

Sistem Pendeteksi Kebocoran Gas LPG Berbasis Internet of Things (IoT) Menggunakan Sensor MQ-2 dan NodeMCU ESP8266

¹Romdhoni, ²Rahmawati, ³Yoka Mustopa, ⁴Amirudin, ⁵Fahmi Yunistyawan, ⁶Fastha Bernad
Fernandes.

^{1,2,3,4,5,6}Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Bina Bangsa

E-mail: romdhonibinabangsa@gmail.com

ABSTRACT

Liquefied Petroleum Gas (LPG) leakage is one of the main causes of fires and explosions in domestic environments and small-scale industries. This risk is further increased by the limited ability of the human sense of smell to detect gas at low concentrations. Therefore, an early warning system capable of fast and accurate detection and remote monitoring is required. This study aims to design and implement an Internet of Things (IoT)-based LPG gas leakage detection system using a NodeMCU ESP8266 microcontroller and an MQ-2 gas sensor. The system integrates the MQ-2 sensor to detect gas and smoke, a blue LED and a buzzer as local warning indicators, and the Blynk platform for internet-based remote monitoring. System testing was conducted using lighter gas containing butane as a simulated LPG source to ensure laboratory safety. Sensor data were processed by the NodeMCU using the Arduino IDE and transmitted in real time to the Blynk application via a WiFi network. Experimental results show that the system is capable of detecting gas leakage at a concentration threshold of ≥ 200 a.u. with stable performance. When the detected gas concentration reaches or exceeds this threshold, the LED and buzzer are automatically activated, and warning notifications are successfully sent to the user's smartphone. Based on these results, the proposed IoT-based LPG gas leakage detection system is effective and responsive, and has strong potential to be implemented as an early warning system to minimize fire risks caused by gas leakage.

Keywords: LPG Gas Leakage, Internet of Things, MQ-2 Sensor, NodeMCU ESP8266

ABSTRAK

Kebocoran gas Liquefied Petroleum Gas (LPG) merupakan salah satu penyebab utama terjadinya kebakaran dan ledakan pada lingkungan domestik maupun industri skala kecil. Risiko tersebut meningkat akibat keterbatasan kemampuan indra penciuman manusia dalam mendeteksi gas pada konsentrasi rendah. Oleh karena itu, diperlukan sistem peringatan dini yang mampu mendeteksi kebocoran gas secara cepat, akurat, dan dapat dipantau dari jarak jauh. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem pendeteksi kebocoran gas LPG berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dan sensor gas MQ-2. Sistem dirancang dengan mengintegrasikan sensor MQ-2 sebagai pengindera gas dan asap, LED biru serta buzzer sebagai indikator peringatan lokal, dan platform Blynk sebagai media pemantauan jarak jauh berbasis internet. Pengujian sistem dilakukan menggunakan gas korek api yang mengandung butana sebagai simulasi gas LPG dengan mempertimbangkan aspek keselamatan laboratorium. Data hasil pembacaan sensor diproses oleh NodeMCU melalui perangkat lunak Arduino IDE dan dikirimkan secara real-time ke aplikasi Blynk melalui jaringan WiFi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi kebocoran gas pada ambang batas konsentrasi ≥ 200 a.u. dengan respons yang stabil. Pada konsentrasi gas ≥ 200 a.u., indikator LED dan buzzer aktif secara otomatis serta notifikasi peringatan berhasil dikirimkan ke perangkat pengguna. Berdasarkan hasil tersebut, sistem yang dikembangkan dinilai efektif dan responsif, serta berpotensi diterapkan sebagai sistem peringatan dini untuk meminimalkan risiko kebakaran akibat kebocoran gas LPG.

Kata Kunci: Kebocoran Gas LPG, Internet of Things, Sensor MQ-2, NodeMCU ESP8266.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi pada masa kini menunjukkan kemajuan yang sangat signifikan dan merambah ke berbagai bidang ilmu pengetahuan. Berbagai inovasi terus dikembangkan untuk meningkatkan efektivitas, efisiensi, serta keamanan dalam menunjang aktivitas manusia. Salah satu teknologi yang berkembang pesat adalah Internet of Things (IoT), yang memungkinkan pemantauan jarak jauh secara nirkabel melalui integrasi perangkat lunak dan perangkat keras. Dalam implementasinya, IoT sering kali dikelola menggunakan Arduino IDE dan platform Blynk untuk memberikan informasi secara real-time kepada pengguna melalui smartphone.

Kemajuan teknologi ini juga beriringan dengan ketergantungan manusia terhadap energi gas dalam kehidupan sehari-hari. Gas merupakan sumber energi yang sangat bermanfaat namun memiliki risiko tinggi terhadap keselamatan jika terjadi kebocoran yang tidak terkendali. Salah satu jenis gas yang umum ditemui dan memiliki karakteristik mudah terbakar adalah butana, yang sering digunakan dalam korek api gas. Meskipun volumenya kecil, kebocoran gas dari sumber-sumber tersebut dapat menjadi simulasi yang akurat untuk memahami potensi bahaya kebakaran di ruang tertutup.

Hingga saat ini, kecelakaan akibat kebocoran instalasi gas masih menjadi ancaman serius bagi keselamatan manusia dan aset properti. Meskipun gas tertentu telah diberi zat pembau, indra penciuman manusia sering kali gagal mendeteksi kebocoran dalam kondisi tertentu, misalnya saat konsentrasi gas masih rendah atau terhalang oleh polutan lain seperti asap. Oleh karena itu, diperlukan sebuah sistem deteksi dini yang mampu mengidentifikasi keberadaan gas secara lebih sensitif dibandingkan indra manusia.

Dalam penelitian ini, dirancang sebuah prototipe sistem deteksi kebocoran gas berbasis IoT menggunakan NodeMCU ESP8266 dengan sensor MQ-2 sebagai pengindera utama. Fokus pengujian dilakukan menggunakan gas korek api sebagai pengganti gas LPG untuk alasan keamanan laboratorium namun tetap mempertahankan akurasi data. Sistem ini dilengkapi dengan LED biru dan buzzer sebagai indikator lokal, serta platform Blynk sebagai media peringatan dini jarak jauh. Diharapkan dengan adanya rancang bangun ini, tingkat risiko kebakaran akibat kebocoran gas dapat diminimalisir melalui teknologi deteksi yang lebih responsif dan dapat diakses dari mana saja.

Tinjauan Pustaka

2.1 Rancang Bangun

Rancang bangun merupakan suatu proses sistematis yang bertujuan untuk menerjemahkan hasil analisis kebutuhan sistem ke dalam bentuk perancangan yang lebih rinci dan terstruktur. Proses ini mencakup penyusunan instruksi pemrograman serta penjelasan mengenai cara setiap komponen sistem diimplementasikan agar dapat bekerja sesuai dengan fungsi yang direncanakan. Selain itu, rancang bangun juga melibatkan kegiatan pengembangan sistem baru maupun perbaikan dan penyempurnaan sistem yang telah ada.

Secara umum, rancang bangun tidak hanya berfokus pada aspek teknis pemrograman, tetapi juga mencakup tahap perencanaan, perancangan, serta pengorganisasian berbagai elemen sistem menjadi satu kesatuan yang saling terintegrasi. Dengan demikian, rancang bangun dapat dipahami sebagai tahapan penting dalam pengembangan sistem yang menjembatani analisis konsep dengan implementasi sistem yang siap digunakan.

2.2 Gas Korek Api sebagai Model Simulasi LPG

Korek api gas komersial pada umumnya menggunakan bahan bakar berupa butana (C_4H_{10}), yaitu senyawa hidrokarbon yang memiliki karakteristik fisis dan kimiawi serupa dengan komponen penyusun Liquefied Petroleum Gas (LPG). Sebagai gas yang sangat mudah terbakar (flammable), butana memiliki sensitivitas yang sangat tinggi terhadap material sensor MQ-2 yang berbasis timah dioksida (SnO_2). Penggunaan gas korek api dalam pengujian ini berfungsi sebagai model simulasi yang representatif untuk merepresentasikan kebocoran LPG dalam skala laboratorium. Hal ini dikarenakan mekanisme reaksi redoks pada permukaan sensor saat terpapar butana akan menghasilkan perubahan hambatan listrik yang identik dengan paparan gas rumah tangga, sehingga data yang dihasilkan tetap memiliki validitas teknis yang tinggi.

Implementasi gas korek api sebagai pengganti LPG juga didasari oleh pertimbangan keamanan dan fleksibilitas dalam pengujian prototipe berbasis NodeMCU ESP8266. Dengan menggunakan korek api, volume gas yang dilepaskan ke arah sensor MQ-2 dapat dikontrol dengan lebih mudah guna mengamati degradasi respon aktuator pada rentang nilai 200 a.u. hingga 250 a.u.. Pemilihan media ini memungkinkan peneliti untuk melakukan pengujian berulang dalam durasi waktu tertentu, seperti 15 detik, tanpa risiko ledakan besar seperti yang mungkin terjadi pada penggunaan tabung LPG utuh. Integrasi dengan platform Blynk memastikan bahwa setiap kenaikan konsentrasi gas butana yang terdeteksi dapat dipantau sebagai data kuantitatif yang akurat untuk memicu alarm pada buzzer dan indikator LED biru.

Berdasarkan tinjauan teori tersebut, dapat disimpulkan bahwa penggunaan gas korek api sebagai pengganti LPG adalah metode simulasi yang sah dan efektif dalam pengujian sistem deteksi kebocoran gas. Hal ini dikarenakan kandungan butana pada korek api berada dalam spektrum deteksi utama sensor MQ-2, sehingga mampu memberikan respon yang konsisten pada perangkat NodeMCU ESP8266. Dengan demikian, kinerja sistem dalam mendeteksi gas korek api dapat menjadi parameter yang reliabel untuk memvalidasi fungsi alat dalam mencegah bahaya kebakaran akibat kebocoran gas LPG yang sesungguhnya.

2.3 Internet of Things (IoT)

Secara bahasa Internet of Things (IoT) berarti internet untuk segalanya. Internet of Things (IoT) merupakan konsep teknologi yang memungkinkan berbagai perangkat fisik terhubung ke jaringan internet untuk saling bertukar data secara otomatis. Melalui integrasi sensor, aktuator, dan sistem komunikasi, IoT memungkinkan pengumpulan dan pengolahan data secara real-time guna mendukung pengambilan keputusan yang lebih efisien.

IoT pertama kali diperkenalkan oleh Kevin Ashton pada tahun 1999. Teknologi ini memungkinkan objek yang dilengkapi sensor untuk mengirimkan data tanpa intervensi manusia secara langsung. Dalam penerapannya, IoT banyak digunakan pada lingkungan rumah pintar (smart home), industri, kesehatan, dan berbagai sektor lainnya. Dengan adanya IoT, proses pemantauan dan pengendalian perangkat dapat dilakukan dari jarak jauh melalui jaringan internet.

Berdasarkan definisi tersebut dapat disimpulkan Internet of things (IoT) adalah teknologi yang memungkinkan untuk mengirimkan data tanpa intervensi manusia dan memungkinkan pengumpulan dan pengolahan data secara real-time dan efisien. IOT memungkinkan pengendalian jarak jauh terhadap objek yang dilengkapi dengan sensor yang telah terhubung ke internet. Oleh karena itu penggunaan Internet of things (IoT) sangatlah mempermudah dalam efisiensi pekerjaan untuk pengembangan modernisasi.

2.4 Node MCU ESP8266

NodeMCU ESP8266 merupakan sebuah modul mikrokontroler yang mengintegrasikan chip ESP8266 untuk mendukung akses jaringan WiFi secara langsung. Perangkat ini dirancang khusus guna menyederhanakan proses pembuatan aplikasi berbasis Internet of Things (IoT) yang memerlukan koneksi internet stabil. Dari segi pemrograman, pengguna memiliki fleksibilitas tinggi karena modul ini dapat dioperasikan menggunakan bahasa Lua maupun melalui lingkungan pengembangan Arduino IDE, sehingga memudahkan pengembang dalam merealisasikan berbagai konsep proyek digital.

Sebagai sirkuit terpadu yang mumpuni, NodeMCU ESP8266 memungkinkan mikrokontroler untuk terhubung ke jagat maya melalui gelombang Wi-Fi secara mandiri. Chip ini berfungsi sebagai solusi jaringan yang lengkap, di mana ia mampu bertindak sebagai penyedia layanan (host) maupun pengguna layanan (client) WiFi. Berkat kekuatan pemrosesan dan kapasitas penyimpanan internal yang optimal, perangkat ini sangat mudah dihubungkan dengan berbagai sensor maupun perangkat eksternal melalui pin GPIO. Tingkat integrasinya yang sangat padat meminimalkan penggunaan komponen tambahan, sehingga sangat ideal untuk menciptakan desain perangkat keras yang efisien dan ringkas.

Secara fungsional, NodeMCU ESP8266 adalah mikrokontroler yang setara dengan Arduino namun memiliki nilai tambah berupa modul WiFi internal di dalamnya. Meskipun memiliki jumlah port yang lebih terbatas jika dibandingkan dengan papan Arduino konvensional, NodeMCU menawarkan keunggulan dalam hal konektivitas nirkabel. Proses pengunggahan program umumnya dilakukan melalui perangkat lunak Arduino dengan basis bahasa C++. Pada iterasi versi 3.0, modul ini menggunakan tipe ESP-12E yang menawarkan stabilitas lebih baik daripada pendahulunya, serta telah dilengkapi dengan dukungan protokol keamanan WPA/WPA2 pada frekuensi 2,4 GHz serta fitur tambahan seperti kendali PWM dan antarmuka SPI.

Berdasarkan penjelasan tersebut, dapat ditarik kesimpulan bahwa NodeMCU ESP8266 ialah komponen elektronik terintegrasi yang menjadi jembatan bagi mikrokontroler menuju jaringan internet. Perangkat ini tidak hanya memiliki fungsionalitas WiFi yang berdiri sendiri, tetapi juga didukung oleh kemampuan manajemen data dan penyimpanan yang andal. Kemudahan integrasi dengan sensor serta dukungan pemrograman melalui Arduino IDE atau bahasa Lua menjadikan NodeMCU sebagai pilihan populer bagi para pengembang perangkat pintar saat ini.

2.5 Software Arduino IDE

Arduino Software (IDE) merupakan aplikasi bersifat sumber terbuka (open-source) yang dirancang untuk membantu pengguna dalam menyusun baris kode dan mengirimkannya ke papan Arduino. Keunggulan utama dari perangkat lunak ini adalah

sifatnya yang lintas platform, sehingga dapat dioperasikan dengan lancar pada berbagai sistem operasi populer seperti Windows, Mac OS X, maupun Linux.

Sebagai sebuah Integrated Development Environment (IDE), perangkat lunak ini berfungsi sebagai jembatan utama atau media untuk menginstruksikan perintah ke dalam board Arduino. Aplikasi ini dibangun menggunakan basis bahasa pemrograman Java, namun dalam operasionalnya didukung oleh pustaka (library) C dan C++. Hal ini bertujuan untuk menyederhanakan proses pengaturan input serta output bagi para pengguna saat mengembangkan proyek elektronik. Sejarah pengembangannya sendiri berakar dari perangkat lunak Processing yang kemudian dievolusikan secara spesifik menjadi Arduino IDE.

Secara teknis, Arduino IDE menyediakan fasilitas lengkap mulai dari penulisan skrip program, proses kompilasi kode menjadi format biner yang dimengerti mesin, hingga tahap pengunggahan data ke dalam memori mikrokontroler. Salah satu nilai tambah yang membuatnya sangat populer di kalangan pelajar dan penghobi adalah aksesibilitasnya, di mana perangkat lunak canggih ini dapat diperoleh dan digunakan oleh siapa saja tanpa dipungut biaya atau gratis.

Berdasarkan pemaparan tersebut, dapat disimpulkan bahwa Arduino IDE ialah perangkat lunak sumber terbuka yang esensial untuk memprogram papan Arduino dengan dukungan bahasa Java serta pustaka C/C++. Kehadiran aplikasi ini sangat memudahkan tahapan penulisan, pemeriksaan (compiling), hingga pengiriman kode ke perangkat keras. Selain tersedia secara cuma-cuma, kompatibilitasnya yang luas pada sistem operasi Windows, Mac, dan Linux menjadikannya standar utama dalam pengembangan teknologi mikrokontroler.

2.6 Blynk

Blynk merupakan ekosistem Cloud IoT yang dirancang khusus untuk perangkat berbasis iOS dan Android, berfungsi sebagai pengendali jarak jauh bagi Arduino, Raspberry Pi, serta berbagai modul mikrokontroler lainnya melalui koneksi internet. Keunggulan utamanya terletak pada ketersediaan dasbor digital yang memungkinkan pengguna merancang antarmuka grafis (GUI) secara instan. Hanya dengan metode tarik-dan-lepas (drag-and-drop) pada berbagai pilihan widget yang tersedia, seseorang dapat menyusun sistem kendali alat yang canggih dengan konfigurasi yang sangat praktis dan cepat, bahkan dalam waktu kurang dari lima menit.

Sebagai platform inovatif, Blynk memberikan kemudahan bagi pengembang untuk membangun antarmuka pemantauan serta pengendalian proyek perangkat keras secara cepat langsung dari ponsel pintar. Layanan IoT ini memang dioptimalkan untuk memfasilitasi kendali jarak jauh serta pembacaan data sensor dari perangkat seperti ESP8266 dan Arduino dengan efisiensi tinggi. Lebih dari sekadar penyimpanan awan (cloud), Blynk hadir sebagai solusi menyeluruh (end-to-end) yang mampu memangkas waktu serta sumber daya dalam pengembangan aplikasi fungsional untuk berbagai produk dan layanan yang terkoneksi internet.

Berdasarkan tinjauan di atas, dapat disimpulkan bahwa Blynk adalah platform IoT yang memfasilitasi pembuatan antarmuka visual untuk memonitor serta mengontrol proyek perangkat keras melalui perangkat iOS dan Android. Dengan dukungan penuh terhadap

perangkat seperti ESP8266 dan Arduino, platform ini menawarkan solusi terintegrasi yang sangat ramah pengguna dalam mengelola sistem melalui jaringan internet.

2.7 Sensor MQ-2

Sensor MQ-2 merupakan perangkat sensor kimia jenis semikonduktor yang sangat populer digunakan dalam sistem keamanan karena kemampuannya mendeteksi berbagai gas yang mudah terbakar dan asap. Sensor ini tersusun atas material sensitif berupa Timah Dioksida (SnO_2) yang ditempatkan di atas lapisan keramik. Dalam kondisi udara bersih, konduktivitas sensor ini rendah karena adanya hambatan listrik yang tinggi. Namun, ketika partikel gas target bersentuhan dengan elemen pemanas (heater) sensor, hambatan listrik tersebut akan menurun secara proporsional dengan peningkatan konsentrasi gas di lingkungan (Sihombing et al., 2018).

Secara teknis, sensor MQ-2 memiliki keunggulan berupa rentang deteksi yang luas, yaitu antara 300 hingga 10.000 ppm (parts per million). Sensor ini mampu mendeteksi gas seperti LPG, propana, butana, metana, hidrogen, dan alkohol, serta asap rokok atau asap pembakaran lainnya. Data yang dihasilkan oleh sensor berupa tegangan analog yang akan dibaca oleh pin ADC (Analog to Digital Converter) pada mikrokontroler seperti NodeMCU ESP8266. Hasil pembacaan tersebut kemudian dikonversi menjadi satuan arbitrary unit (a.u.) untuk menentukan kategori tingkat bahaya berdasarkan ambang batas (threshold) yang telah ditetapkan dalam program Arduino IDE.

Berdasarkan hasil analisis dan pengujian, dapat disimpulkan bahwa sensor MQ-2 adalah komponen yang sangat efektif dan reliabel untuk digunakan dalam sistem deteksi kebocoran gas berbasis IoT. Keunggulan utamanya terletak pada tingkat sensitivitas yang tinggi terhadap berbagai jenis gas yang mudah terbakar serta kemampuannya memberikan respon data yang distintif pada rentang konsentrasi di atas 200 a.u.

Integrasi sensor MQ-2 dengan NodeMCU ESP8266 dan Blynk berhasil menciptakan sistem peringatan dini yang responsif. Melalui aktivasi LED biru dan buzzer sebagai aktuator fisik, serta pengiriman notifikasi ke smartphone, sistem ini mampu meminimalisir risiko bahaya kebakaran akibat kebocoran gas. Hal ini menjadikan sensor MQ-2 sebagai solusi deteksi yang paling fungsional dibandingkan sensor tipe lain dalam pengujian gas korek api dan asap (Omar et al., 2019).

2.8 Buzzer

Buzzer listrik merupakan instrumen elektronika yang memiliki fungsi utama mengonversi energi listrik menjadi getaran suara. Sebagai perangkat output audio, komponen ini sangat umum diimplementasikan pada berbagai sistem keamanan dan peringatan, seperti instalasi alarm anti-pencurian, penanda waktu pada jam tangan, bel pintu, hingga sinyal peringatan mundur pada kendaraan besar seperti truk dan peralatan keselamatan lainnya.

Secara teknis, mekanisme kerja buzzer memiliki kemiripan dengan pengeras suara (loudspeaker). Perangkat ini memanfaatkan kumparan yang terhubung pada sebuah diafragma; ketika arus listrik mengalir, kumparan tersebut bertransformasi menjadi elektromagnet yang bergerak maju-mundur sesuai dengan arah arus dan kutub magnetnya. Gerakan mekanis kumparan yang terpasang pada diafragma ini menyebabkan udara di sekitarnya bergetar, sehingga menghasilkan gelombang suara yang dapat didengar.

Berdasarkan tinjauan tersebut, dapat disimpulkan bahwa buzzer adalah elemen elektronik pengolah sinyal listrik menjadi suara dengan prinsip kerja elektromagnetik yang serupa dengan speaker. Perangkat ini menjadi standar dalam pembuatan alarm dan bel rumah berkat karakteristik fisiknya yang ringkas, biasanya berbentuk bulat berukuran 12mm. Dari sisi spesifikasi, buzzer umumnya beroperasi pada frekuensi 2kHz dengan kebutuhan tegangan antara 3,5 hingga 5V dan konsumsi arus puncak 35mA, serta mampu menghasilkan intensitas suara hingga 95 dBA dengan hambatan kumparan sebesar $42 \pm 6,3$ ohm.

2.9 Kabel Jumper

Kabel jumper merupakan kabel listrik yang dirancang untuk mengoneksikan berbagai komponen elektronik di atas breadboard tanpa perlu menggunakan proses penyolderan. Secara fisik, kabel ini memiliki konektor atau pin khusus pada kedua ujungnya. Terdapat dua jenis terminal utama: konektor yang menonjol disebut sebagai male connector, sedangkan konektor yang memiliki lubang penerima disebut female connector. Berdasarkan kombinasinya, kabel jumper dikategorikan menjadi tiga varian, yaitu Male to Male, Male to Female, dan Female to Female.

Dalam pengembangan proyek elektronika, kabel jumper berfungsi sebagai media penghantar listrik yang menghubungkan antar komponen, khususnya saat menggunakan papan mikrokontroler seperti Arduino. Fungsi intinya adalah sebagai konduktor yang menyatukan berbagai bagian dalam sebuah rangkaian listrik. Penggunaan kabel ini sangat lazim pada breadboard atau perangkat prototyping lainnya karena memberikan kemudahan bagi pengembang untuk memodifikasi konfigurasi rangkaian dengan cepat.

Selain itu, kabel jumper juga berperan penting sebagai penghubung fleksibel antar komponen elektronik maupun untuk menyambungkan jalur arus yang terpisah pada papan uji (breadboard). Fleksibilitas ini memungkinkan para praktisi untuk mengeksplorasi desain rangkaian tanpa batasan permanen, sehingga proses eksperimen menjadi lebih efektif.

Berdasarkan uraian tersebut, penulis menyimpulkan bahwa kabel jumper adalah penghantar listrik yang dilengkapi konektor pada ujungnya guna mengintegrasikan komponen pada breadboard tanpa solder. Kehadiran kabel ini sangat mempermudah proses pembuatan prototipe serta memberikan keleluasaan dalam memodifikasi skema rangkaian elektronika secara dinamis.

2.10 Adaptor

Adaptor merupakan sebuah piranti elektronika yang memiliki kegunaan untuk mentransformasikan arus bolak-balik (AC) menjadi arus searah (DC), atau sebaliknya sesuai kebutuhan sistem. Selain berfungsi sebagai pengubah jenis arus, perangkat ini juga berperan penting dalam meregulasi level tegangan, baik itu menaikkan ataupun menurunkan voltase listrik. Hal ini dilakukan guna menyesuaikan pasokan daya agar sesuai dengan spesifikasi dan kebutuhan teknis dari perangkat elektronik yang akan dihubungkan.

2.11 Prototype

Prototype atau prototipe merupakan sebuah metode dalam pengembangan sistem yang berfokus pada pembuatan rancangan program secara cepat dan dilakukan dalam beberapa tahapan guna mendapatkan evaluasi dini dari pengguna. Kehadiran prototipe ini berfungsi sebagai model awal yang disusun sebelum memasuki fase pengembangan yang lebih kompleks. Secara khusus, proses ini menjadi jembatan krusial dalam siklus pengembangan perangkat sebelum sistem tersebut akhirnya diproduksi atau diimplementasikan dalam skala yang lebih luas.

2.12 Flowchart

Flowchart atau diagram alir merupakan representasi grafis yang memanfaatkan sekumpulan simbol standar untuk menggambarkan urutan proses secara sistematis, mendalam, dan logis. Diagram ini berfungsi untuk memetakan keterkaitan antara satu tahapan dengan tahapan lainnya di dalam sebuah program. Melalui penggunaan flowchart, logika operasional suatu sistem dapat dipaparkan dengan sangat transparan, mencakup seluruh rangkaian instruksi mulai dari titik awal (start) hingga mencapai penyelesaian akhir.

2.13 Penelitian yang Relevan

Penelitian yang dilakukan oleh Silalahi et al. (2022) membahas perancangan alat pendeteksi kebocoran gas LPG berbasis Arduino dengan sistem notifikasi SMS. Pada penelitian tersebut, sensor gas digunakan untuk mendeteksi kebocoran, kemudian mikrokontroler mengaktifkan buzzer sebagai alarm dan mengirimkan informasi ke perangkat pengguna. Penelitian ini menjadi salah satu referensi dalam pengembangan sistem pendeteksi kebocoran gas pada penelitian yang dilakukan.

METODE PENELITIAN

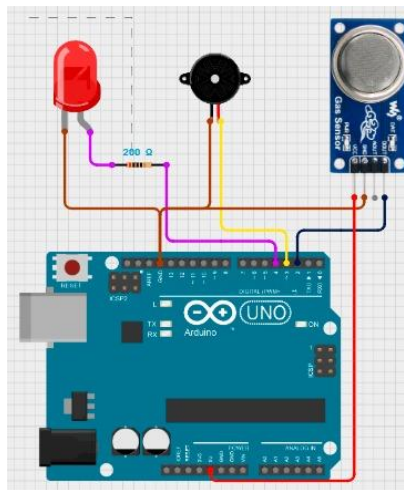
Sensor gas MQ-2 dipilih sebagai komponen utama dalam pengujian deteksi gas yang dikendalikan melalui pemrograman pada NodeMCU ESP8266 menggunakan software Arduino IDE. Sebagai aktuator, sistem ini memanfaatkan sinyal suara dari buzzer dan cahaya dari satu buah LED biru sebagai indikator visual adanya kebocoran gas. Agar sistem bekerja secara optimal, resistor 220 Ω dipasang pada LED biru untuk membatasi arus, sementara pin I/O pada NodeMCU digunakan secara spesifik: Pin D1 dihubungkan ke LED biru, pin D2 dihubungkan ke buzzer, dan pin A0 berfungsi sebagai pembaca data analog dari sensor MQ-2. Selain itu, pin VCC dan GND pada mikrokontroler masing-masing berperan sebagai penyuplai tegangan dan titik negatif bersama untuk sensor, LED, serta buzzer guna memastikan seluruh rangkaian elektronik terintegrasi dengan baik.

Mekanisme kerja prototipe ini difokuskan pada penggunaan sensor MQ-2 untuk mendeteksi keberadaan gas dan asap, seperti asap rokok atau korek api, dalam durasi pengujian selama 15 detik. Pengambilan data dilakukan dengan memposisikan sumber gas pada jarak dekat terhadap sensor guna menjamin akurasi pembacaan konsentrasi dalam satuan arbitrary unit (a.u.). Indikator peringatan berupa LED biru akan menyala apabila konsentrasi gas terdeteksi berada pada rentang nilai lebih dari 200 hingga kurang dari 250 a.u. Bersamaan dengan aktifnya LED, buzzer akan berbunyi sebagai alarm peringatan, dan seluruh status deteksi ini akan dikirimkan secara nirkabel untuk dipantau melalui aplikasi

Blynk pada smartphone. Jika sensor tidak mendeteksi gas di ambang batas tersebut, maka LED dan buzzer akan tetap mati, menandakan kondisi lingkungan dalam keadaan aman.

3.1 Perancangan Alat

Pembuatan sistem pendeteksi kebocoran gas LPG ini melalui beberapa tahap pembuatan. Dimulai dengan mempersiapkan bahan dan alat yang digunakan. Seperti menyiapkan box dan penyusunan mainboard arduino dengan Ethernet Shield Arduino. Maksud dari pembuatan box yaitu untuk peletakkan komponen-komponen input dan output atau sebagai wadah dari sistem alat ini agar dapat memudahkan dan menyesuaikan sistem dalam penggunaannya. Proses selanjutnya yaitu proses perangkaian skematik elektronik sistem pendeteksi kebocoran gas.



Gambar 1. Rangkaian Pemasangan Komponen

Sistem pendeteksi kebocoran gas ini dirancang menggunakan mikrokontroler Arduino Uno sebagai pusat pengolahan data, sensor gas MQ-2 sebagai pendeteksi gas, serta LED dan buzzer sebagai indikator peringatan. Sensor gas MQ-2 berfungsi untuk mendeteksi keberadaan gas mudah terbakar seperti LPG, metana, dan asap di lingkungan sekitar. Sensor ini bekerja dengan mengubah konsentrasi gas menjadi sinyal analog yang kemudian dibaca oleh pin input Arduino. Output sensor MQ-2 dihubungkan ke pin analog Arduino Uno, sedangkan pin VCC dan GND masing-masing terhubung ke sumber tegangan 5V dan ground Arduino. Data analog dari sensor akan diproses oleh Arduino untuk menentukan apakah konsentrasi gas melebihi ambang batas yang telah ditentukan dalam program. Sebagai indikator visual, sebuah LED dipasang dan dihubungkan ke salah satu pin digital Arduino melalui resistor 200 Ω untuk membatasi arus. LED akan menyala ketika terdeteksi kebocoran gas. Selain itu, sistem dilengkapi dengan buzzer yang terhubung ke pin digital lain sebagai indikator suara. Buzzer akan berbunyi sebagai peringatan dini saat konsentrasi gas berada pada level berbahaya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rancangan alat pendeteksi kebocoran gas yang ditunjukkan pada Gambar 2 dirancang untuk digunakan pada lingkungan domestik maupun industri, dengan penempatan yang relatif dekat terhadap sumber potensi kebocoran gas dan asap. Struktur

sistem mengacu pada diagram rangkaian pada Gambar 3, di mana sensor MQ-2 terhubung ke pin A0, GND, dan Vin (5V) pada modul NodeMCU ESP8266.

Perangkat keluaran sistem terdiri atas sebuah buzzer yang dihubungkan ke pin D2 serta LED biru yang terpasang pada pin D1 dan dilengkapi dengan resistor pada sisi katoda sebagai pengaman arus. Seluruh proses pengendalian dan pemrosesan data dilakukan melalui pemrograman menggunakan Arduino IDE, yang selanjutnya diintegrasikan dengan aplikasi Blynk untuk mendukung pemantauan jarak jauh berbasis jaringan internet.

Tabel 1. Hasil Pengujian Skala Gas

Skala Gas	Konsentrasi (a.u.)	Status LED Biru	Status Buzzer	Keterangan
0	< 200	Mati	Mati	Kondisi Aman (Udara Bersih)
1	200 – 250	Menyala	Bunyi	Deteksi Gas/Asap Rendah
2	> 250	Menyala	Bunyi	Deteksi Gas/Asap Tinggi

Tabel 1 mendokumentasikan klasifikasi nilai konsentrasi yang dibaca oleh sensor MQ-2, yang telah dikalibrasi sesuai dengan intensitas gas pada produk korek api komersial agar aktivasi buzzer dan LED dapat terukur secara valid. Penanda visual berupa LED biru diatur untuk menyala ketika tingkat gas berada di antara 200 a.u. hingga 250 a.u., yang berfungsi sebagai parameter utama deteksi. Meskipun hanya menggunakan satu jenis LED, sistem ini tetap memberikan data kuantitatif yang konsisten melalui platform Blynk. Hasil pengamatan yang diperoleh dari sensor MQ-2 terhadap berbagai kondisi pengujian dapat dilihat secara mendalam pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Alat

Jenis Pengujian	Durasi (Detik)	Nilai Sensor (a.u.)	Respon LED Biru	Respon Buzzer	Hasil Monitoring Blynk
Tanpa Gas	15	120 - 150	Mati	Mati	Normal
Gas Korek Api (Skala 1)	15	210 - 235	Menyala	Bunyi	Alert: Gas Terdeteksi
Asap Rokok	15	240 - 248	Menyala	Bunyi	Alert: Asap Terdeteksi
Asap Korek Api	15	225 - 245	Menyala	Bunyi	Alert: Asap Terdeteksi

Analisis data pada Tabel 2 menunjukkan bahwa kedua perangkat aktuator tetap dalam keadaan tidak aktif saat tidak ada gas yang dideteksi, mencerminkan respons fisik

yang akurat terhadap lingkungan normal. Buzzer dan LED biru baru akan bereaksi ketika sensor mulai terpapar gas sesuai dengan rentang yang ditentukan. Pada pengujian sensor MQ-2, ditemukan adanya durasi waktu tunda (delay) selama 5 detik pertama sebelum indikator menyala secara stabil, yang merupakan karakteristik natural sensor dalam menyerap partikel gas (Dominguez-Pumar et al., 2016). Riset ini membuktikan bahwa sensor MQ-2 memiliki tingkat sensitivitas yang paling unggul karena mampu menghasilkan data gradasi yang lebih jelas, sehingga sangat direkomendasikan untuk pengembangan sistem deteksi gas yang efisien dan responsif (Omar et al., 2019).



Gambar 2. Alat Pendeteksi Kebocoran Gas

Hasil dari pembuatan alat pendeteksi kebocoran gas menunjukkan bahwa seluruh komponen berhasil dirangkai dan diintegrasikan dengan baik dalam sebuah kotak pelindung berbahan akrilik. Desain casing dibuat kompak dan tertutup untuk melindungi rangkaian elektronik dari gangguan lingkungan luar, namun tetap menyediakan bukaan pada bagian depan untuk penempatan sensor gas, LED indikator, buzzer, serta modul catu daya. Penataan kabel di dalam kotak dilakukan secara rapi menggunakan pengikat kabel sehingga meminimalkan risiko hubungan singkat dan memudahkan proses perawatan atau pengembangan sistem di kemudian hari.

Berdasarkan hasil pengujian fungsional, alat mampu bekerja sesuai dengan perancangan yang telah ditetapkan. Sensor gas dapat mendeteksi keberadaan gas di sekitar alat dan mengirimkan data ke mikrokontroler untuk diproses. Ketika konsentrasi gas melebihi ambang batas yang ditentukan, sistem secara otomatis mengaktifkan buzzer sebagai peringatan suara dan LED sebagai indikator visual. Hasil ini menunjukkan bahwa alat pendeteksi kebocoran gas yang dikembangkan mampu berfungsi secara efektif sebagai sistem peringatan dini dan berpotensi untuk diterapkan pada lingkungan domestik maupun industri skala kecil.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa prototipe sistem deteksi kebocoran gas berbasis NodeMCU ESP8266 telah berhasil mengintegrasikan sensor MQ-2 dengan aktuator berupa LED biru dan buzzer. Sistem ini mampu bekerja secara responsif dalam mendeteksi konsentrasi gas mulai dari ambang batas 200 a.u., di mana indikator peringatan akan aktif secara otomatis ketika nilai tersebut terlampaui. Penggunaan software Arduino IDE sebagai basis pemrograman terbukti efektif dalam mengatur logika alat, sementara platform Blynk memberikan nilai tambah berupa

kemampuan pemantauan jarak jauh secara nirkabel yang akurat melalui perangkat smartphone.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor MQ-2 memiliki tingkat sensitivitas yang paling optimal dalam mendeteksi gas korek api dan asap jika dibandingkan dengan sensor sejenis lainnya. Sensor ini mampu memberikan data degradasi yang lebih distintif dengan waktu tunda fisis yang wajar, sehingga sangat reliabel untuk digunakan sebagai perangkat keamanan dini di lingkungan rumah tangga maupun industri. Dengan demikian, integrasi antara sensor MQ-2 dan NodeMCU ESP8266 merupakan solusi yang efisien, responsif, dan aplikatif untuk mendeteksi kebocoran gas secara real-time.

DAFTAR PUSTAKA

- 1) Ahn, J., Lee, J., & Kim, S. (2019). Design of low-power IoT gas monitoring systems for industrial safety applications. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 15(7), 1–12.
<https://doi.org/10.1177/1550147719861567>
- 2) Al-Habaibeh, A., et al. (2020). Smart sensing for occupational safety in confined spaces using IoT technologies. *Safety Science*, 128, 104742.
<https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.104742>
- 3) Espressif Systems. (2022). ESP32 Series Datasheet. Espressif Systems Official Documentation.
- 4) González, I., Calderón, A. J., & Figueiredo, J. (2019). Wireless sensor network-based monitoring system for confined space environments. *Sensors*, 19(6), 1348.
<https://doi.org/10.3390/s19061348>
- 5) Hanwei Electronics. (2021). MQ-135 Gas Sensor Datasheet. Hanwei Electronics Co., Ltd.
- 6) Hanwei Electronics. (2021). MQ-9 Gas Sensor Datasheet. Hanwei Electronics Co., Ltd.
- 7) Hassan, M., et al. (2020). IoT-enabled real-time gas monitoring system using ESP32 for industrial safety. *Journal of Engineering Science and Technology*, 15(4), 2451–2465.
- 8) International Labour Organization (ILO). (2018). Safety and health at the heart of the future of work. ILO Publications.
- 9) Kumar, A., Singh, R., & Verma, P. (2020). IoT-based gas detection system using ESP32 and MQ sensors. *Journal of Sensors*, 2020, 1–10.
<https://doi.org/10.1155/2020/8821309>
- 10) Lee, S., Park, J., & Kim, H. (2022). Advances in IoT-based gas sensing technologies for industrial environments. *IEEE Sensors Journal*, 22(3), 456–467.
<https://doi.org/10.1109/JSEN.2021.3132457>
- 11) Li, X., et al. (2021). Energy-efficient IoT architectures for real-time environmental monitoring. *IEEE Internet of Things Journal*, 8(5), 3782–3794.
<https://doi.org/10.1109/JIOT.2020.3029187>
- 12) National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). (2019). Criteria for a recommended standard: Working in confined spaces. U.S. Department of Health and Human Services.

- 13) Occupational Safety and Health Administration (OSHA). (2023). Permit-required confined spaces (29 CFR 1910.146). U.S. Department of Labor.
- 14) Rao, P., Kumar, N., & Reddy, K. (2019). Gas leakage detection and alerting system using IoT. *International Journal of Engineering Research and Technology*, 8(5), 2278–0181.
- 15) Silva, J., Santos, R., & Pereira, F. (2021). Real-time notification in IoT systems using Telegram bots. *Proceedings of the IEEE International Conference on Internet of Things*, 456–462.
<https://doi.org/10.1109/IoT52035.2021.00078>
- 16) Wang, Y., Li, J., & Zhang, L. (2018). Performance analysis of MQ series gas sensors under different environmental conditions. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 255, 1–15.
<https://doi.org/10.1016/j.snb.2017.08.123>
- 17) Zhang, D., et al. (2020). IoT-based intelligent safety monitoring system for industrial environments. *Journal of Industrial Information Integration*, 18, 100133.
<https://doi.org/10.1016/j.jii.2020.100133>
- 18) Hidayat, N., & Hidayat, S. (2020). Sistem deteksi kebocoran gas sederhana berbasis Arduino Uno. *Journal of Science and Technology*. Universitas Negeri Malang.
- 19) Awaludin, A. (2020). Sistem pendeteksi kebocoran gas LPG menggunakan notifikasi WhatsApp. *Jurnal elektro & informatika swadharma (JEIS)*. ITB Swadharma.
- 20) Amir, F., Noviana, & Maulana, R. (2020). Sistem pendeteksi kebocoran *Liquefied Petroleum Gas* menggunakan metode *Fuzzy Logic Mamdani* berbasis *Internet of Things*. *Jurnal Teknologi*, 12(2), 151–158. Universitas Muhammadiyah Jakarta.
- 21) Nurhapsari. (2025). Rancang bangun sistem pendeteksi kebocoran gas berbasis Internet of Things (IoT). *JITET (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan)*. /Universitas Andi Djemma