

RANCANG BANGUN SISTEM PENDETEKSI KEBOCORAN GAS BERBASIS IOT

Nurhapsari¹, Solmin Paembonan², Rinto Suppa³, Dasril⁴, Hisma Abduh⁵, Hasnahwati⁶

^{1,2}Teknik Informatika/Universitas Andi Djemma; Jl. Tandipau, Kota Palopo;

Received: 3 Desember 2024
Accepted: 14 Januari 2025
Published: 20 Januari 2025

Keywords:

kebocoran gas, *internet of things*, *blynk*, *nodeMCU esp8266*.

Correspondent Email:

hapsari.btn@gmail.com

Abstrak. Gas adalah salah satu jenis bahan yang banyak dimanfaatkan oleh manusia dalam menunjang kehidupan sehari-hari. Beberapa jenis gas memiliki sifat mudah terbakar seperti gas LPG. Sehingga kebocoran gas membutuhkan penanganan yang cepat karena kebocoran gas memiliki resiko yang tinggi sebagai penyebab kebakaran. Tujuan dari penelitian ini adalah membuat rangkaian alat yang dapat mendeteksi kebocoran tabung gas dan kebakaran dari jarak jauh menggunakan koneksi internet. Metode pengumpulan data dalam penelitian ini adalah metode literatur dan uji coba alat. Alat yang digunakan dalam membangun *prototype* ini adalah sensor MQ-6, *nodemcu*, buzzer, lcd, *flame sensor*, adaptor, relay, *blynk*. Penelitian ini menghasilkan rancang bangun sistem yang dapat mendeteksi kebocoran gas dan kebakaran yang memberikan notifikasi atau pemberitahuan ke handphone menggunakan jaringan internet.

Abstract. Gas is one of the materials widely used by humans to support daily life. Some types of gas, such as LPG, are highly flammable. Therefore, gas leaks require quick handling because they pose a high risk of causing fires. The aim of this research is to create a device that can detect gas cylinder leaks and fires from a distance using an internet connection. The data collection methods in this research include literature review and device testing. The tools used in building this prototype include the MQ-6 sensor, NodeMCU, buzzer, LCD, flame sensor, adapter, relay, and Blynk. This research results in a system design that can detect gas leaks and fires, providing notifications or alerts to a mobile phone using the internet.

1. PENDAHULUAN

Saat ini, kemajuan teknologi berkembang pesat di berbagai disiplin ilmu. Manusia terus berusaha mengembangkan dan meneliti teknologi terbaru untuk meningkatkan kenyamanan dan efisiensi. Salah satu contohnya adalah teknologi *IoT (Internet of Things)*, yang telah banyak diterapkan dalam berbagai bidang ilmu pengetahuan dan industri, termasuk kesehatan, informatika, geografi, dan kehidupan sehari-hari.

Perkembangan dan kemajuan teknologi berdampak pada meningkatnya kebutuhan manusia akan sumber daya alam dan energi, yang sangat diperlukan baik dalam keperluan sehari-hari maupun kebutuhan lainnya. Sumber daya alam memang tersedia secara melimpah di muka bumi, namun ada yang dapat diperbaharui

dan ada yang tidak dapat diperbaharui. Salah satu sumber daya yang sering digunakan manusia untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari adalah LPG (*Liquefied Petroleum Gas*).

Gas merupakan salah satu jenis bahan yang banyak dimanfaatkan manusia dalam kehidupan sehari-hari. Terdapat berbagai macam jenis gas, baik yang berbahaya maupun yang sangat bermanfaat bagi manusia. Contoh gas berbahaya bagi kesehatan manusia antara lain *Liquefied Petroleum Gas (LPG)*, metana, karbon monoksida, serta jenis gas lainnya. Beberapa gas memiliki sifat mudah terbakar, seperti gas LPG, sehingga kebocoran gas harus ditangani dengan cepat karena memiliki potensi tinggi sebagai penyebab kebakaran.

Hingga saat ini, kebocoran tabung atau perangkat LPG tetap menjadi penyebab utama insiden kebakaran. Gas LPG yang bocor memang memiliki aroma khas, sehingga kebocoran yang terjadi biasanya dapat terdeteksi dengan mudah. Namun, jika gas yang bocor meresap ke dalam saluran air, instalasi listrik, atau tertutup di bawah permukaan karpet, maka akan sulit dideteksi oleh manusia melalui indra penciuman.

Hingga saat ini, kebocoran tabung atau perangkat LPG tetap menjadi penyebab utama insiden kebakaran. Gas LPG yang bocor memang memiliki aroma khas, sehingga kebocoran yang terjadi biasanya dapat terdeteksi dengan mudah. Namun, jika gas yang bocor meresap ke dalam saluran air, instalasi listrik, atau tertutup di bawah permukaan karpet, maka akan sulit dideteksi oleh manusia melalui indra penciuman.

Gas LPG 3 kg adalah tabung gas bersubsidi yang banyak digunakan oleh masyarakat. Tabung ini diproduksi melalui program konversi dari minyak tanah ke kompor gas yang dimulai pada tahun 2007. Penyediaan dan pendistribusian LPG 3 kg hanya diperuntukkan bagi rumah tangga dan usaha mikro.

Pembelian tabung gas LPG 3 kg dapat dilakukan di tempat distribusi resmi Pertamina, seperti agen dan pangkalan gas yang telah memperoleh izin usaha resmi dan memenuhi persyaratan dari Pertamina. Oleh karena itu, peneliti memilih pangkalan LPG 3 kg Miftha di Jalan Lasaktia Raja Km 4, Lebang, Kecamatan Wara Barat, Kota Palopo sebagai lokasi penelitian.

Dari latar belakang di atas, maka peneliti mengambil judul penelitian yaitu “Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Kebocoran Gas Berbasis IoT”.

2. LANDASAN TEORI

2.1. Rancang Bangun

Rancang bangun adalah proses yang meliputi serangkaian langkah untuk mengubah hasil analisis sistem menjadi instruksi pemrograman yang detail, yang menjelaskan bagaimana komponen-komponen sistem akan diimplementasikan. Proses pembangunan sistem, di sisi lain, mencakup kegiatan menciptakan sistem baru, mengganti, atau memperbaiki sistem yang sudah ada, baik

secara keseluruhan maupun sebagian. Rancang bangun ini erat kaitannya dengan perancangan sistem secara menyeluruh untuk merencanakan dan membangun aplikasi tertentu[1].

Rancang bangun adalah proses di mana hasil analisis disusun menjadi perangkat lunak yang terstruktur dan sistem yang dibuat atau diperbaiki. Proses ini melibatkan penggambaran, perencanaan, serta penyusunan sketsa atau pengaturan elemen-elemen terpisah menjadi sebuah kesatuan yang utuh dan dapat berfungsi[2].

Berdasarkan pengertian tersebut, dapat disimpulkan bahwa rancang bangun adalah prosedur untuk menerjemahkan hasil analisis sistem menjadi bahasa pemrograman serta mendeskripsikan implementasi komponen-komponennya. Proses ini terkait dengan pembuatan sistem baru, perbaikan, atau penggantian sistem yang telah ada. Rancang bangun melibatkan perencanaan, penggambaran, dan pengaturan elemen sistem sehingga membentuk suatu kesatuan yang berfungsi.

2.2. LPG

LPG (*Liquified Petroleum Gas*) adalah campuran berbagai hidrokarbon yang berasal dari gas alam, diubah menjadi bentuk cair melalui peningkatan tekanan dan penurunan suhu. Komponen utamanya meliputi propana (C₃H₈) dan butana (C₄H₁₀). Penggunaan LPG membawa risiko kebocoran pada tabung atau instalasi gas, yang dapat menyebabkan kebakaran jika terpapar api. Awalnya, LPG tidak memiliki bau, sehingga sulit dideteksi kebocoran kecuali jika ditambahkan zat yang berbau pada tabung gas[3].

Liquefied Petroleum Gas (LPG) adalah gas hidrokarbon yang diproduksi dari kilang minyak dan kilang gas, dengan komponen utama berupa propana dan butana, yang dikemas dalam tabung. Di Indonesia, LPG banyak digunakan sebagai bahan bakar untuk memasak. Pengguna LPG meliputi rumah tangga, sektor komersial seperti restoran dan hotel, serta industri. Secara industri, LPG digunakan sebagai bahan bakar dalam berbagai sektor seperti makanan, keramik, kaca, dan juga sebagai bahan bakar untuk forklift. Selain itu, LPG juga memiliki aplikasi sebagai bahan baku dalam industri aerosol dan sebagai refrigeran yang ramah lingkungan[4].

Berdasarkan definisi tersebut, dapat ditarik kesimpulan bahwa LPG merupakan campuran hidrokarbon yang berasal dari gas alam, khususnya propana dan butana, yang berfungsi sebagai bahan bakar untuk keperluan memasak dan kegiatan industri. Namun, ada risiko kebakaran jika terjadi kebocoran, karena LPG awalnya tidak memiliki bau yang bisa terdeteksi.

2.3. Internet Of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) adalah ide konseptual yang menghubungkan perangkat dan layanan secara terintegrasi, memungkinkan pengumpulan, pertukaran, dan pengolahan data untuk adaptasi dinamis. Dalam konteks lingkungan rumah pintar ("*Smart Home Environments*"), *IoT* mengintegrasikan perangkat tradisional dan layanan di dalam rumah untuk meningkatkan kualitas hidup penghuninya. Ini membawa manfaat seperti efisiensi energi, pemantauan kesehatan, dan aplikasi lainnya yang mendukung kehidupan yang lebih nyaman dan terkoneksi[5].

Secara formal, *Internet of Things (IoT)* secara harfiah diartikan sebagai "Internet untuk Segalanya." Menurut CASAGRAS (*Coordination And Support Action for Global RFID-related Activities And Standardisation*), *IoT* adalah sebuah infrastruktur jaringan global yang menghubungkan benda-benda fisik dan virtual melalui pengumpulan data dan kemampuan komunikasi. Sementara menurut IEEE, *IoT* didefinisikan sebagai jaringan benda-benda yang dilengkapi dengan sensor dan terhubung dengan internet[6].

Internet of Things (IoT), adalah teknologi yang ditemukan oleh Kevin Ashton pada tahun 1999, yang memungkinkan objek yang dipasang sensor atau modul *IoT* untuk mengirimkan data atau informasi melalui *internet*. Hal ini memungkinkan akses data dari objek tersebut kapan saja dan di mana saja, tanpa batasan jarak. Fungsi utama dari *IoT* adalah untuk memudahkan pemantauan dan pengendalian objek dalam kehidupan sehari-hari. Selain itu, informasi yang dihasilkan oleh *IoT* dapat diakses secara *real-time*[7].

Berdasarkan definisi tersebut, dapat disimpulkan bahwa *Internet of Things (IoT)* adalah konsep di mana semua perangkat dan layanan terhubung untuk bertukar data, memungkinkan adaptasi yang dinamis. Dalam

konteks lingkungan *Smart Home*, integrasi *IoT* dengan perangkat tradisional meningkatkan kualitas hidup dengan mengurangi konsumsi energi dan memantau kesehatan. *IoT* memungkinkan objek yang dilengkapi sensor terhubung ke internet untuk dipantau dan dikendalikan dengan mudah, membentuk infrastruktur jaringan global.

2.4. NodeMCU ESP8266

NodeMCU ESP8266 adalah modul mikrokontroler yang dilengkapi dengan chip ESP8266 yang mendukung konektivitas jaringan *WiFi*. Modul ini didesain untuk memudahkan pengembangan aplikasi *IoT* (*Internet of Things*) dengan kemampuan untuk terhubung ke internet melalui jaringan *WiFi*. *NodeMCU* dapat diprogram menggunakan bahasa pemrograman *Lua*, namun juga mendukung pengembangan menggunakan *Arduino IDE*. Ini memungkinkan pengguna untuk mengimplementasikan berbagai proyek *IoT* dengan mudah dan fleksibilitas yang tinggi[8].

NodeMCU ESP8266 merupakan *chip* terpadu yang dirancang untuk mengizinkan mikrokontroler terhubung ke *internet* melalui *Wi-Fi*. *Chip* ini menyediakan solusi lengkap dan mandiri untuk jaringan *Wi-Fi*, memungkinkannya berperan baik sebagai host maupun klien *Wi-Fi*. ESP8266 memiliki kemampuan pemrosesan dan penyimpanan onboard yang kuat, memfasilitasi integrasi dengan sensor dan aplikasi perangkat khusus lainnya melalui *GPIO*, dengan proses pengembangan yang mudah dan waktu pemuatan data yang minim. Tingkat integrasi yang tinggi pada *chip* ini mengurangi kebutuhan akan sirkuit tambahan, termasuk modul *front-end*, sehingga cocok untuk desain PCB yang kompak[9].

NodeMCU ESP8266 adalah *Microcontroller* yang sudah dilengkapi dengan *module WIFI*. ESP8266 di dalamnya, jadi *Nodemcu* sama seperti *Arduino*, namun memiliki kelebihan yang sudah memiliki *wifi* di dalamnya, namun memiliki *port* yang lebih sedikit dibandingkan *Arduino*. Untuk memasukan program ke dalam *Nodemcu* digunakanlah aplikasi *arduino*, bahasa pemrograman pada *Nodemcu* adalah *C++*. Pada *Nodemcu* versi 3.0 ini ESP8266 yang digunakan yaitu tipe ESP-12E yang lebih stabil dari ESP-12. Selain itu Serta terdapat pin

yang dikhususkan untuk komunikasi SPI (*Serial Peripheral Interface*) dan PWM (*Pulse Width Modulation*) yang tidak tersedia di versi 0.9, ESP8266 menggunakan Wifi 2,4 GHz, mendukung WPA/WPA2[10].

Berdasarkan pengertian diatas penulis dapat menyimpulkan bahwa *NodeMCU* ESP8266 adalah *chip* terintegrasi yang memungkinkan mikrokontroler terhubung ke internet melalui *Wi-Fi*. *Chip* ini memiliki kemampuan *Wi-Fi* mandiri, serta kemampuan pengolahan dan penyimpanan yang kuat. Selain itu, *NodeMCU* mudah diintegrasikan dengan sensor dan aplikasi perangkat khusus. *NodeMCU* dapat diprogram menggunakan *Arduino IDE* atau bahasa *Lua*.

2.5. Software Arduino IDE

Arduino Software (IDE) adalah perangkat lunak *open-source* yang mempermudah pengguna dalam menulis dan mengunggah kode ke perangkat *Arduino*. Perangkat lunak *Arduino* dapat dijalankan di *Windows*, *Mac OS X*, dan *Linux*[11].

Arduino IDE (Integrated Development Environment) adalah *software* yang digunakan untuk memprogram di *Arduino*, dengan kata lain *Arduino IDE* sebagai media untuk memprogram *board Arduino*. *Arduino IDE* dibuat dari bahasa pemrograman *JAVA* dan dilengkapi dengan *library C* atau *C++* yang membuat operasi *input* dan *output* menjadi lebih mudah. *Arduino IDE* dikembangkan yang berawal dari *software processing* menjadi *Arduino IDE* khusus untuk pemrograman dengan *Arduino*[10].

Arduino IDE (Integrated Development Environment) adalah sebuah perangkat lunak yang digunakan untuk menulis program, mengompilasi program ke dalam bentuk *biner*, dan mengunggahnya ke memori mikrokontroler. Perangkat lunak ini tersedia untuk diunduh secara gratis[12].

Berdasarkan pengertian diatas penulis dapat menyimpulkan bahwa *Arduino IDE* adalah *software open-source* untuk memprogram *board Arduino* dengan bahasa *JAVA* dan *library C/C++*. Ia mempermudah penulisan, kompilasi, dan *upload* kode ke perangkat *Arduino*, tersedia untuk *Windows*, *Mac OS X*, dan *Linux* serta dapat diunduh gratis.

2.6. Blynk

Blynk adalah *IOT Cloud platform* untuk aplikasi *iOS* dan *Android* yang berguna untuk mengontrol *Arduino*, *Raspberry Pi*, dan *board-board* sejenisnya melalui Internet. *Blynk* adalah *dashboard* digital dimana anda dapat membangun sebuah antarmuka grafis untuk alat yang telah dibuat hanya dengan menarik dan menjatuhkan sebuah *widget*. *Blynk* sangat mudah dan sederhana untuk mengatur semuanya dan hanya dalam waktu kurang dari 5 menit[13].

Blynk merupakan *platform* baru yang memungkinkan anda untuk dengan cepat membangun *interface* untuk mengendalikan dan memantau proyek *hardware* dari *iOS* dan perangkat *Android*. *Blynk* adalah *IOT (Internet Layanan Things)* yang dirancang untuk membuat *remote control* dan data sensor membaca dari perangkat ESP8266 ataupun *Arduino* dengan sangat cepat dan mudah. *Blynk* bukan hanya sebagai “*cloud IOT*”, tetapi *blynk* juga merupakan solusi *end to end* yang menghemat waktu dan sumber daya ketika membangun sebuah aplikasi yang berarti bagi produk dan jasa terkoneksi[14].

Berdasarkan pengertian diatas penulis dapat menyimpulkan bahwa *Blynk* adalah *platform IOT* yang memungkinkan pembuatan antarmuka untuk mengendalikan dan memantau proyek *hardware* dari perangkat *iOS* dan *Android*. Ini berfungsi dengan perangkat seperti ESP8266 atau *Arduino* melalui internet, menawarkan solusi *end-to-end* yang mudah digunakan.

2.7. Sensor MQ-6

MQ-6 adalah sensor gas yang ideal untuk mendeteksi LPG (*Liquefied Petroleum Gas*), termasuk propana dan butana. Sensor ini dapat mengidentifikasi gas dalam kisaran konsentrasi udara antara 200 hingga 10.000 ppm. Keunggulan sensor ini meliputi sensitivitas tinggi dan respon cepat. *Outputnya* berupa resistansi *analog*. Sirkuit sensor ini dirancang dengan sederhana; cukup dengan memberikan tegangan 5 V, menambahkan resistansi beban, dan menghubungkan *output* ke ADC[15].

Sensor gas MQ-6 digunakan untuk mendeteksi LPG, *isobutana*, dan *propana* dengan sensitivitas tinggi. Sensor ini memiliki sensitivitas rendah terhadap alkohol dan asap rokok. Sensor gas MQ-6 memiliki respons

cepat terhadap LPG (*Liquid Petroleum Gas*), stabilitas yang baik, dan daya tahan yang lama. Selain itu, sensor ini dapat digunakan dalam rangkaian penggerak yang sederhana[16].

MQ-6 Sensor gas yang digunakan untuk mendeteksi LPG, *Iso-butane*, Propane dengan sensitifitas yang tinggi. Sensor gas MQ-6 ini mempunyai sensitifitas yang kecil terhadap zat *alcohol* dan asap rokok. Sensor gas MQ-6 merupakan sensor yang mempunyai respon cepat terhadap LPG/*Liquid Petroleum Gas*, stabil dan tahan lama, serta dapat digunakan dalam rangkaian *drive* yang sederhana. Sensor gas MQ-6 biasa digunakan didalam perlengkapan mendeteksi kebocoran gas dalam kegiatan rumah tangga dan *industry*, yang cocok untuk mendeteksi LPG, *iso-butane*, *propane*, LNG, serta menghindari gangguan[17].

Berdasarkan pengertian diatas penulis dapat menyimpulkan bahwa Sensor gas MQ-6 adalah sensor sensitif untuk mendeteksi gas LPG, *Propana*, dan *Butana* dengan respons cepat. Cocok digunakan untuk deteksi kebocoran gas di rumah tangga dan industri serta memiliki sirkuit yang sederhana.

2.8. Buzzer

Buzzer Listrik adalah sebuah komponen elektronika yang dapat mengubah sinyal listrik menjadi getaran suara. Pada umumnya, *Buzzer* yang merupakan sebuah perangkat audio ini sering digunakan pada rangkaian anti-maling, alarm pada jam tangan, bel rumah, peringatan mundur pada truk dan perangkat peringatan bahaya lainnya[18].

Buzzer adalah sebuah komponen elektronik 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[19].

Berdasarkan pengertian diatas penulis dapat menyimpulkan bahwa *Buzzer* adalah komponen elektronik yang mengubah getaran listrik

menjadi getaran suara, mirip dengan prinsip kerja *loudspeaker*. Digunakan dalam berbagai perangkat, seperti alarm, bel rumah, dan peringatan bahaya. *Buzzer* memiliki bentuk *speaker* bulat 12mm, beroperasi pada frekuensi 2kHz, memerlukan tegangan 3.5-5V dengan arus maksimum 35mA, dan memiliki *output* suara khas 95 dBA dengan resistensi koil $42 \pm 6,3$ ohm.

2.9. Kabel Jumper

Kabel *jumper* adalah kabel elektrik untuk menghubungkan antar komponen di *breadboard* tanpa memerlukan *solder*. Kabel *jumper* umumnya memiliki *connector* atau pin di masing-masing ujungnya. *Connector* untuk menusuk disebut *male connector*, dan *connector* untuk ditusuk disebut *female connector*.kabel *jumper* dibagi menjadi 3 yaitu : *Male to Male*, *Male to Female* dan *Female to Female*[20].

Kabel *jumper* adalah kabel elektrik yang memiliki pin konektor di setiap ujungnya dan memungkinkanmu untuk menghubungkan dua komponen yang melibatkan Arduino tanpa memerlukan *solder*. Intinya kegunaan kabel *jumper* ini adalah sebagai konduktor listrik untuk menyambungkan rangkaian listrik. Biasanya kabel *jumper* digunakan pada *breadboard* atau alat *prototyping* lainnya agar lebih mudah untuk mengutak-atik rangkaian[17].

Kabel *jumper* adalah kabel yang dipergunakan untuk menghubungkan satu komponen dengan komponen lain ataupun menghubungkan jalur rangkaian yang terputus pada *breadboard*[21].

Berdasarkan pengertian diatas penulis dapat menyimpulkan bahwa Kabel *jumper* adalah kabel elektrik dengan konektor di ujungnya untuk menghubungkan komponen di *breadboard* tanpa *solder*. Memudahkan *prototyping* dan mengutak-atik rangkaian.

2.10. Flame Sensor

Flame Sensor adalah sensor yang berfungsi untuk mendeteksi keberadaan titik api atau titik yang dapat memicu terjadinya api. Sensor ini beroperasi pada tegangan 3 VDC hingga 5 VDC. *Flame* Sensor terdiri dari komponen elektronik berupa *Phototransistor NPN silikon*, yang mampu membaca dengan kecepatan tinggi

dan sangat sensitif terhadap radiasi inframerah[22].

Sensor api adalah sensor yang ditujukan untuk mendeteksi api dan radiasi. Sensor ini juga dapat digunakan untuk mendeteksi sumber cahaya dengan panjang gelombang dalam jangkauan 760 nm hingga 1500 nm. Sensor tersebut dapat mendeteksi dari 20 cm hingga jarak 100 cm. Sumber tegangan yang diperlukan adalah 3,3V – 5V. Sensor api terdiri dari 4 pin yang terdiri dari pin VCC, pin GND, pin D0, dan pin A0[23].

2.11. Adaptor

Adaptor adalah perangkat elektronik yang berfungsi untuk mengubah arus bolak-balik (AC) menjadi arus searah (DC) atau sebaliknya, serta untuk menaikkan atau menurunkan tegangan sesuai dengan kebutuhan perangkat yang memerlukan pasokan listrik[24].

2.12. Pompa Air

Pompa air adalah alat yang berfungsi untuk mengalirkan cairan dari satu tempat ke tempat lain melalui pipa dengan memberikan energi pada cairan yang dipindahkan. Proses ini berlangsung secara terus-menerus. Cara kerja pompa air melibatkan pembuatan perbedaan tekanan antara bagian hisap (*suction*) dan bagian dorong (*discharge*)[25].

2.13. Prototype

Prototype adalah pendekatan dalam pengembangan sistem yang melibatkan pembuatan program secara cepat dan bertahap untuk evaluasi awal oleh pengguna. Sebuah *prototype* dibuat sebelum tahap pengembangan lebih lanjut atau secara khusus dalam proses pengembangan sebelum produksi dalam skala penuh[26].

2.14. Flowchart

Flowchart adalah diagram yang menggunakan simbol-simbol khusus untuk mengilustrasikan proses secara terstruktur dan rinci, serta hubungan antar proses dalam suatu program. Dengan menggunakan *flowchart*, alur suatu sistem dapat dijelaskan secara jelas, dimulai dari tahap awal (*start*) hingga tahap akhir[27].

2.15. Penelitian yang relevan

Penelitian dari Silalahi, A., Hartama, D., Kirana, I. O., Gunawan, I., & Sumarno, S. (2022), dengan judul Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kebocoran Pada Tabung Gas Menggunakan Arduino Berbasis SMS. Dari Alat ini beroperasi dengan cara berikut: saat sensor MQ-5 mendeteksi gas LPG, sensor akan mengirimkan data ke mikrokontroler Arduino untuk merespons dengan menyalakan buzzer sebagai alarm. Selain itu, alat ini mampu mengirimkan informasi mengenai data analog gas ke smartphone Android melalui platform Cayenne menggunakan SMS[28].

2.16. Profil lokasi penelitian

Penelitian Pangkalan gas Miftha adalah pangkalan gas yang terletak di jalan Lasaktia Raja km 4 Lebang, Kec. Wara Barat, Kota Palopo. Pangkalan ini merupakan salah satu tempat pendistribusian tabung gas LPG 3 kg yang telah mendapat izin membuka usaha dan telah memenuhi syarat-syarat dari Pertamina. Jumlah tabung gas yang ada di pangkalan ini sekitar 75 tabung. Usaha pangkalan LPG 3 kg gas miftha dimulai pada tahun 2015.



Gambar 1 Profil Lokasi Penelitian

3. METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan waktu penelitian

Lokasi Penelitian ini dilakukan di Pangkalan LPG 3 kg Miftha, di Jl. Lasaktia Raja KM.4, Lebang, kec. Wara Barat, Kota Palopo.

Tabel 1 Waktu Penelitian

No	Jenis Kegiatan	Mei 2024				Juni 2024				Juli 2024				Agustus 2024			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Observasi																
2	Analisis Sistem																
3	Merancang dan Membuat Alat																
4	Pengujian Alat																
5	Implementasi																
6	Laporan Ujian Akhir																

penelitian dimulai pada bulan Mei 2024 dengan melakukan observasi pada minggu pertama dan kedua. Pada minggu ketiga sampai minggu keempat bulan Mei 2024 peneliti melakukan analisis sistem. Pada bulan Juni 2024 minggu pertama sampai minggu ketiga bulan Juli 2024 peneliti merancang dan membuat alat. Pada bulan Juli 2024 minggu keempat peneliti melakukan pengujian alat dan pada bulan Agustus minggu pertama peneliti melakukan implementasi. Penyusunan laporan akhir dimulai pada bulan Mei 2024 minggu kedua sampai bulan Agustus 2024.

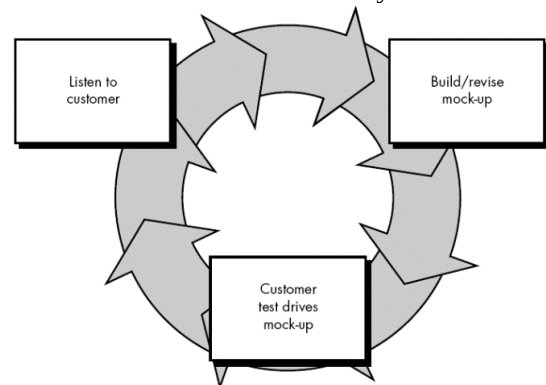
3.2. Jenis dan Sumber Data

Penelitian ini menggunakan data kualitatif, yaitu data yang mendeskripsikan atau menggambarkan sesuatu dalam bentuk kata dan kalimat yang bersifat non-numerik, dikumpulkan melalui observasi, wawancara, dan tinjauan pustaka. Sumber data dalam penelitian ini meliputi data primer dan data sekunder. Data primer adalah data asli yang diperoleh langsung oleh peneliti melalui wawancara atau pengamatan langsung terhadap subjek penelitian, bertujuan untuk menjawab rumusan masalah dengan tingkat akurasi dan relevansi yang tinggi. Sementara itu, data sekunder adalah data yang diambil dari sumber-sumber yang sudah ada, seperti literatur, buku, atau hasil penelitian sebelumnya, yang berfungsi sebagai tambahan untuk memperkaya data primer dalam penelitian ini.

3.3. Prosedur Penelitian

Metode pengembangan yang digunakan dalam merancang sistem pendeteksi kebocoran gas berbasis *IoT* adalah metode *prototype*. Metode *prototype* adalah sebuah metode pengembangan perangkat lunak yang banyak digunakan, memungkinkan interaksi antara pengembang dan pelanggan selama proses

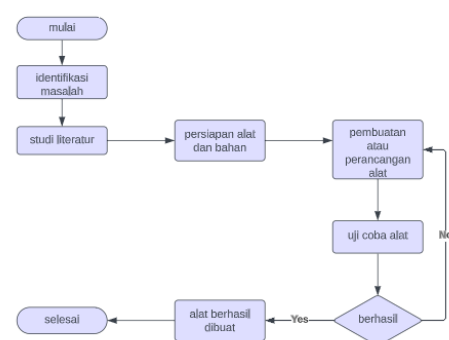
pengembangan. Dengan menggunakan prototipe, klien atau pemilik sistem mendapatkan gambaran jelas tentang sistem yang akan dibangun oleh tim pengembang. Model *prototyping* adalah proses berulang yang mencakup pembuatan, pengujian, dan perbaikan prototipe hingga mencapai hasil yang dapat diterima sebelum mengembangkan produk atau sistem secara lengkap. Metode ini cocok digunakan saat persyaratan proyek belum diketahui secara rinci sebelumnya.



Gambar 2 Prosedur Penelitian

Metode *prototype* terdiri dari tiga tahapan utama. Tahap pertama, "Listen to Customer," melibatkan proses komunikasi antara pengembang dan klien untuk memperoleh informasi dasar sebagai landasan pengembangan. Tahap kedua, "Build/Revise Mock-Up," adalah proses pembuatan atau perancangan prototipe untuk sistem yang diusulkan. Tahap ketiga, "Customer Test Drives Mock-Up," merupakan pengujian sistem oleh klien; jika terdapat kebutuhan atau keinginan yang belum terpenuhi, pengembang akan melakukan penyesuaian dan perbaikan.

Langkah-langkah metode di atas juga dijelaskan melalui diagram alir yang menggambarkan alur penelitian sebagai berikut:



Gambar 3 Alir Penelitian

Tahap pertama adalah identifikasi masalah, yaitu proses menganalisis dan menguraikan masalah yang menjadi fokus penelitian. Identifikasi masalah pada penelitian ini meliputi risiko kebocoran tabung gas yang dapat memicu kebakaran serta kemungkinan ledakan akibat kebocoran pada selang, tabung, atau regulator yang kurang terpasang dengan baik. Tahap kedua adalah studi literatur, yang berfungsi untuk mempelajari dan memahami masalah terkait, menggunakan sumber dari jurnal dan internet.

Tahap ketiga adalah persiapan alat dan bahan yang mencakup perangkat lunak seperti Arduino IDE, aplikasi Blynk, dan sistem operasi Windows 10, serta perangkat keras seperti laptop Asus, handphone, NodeMCU, sensor MQ-6, buzzer, kabel jumper, flame sensor, adaptor, dan pompa air. Tahap keempat adalah perancangan dan pembuatan alat, baik perangkat keras maupun perangkat lunak. Dalam perancangan perangkat keras, NodeMCU digunakan sebagai mikrokontroler, sensor MQ-6 sebagai pendeteksi gas, buzzer sebagai alarm, kabel jumper untuk menghubungkan komponen, flame sensor untuk mendeteksi api, adaptor sebagai catu daya, dan pompa air untuk mengalirkan air jika terjadi kebakaran. Pada perangkat lunak, program dikembangkan menggunakan Arduino IDE dan aplikasi Blynk untuk mengontrol sistem kerja alat.

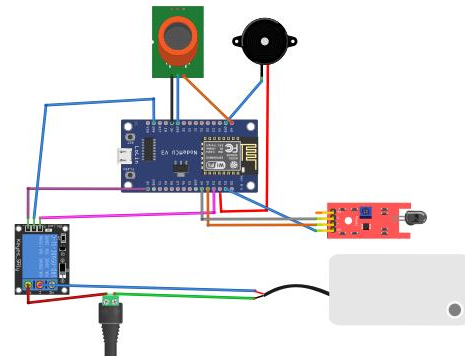
Tahap terakhir adalah pengujian alat, yaitu mengevaluasi apakah alat berfungsi sesuai rencana. Jika sesuai, alat dinyatakan berhasil; jika tidak, perancangan dan pembuatan akan diulang hingga hasilnya memenuhi tujuan penelitian.

3.4. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dalam penelitian ini meliputi beberapa tahapan. Pertama, **Metode Literatur**, yaitu pengumpulan informasi relevan dari berbagai sumber seperti buku, catatan, laporan, artikel ilmiah, dan sumber lainnya dari internet. Kedua, **Wawancara**, yakni teknik pengumpulan data melalui percakapan langsung dengan informan, dalam hal ini Ibu Upik Desi selaku pemilik pangkalan gas LPG 3 kg Miftha, untuk memperoleh informasi terkait topik penelitian. Ketiga, **Uji Coba dan Evaluasi**, yaitu pengujian kinerja alat yang telah dibuat, diikuti

dengan identifikasi dan evaluasi terhadap kesalahan pada sistem alat yang dikembangkan.

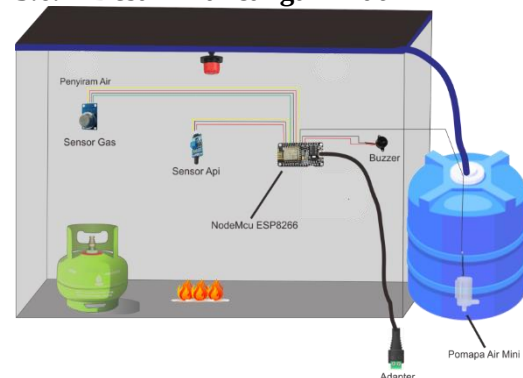
3.5. Perancangan Sistem



Gambar 4 Sistem yang Diusulkan

Perancangan sistem adalah proses yang bertujuan untuk membuat atau merancang sebuah sistem beserta rangkaian elektroniknya agar terstruktur dan dapat berfungsi sesuai dengan kebutuhan atau hasil yang diinginkan. Pada gambar, terlihat rangkaian elektronik yang dirancang untuk mendeteksi kebocoran gas dan kebakaran. Sistem ini menggunakan NodeMCU sebagai mikrokontroler untuk memproses data. Sensor MQ-6 berperan mendeteksi kebocoran gas dan mengirimkan data tersebut ke NodeMCU. Setelah itu, NodeMCU memberi perintah kepada buzzer untuk berbunyi dan mengirim notifikasi ke handphone melalui aplikasi Blynk menggunakan jaringan internet, karena NodeMCU dilengkapi dengan modul WiFi. Demikian pula, jika flame detector mendeteksi kebakaran, buzzer akan berbunyi dan notifikasi akan dikirimkan ke handphone.

3.6. Desain Rancangan Alat



Gambar 5 desain alat

Desain alat ini menggunakan NodeMCU sebagai mikrokontroler yang mengatur dan

memproses data dari berbagai komponen. Sensor MQ-6 berfungsi mendeteksi keberadaan gas, sementara flame sensor mendeteksi adanya api. Jika terdeteksi kebocoran gas, buzzer akan berbunyi sebagai alarm peringatan, dan jika api terdeteksi, pompa air mini akan aktif untuk menyemburkan air. Alat ini juga dapat terhubung ke handphone melalui WiFi, sehingga memberikan notifikasi secara real-time kepada pengguna.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Identifikasi Masalah

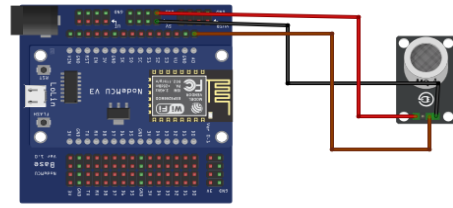
Berdasarkan latar belakang yang ada dan penjelasan yang ada maka dibuat identifikasi masalah yaitu Peneliti menyimpulkan bahwa kebocoran tabung gas atau perangkat LPG masih menjadi salah satu penyebab utama terjadinya kebakaran. Hal ini disebabkan karena terjadi kebocoran pada selang, tabung atau pada regulator yang tidak terpasang dengan baik dan kurangnya perhatian dan perawatan terhadap perangkat LPG. Setelah mengidentifikasi masalah yang terjadi peneliti merancang sebuah *Prototype* sistem pendeteksi kebocoran gas berbasis IoT (*Internet of Things*). Hal ini bertujuan untuk mendeteksi apabila terjadi kebocoran gas dan mengurangi risiko terjadinya kebakaran.

4.2. Analisa Sistem

Sistem pendeteksi kebocoran gas berbasis IoT adalah sebuah sistem yang memungkinkan pengguna untuk dapat mendeteksi apabila terjadi kebocoran gas dan kebakaran yang terjadi di rumah melalui perangkat yang terhubung ke internet. Sistem ini dibangun dengan menggunakan beberapa komponen elektronik dan perangkat lunak yang dirancang untuk mendeteksi kebocoran gas dan kebakaran yang dapat terhubung dengan jaringan internet.

4.3. Perancangan Sistem

Perancangan NodeMCU dan sensor MQ-6 memerlukan pengaturan pin sebagai jalur komunikasi antara keduanya, sehingga sensor dapat berfungsi secara optimal. Hubungan antara NodeMCU dan sensor MQ-6 digambarkan pada gambar di bawah ini.

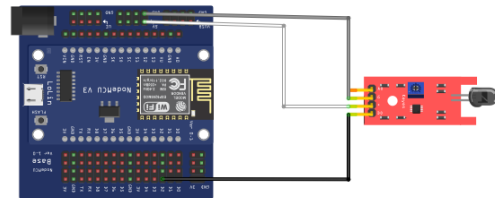


Gambar 6 rangkaian nodemcu dan sensor mq2

Tabel 2 pin nodemcu ke sensor mq2

NodeMCU	Sensor Mq-6
A0	A0
GND	GND
5V	VCC

Perancangan NodeMCU dan flame sensor juga memerlukan pengaturan pin sebagai jalur komunikasi, sehingga flame sensor dapat berfungsi dengan optimal. Hubungan antara NodeMCU dan flame sensor digambarkan pada gambar di bawah ini.

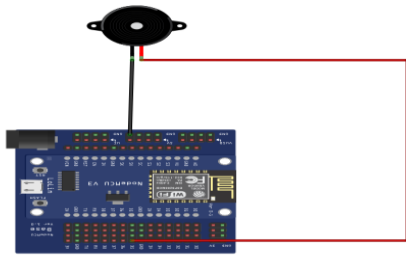


Gambar 7 Rangkaian nodemcu dan flame sensor

Tabel 3 pin nodemcu dan flame sensor

NodeMCU	Flame sensor
5V	VCC
GND	GND
D2	D0

Perancangan NodeMCU dan buzzer memerlukan pengaturan pin sebagai jalur komunikasi antara keduanya, agar buzzer dapat berfungsi sesuai dengan yang diharapkan. Hubungan antara NodeMCU dan buzzer digambarkan pada gambar di bawah ini.

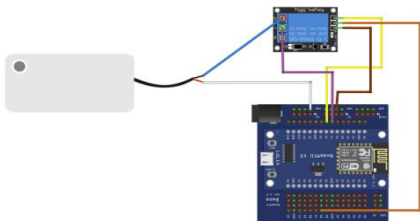


Gambar 8 rangkaian nodemcu dan buzzer

Tabel 4 pin nodemcu ke buzzer

NodeMCU	Buzzer
GND	PIN1
D5	PIN2

Perancangan NodeMCU ke relay dan pompa air memerlukan pengaturan pin sebagai jalur komunikasi antara NodeMCU, relay, dan pompa air, sehingga keduanya dapat berfungsi sesuai dengan yang diharapkan. Hubungan antara ketiga komponen penyusun sistem ini digambarkan pada gambar di bawah ini.



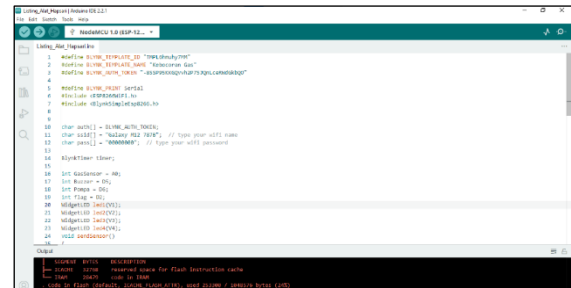
Gambar 9 rangkaian nodemcu ke relay dan ompa air

Tabel 5 pin Nodemcu ke Relay dan pompa air

NodeMCU	Relay	Pompa air
GND	GND	PIN1
D6	IN2	
5V	VCC	
	K2	PIN2

4.3. Pengkodean

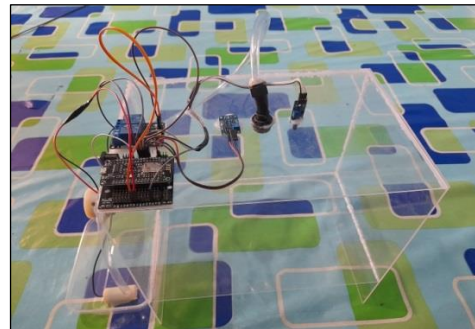
Tampilan Pada Arduino IDE diinputkan Source Code yang mengatur cara kerja dari alat pendeteksi kebocoran gas yang dapat memberikan notifikasi ke smartphone melalui aplikasi bylnk menggunakan Wifi.



Gambar 10 pengkodean

4.4. Implementasi sistem

Pada tahap ini, akan dijelaskan rancangan yang sudah dibuat yaitu rancang bangun sistem pendeteksi kebocoran gas berbasis *internet of things*. Berikut adalah bentuk prototype pendeteksi kebocoran gas berbasis internet of things yang terdiri dari beberapa komponen elektronika.



Gambar 11 pendeteksi kebocoran gas

4.5. Pengujian

Metode pengujian yang diterapkan dalam penelitian ini adalah *black box testing*, di mana pengujian dilakukan tanpa memerlukan pengetahuan mendalam tentang implementasi aplikasi atau bagaimana kode-kode di dalamnya bekerja. Tujuan utama dari pengujian *black box* adalah untuk memastikan bahwa aplikasi berperilaku sesuai dengan spesifikasi *fungsi* yang telah ditetapkan. Secara sederhana, pengujian ini bertujuan untuk menentukan apakah aplikasi menghasilkan *output* yang diharapkan sesuai dengan input yang diberikan.

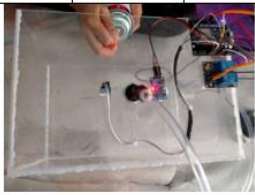
Dalam fase pengujian, digunakan dua jenis sensor, yaitu sensor MQ-6 untuk deteksi gas yang terhubung dengan gauge dan notifikasi Blynk, serta sensor api untuk deteksi kebakaran. Untuk hasil pengujian dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Pengujian sensor gas MQ-6 dilakukan dengan cara menyemprotkan gas dari tabung gas ukuran kecil pada jarak yang telah

ditentukan di dalam ruangan. Nilai yang terbaca oleh sensor bergantung pada jarak antara sensor dan sumber gas, serta kondisi angin yang ada di dalam ruangan.

Tabel 6 uji sensor mq-6

Jarak(cm)	Nilai sensor (ppm)	Waktu	Keberhasilan		Keterangan
			ya	Tidak	
5 cm	1000 ppm	00,22 dtk	✓		Menghidupkan buzzer dan mengirim notifikasi
10 cm	810 ppm	00,60 dtk	✓		Menghidupkan buzzer dan mengirim notifikasi
15 cm	756 ppm	00,67 dtk	✓		Menghidupkan buzzer dan mengirim notifikasi
20 cm	718 ppm	00,75 dtk	✓		Menghidupkan buzzer dan mengirim notifikasi
25 cm	680 ppm	00,89 dtk	✓		Menghidupkan buzzer dan mengirim notifikasi
30 cm	653 ppm	01,28 dtk	✓		Menghidupkan buzzer dan mengirim notifikasi
35 cm	620 ppm	01,39 dtk	✓		Menghidupkan buzzer dan mengirim notifikasi
40 cm	605 ppm	03,01 dtk	✓		Menghidupkan buzzer dan mengirim notifikasi




Pengujian flame sensor dilakukan dengan cara menggunakan korek api pada jarak yang telah ditentukan. Hasil pengujian bergantung pada jarak antara sensor dan sumber api, serta kondisi ruangan tempat pengujian dilakukan.

Tabel 7 uji flame sensor

Jarak (cm)	Keberhasilan		Keterangan
	Ya	Tidak	
25 cm	✓		Mengirimkan notifikasi, menghidupkan buzzer dan pompa air.
30 cm	✓		Mengirimkan notifikasi, menghidupkan buzzer dan pompa air.
35 cm		✓	Api tidak terdeteksi
40 cm		✓	Api tidak terdeteksi




4.6. Hasil Wawancara

Hasil wawancara dengan ibu upik selaku pemilik pangkalan gas LPG 3 kg. Menurut ibu

upik alat pendeteksi kebocoran gas berbasis iot sangat bagus karena dapat membantu kita memonitoring keadaan gas dari jarak jauh untuk menghindari bahaya kebakaran serta kerugian lainnya akibat kebocoran gas. Salah satu penyebab terjadinya kebocoran gas menurut ibu upik yaitu karet tabung gas yang longgar, regulator yang rusak serta tabung gas yang rusak. Ciri –ciri dari tabung gas yang bocor yaitu mengeluarkan bau,muncul suara mendesis serta gas yang cepat habis. Apabila terjadi kebocoran gas kita harus memeriksa regulator serta karet tabung. Selain itu, kita juga harus memperhatikan pemasangan tabung gas apa sudah terpasang dengan benar seperti tidak ada suara mendesis saat pemasangan regulator ke tabung gas. Untuk jarak aman tabung gas dengan kompor yaitu sekitar 1 – 1,5 meter.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian di atas, penulis Berdasarkan hasil dan pembahasan pada bab sebelumnya, penulis menarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Rancang bangun ini berhasil memberikan notifikasi terkait kebocoran gas dan kebakaran melalui aplikasi Blynk menggunakan koneksi WiFi.
2. Rancang bangun pendeteksi kebocoran gas berbasis IoT ini menggunakan use case untuk menggambarkan alur sistem dan didesain dengan Draw.io, sementara perancangan rangkaiannya menggunakan software Fritzing.
3. Prototype sistem pendeteksi kebocoran gas ini menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266, sensor MQ-6, flame sensor, dan relay.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak terkait yang telah memberi dukungan terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. F. Siregar and N. Sari, "Rancang Bangun Aplikasi Simpan Pinjam Uang Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Asahan Berbasis Web," *J. Teknol. Inf.*, vol. 2, no. 1, p. 53, 2018, doi: 10.36294/jurti.v2i1.409.
- [2] Y. Irawan Chandra and N. Azis, "Wireless Network Security Using WEP (Wired Equivalent Privacy) Method With RC4 Stream Cipher Encryption,"

- Journal.Teknikunkris.Ac.Id*, vol. 1, no. 2, pp. 61–67, 2021, [Online]. Available: <http://journal.teknikunkris.ac.id/index.php/jis/article/download/139/119>
- [3] G. Bahari, “PENGARUH PENGOPERASIAN SISTEM RELIQUEFACTION PLANT TERHADAP TEKANAN UAP KARGO CAIR DI MT RUBRA: STUDI KASUS PADA JENIS PROPANE C₃H₈,” *Ayan*, vol. 15, no. 1, pp. 37–48, 2024.
 - [4] R. A. Kharis Abdulla, Id Adha Mulab, “Analisis Perancangan Dry Container Sebagai Alternatif Transportasi Liquid Petroleum Gas (LPG) 12 KG di Daerah Perintis,” *J. Penelit. Transp. Laut*, vol. 21, pp. 61–70, 2017, [Online]. Available: <https://www.academia.edu/download/66909360/404.pdf>
 - [5] E. E. Prasetya and N. Fadillah, “Sistem Monitoring dan Smart Farming untuk Peternakan Ayam Berbasis Internet of Things (IoT),” vol. 3, no. 2, pp. 60–66, 2024, doi: 10.58466/entries.
 - [6] A. F. ROZY, *Rancang Bangun Alat Praktikum Fluida Dinamis (Hukum Toricelli) Berbasis Internet Of Things*, vol. 75, no. 17. 2021.
 - [7] Hasani, “Pemantauan Gas Beracun Pada Kawah Gunung Berbasis Internet of Things,” *Skripsi, Jur. Tek. Elektro Univ. Teknol. Yogyakarta.*, vol. 1, no. 21 Februari 2019, pp. 1–13, 2019.
 - [8] F. Ilhami, P. Sokibi, and A. Amroni, “Perancangan Dan Implementasi Prototype Kontrol Peralatan Elektronik Berbasis Internet of Things Menggunakan Nodemcu,” *J. Digit.*, vol. 9, no. 2, p. 143, 2019, doi: 10.51920/jd.v9i2.115.
 - [9] M. Marisa, C. Carudin, and R. Ramdani, “Otomatisasi Sistem Pengendalian dan Pemantauan Kadar Nutrisi Air menggunakan Teknologi NodeMCU ESP8266 pada Tanaman Hidroponik,” *J. Teknol. Terpadu*, vol. 7, no. 2, pp. 127–134, 2021, doi: 10.54914/jtt.v7i2.430.
 - [10] D. Ramdani, F. Mukti Wibowo, and Y. Adi Setyoko, “Journal of Informatics, Information System, Software Engineering and Applications Rancang Bangun Sistem Otomatisasi Suhu Dan Monitoring pH Air Aquascape Berbasis IoT (Internet Of Thing) Menggunakan Nodemcu Esp8266 Pada Aplikasi Telegram,” *J. Informatics, Inf. Syst. Softw. Eng. Appl.*, vol. 3, no. 1, pp. 59–068, 2020, doi: 10.20895/INISTA.V2I2.
 - [11] M. I. Pratama, “Perancangan sistem billing dan pengontrolan lampu meja billiard berbasis internet of things dengan menggunakan sistem monitoring website tugas akhir,” 2024.
 - [12] B. Kusumo and T. Ardiansyah, “Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Kebakaran Berbasis Mikrokontroler Esp32,” *J. Elektro*, vol. 12, no. 1, pp. 48–68, 2024.
 - [13] R. Darpono and M. Aldi, “Sistem Monitoring Parkir Mobil Bertema Iot (Internet Of Things),” *Power Elektron. J. Orang Elektro*, vol. 9, no. 2, pp. 47–51, 2020, doi: 10.30591/polektro.v9i2.2012.
 - [14] S. Sujono and W. A. Herlambang, “Rancang Bangun Pendeteksi Pengaman Pintu Dan Jendela Berbasis Internet Of Things (IoT),” *Exact Pap. Compil.*, vol. 3, no. 2, pp. 307–314, 2021, doi: 10.32764/epic.v3i2.457.
 - [15] A. K. Z. . Arif, *Rancang Bangun Sistem Keamanan Dapur Berbasis Mikrokontroler ATMEGA32 Menggunakan Flame Sensor, MQ2 dan MQ6*. 2019.
 - [16] Z. Al-Fa’izah, Y. . Rahayu, and N. Hikmah, *Digital Repository Universitas Jember Digital Repository Universitas Jember*, vol. 3, no. 3. 2017.
 - [17] A. Nur Alfian and V. Ramadhan, “Prototype Detektor Gas Dan Monitoring Suhu Berbasis Arduino Uno,” *PROSISKO J. Pengemb. Ris. dan Obs. Sist. Komput.*, vol. 9, no. 2, pp. 61–69, 2022, doi: 10.30656/prosisko.v9i2.5380.
 - [18] P. E. S. Dita, A. Al Fahrezi, P. Prasetyawan, and A. Amarudin, “Sistem Keamanan Pintu Menggunakan Sensor Sidik Jari Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO R3,” *J. Tek. dan Sist. Komput.*, vol. 2, no. 1, pp. 121–135, 2021, doi: 10.33365/jtikom.v2i1.111.
 - [19] R. Inggil and J. Pangala, “Perancangan Alat Pendeteksi Kebocoran Gas LPG Menggunakan Sensor MQ-2 Berbasis Arduino,” *Simkom*, vol. 6, no. 1, pp. 12–22, 2021, doi: 10.51717/simkom.v6i1.51.
 - [20] M. H. Aminullah Hi Muksin, Sahriar Hamza, “Perancangan sistem akses pintu ruangan menggunakan rfid berbasis kartu smart info dilaboratorium basis data teknik informatika,” pp. 16–23, 1979.
 - [21] G. Nanda, E. Putra, and L. Nulhakim, “Otomatisasi Perangkat Tikus Menggunakan Sensor HC-SR04 Berbasis Arduino Uno,” *J. Tek. Inform. Stmik Antar Bangsa*, vol. 9, no. 2, pp. 49–56, 2023.
 - [22] S. Siswanto, M. Selvia Laurin, and D. Wahyu Wibowo, “Prototype Akses Gedung Perpustakaan Dilengkapi Sistem Peringatan Dini Kebakaran Berbasis Internet of Things,” *PROSISKO J. Pengemb. Ris. dan Obs. Sist. Komput.*, vol. 9, no. 2, pp. 54–60, 2022, doi: 10.30656/prosisko.v9i2.5369.
 - [23] A. Sofyan¹ and M. M. Sulaiman², “Implementasi Alat Pendeteksi Kebakaran Menggunakan Sensor Api & Asap Berbasis IoT (SMAN2 Kabupaten Tangerang),” *J.*

- Inform. MULTI*, vol. 1, no. 5, pp. 517–525, 2023, [Online]. Available: <https://jurnal.publikasitecno.id/index.php/jim>
- [24] S. Ardiansyah, “Prototype Sistem Interlock Untuk Pintu Ruangan Steril Di Rumah Sakit Berbasis Kontaktor Listrik,” *Ayan*, vol. 15, no. 1, pp. 37–48, 2024.
- [25] S. B. Mursalin, H. Sunardi, and Z. Zulkifli, “Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis Sensor Kelembaban Tanah Menggunakan Logika Fuzzy,” *J. Ilm. Inform. Glob.*, vol. 11, no. 1, pp. 47–54, 2020, doi: 10.36982/jiig.v11i1.1072.
- [26] A. B. Paksi, N. Hafidhoh, and S. K. Bimonugroho, “Perbandingan Model Pengembangan Perangkat Lunak Untuk Proyek Tugas Akhir Program Vokasi,” *J. Masy. Inform.*, vol. 14, no. 1, pp. 70–79, 2023, doi: 10.14710/jmasif.14.1.52752.
- [27] P. Kusuma, “Pengembangan Sistem Informasi Fitur Validasi Tugas Akhir Kuisisioner Alumni Dan Prestasi Mahasiswa Pada Situs Berbasis Web,” *J. Ekon. Vol. 18, Nomor 1 Maret 201*, vol. 2, no. 1, pp. 41–49, 2020.
- [28] A. Silalahi, D. Hartama, I. O. Kirana, I. Gunawan, and S. Sumarno, “Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kebocoran Pada Tabung Gas Menggunakan Arduino Berbasis Sms,” *J. Krisnadana*, vol. 1, no. 3, pp. 48–58, 2022, doi: 10.58982/krisnadana.v1i3.178.