3	Apakah penggunaan alarm pada saat terjadi kebakaran rumah berguna?	1. Sangat Tidak Berguna 2. Tidak Berguna 3. Cukup Nerguna 4. Berguna 5. Sangat Berguna

4	Apakah sistem monitoring penggunaan listrik menggunakan aplikasi mobile berguna?	1. Sangat Tidak Berguna 2. Tidak Berguna 3. Cukup Nerguna 4. Berguna 5. Sangat Berguna
5	Apakah penggunaan sistem kendali kelistrikan jarak jauh berguna?	1. Sangat Tidak Berguna 2. Tidak Berguna 3. Cukup Nerguna 4. Berguna 5. Sangat Berguna

C. Kemudahan

No.	Pertanyaan	Jawaban
1	Apakah penggunaan sistem ini mudah dimengerti dan dilakukan?	1. Sangat Sulit 2. Sulit 3. Cukup Mudah 4. Mudah 5. Sangat Mudah
2	Apakah proses instalasi aplikasi pada smartphone mudah dilakukan?	1. Sangat Sulit 2. Sulit 3. Cukup Mudah 4. Mudah 5. Sangat Mudah
3	Apakah penggunaan aplikasi sebagai remot control mudah digunakan?	1. Sangat Sulit 2. Sulit 3. Cukup Mudah 4. Mudah 5. Sangat Mudah
4	Aakah seluruh fingsi yang ada pada sistem ini mudah untuk dimengerti?	1. Sangat Sulit 2. Sulit 3. Cukup Mudah 4. Mudah 5. Sangat Mudah
5	Apakah tampilan dan notifikasi pada aplikasi sistem ini mudah untuk dipahami?	1. Sangat Sulit 2. Sulit 3. Cukup Mudah 4. Mudah 5. Sangat Mudah

3. Saran pada penelitian ini

Untuk meningkatkan kualitas dari penelitian ini mohon untuk menambahkan kritik maupun saran pada kolom dibawah ini.

--

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pusat Statistik, “Konsumsi Listrik per Kapita (MWH/Kapita),” 2020.
- [2] D. A. Siregar, “Rancang Bangun Alat Pengawas Pemakaian Listrik Rumah Tangga Menggunakan Sistem Internet Of Things (IoT) Terintegrasi Web Dan Telegram (Studi Kasus: Perumahan Green Panam Regency),” Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim, Pekanbaru, 2020.
- [3] R. M. Harianja, “Rancang Bangun Monitoring Energi Listrik Pada Rumah Tangga Secara Iot Berbasis Mikrokontroler Atmega 328.” Accessed: Apr. 13, [Online]. Available: <https://repositori.usu.ac.id/handle/123456789/32370>
- [4] M. Juhan, D. Suryanto, and T. Rijanto, “Rancang Bangun Alat Pencatat Biaya Pemakaian Energi Listrik Pada Kamar Kos Menggunakan Modul Global System For Mobile Communications(Gsm) 800L Berbasis Arduino Uno.” Accessed: Apr. 13, 2022. [Online]. Available: <https://jurnalmahasiswa.unesa.ac.id/index.php/JTE/article/view/25600>
- [5] B. T. P. Guritno, “Deteksi Kebakaran Rumah Tinggal Berbasis WiFi,” Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta, 2017. Accessed: Apr. 08, 2022. [Online]. Available: https://repository.usd.ac.id/12260/2/135114024_full.pdf
- [6] M. Imamuddin and Z. Zulwisli, “Sistem Alarm Dan Monitoring Kebakaran Rumah Berbasis Nodemcu Dengan Komunikasi Android,” *Voteteknika (Vocational Teknik Elektronika dan Informatika)*, vol. 7, no. 2, pp. 40–45, Jun. 2019, doi: 10.24036/VOTETEKNIKA.V7I2.104093.
- [7] “Rancang Bangun Alat Pendekripsi Asap Kebakaran Menggunakan Sensor Mq-2 Berbasis Arduino Uno.” Accessed: Apr. 13, 2022. [Online]. Available: <https://repositori.usu.ac.id/handle/123456789/3810>
- [8] J. Mulyono and E. Apriaskar, “Simulasi Alarm Kebakaran Menggunakan Sensor Mq-2, Falme Sensor Berbasis Mikrokontroler Arduino,” vol. 14, no. 1, pp. 16–25, 2021, [Online]. Available: <http://journal.stekom.ac.id/index.php/elkom■page16>
- [9] “Rancang Bangun Prototype Alat Pendekripsi Kebakaran Menggunakan Arduino Uno Dilengkapi Pemadam Dan Notifikasi Sms Gateway”,

- Accessed: Apr. 13, 2022. [Online]. Available: <https://ejurnal.um-sorong.ac.id/index.php/insect/article/download/1280/702>
- [10] Wikipedia, “Pengendali mikro,” *Wikipedia, Ensiklopedia Bebas*. 2020.
 - [11] Espressif, “ESP32 Series Datasheet,” Shanghai, 2020.
 - [12] Espressif, “The Internet of Things with ESP32,” *Compact Surface-Mount PCB Modules*, 2016.
http://esp32.net/images/_resources/tiny/Espressif_ESP-WROOM-32_Shield_FCC.svg (accessed May 19, 2020).
 - [13] Wikipedia, “ESP32,” *Wikipedia, Ensiklopedia Bebas*. 2020.
 - [14] PZEM, “PZEM-004T V3.0 User Manual.” Accessed: Apr. 08, 2022. [Online]. Available: <https://innovatorsguru.com/wp-content/uploads/2019/06/PZEM-004T-V3.0-Datasheet-User-Manual.pdf>
 - [15] LastMinuteEngineers, “How DHT11 DHT22 Sensors Work & Interface With Arduino.”
 - [16] Wikipedia, “Relai,” *Wikipedia, Ensiklopedia Bebas*. 2020.
 - [17] Last Minute Engineers, “Interface One Channel Relay Module with Arduino,” 2020. <https://lastminuteengineers.com/one-channel-relay-module-arduino-tutorial/> (accessed May 21, 2020).
 - [18] Wikipedia, “Database,” *Wikipedia, the free encyclopedia*. 2020.
 - [19] Oracle Corporation, “Database,” *Oracle Corporation*, 2020. <https://www.oracle.com/database/what-is-database.html> (accessed May 21, 2020).
 - [20] Katadata., “Indonesia Pengguna WhatsApp Terbesar Ketiga di Dunia | Databoks,” *Statista*, 2021. <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2021/11/23/indonesia-pengguna-whatsapp-terbesar-ketiga-di-dunia> (accessed Apr. 05, 2022).
 - [21] WhatsApp. Inc, “WhatsApp Help Center - About sending messages on WhatsApp.” <https://faq.whatsapp.com/general/account-and-profile/about-sending-messages-on-whatsapp/?lang=en> (accessed Apr. 08, 2022).