

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 *Internet of Things (IoT)*

Internet of Things (IoT) menjadi revolusioner dalam dunia teknologi yang menghubungkan perangkat dan objek fisik dengan *internet*. memungkinkan untuk saling berkomunikasi dan bertukar data. Definisi umum dari *IoT (Internet of Things)* adalah jaringan perangkat yang terhubung secara nirkabel. yang memungkinkan data untuk dikumpulkan, diproses dan dianalisis untuk memberikan informasi yang berharga kepada pengguna. *IoT (Internet of Things)* telah mengubah cara manusia berinteraksi dengan dunia sekitarnya dan memiliki potensi untuk menghadirkan dampak yang signifikan pada berbagai sektor seperti kesehatan, industri, pertanian, transportasi dan banyak lagi. Salah satu konsep dasar yang mendasari *IoT (Internet of Things)* adalah sensor dan *aktuator*. Sensor berfungsi untuk mendeteksi dan mengumpulkan data dari lingkungan sekitar, seperti suhu, kelembaban, tekanan dan banyak lagi. Sementara itu, *aktuator* bertanggung jawab untuk mengontrol dan merespons lingkungan berdasarkan data yang diterima dari sensor. Kedua komponen ini memainkan peran kunci dalam ekosistem *IoT (Internet of Things)*. (Erwin et al., 2023)

Definisi lain, *Internet of Things* adalah semua aktivitas yang agen berinteraksi satu sama lain dan dilakukan oleh *Internet* menggunakan *Internet of Things* banyak ditemui dalam berbagai aktivitas, contohnya pada transportasi *online*, *e-commerce*, pemesanan tiket secara *online*, *streaming* langsung, pembelajaran *online*, dan alat

lainnya dan bahkan alat pendukung di beberapa area seperti penginderaan suhu jarak jauh, pelacakan *GPS*, dan sebagainya yang menggunakan *internet* atau jaringan sebagai media untuk melakukannya. (Amane et al., 2023)

IoT (Internet of Things) mengubah benda-benda sehari-hari menjadi "*smart objects*" yang dapat mengumpulkan, mentransmisikan, dan menerima data. Dengan kata lain, *IoT (Internet of Things)* menciptakan ekosistem di mana objek-objek fisik dapat berinteraksi dan berkolaborasi secara otomatis. berikut beberapa komponen utama dalam ekosistem *IoT (Internet of Things)* :

1. Perangkat Fisik: Perangkat fisik atau "*things*" dalam *IoT (Internet of Things)* dapat berupa sensor, perangkat cerdas, kendaraan, peralatan rumah tangga, dan banyak lagi. Mereka dilengkapi dengan sensor, aktuator, dan teknologi komunikasi nirkabel untuk berkomunikasi dengan jaringan.
2. Sensor dan Aktuator: Sensor adalah perangkat elektronik yang dapat mendeteksi dan mengukur perubahan dalam lingkungan fisik seperti suhu, kelembaban, cahaya, tekanan, gerakan, dan lainnya. Aktuator, di sisi lain, adalah perangkat yang bertindak atau bereaksi terhadap sinyal yang diterima dari sensor, seperti menggerakkan motor, mengontrol katup, dan lainnya.
3. Jaringan Komunikasi: Jaringan komunikasi nirkabel seperti *WiFi*, *Bluetooth*, *Zigbee*, dan *LoRa* digunakan untuk menghubungkan perangkat *IoT (Internet of Things)* ke *internet* dan antara satu sama lain. Ini memungkinkan transfer data yang cepat dan efisien antara perangkat.

4. *Platform IoT (Internet of Things)*: *Platform IoT (Internet of Things)* adalah perangkat lunak atau layanan yang digunakan untuk mengelola, menganalisis, dan mengintegrasikan data dari perangkat *IoT (Internet of Things)*. Ini mencakup manajemen perangkat, analisis data, visualisasi, integrasi dengan sistem lain, dan pengelolaan keamanan.
5. *Cloud Computing* : *Cloud computing* memainkan peran penting dalam ekosistem *IoT (Internet of Things)* dengan menyediakan infrastruktur untuk menyimpan, mengolah, dan menganalisis data dari perangkat *IoT (Internet of Things)*. *Platform cloud* juga memungkinkan akses data dari mana saja, kapan saja, dan memberikan kapasitas komputasi yang tak terbatas.
6. Keamanan: Keamanan merupakan aspek kunci dalam implementasi *IoT (Internet of Things)* karena banyaknya data sensitif yang dikumpulkan dan ditransmisikan oleh perangkat. Proteksi data, enkripsi, otentikasi perangkat, dan manajemen hak akses adalah beberapa strategi yang digunakan untuk melindungi sistem *IoT (Internet of Things)* dari serangan.
7. Aplikasi: Aplikasi *IoT (Internet of Things)* mencakup berbagai bidang, termasuk *smart home*, *smart city*, kesehatan, manufaktur, pertanian, transportasi, dan lainnya. Contoh aplikasi meliputi pemantauan lingkungan, otomatisasi industri, sistem pengiriman terkendali, manajemen energi, dan banyak lagi.

2.2 *Internet*

Internet adalah suatu jaringan komunikasi yang memiliki fungsi untuk menghubungkan antara satu media elektronik dengan media elektronik yang lain dengan cepat dan tepat. Jaringan komunikasi tersebut, akan menyampaikan beberapa informasi yang dikirim melalui *transmisi* sinyal dengan *frekuensi* yang telah disesuaikan. Untuk standar *global* dalam penggunaan jaringan *internet* sendiri menggunakan *TCP / IP* (*Transmission Control Protocol / Internet Protocol*). Istilah *TCP / IP* merupakan bentuk protokol pertukaran paket yang digunakan oleh berbagai pengguna *global / dunia*. Kemudian, proses untuk menghubungkan antara rangkaian *internet* disebut dengan "*internetworking*". (Maharani et al., 2021)

Penjelasan lainnya dari pakar dan ahli dibidang teknologi informasi Onno W. Purbo, dikutip dari (Apriyanti et al., 2022) *internet* adalah media yang memungkinkan sebuah proses komunikasi yang bisa berjalan secara efisien dengan tersambunganya perangkat ke beragam aplikasi. *Internet* merupakan sebuah jaringan yang berfungsi untuk menghubungkan antara satu media elektronik dengan media lainnya. Jaringan komunikasi inilah yang akan mentransfer data secara tepat dan cepat melalui frekuensi tertentu. Adapun standar *global* penggunaan *internet* sendiri telah memakai *Internet Protocol* atau *Transmission Control Protocol (IP/TCP)*

2.3 Mikrokontroler ESP8266 (ENHANCED SERIAL PERIPHERAL INTERFACE 8266)

Mikrokontroler secara bahasa berasal dari kata “*micro*” yang berarti kecil dan kontrol yang berarti kendali, maka mikrokontrol dapat kita artikan sebagai pengendali kecil. *Mikrokontroler* merupakan sebuah komputer fungsional dalam sebuah chip. Mengapa *Mikrokontroler* dapat disebut komputer fungsional karena di dalam *Mikrokontroler* sudah terdiri atas prosesor, memori, maupun perlengkapan input *output*. *Mikrokontroler* memadukan memori untuk menyimpan program atau data perangkat *I/O* untuk berkomunikasi dengan alat luar. Pemanfaatan *Mikrokontroler* saat ini sangat populer di bidang kendali dan instrumentasi elektronik. (Dalimunte & Sitorus, 2021)

NodeMCU ESP8266 (Enhanced Serial Peripheral Interface 8266) seperti gambar 2.1 di bawah merupakan modul turunan pengembangan dari modul *platform IoT (Internet of Things)* keluarga *ESP8266 (Enhanced Serial Peripheral Interface 8266)* tipe *ESP-12*. Secara fungsi modul ini hampir menyerupai dengan *platform* modul *Arduino*, tetapi yang membedakan yaitu dikhususkan untuk “*Connected to Internet*” (Indra et al., 2021)



Gambar 2.1 *NodeMCU ESP8266* (Indra et al., 2021)

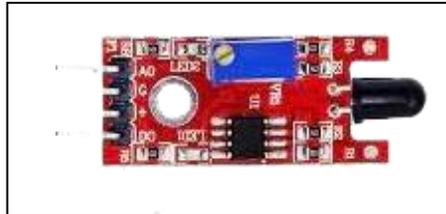
2.4 Sensor

Sensor adalah *transduser* yang berfungsi untuk mengolah variasi jarak, gerak, panas, cahaya atau sinar, magnetis, dan kimia menjadi tegangan serta arus listrik. Sensor sendiri adalah komponen penting pada berbagai peralatan. Sensor juga berfungsi sebagai alat untuk mendeteksi dan juga untuk mengetahui *magnitude*. *Transduser* sendiri memiliki arti mengubah, resapan dari bahasa latin *traducere* (Darmawan et al., 2023)

2.4.1 *Flame Sensor*

Flame sensor seperti gambar 2.2 di bawah merupakan sensor yang mempunyai fungsi sebagai pendeteksi nyala api atau sumber cahaya dengan panjang gelombang antara 760 nm sampai dengan 1100 nm. Besar sudut pembacaan pada 60°. Secara singkat kerja sensor ini yaitu dengan mengidentifikasi atau mendeteksi nyala api dengan menggunakan metode optik. Pada sensor ini menggunakan *tranduser* yang berupa infrared sebagai sensing sensor. *Tranduser* ini digunakan untuk mendeteksi akan penyerapan cahaya pada panjang gelombang tertentu, sehingga alat ini mampu

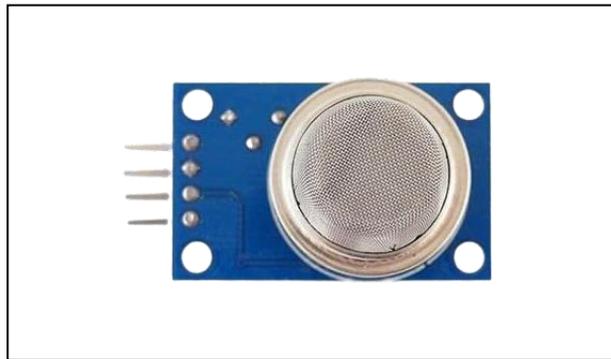
membedakan antara spektrum cahaya pada api dengan spektrum cahaya lainnya seperti spektrum cahaya lampu. (Mulyono & Apriaskar, 2021)



Gambar 2.2 *Flame Sensor* (Mulyono & Apriaskar, 2021)

2.4.2 Sensor Asap *MQ-2 (MICRO QUALITY - 2)*

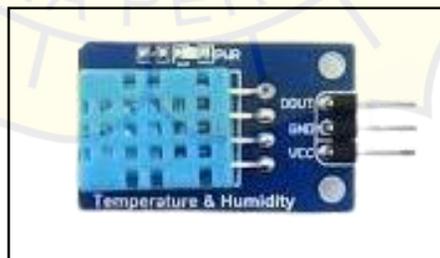
Sensor Asap Gas *MQ-2 (MICRO QUALITY - 2)* seperti gambar 2.3 di bawah adalah salah satu sensor sensitif terhadap gas. Sensor ini mendeteksi konsentrasi gas yang mudah terbakar diudara dan *outputnya* dibaca sebagai tegangan analog. Kebocoran gas meningkatkan konduktivitas sensor, dan semakin tinggi konsentrasi gas, semakin tinggi konduktivitas sensor. Sensor *MQ-2 (MICRO QUALITY - 2)* dapat langsung diatur sensitifitasnya dengan mengatur *trimpotnya*. Sensor ini biasa digunakan untuk mendeteksi kebocoran gas baik di rumah maupun di industry. Gas yang dapat terdeteksi diantaranya : *LPG, i-butane, propane, methane, alcohol, hydrogen*. Sensor ini sangat cocok digunakan untuk alat *emergency* sebagai alat deteksi gas-gas, seperti kebocoran gas untuk pencegahan kebakaran dan lain-lain. (Napu et al., 2022)



Gambar 2.3 Sensor Asap *MQ 2* (Napu et al., 2022)

2.4.3 Sensor Suhu *DHT 11 (Digital Humidity And Temperature – 11)*

Sensor DHT11 seperti gambar 2.4 di bawah merupakan modul sensor yang berperan sebagai sensor suhu dan kelembaban dengan keluaran *output* tegangan analog dan berikutnya di proses oleh menggunakan *Mikrokontroler*. Sensor ini termasuk dalam jenis elemen *resistif* kategori *thermometer*, *NTC*. Keunggulan dari sensor ini di bandingkan dengan sensor lainnya adalah dari segi sensitivitas pembacaan data yang lebih *responsif* dan cepat dalam hal mendeteksi suhu dan kelembaban, serta pembacaan data dari sensor tidak mudah terpengaruh. (Hartono et al., 2022)



Gambar 2.4 *Sensor Suhu DHT-11* (Hartono et al., 2022)

2.5 Buzzer

Buzzer seperti gambar 2.5 di bawah adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya prinsip kerja *Buzzer* hampir sama dengan *loud speaker*, jadi *Buzzer* juga terdiri dari kumparan yang terpasang pada *diafragma* dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi *elektromagnet*, kumparan tadi akan tertarik ke dalam atau keluar, tergantung dari arah arus dan polaritas *magnetnya*, karena kumparan dipasang pada *diafragma* maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan *diafragma* secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara. *Buzzer* biasa digunakan sebagai *indikator* bahwa proses telah selesai atau terjadi suatu kesalahan pada sebuah alat (*alarm*). (Inggi & Pangala, 2021)

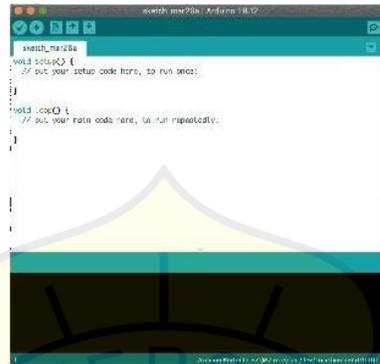


Gambar 2.5 Buzzer (Inggi & Pangala, 2021)

2.6 Arduino IDE (Integrated Development Environment)

Arduino IDE (Integrated Development Environment) seperti gambar 2.6 di bawah adalah program komputer yang memiliki beberapa fasilitas yang diperlukan dalam pembangunan perangkat lunak. Tujuan dari *IDE* adalah untuk menyediakan

semua alat yang akan dibangun semua utilitas yang diperlukan dalam membangun perangkat lunak. (Dwi Cahyadi et al., 2022)



Gambar 2.6 *Arduino IDE* (Dwi Cahyadi et al., 2022)

2.7 *Closed Circuit Television (CCTV)*

Closed Circuit Television (CCTV) seperti gambar 2. 7 di atas adalah perangkat kamera video digital yang digunakan untuk mengirimkan sinyal video ke layar *monitor*. Fungsi utamanya adalah untuk melakukan pemantauan situasi dan kondisi di area tertentu. Saat ini, sistem kamera *CCTV* digital dapat dioperasikan dan dikendalikan melalui komputer pribadi atau *smartphone*, memungkinkan pemantauan jarak jauh dari lokasi dimana pun dan kapan pun selama perangkat terhubung ke jaringan *internet*. (Sirmayanti et al., 2023)



Gambar 2.7 *Closed Circuit Television* (Sirmayanti et al., 2023)

2.8 *WhatsApp*

WhatsApp Messenger merupakan aplikasi pesan telepon pintar lintas perangkat lunak yang dapat digunakan dalam beberapa sistem operasi berbeda. Hal ini memungkinkan pengguna untuk bertukar pesan lebih murah dengan paket data *internet* bila dibandingkan dengan menggunakan sistem tarif dari pulsa atau pesan singkat telepon seluler biasa. Aplikasi ini memungkinkan penggunaannya melakukan percakapan melalui telepon atau teks secara interaktif, bahkan hingga berbagi file data berupa teks, foto, maupun video. Aplikasi *WhatsApp* tersedia untuk telepon pintar *iPhone*, *BlackBerry*, *Windows Phone*, *Android*, dan *Nokia*. *WhatsApp* dapat diintegrasikan dengan sistem *IoT (Internet of Things)* yang mendeteksi kebakaran. Hal ini memungkinkan sistem pendeteksi kebakaran untuk mengirimkan notifikasi langsung melalui *WhatsApp* kepada pengguna yang terhubung. Dengan memanfaatkan *API WhatsApp* dapat mengintegrasikan antara *WhatsApp* dengan sistem *IoT (Internet of Things)*. *API* ini memungkinkan sistem untuk mengirimkan pesan otomatis kepada pengguna *WhatsApp* yang dituju.

2.9 *InfluxDB*

InfluxDB adalah *database* tidak terstruktur yang dirancang khusus untuk menyimpan data historis dan dapat memproses data dalam bentuk matriks untuk dianalisis. Karena masuk ke dalam kategori *database* tidak terstruktur, sehingga memiliki format yang sangat berbeda dan mendukung dalam memaksimalkan performa *database* khususnya data dalam bentuk *time series*. (Nur Wijyaningrum et al., 2023)

2.10 *Grafana*

Grafana merupakan perangkat lunak visualisasi dan analitik yang bersifat *open source* yang difungsikan untuk memberikan peringatan dan menjelajahi metrik yang dimanapun disimpan. *Grafana* digunakan untuk membuat *dashboard* yang dinamis dengan berbagai menu dan memiliki template untuk mengumpulkan variabel data yang digunakan serta sangat *support* dalam visualisasi data dalam bentuk *time series*. Dalam beberapa kasus, penggunaan *Grafana* bertujuan untuk menampilkan status *service*, visualisasi sensor industri, implementasi dari *Internet of things*, pengamatan cuaca dan pengontrolan proses yang sedang berjalan. (Yulvianda & Ismail, 2023)

2.11 **Kajian Penelitian Terdahulu**

Bagian ini merinci hasil penelitian terdahulu yang relevan dengan topik penelitian ini. Penelitian sebelumnya dipilih berdasarkan kesesuaian dengan sifat dan ruang lingkup penelitian ini, dengan harapan memberikan kejelasan dan referensi yang berguna bagi sepanjang perjalanan penelitian ini. Di bawah ini pada Tabel 2. 1, disajikan deskripsi dari studi-studi yang telah dipilih hingga saat ini.

2.11.1 PAPER 1 : SISTEM PERINGATAN DINI DENGAN MULTI SENSOR BERBASIS *ARDUINO* UNTUK MONITORING RUANG SERVER

(Halim et al., 2021)

2.11.1.1 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah sistem peringatan dini untuk memantau kondisi suhu, kelembapan, dan deteksi kebakaran pada ruang *server*. Tujuannya adalah untuk meningkatkan keamanan dan kinerja sistem *server* dengan memberikan notifikasi secara otomatis kepada *administrator* ketika terjadi kondisi yang tidak normal.

2.11.1.2 Metodologi Yang Digunakan

Metodologi penelitian terdiri dari empat tahap utama :

1. Perancangan Sistem: Merancang sistem peringatan dini menggunakan *mikrokontroller Arduino Uno* dan berbagai sensor seperti *DHT11* untuk mengukur suhu dan kelembapan, *sensor MQ-2* untuk mendeteksi asap, dan sensor api untuk mendeteksi kebakaran.
2. Pengembangan Prototipe: Membuat prototipe sistem dengan menggunakan komponen-komponen yang telah dirancang, termasuk *buzzer*, *relay*, dan modul *Ethernet Shield* untuk mengirimkan pemberitahuan melalui email.
3. Pengujian: Melakukan pengujian terhadap prototipe sistem untuk memastikan kinerja dan keandalannya dalam mendeteksi kondisi suhu, kelembapan, dan kebakaran yang tidak normal.

4. Analisis Data: Menganalisis data yang diperoleh dari pengujian untuk mengevaluasi *efektivitas* sistem dalam memberikan peringatan dini dan memastikan kelayakan penggunaannya dalam lingkungan *server*.

2.11.1.3 Temuan Utama

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, ditemukan beberapa hal penting :

1. Sistem dapat dengan akurat mendeteksi perubahan suhu dan kelembapan pada ruang server.
2. Sistem mampu memberikan peringatan dini secara otomatis melalui berbagai tindakan, seperti menghidupkan AC untuk menurunkan suhu, mengaktifkan *exhaust* untuk mengurangi kelembapan, dan memberikan notifikasi *via email* ketika deteksi asap atau kebakaran.
3. *Integrasi* komponen-komponen tersebut dalam satu sistem dapat meningkatkan responsifitas dan efisiensi pengelolaan keamanan ruang *server*.

2.11.1.4 Kesimpulan Penelitian

Penelitian ini berhasil mengembangkan sebuah sistem pemantauan otomatis yang dapat memberikan peringatan dini terhadap potensi kebakaran atau kondisi abnormal lainnya di ruang server. Dengan adanya sistem ini, diharapkan dapat meningkatkan keamanan dan kinerja ruang server serta meminimalisir risiko kebakaran atau kerusakan akibat kondisi lingkungan yang tidak sesuai.

2.11.2 PAPER 2 : PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM PENDETEKSI DAN PERINGATAN KEBAKARAN BERBASIS IOT MENGGUNAKAN NODEMCU ESP8266 DAN SENSOR API. (Salindeho & Wellem, 2023)

2.11.2.1 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem pendeteksi api dan peringatan kebakaran berbasis *Internet of Things (IoT)* menggunakan *NodeMCU ESP8266* dan sensor api. Fokus utamanya adalah untuk memberikan peringatan dini tentang kemungkinan terjadinya kebakaran dengan menggunakan teknologi sensor inframerah.

2.11.2.2 Metodologi Yang Digunakan

Metodologi penelitian terdiri dari empat tahap utama :

1. Perancangan Sistem: Merancang struktur sistem pendeteksi api dan peringatan kebakaran berbasis *IoT* menggunakan *NodeMCU ESP8266* dan sensor api.
2. Implementasi: Mengimplementasikan rancangan sistem yang telah dibuat ke dalam perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*).
3. Pengujian: Melakukan pengujian terhadap sistem untuk memastikan kinerjanya dalam mendeteksi keberadaan api dengan akurat dan memberikan peringatan dini.
4. Analisis Hasil: Menganalisis data hasil pengujian untuk mengevaluasi kinerja sistem dan keefektifannya dalam memberikan peringatan kebakaran.

2.11.2.3 Temuan Utama

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem pendeteksi api dan peringatan kebakaran berbasis *IoT* menggunakan *NodeMCU ESP8266* dan sensor api berhasil mendeteksi keberadaan api dengan akurat hingga jarak 50 cm dari sensor api. Selain itu, sistem juga dapat dipantau melalui *platform thinger.io*. Notifikasi tentang kemungkinan kebakaran juga berhasil disampaikan kepada pengguna melalui *email* dan *Telegram*.

2.11.2.4 Kesimpulan Penelitian

Berdasarkan hasil pengujian, dapat disimpulkan bahwa sistem pendeteksi api dan peringatan kebakaran berbasis *IoT* yang dirancang dan diimplementasikan dalam penelitian ini efektif dalam mendeteksi keberadaan api dan memberikan peringatan dini kepada pengguna. Penggunaan teknologi *IoT* dalam pengendalian dan pemantauan lingkungan, khususnya dalam konteks deteksi kebakaran, dapat meningkatkan keselamatan dan mengurangi risiko terjadinya kejadian yang tidak diinginkan.

2.11.3 PAPER 3 : ALAT PENDETEKSI KEBAKARAN DENGAN MENGGUNAKAN SENSOR *DHT11* DAN SENSOR ASAP BERBASIS *IOT* (Danwa Malinda & Indra Gunawan Hts, 2023)

2.11.3.1 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengurangi risiko kebakaran dengan merancang sistem pendeteksi kebakaran berbasis *Internet of Things (IoT)*. Fokusnya adalah pada perancangan alat yang dapat mendeteksi asap, api, suhu tinggi, serta

gerakan manusia, dan memberikan peringatan secara cepat untuk menghindari kerugian dalam material, sosial, dan korban jiwa.

2.11.3.2 Metodologi Yang Digunakan

Metodologi penelitian terdiri dari tiga tahap utama :

1. Perancangan Sistem: Merancang sistem pendeteksi kebakaran yang terdiri dari sensor asap, sensor api, sensor suhu, sensor *PIR (Passive Infrared)*, dan *Node MCU ESP8266*.
2. Pengembangan Aplikasi: Pengembangan aplikasi menggunakan *platform Blynk* sebagai media untuk menampilkan informasi dan memberikan peringatan kepada pengguna.
3. Pengujian Sistem: Mengujikan keandalan dan kinerja sistem pendeteksi kebakaran dalam mendeteksi berbagai parameter seperti asap, api, suhu, dan gerakan manusia.

2.11.3.3 Temuan Utama

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, ditemukan beberapa hal penting :

1. Sistem pendeteksi kebakaran berhasil dirancang dan terdiri dari sensor asap, sensor api, sensor suhu, sensor *PIR*, dan *Node MCU ESP8266*.
2. Pengujian sistem menunjukkan bahwa sistem mampu bekerja secara efektif. Ketika sensor mendeteksi asap dengan nilai data sensor $\geq 25\%$, sistem menampilkan pesan "*Warning!!! Gas Terdeteksi*". Jika suhu yang terdeteksi $\geq 50^{\circ}\text{C}$, sistem menampilkan pesan "*Warning!!! Suhu Terdeteksi*". Ketika sensor mendeteksi api, sistem akan menampilkan pesan "*Warning!!! Api Terdeteksi*".

Ketika sensor *PIR* mendeteksi pergerakan, sistem akan mengirimkan pesan "*Warning!!! Cek Keamanan Sekitar*" serta mengaktifkan *buzzer* atau alarm.

2.11.3.4 Kesimpulan Penelitian

Penelitian ini berhasil merancang dan mengembangkan sistem pendeteksi kebakaran berbasis *IoT* yang efektif dalam mendeteksi berbagai parameter kebakaran seperti asap, api, suhu tinggi, dan gerakan manusia. Implementasi sistem ini dapat membantu dalam mengurangi risiko kebakaran baik di lingkungan umum maupun di perumahan dengan memberikan peringatan dini kepada pengguna sehingga dapat menghindari kerugian dalam material, sosial, dan korban jiwa yang disebabkan oleh kebakaran.

2.11.4 PAPER 4 : PROTOTIPE SISTEM PEMADAM API MENGGUNAKAN RASPBERRY PI DENGAN NOTIFIKASI WHATSAPP (Fauziah et al., 2022)

2.11.4.1 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan alat pemadam kebakaran yang inovatif dengan memanfaatkan teknologi Industri 4.0, yang mampu mendeteksi api secara cepat dan mengirimkan notifikasi kepada petugas kebakaran melalui media *WhatsApp*.

2.11.4.2 Metodologi Yang Digunakan

Metodologi penelitian terdiri dari tiga tahap utama :

1. Desain Rangkaian: Tahap ini melibatkan perancangan rangkaian alat pemadam kebakaran yang mencakup pemilihan sensor, pengaturan *servo*, dan sistem notifikasi melalui *WhatsApp*.
2. Implementasi Rangkaian: Pada tahap ini, rangkaian yang telah dirancang diimplementasikan menggunakan *mini* komputer *Raspberry Pi*. Proses ini mencakup penyusunan komponen, pengaturan sensor, dan konfigurasi sistem notifikasi.
3. Pengujian Sistem: Setelah implementasi, sistem tersebut diuji untuk memastikan kinerjanya sesuai dengan yang diharapkan. Pengujian meliputi pengujian deteksi api, pengujian notifikasi *WhatsApp*, dan pengujian *respons* sistem pemadam kebakaran.

2.11.4.3 Temuan Utama

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, ditemukan beberapa hal penting :

1. Alat pemadam kebakaran yang dikembangkan mampu mendeteksi api dengan cepat menggunakan sensor *UV-Tron TPA81* dan flame sensor.
2. Sistem notifikasi melalui *WhatsApp* berhasil diimplementasikan, memungkinkan pengiriman pesan peringatan kepada petugas kebakaran secara otomatis ketika api terdeteksi.

3. Alat pemadam kebakaran dapat secara otomatis menggerakkan *servo* untuk mencari api dan memadamkannya, serta mengaktifkan pompa air secara otomatis untuk memadamkan api.

2.11.4.4 Kesimpulan Penelitian

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa pengembangan alat pemadam kebakaran dengan memanfaatkan teknologi Industri 4.0 memiliki potensi besar dalam meningkatkan proteksi kebakaran secara inovatif. Sistem yang dirancang mampu mendeteksi, memberikan peringatan, dan memadamkan api secara otomatis, sehingga dapat membantu mengurangi kerugian akibat kebakaran serta meningkatkan keamanan masyarakat secara keseluruhan. Selain itu, penggunaan teknologi *WhatsApp* sebagai media notifikasi memberikan kemudahan dalam berkomunikasi dan berkoordinasi antara alat pemadam kebakaran dan petugas penanggulangan kebakaran. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam pengembangan solusi kebakaran yang efektif dan efisien di Indonesia.

2.11.5 PAPER 5 : *DESIGN AND IMPLEMENTATION OF SMART POWER METERS WITH IOT AS SMART BUILDING MONITORING* (Syamsudin et al., 2023)

2.11.5.1 Tujuan Penelitian

Tujuan utama penelitian ini untuk mengkaji penggunaan teknologi *IoT* dalam meningkatkan efisiensi energi di sektor infrastruktur, mentransformasi infrastruktur konvensional menjadi infrastruktur pintar yang efisien dan hemat biaya, serta mengembangkan kerangka arsitektur berlapis yang mendukung berbagai teknologi *IoT*

dan aplikasi, sekaligus meningkatkan kualitas hidup di gedung pintar melalui *monitoring real-time* dan koneksi yang baik..

2.11.5.2 Metodologi Yang Digunakan

Metodologi penelitian ini melibatkan beberapa langkah penting. Pertama, penelitian pustaka dilakukan untuk memahami perkembangan terbaru dalam teknologi *IoT*, *machine learning*, *teknologi sensor*, dan analisis data besar. Selanjutnya, sistem *IoT* dikembangkan dan diuji di lingkungan laboratorium dan simulasi untuk melihat bagaimana sistem tersebut dapat diterapkan pada infrastruktur konvensional. Eksperimen kemudian dilakukan pada gedung atau fasilitas yang dipilih untuk menguji efektivitas sistem *IoT* dalam meningkatkan efisiensi energi dan biaya. Terakhir, teknik analisis data besar digunakan untuk memproses dan menganalisis data yang dikumpulkan dari sensor *IoT* guna mengidentifikasi pola dan *tren* dalam konsumsi energi.

2.11.5.3 Temuan Utama

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, ditemukan beberapa hal penting :

1. Peningkatan Efisiensi Energi : Implementasi *IoT* pada infrastruktur pintar secara signifikan meningkatkan efisiensi energi.
2. Penghematan Biaya : Infrastruktur pintar dengan *IoT* menunjukkan potensi penghematan biaya operasional dan pemeliharaan melalui monitoring dan pengelolaan yang lebih baik.
3. *Real-time Monitoring* : Sistem *IoT* memungkinkan pemantauan kondisi infrastruktur secara *real-time*, membantu pengambilan keputusan cepat dan tepat.

4. Adaptasi Teknologi *IoT* : Kerangka arsitektur berlapis dapat mengakomodasi berbagai teknologi *IoT* dan aplikasi, membuatnya fleksibel untuk berbagai kebutuhan dan skenario penggunaan.

2.11.5.4 Kesimpulan Penelitian

Penelitian ini menunjukkan bahwa adopsi teknologi *IoT* penting untuk meningkatkan efisiensi energi dan kualitas hidup di gedung pintar. Dengan *IoT*, infrastruktur konvensional dapat diubah menjadi lebih efisien, hemat biaya, dan ramah lingkungan. Kerangka arsitektur berlapis yang diusulkan memungkinkan integrasi berbagai teknologi *IoT* secara efektif. Peningkatan penggunaan jaringan sensor *IoT* yang hemat daya memiliki potensi besar untuk mengembangkan bangunan yang lebih cerdas, *efisien*, dan nyaman. Penelitian ini membuktikan bahwa transformasi bangunan konvensional menjadi bangunan pintar sangat mungkin dan menguntungkan dengan kemajuan teknologi *IoT*.

Tabel 2.1 *Kajian Penelitian Terdahulu*

No	Penelitian (Tahun)	Hasil Penelitian	Persamaan	Perbedaan
1.	(Halim et al., 2021) SISTEM PERINGATAN DINI DENGAN MULTI SENSOR BERBASIS ARDUINO UNTUK MONITORING RUANG SERVER	Purwarupa sistem yang mampu mencatat kondisi ruang server secara <i>real-time</i> . Ketika terjadi kenaikan suhu, sistem secara otomatis menghidupkan AC. Jika terjadi peningkatan kelembapan dan terdeteksi asap,	Implementasi sistem di Ruang server, dan penggunaan sensor pada sistem pendeteksi kebakaran	Menggunakan <i>mikrokontroller Arduino</i> dan implementasi <i>monitoring dashboard local web</i>

		<p>sistem akan mengaktifkan exhaust secara otomatis. Selain itu, jika terdeteksi adanya api, <i>Buzzer</i> akan berbunyi dan sistem akan mengirimkan pemberitahuan melalui email.</p>		
2.	<p>(Salindeho & Wellem, 2023)</p> <p>PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM PENDETEKSI DAN PERINGATAN KEBAKARAN BERBASIS IOT MENGGUNAKAN <i>NODEMCU ESP8266</i> DAN SENSOR API.</p>	<p>Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan berhasil mendeteksi keberadaan api hingga jarak 50 cm dari sensor api. Selain itu, sistem juga dapat dipantau secara <i>real-time</i> melalui <i>platform</i> IoT <i>thinger.io</i>. Notifikasi melalui email dan <i>Telegram</i> kepada pengguna juga berhasil dilakukan.</p>	<p><i>Mikrokontroller</i> yang digunakan menggunakan <i>ESP8266</i> dan menggunakan <i>flame sensor</i> untuk sensor api</p>	<p>Implementasi dari penelitian ini untuk <i>smart home</i>, pemantauan menggunakan <i>thinger.io</i>, dan notifikasi yang digunakan menggunakan <i>email</i> dan <i>telegram</i></p>
3.	<p>(Danwa Malinda & Indra Gunawan Hts, 2023)</p> <p>ALAT PENDETEKSI KEBAKARAN DENGAN MENGGUNAKAN</p>	<p>Sistem yang dikembangkan mampu mendeteksi asap, suhu tinggi, dan keberadaan api dengan akurat. Manfaat utama dari sistem ini</p>	<p>Sensor yang digunakan menggunakan <i>flame sensor</i>, sensor asap <i>mq 2</i>, sensor suhu <i>dht 11</i> dan menggunakan</p>	<p><i>Monitoring</i> untuk menampilkan informasi menggunakan aplikasi <i>blynk</i></p>

	SENSOR <i>DHTI</i> DAN SENSOR ASAP BERBASIS <i>IOT</i>	adalah memberikan peringatan dini terhadap kebakaran, yang dapat mengurangi risiko kerugian baik secara materiil maupun keselamatan, serta meningkatkan kesadaran akan pentingnya keamanan.	<i>mikrokontroller ESP8266</i>	
4.	(Fauziah et al., 2022) PROTOTIPE SISTEM PEMADAM API MENGUNAKAN <i>RASPBERRY PI</i> DENGAN NOTIFIKASI <i>WHATSAPP</i>	meningkatkan sistem keselamatan dan proteksi terhadap kebakaran dengan memberikan notifikasi secara cepat kepada petugas pemadam kebakaran melalui <i>WhatsApp</i> . Ini dapat membantu dalam penanganan kebakaran secara lebih efektif, mengurangi risiko kerugian dan korban jiwa.	Pendeteksi kebakaran menggunakan <i>WhatsApp</i> sebagai media notifikasi atau <i>alert</i> kepada pengguna dan user.	Menggunakan Sensor <i>UV-Tron TPA81</i> , menggunakan <i>mikrokontroller AT89S51</i> , dan <i>Raspberry PI</i> .
5.	(Syamsudin et al., 2023)	Penerapan <i>IoT</i> pada infrastruktur	<i>Monitoring</i> yang digunakan menggunakan	Penelitian yang dilakukan untuk Membuat <i>Smart</i>

	<p>DESIGN AND IMPLEMENTATION OF SMART POWER METERS WITH IOT AS SMART BUILDING MONITORING</p>	<p>pintar meningkatkan efisiensi energi, ketahanan, dan ramah lingkungan. Sistem ini lebih efisien dan hemat biaya dengan koneksi yang baik dan pemantauan <i>real-time</i>. Kerangka arsitektur berlapis dan jaringan sensor <i>IoT</i> meningkatkan kualitas hidup di gedung pintar, memungkinkan transformasi bangunan konvensional menjadi pintar dan menguntungkan.</p>	<p><i>Grafana</i> dan mikrokontroler <i>ESP8266</i></p>	<p><i>Building Meters IoT</i> dan menggunakan <i>MQTT</i> protokol.</p>
--	--	--	---	---