

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teori Dasar

2.1.1 Rancang Bangun

Rancang bangun meliputi proses pembuatan sistem yang baru serta pengembangan sistem yang telah ada. Secara umum, rancang bangun dapat dimaknai sebagai representasi, perancangan, pembuatan desain, atau pengorganisasian berbagai komponen yang terpisah menjadi satu kesatuan yang lengkap dan berfungsi. (Fauziah et al., 2020). Selain itu, Rancang bangun dapat dimaknai sebagai proses mengkonversi sistem ke dalam bahasa pemrograman, sehingga memberikan gambaran detail tentang cara komponen-komponennya dijalankan.

Menurut Silalahi et al., 2022 Rancang bangun diartikan sebagai proses merancang, merencanakan, menyusun, atau membuat sketsa dari berbagai komponen terpisah untuk menciptakan suatu kesatuan yang lengkap dan beroperasi dengan baik. Penerapan rancang bangun dalam kehidupan sehari-hari sangat luas, bertujuan untuk membantu manusia serta mempermudah aktivitas sehari-hari. Contohnya, rancang bangun digunakan untuk meningkatkan keamanan rumah, mengembangkan sistem smart home seperti pengontrolan lampu, AC, atau alat pengukur intensitas cahaya di suatu tempat yang dapat dioperasikan secara otomatis.

2.1.2 Alat pendeteksi

Alat, suatu benda yang digunakan untuk memudahkan aktivitas sehari-hari (Gurbilek, 2013). Alat yang dikembangkan dalam penelitian ini dirancang untuk mendeteksi kebocoran gas secara efisien dan terjangkau, guna mencegah kerugian akibat kebakaran. Sistem ini merupakan sistem keamanan otomatis yang terintegrasi, mampu memberikan informasi tentang kondisi atau kejadian tertentu. Alat ini dapat diterapkan di perumahan, perkantoran, kampus, unit usaha, maupun instansi yang memerlukan.

Alat ini meningkatkan keselamatan dan keamanan dalam penggunaan gas di berbagai lingkungan. Dengan kemampuan mendeteksi kebocoran gas secara *real-time* dan memberikan notifikasi kepada pengguna, alat ini mengurangi risiko kecelakaan dan kerugian akibat kebocoran gas yang tidak terdeteksi. Selain itu, alat ini juga membantu pemantauan konsumsi gas yang lebih efisien, mengurangi pemborosan energi dan biaya.

2.1.3 Sistem

Sistem dapat didefinisikan sebagai kumpulan unsur, komponen, atau variabel yang terstruktur, saling berhubungan, terpadu, dan saling membutuhkan satu sama lain (Kurniawan et al., 2020). Sistem juga suatu kumpulan elemen yang saling berinteraksi dan terhubung dalam satu kesatuan untuk menjalankan proses mencapai tujuan utama. Selain itu, sistem suatu entitas terdiri dari dua atau lebih komponen atau subsistem yang saling berhubungan untuk mencapai tujuan. Langkah awal yang perlu dilakukan dalam membangun sistem melakukan

perencanaan, karena perencanaan sistem sekumpulan gambaran rinci tentang aktivitas yang dijalankan saat sistem beroperasi.

Dalam elektronik, sistem mengacu pada Sekelompok komponen yang berinteraksi dan berkolaborasi untuk mencapai suatu tujuan tertentu. Beberapa contoh sistem yang diterapkan dalam perancangan perangkat elektronik antara lain Sistem penyiraman otomatis, sistem pengawasan lingkungan, sistem pemantauan medis, serta Sistem monitoring konsumsi energi. Sistem-sistem ini dibuat untuk menghadirkan fungsi spesifik dan membantu pengguna dalam menjalankan aktivitas tertentu dengan lebih mudah.

2.1.4 Internet of Things (IoT)

Internet of Things berfungsi sebagai penghubung sistem konektivitas perangkat mikrokontroler yang tetap terhubung dengan Internet melalui sensor jaringannya.(Huynh & Anh, 2022) Tujuan utama IoT adalah mengumpulkan data dan mengendalikan operasi perangkat secara otomatis, memungkinkan perangkat saling berinteraksi dan merespons data yang diperoleh tanpa memerlukan campur tangan manusia. (Sirmayanti et al, 2023)

Tujuan dari perancangan dan pengembangan sistem deteksi kebocoran gas berbasis IoT untuk menyediakan informasi cepat dalam mendeteksi suatu kejadian dengan memanfaatkan sistem *Internet of Things*.(Fatema et al., 2023) Dengan teknologi ini, kita dapat memantau kondisi suatu kejadian secara *real-time* karena sistem IoT memungkinkan monitoring melalui jaringan internet. Dengan demikian, jarak dan lokasi tidak lagi menjadi kendala, asalkan sensor yang digunakan dapat mendeteksi setiap perubahan yang terjadi.(Tarmizi et al., 2023)

2.1.5 Arduino UNO R4 Minima

Arduino Uno R4 Minima, sebuah papan (board) pengendali berbasis mikrokontroler yang memiliki bentuk fisik seukuran kartu kredit. Papan ini dirancang untuk memberikan performa lebih tinggi dibandingkan generasi sebelumnya dengan fitur yang lebih canggih. Uno R4 Minima dilengkapi dengan mikrokontroler 32-bit RA4M1 yang berbasis ARM Cortex-M4 dari Renesas. Papan ini mempertahankan 14 pin digital dan 6 pin analog seperti pendahulunya, namun memiliki peningkatan signifikan dalam hal kecepatan pemrosesan dan kapasitas memori, menjadikannya pilihan yang ideal untuk proyek-proyek yang lebih kompleks. (Maidoni & Elfizon, 2020)

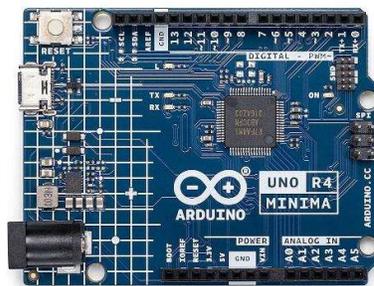
Uno R4 Minima dilengkapi dengan fitur tambahan seperti dukungan untuk tegangan 5V dan 3.3V, konektor USB-C, dan proteksi tegangan berlebih yang lebih baik. Mikrokontroler RA4M1 memiliki SRAM yang jauh lebih besar serta kecepatan clock hingga 48 MHz, meningkatkan efisiensi dan fleksibilitas dalam pengembangan aplikasi IoT dan sistem otomatisasi. (Muhtar et al., 2021)

Spesifikasi Arduino Uno R4 Minima:

1. Mikrokontroler: RA4M1 (32-bit ARM Cortex-M4)
2. Tegangan Operasi: 5V
3. Tegangan Masukan (disarankan): 7-12V
4. Tegangan Masukan (maksimum): 6-20V
5. Pin Digital I/O: 14 (dengan dukungan PWM)
6. Pin Analog: 6

7. Memori Flash: 256 KB
8. SRAM: 32 KB
9. EEPROM: Tidak tersedia secara internal, namun dapat disimulasikan
10. Kecepatan Clock: 48 MHz
11. Port USB: USB-C
12. Fitur Tambahan: CAN bus, DAC, dan proteksi tegangan.(Fauza & Muthalib, 2022)

Berikut ini adalah tampilan Arduino yang digunakan dalam penelitian ini :



Gambar 2. 1 Arduino Uno R4 Minima

2.1.6 LCD 2*16

LCD, singkatan dari *Liquid Crystal Display*, berfungsi menampilkan berbagai informasi terkait aktivitas mikrokontroler, Termasuk teks yang terdiri dari berbagai karakter. LCD sering digunakan karena memiliki berbagai fungsi dan pemrogramannya relatif sederhana.(Pandega & Marcos, 2023)

Agar LCD dapat terhubung dengan mikrokontroler, PORT pada LCD harus dihubungkan ke PORT yang sesuai pada mikrokontroler. PORT tersebut tidak dapat digunakan untuk fungsi lain karena khusus digunakan untuk mengoperasikan LCD.

Dalam penelitian ini, digunakan LCD 16x2. Pada LCD dengan 16 pin, masing-masing pin memiliki fungsi yang dijelaskan dalam tabel berikut:

Tabel 2. 1 Deskripsi pin LCD 16 pin

Pin	Simbol	I/O	Deskripsi
1.	Vss	--	<i>Ground</i>
2.	Vcc	--	<i>Power supply +5V</i>
3.	VEE	--	<i>Power supply</i> untuk mengatur kontras
4.	RS	I	RS = 0 untuk memilih register <i>command</i> RS = 1 untuk memilih register data
5.	R/W	I	R/W = 0 untuk melakukan <i>write</i> R/W = 1 untuk melakukan <i>read</i>
6.	E	I/O	<i>Enable</i>
7.	DB0	I/O	Data bus 8-bit
8.	DB1	I/O	Data bus 8-bit
9.	DB2	I/O	Data bus 8-bit
10.	DB3	I/O	Data bus 8-bit
11.	DB4	I/O	Data bus 8-bit
12.	DB5	I/O	Data bus 8-bit
13.	DB6	I/O	Data bus 8-bit
14.	DB7	I/O	Data bus 8-bit
15.	Anoda (Kabel coklat untuk LCD Hitachi)	--	Tegangan positif <i>backlight</i>

16.	Katoda (Kabel merah untuk LCD Hitachi)	--	Tegangan negatif <i>backlight</i>
-----	--	----	-----------------------------------

1. VCC, VSS dan VEE

VCC berfungsi sebagai sumber daya 5V, VSS sebagai ground, dan VEE digunakan untuk mengatur tingkat kontras pada LCD.

2. RS (*register select*)

LCD memiliki dua register penting. Ketika RS=0, register command aktif, memungkinkan pengguna mengirim perintah seperti menghapus tampilan atau mengembalikan kursor ke posisi awal. Ketika RS = 1, register data diaktifkan, sehingga memungkinkan pengguna mengirimkan data untuk ditampilkan pada LCD.

3. R/W

Input R/W memungkinkan pengguna menulis ke LCD ketika R/W = 0 atau membaca data dari LCD ketika R/W = 1.

4. E (*enable*)

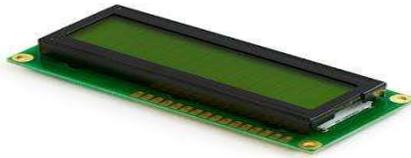
Pin *enable* pada LCD berfungsi untuk mengunci (*latch*) data pada pin dengan memberikan pulsa dari keadaan tinggi ke rendah.

5. D0-D7

Digunakan untuk mengirim atau menerima data antara mikrokontroler dan LCD. Dalam 8-bit mode, semua 8 pin digunakan untuk mengirimkan data sekaligus, sementara dalam 4-bit mode, hanya pin D4 hingga D7 yang digunakan. Pin ini mengirimkan karakter, angka, atau perintah ke layar LCD.

6. Pin data 8-bit

Pin ini berfungsi untuk mengirimkan data ke LCD atau untuk membaca informasi dari registri internalnya. Untuk menampilkan karakter huruf dan angka, kode ASCII dari A-Z, a-z, dan 0-9 dikirim melalui pin ini dengan mengatur RS menjadi 1.



Gambar 2. 2 LCD

2.1.7 Potensiometer

Potensiometer, komponen elektronik yang sering digunakan untuk mengatur resistansi dalam sirkuit, memungkinkan pengaturan variabel seperti kontras pada layar LCD atau volume pada perangkat audio. Dengan menggunakan pegangan yang dapat diputar, potensiometer mengubah nilai resistansi sesuai kebutuhan, yang mengubah arus atau tegangan yang melewatinya. Potensiometer banyak digunakan dalam berbagai aplikasi elektronik, baik untuk pengaturan manual atau sebagai bagian dari sensor dalam perangkat otomatis. Komponen ini terdiri dari elemen resistif, sikat geser, dan penghubung yang memfasilitasi perubahan nilai resistansi seiring pergerakan pegangan.(Fauza & Muthalib, 2022).



Gambar 2. 3 Potensiometer

2.1.8 Trafo (0-12 volt, 2 amper)

Trafo (transformator) komponen utama yang terdapat pada *power supply*. Dalam sistem catu daya, elemen yang berperan dalam mengonversi tegangan listrik. Umumnya, trafo terbagi menjadi dua kategori, yaitu trafo *step up* dan *step down*. Seperti namanya, *step up* memiliki fungsi untuk meningkatkan tegangan. Sementara itu, jenis *step down* berfungsi untuk menurunkan voltase. Transformator (trafo) terdiri atas dua kumparan yang dililitkan pada satu inti. Inti transformator ini terdiri dari lapisan-lapisan besi.(Fatema et al., 2023)

Saat listrik mengalir melalui kumparan primer, sebuah medan magnet akan terbentuk. Inti besi pada transformator berperan sebagai saluran untuk garis-garis gaya magnet, sehingga hampir seluruh garis gaya magnet dapat mengalir dengan efisien ketika ada perubahan medan magnet. Oleh karena itu, dalam komponen power supply, jenis transformator yang digunakan adalah tipe *step down*. Hal ini disebabkan karena perangkat tersebut membutuhkan tegangan yang relatif kecil. Perlu dicatat bahwa transformator tidak bisa berfungsi dengan arus searah (DC). Saat arus bolak-balik (AC) mengalir melalui kumparan utama, akan terbentuk medan magnet yang berubah-ubah. Medan magnet tersebut kemudian menginduksi arus AC pada kumparan sekunder.

Frekuensi arus AC yang dihasilkan di kumparan sekunder sama dengan frekuensi AC yang menghasilkannya di kumparan primer. Jika V_p merupakan amplitudo tegangan pada kumparan primer dan V_s adalah amplitudo tegangan pada kumparan sekunder, maka dengan mengatur persamaan yang tersedia, kita dapat memperoleh nilai V_s :

$$V_s = V_p \times \frac{\text{jumlah lilitan primer}}{\text{jumlah lilitan sekunder}}$$

Dimana:

V_p = tegangan primer

V_s = tegangan sekunder

I_p = arus primer

I_s = arus sekunder

N_p = Jumlah lilitan primer

N_s = Jumlah lilitan sekunder

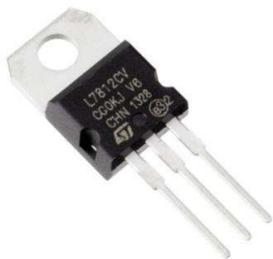
Berdasarkan fungsi dan penggunaannya, transformator (trafo) memiliki berbagai jenis, Seperti Trafo *step-up* dan *step-down* berfungsi untuk menaikkan atau menurunkan tegangan, trafo adaptor digunakan untuk mengubah tegangan dari arus AC ke DC, serta trafo penguat frekuensi menengah (*IF* trafo) dan berbagai jenis trafo lainnya.(Indriati et al., 2020)



Gambar 2. 4 trafo

2.1.9 IC Regulator 7805 Dan IC Regulator 7812

IC regulator berperan sebagai sumber catu daya yang menyediakan tegangan atau energi untuk perangkat elektronik dengan cara Menyesuaikan tegangan listrik dari jaringan distribusi atau transmisi ke tingkat yang dibutuhkan, serta mengubah daya listrik dalam proses tersebut. Saat catu daya beroperasi dengan beban, akan muncul keluaran tertentu, dan jika beban tersebut dihilangkan, tegangan ini dianggap sebagai aspek dari regulasi atau pengaturan pada sistem catu daya itu. Regulasi merujuk pada perbandingan perbedaan tegangan antara keadaan tanpa beban dan keadaan saat beban penuh. Agar tegangan keluaran catu daya lebih stabil, bisa digunakan komponen IC yang disebut regulator IC, seperti regulator IC 7812 dan regulator IC 7805.(Jonathan et al., 2015)



Gambar 2. 5 IC Regulator 7812



Gambar 2. 6 IC Regulator 7805

2.1.10 Capacitor 1000uf/16V

Menurut John B. Robertson, Andre Marie Ampere menjelaskan Arus listrik mengalir sebagai pergerakan elektron melalui sebuah penghantar dengan kecepatan tertentu. Aliran ini muncul akibat perbedaan potensial antara dua ujung penghantar.

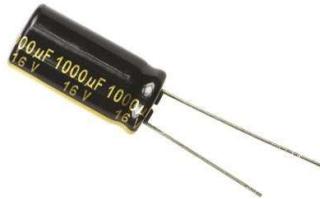
Perbedaan potensial terjadi Saat salah satu ujung penghantar menerima energi yang mendorong pergerakan elektron-elektron.(Banjarnahor, 2022)

Jika muatan listrik sebesar satu coulomb (1 C) mengalir melalui suatu penampang dalam rangkaian selama satu detik, maka besar arus listrik yang dihasilkan disebut satu ampere (1 A). Hubungan antara kuat arus (I), jumlah muatan listrik (Q), dan waktu (t) dapat dirumuskan sebagai berikut: $C = Q/V$ atau $Q = C \times V$

Dimana: C= kapasitas (farad)

Q= Muatan Listrik (Coulumb)

V= Tegangan (Volt)



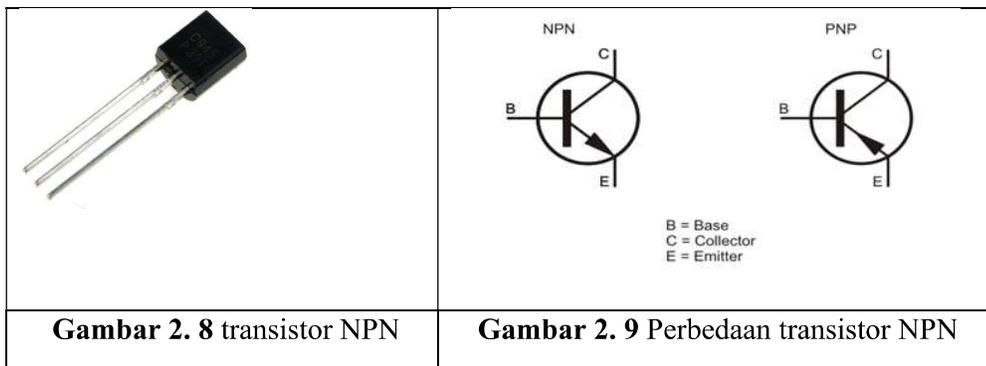
Gambar 2. 7 Capacitor

2.1.11 Transistor NPN

Transistor berfungsi sebagai elemen elektronik yang terbuat dari bahan semikonduktor dan memiliki tiga terminal: basis (B), kolektor (C), serta emitor (E). Basis (B) mengarahkan pergerakan Muatan negatif mengalir keluar dari transistor melalui kolektor. Kolektor (C) berperan sebagai jalur keluarnya muatan negatif dari dalam transistor. Tegangan basis-emitor (V_{BE}) tetap dan memiliki batas tertentu, sekitar 0,2 V untuk transistor berbahan germanium (transistor lama) dan sekitar 0,7 V untuk transistor berbahan silikon.(Indahningrum et al., 2020)

Berdasarkan struktur semikonduktor penyusunnya, Transistor terbagi menjadi dua jenis, yaitu PNP dan NPN. Perbedaan keduanya dapat dilihat dari arah panah di terminal emitter. Pada transistor PNP, panah mengarah ke dalam, sedangkan pada transistor NPN, panah mengarah ke luar. (Banjarnahor, 2022).

Transistor dapat diaktifkan dengan tegangan 0,7V antara basis dan emitor. Jika tidak ada tegangan pada pin basis dan emitor ($V_{BE} = 0$), maka arus tidak akan mengalir, sehingga transistor tidak dapat menghantarkan arus. Sebaliknya, jika terdapat tegangan minimal 0,7V antara basis dan emitor, arus basis (I_b) akan mengalir, yang memungkinkan transistor menghantarkan arus antara kolektor dan emitor.

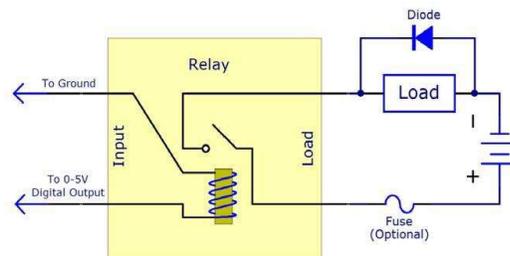


2.1.12 Relay 8 pin 12 volt

Relai, atau dikenal sebagai EMR (electromechanical relay), berfungsi sebagai saklar magnetis. Perangkat ini dioperasikan menggunakan listrik dan secara mekanis mengatur hubungan dalam rangkaian listrik. Alat ini berguna untuk pengontrolan jarak jauh serta mengendalikan perangkat dengan relai bekerja dengan mengombinasikan Tegangan dan arus yang tinggi serta sinyal kontrol

Relai terdiri atas dua komponen utama, yakni coil dan kontak. Coil berupa gulungan kawat yang menerima arus listrik, sedangkan kontak berfungsi sebagai saklar yang gerakannya ditentukan oleh keberadaan atau ketidakhadiran arus listrik pada coil. Kontak terbagi menjadi dua tipe: *normally open* (terbuka dalam keadaan awal sebelum aktif) dan *normally closed* (tertutup dalam keadaan awal sebelum aktif).

Secara sederhana, cara kerja relai adalah sebagai berikut: saat kumparan menerima tenaga listrik (ter-energize), muncul gaya elektromagnetik yang menarik armature yang dilengkapi pegas, sehingga kontak akan tertutup.



Gambar 2. 11 Prinsip kerja relay

2.1.13 Buzzer kecil

Buzzer (*alarm*) berperan sebagai komponen elektronik yang mengonversi getaran arus menjadi getaran bunyi. Buzzer dilengkapi dengan kumparan elektromagnet yang terpasang pada diafragma.



Gambar 2. 12 Buzzer kecil

2.1.14 Resistor 1K

Resistor (hambatan) berfungsi sebagai komponen pasif yang memberikan hambatan tertentu dalam suatu rangkaian elektronik. Untuk penggunaan yang optimal, perlu mempertimbangkan beberapa faktor, seperti bahan pembuatannya, nilai hambatan, toleransi, daya tahan, tingkat derau, serta karakteristik resistansi pada frekuensi tinggi. Resistor dibuat melalui berbagai metode, termasuk menggunakan kawat nikelin, keramik, atau lapisan karbon. Di pasaran, resistor tersedia dalam berbagai nilai hambatan, mulai dari 1 ohm, dengan daya berkisar antara 1/8 watt hingga 2 watt. Gelang warna pada tubuh resistor berfungsi sebagai kode untuk menunjukkan nilai hambatannya.

Resistor atau penghambat berfungsi sebagai komponen elektronik dengan dua pin pada resistor dirancang untuk mengendalikan tegangan dan arus listrik dalam sebuah sirkuit. Resistor memiliki nilai resistansi tertentu yang dapat menghasilkan tegangan listrik di antara kedua kutubnya. Tegangan listrik yang dihasilkan sebanding dengan arus yang melewati resistor, sesuai dengan hukum Ohm:

$$V = I \times R$$

$$I = \frac{V}{R}$$

$$R = \frac{V}{I}$$

Dimana :

V= tegangan listrik (Volt)

I= Arus listrik (ampere)

R= resistansi (Ohm)

Resistor digunakan dalam Rangkaian dan sirkuit elektronik sering menggunakan resistor sebagai salah satu elemen utama. Komponen ini dapat terbuat dari berbagai bahan, seperti film, komponen khusus, hingga kawat resistansi yang menggunakan paduan dengan resistivitas tinggi, seperti nikel-kromium. Karakteristik utama resistor meliputi nilai hambatan dan daya listrik yang dapat dialirkan. Faktor lain yang perlu diperhatikan mencakup koefisien suhu, kebisingan listrik, dan induktansi. Resistor diterapkan dalam sirkuit hybrid, papan sirkuit cetak, serta sirkuit terintegrasi. Ukuran dan posisi kakinya disesuaikan dengan desain sirkuit, sementara kapasitas daya resistor harus mencukupi agar dapat menyesuaikan dengan kebutuhan arus rangkaian serta mencegah kerusakan akibat panas berlebih.

Ohm, satuan SI untuk hambatan listrik, diambil dari nama Georg Ohm.

Resistor yang digunakan dalam konteks ini memiliki nilai 330 ohm.



Gambar 2. 13 resistor

2.1.15 Sensor MQ-2

Sensor MQ-2 berfungsi untuk mendeteksi adanya gas LPG serta mengukur kualitas udara dengan mendeteksi konsentrasi gas tertentu di dalamnya. Sensor ini terbuat dari bahan sensitif terhadap gas, yaitu SnO₂. Kemampuannya mencakup pendeteksian hidrogen (H₂), LPG, metana (CH₄), karbon monoksida, alkohol, asap, dan propana (Febi Amin Lutfi, 2018). Sensor MQ-2 memiliki tingkat sensitivitas dalam rentang 200-5000 ppm. Berikut adalah tampilan sensor MQ-2. (Istiyanto et al., 2022)



Gambar 2. 14 sensor MQ-2

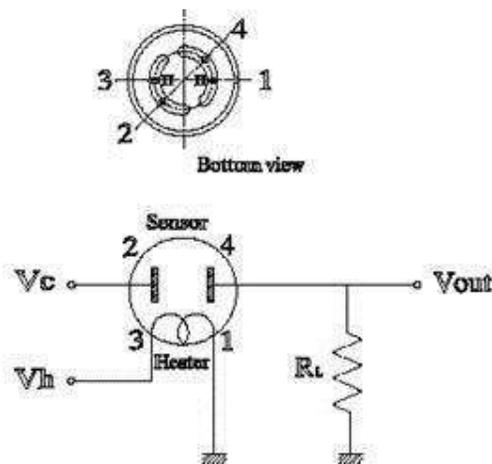
Sensor MQ-2 mudah digunakan dan efisien dalam penggunaan pin digital pada mikrokontroler. Sensor ini dilengkapi dengan pemanas kecil dan sensor elektrokimia yang bereaksi terhadap berbagai jenis gas, menghasilkan output berupa tingkat densitas gas yang terdeteksi (Joko Christian & Nurul Komar, 2013).

Sensor MQ-2 memiliki dua tegangan input, yaitu VH dan Vc. VH digunakan untuk memberikan tegangan pada pemanas internal, sedangkan Vc berperan sebagai sumber tegangan. Sensor ini memerlukan pasokan daya dengan Vc di bawah 24VDC dan VH sebesar $5V \pm 0,2V$, yang dapat diambil dari sumber

tegangan AC atau DC. Sensor gas dan asap ini mampu mendeteksi kandungan gas mudah terbakar di atmosfer serta keberadaan asap, dengan hasil keluaran berupa tegangan analog. Sensor ini dapat mengukur konsentrasi gas yang mudah terbakar dalam kisaran 300 hingga 10.000 ppm, berfungsi pada suhu -20 hingga 50°C , dan memiliki konsumsi daya di bawah 150 mA pada tegangan 5V. MQ-2 juga mampu mendeteksi gas dalam rentang hingga 25 cm. (Sujono & Shoimaturodliyah, 2021).

Berikut merupakan konfigurasi sensor MQ-2:

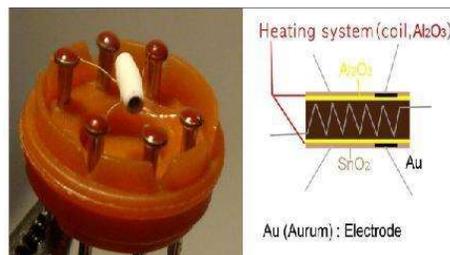
- Pin 1 merupakan *heater internal* terhubung dengan *ground*
- Pin 2 merupakan tegangan sumber (VC) dimana $V_c < 24 \text{ VDC}$
- Pin 3 (VH) digunakan untuk tegangan pada pemanas (*heater internal*) dimana $V_H = 5\text{VDC}$.
- Pin 4 merupakan *output* yang menghasilkan tegangan analog



Gambar 2. 15 Konfigurasi sensor MQ-2

Secara struktural, Sensor ini terdiri dari tabung aluminium yang dilapisi silikon, dengan elektroda berbahan aurum di bagian tengahnya yang dilengkapi

elemen pemanas. Selama proses pemanasan, kumparan akan memanaskan material keramik SnO_2 , mengubahnya menjadi semikonduktor atau konduktor yang melepaskan elektron. Ketika gas terdeteksi dan mencapai elektroda, sensor MQ-2 akan menghasilkan tegangan analog sebagai output. Sensor ini memiliki 6 pin, yaitu tiga pin untuk pasokan daya (V_{cc}) sebesar +5 volt yang digunakan untuk menyalakan pemanas dan sensor, V_{ss} (ground), serta pin output dari sensor. (Panji Aryan & Bella, 2021).



Gambar 2. 16 Konfigurasi sensor MQ-2

2.1.16 Kabel *Jumper*

Kabel *jumper* digunakan sebagai kabel listrik untuk menghubungkan berbagai komponen di breadboard tanpa perlu menyolder. Kabel *jumper* biasanya memiliki pin di setiap ujungnya. Konektor yang digunakan untuk masuk disebut konektor jantan dan konektor yang ditusuk disebut konektor betina. Berbagai jenis kabel *jumper* mencakup kabel *jumper* m to m, kabel *jumper* m to f, serta kabel *jumper* f to f. (Pandega & Marcos, 2023)



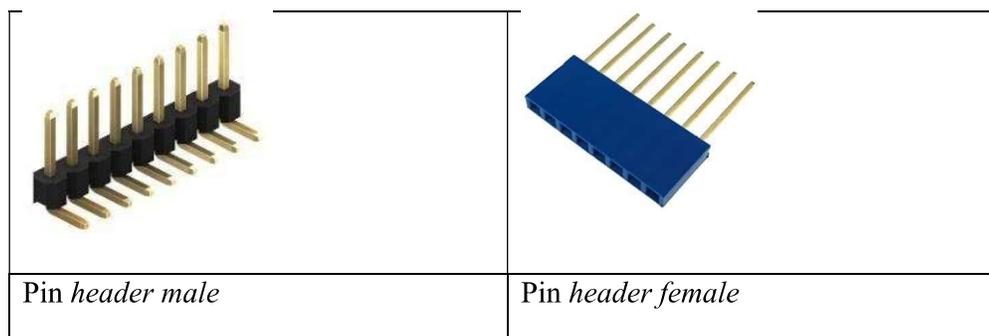
Gambar 2. 17 Kabel *Jumper*

2.1.17 Pin header male

Pin header digunakan pada modul modul elektronik yang memiliki ampere kecil. Pin header memiliki fisik yang lebih kecil, pin header male memiliki bentuk yang lebih ramping dan terbuka, pin header male secara fungsi akan dikoneksikan dengan pin header female. (Sya et al., 2023)

2.1.18 Pin header female

Pin header female memiliki bentuk fisik lebih besar dibanding pin header male dan tertutup. Pin ini akan dikoneksikan dengan pin header male.



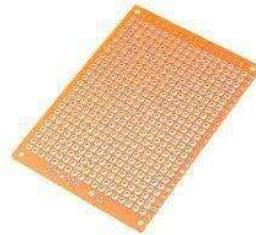
Gambar 2. 18 Pin Header

2.1.19 Kabel steker

Steker berperan sebagai alat listrik yang menghubungkan perangkat elektronik ke sumber daya. Umumnya dikenal sebagai colokan listrik, steker dipasang di ujung kabel dan memiliki dua atau tiga elektroda bulat berbahan logam (Harahap et al., 2022).

2.1.20 PCB lubang

Papan sirkuit cetak berfungsi sebagai papan yang berisi sirkuit logam untuk menghubungkan berbagai jenis komponen elektronik atau yang serupa tanpa menggunakan kabel.(bidin A, 2017).



Gambar 2. 19 Papan PCB

2.1.21 NodeMCU ESP8266

NodeMCU ESP8266, mikrokontroler yang digunakan untuk terhubung ke jaringan Wi-Fi serta menjalankan aplikasi. Secara umum, NodeMCU memiliki fungsi serupa dengan Arduino, tetapi dengan keunggulan Wi-Fi yang memudahkan dalam merancang dan membuat proyek IoT. Pemrograman NodeMCU ESP8266 dapat dilakukan menggunakan perangkat lunak Arduino IDE.(Irgian & Rozi, 2022).



Gambar 2. 20 NodeMCU ESP8266

2.1.22 Arduino IDE

Arduino IDE, dikembangkan untuk memudahkan pemrograman mikrokontroler, menyediakan antarmuka yang sederhana dan ramah pengguna. Platform ini mendukung berbagai papan Arduino dan perangkat berbasis mikrokontroler lainnya dengan menggunakan bahasa pemrograman yang didasarkan pada C/C++. Fungsi utama termasuk penulisan, pengeditan, kompilasi, dan pengunggahan kode ke perangkat. Alat ini menawarkan pustaka bawaan dan kemampuan untuk menambahkan pustaka tambahan guna memperluas fungsionalitas. Pengguna dapat memanfaatkan fitur Serial Monitor untuk memantau data secara *real-time* dari perangkat yang terhubung. Dengan dukungan lintas platform untuk Windows, macOS, dan Linux, serta komunitas global yang luas, Arduino IDE menjadi pilihan populer dalam pengembangan proyek IoT, robotika, dan sistem tertanam lainnya (Indriati et al., 2020). (Pandega & Marcos, 2023).



Gambar 2. 21 Arduino IDE

2.1.23 SketchUp

SketchUp, dikembangkan untuk kebutuhan desain 3D, menawarkan alat intuitif yang memungkinkan pengguna membuat model arsitektur, interior, dan produk dengan presisi tinggi. Platform ini mendukung berbagai fitur seperti drag-and-pull untuk pembuatan bentuk 3D, perpustakaan komponen siap pakai, serta integrasi dengan plugin tambahan untuk memperluas fungsionalitas. Desain yang dibuat dapat diekspor dalam berbagai format file untuk digunakan dalam presentasi atau dicetak menggunakan printer 3D. Dengan antarmuka yang ramah pengguna, SketchUp digunakan oleh arsitek, desainer interior, dan pengembang produk untuk memvisualisasikan ide secara efisien dan cepat (SketchUp, 2023; Boer, 2022).



Gambar 2. 22 SketchUp

2.1.24 Fritzing

Fritzing, dirancang untuk memfasilitasi pembuatan prototipe elektronik, menyediakan lingkungan yang intuitif untuk merancang skema rangkaian, tata letak PCB, dan diagram breadboard. Alat ini mendukung pemula dan profesional dalam mendokumentasikan proyek dengan elemen visual yang mudah dipahami. Pengguna dapat menggunakan pustaka komponen yang luas, menambahkan bagian kustom, serta menghasilkan file gerber untuk proses pembuatan papan sirkuit cetak. Dengan komunitas yang terus berkembang, Fritzing menjadi sumber daya yang berguna untuk berbagi dan mengembangkan ide dalam ekosistem open-source (Fritzing, 2023; Pearce, 2022).



Gambar 2. 23 Fritzing

2.1.25 Telegram

Dalam proyek IoT yang menggunakan Telegram sebagai notifikasi, ESP8266 atau mikrokontroler lainnya berfungsi untuk mendeteksi peristiwa tertentu, seperti kebocoran gas atau perubahan sensor lainnya, dan mengirimkan notifikasi melalui Telegram (Tarmizi et al., 2023). Telegram, aplikasi pesan instan berbasis cloud, menawarkan komunikasi cepat dengan keamanan end-to-end dan berbagai fitur tambahan, seperti pengiriman pesan teks, gambar, dan file. Dengan menggunakan bot Telegram, perangkat IoT dapat mengirimkan pesan secara otomatis ke grup atau saluran yang telah dikonfigurasi. Misalnya, setelah ESP8266

mendeteksi gas berbahaya melalui sensor, perangkat ini akan terhubung ke Wi-Fi dan menggunakan API Telegram untuk mengirim pesan peringatan ke perangkat Android. Telegram memberi keunggulan dalam hal pengiriman pesan instan, memungkinkan penerimaan notifikasi secara *real-time* mengenai kondisi perangkat IoT. (Haripuddin et al., 2023) (Durov, 2023; Wojcik, 2022).



Gambar 2. 24 Telegram

2.1.26 Research and Development (R&D)

Research and Development (R&D) adalah metode penelitian yang bertujuan untuk menciptakan produk baru atau menyempurnakan produk yang telah ada melalui proses yang terstruktur. Menurut Sugiyono (2019), metode ini digunakan untuk merancang suatu produk serta menguji efektivitasnya. Produk yang dihasilkan dapat berupa perangkat keras (*hardware*), perangkat lunak (*software*), atau sistem yang dapat diterapkan dalam berbagai sektor, seperti teknologi, pendidikan, dan industri.

2.2 Penelitian Terdahulu

Penelitian sebelumnya berfungsi sebagai pembanding untuk penelitian yang sedang dilakukan saat ini, sekaligus menjadi referensi dalam melaksanakan penelitian yang mengacu pada studi-studi terdahulu:

Tabel 2. 2 Peneliti Terdahulu

No	Informasi Jurnal	Judul	Kesimpulan
1.	Yulieth Carriazo-Regino et al., 2022 ISSN: 2502-4752, Vol. 28 No. 1 Jurnal : <i>Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science (IJEECS)</i>	<i>IoT-based drinking water quality measurement: systematic literature review</i>	<i>Sustainable development faces water pollution challenges, requiring real-time monitoring. This research explores IoT and sensor technologies for water quality, highlighting advancements and future research opportunities.(Carriazo-Regino et al., 2022)</i>
2.	Tashfat Fatema et al., 2022 ISSN: 2502-4752 Vol. 30 No. 1 Jurnal : <i>Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science (IJEECS)</i>	<i>IoT cloud based noise intensity monitoring system</i>	<i>Dhaka, named the world's noisiest city by UNEP, has noise levels of 110-132 decibels, far exceeding WHO's 55-decibel limit. This causes health issues like hearing loss, sleep problems, and stress. A real-time IoT-based noise monitoring system was developed to measure and analyze noise levels.(Fatema et al., 2023)</i>

3.	<p>Max Jhonatan Pillco-Sanchez et al., 2024 ISSN: 2502-4752 Vol. 35 No. 2 Jurnal : Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science (IJEECS)</p>	<p><i>IoT-based system to detect and control natural gas leaks in residential kitchens</i></p>	<p><i>This article presents a gas detection and extraction system for home kitchens in Lima, Peru, using an ESP32 microcontroller for remote control. It activates alarms, ventilation, and heating shutdown based on gas levels, ensuring accurate readings and accident prevention. The system offers remote monitoring, providing a practical solution to enhance home safety and prevent gas leak incidents.(Max Jhonatan Pillco-Sanchez et al, 2024)</i></p>
4	<p>Marwan Ihsan Shukur, Maytham Kamal Abas Al-Adilee, 2021 ISSN: 2502-4752 Vol. 24 No. 1 Jurnal : Indonesian Journal of Electrical Engineering and</p>	<p><i>Portable gas leak detection system using IoT and off-the shelf sensor node</i></p>	<p><i>Companies using toxic gases face risks from undetected leaks. Sensors near potential leak sites monitor and send data to a remote base via IoT. A microcontroller processes the data, triggering alerts for quick leak control. This IoT-based system offers a cost-effective, reliable solution for gas leak detection and risk</i></p>

	<i>Computer Science (IJEECS)</i>		<i>mitigation.(Shukur & Al-Adilee, 2021)</i>
5	<i>Siti Nur Syuhada Ahmad Tarmizi et al., 2023 ISSN: 2502-4752 Vol.32 No. 3 Jurnal : Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science (IJEECS)</i>	<i>Internet of things-based garbage monitoring system integrated with Telegram</i>	<i>This paper presents a smart IoT-based garbage monitoring system to improve cleanliness and reduce cleaners' workload. Using a NodeMCU ESP8266 Wi-Fi module, ultrasonic sensors, and Telegram notifications, it detects when dustbins are full and alerts cleaners. The system efficiently manages waste, achieving its objectives.(Tarmizi et al., 2023)</i>
6.	<i>Maria Imdad et al., 2020 ISSN: 2502-4752 Vol. 18 No. 3 Jurnal : Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science (IJEECS)</i>	<i>Internet of things (IoT); security requirements, attacks and counter measures</i>	<i>The Internet of Things (IoT) enables smart homes, industries, and healthcare but faces security challenges. This work classifies IoT attacks based on seven security requirements, analyzing their severity, affected components, and countermeasures. It offers guidelines for detecting and mitigating attacks, prioritizing high-impact threats to</i>

			<i>safeguard systems.</i> (Imdad et al., 2020)
7.	Bhupati Chokara, Sastry Kodanda Rama Jammalamadaka, 2023 ISSN: 1693- 6930 Vol. 21 No. 2 Jurnal : <i>Telecommunication Computing Electronics and Control</i>	<i>Hybrid models for computing fault tolerance of IoT networks</i>	<i>IoT networks, connecting numerous devices, face high failure risks due to vulnerable small devices and complex structures. Traditional fault tree models are insufficient for assessing fault tolerance in such systems. This paper proposes hybrid fault tolerance models combining linear and probabilistic methods, suitable for diverse IoT topologies. These models are universally applicable and achieve 12.9% higher accuracy than existing methods</i>
8.	Sirmayanti Sirmayanti et al., 2023 ISSN: 2986- 2345 Vol. 9 No. 1 Jurnal : Seminar Nasional Teknik Elektro dan	Rekayasa Migitasi Kebocoran Gas LPG dengan Sistem Monitoring Telegram	Risiko kebocoran LPG pasca- konversi masih tinggi. Penelitian ini mengembangkan sistem deteksi kebocoran berbasis IoT menggunakan sensor MQ-6 dan ESP32, yang mengirim notifikasi via Telegram Bot dan memantau via CCTV. Sistem ini efektif dengan

	Informatika (SNTEI)	Bot Berbasis <i>Internet of Things</i> (IoT)	deteksi hingga 30 cm dan respons 12 detik.
9.	I Wayan Sugara Yasa et al., 2024 ISSN: 2620-6900 Vol. 7 No. 2 Jurnal : Jurnal Informatika dan Rekayasa Elektronika (JIRE)	Monitoring Kebocoran Air Mengguna kan Mikrokontr ol Arduino Uno Berbasis Aplikasi Mobile	Sistem monitoring instalasi air bersih yang ada saat ini kurang efektif dalam mendeteksi kebocoran pipa, menyebabkan kerugian air dan biaya. Sebagai contoh, kebocoran 100 liter per bulan dapat dikurangi menjadi 20 liter, menghemat 80 liter per bulan, atau setara Rp 1.000 per bulan dengan harga air Rp 10.000 per meter kubik. Untuk mengatasi ini, Didesain alat pemantauan menggunakan Arduino Uno dan aplikasi mobile (Blynk) yang memanfaatkan sensor flowmeter untuk mengukur aliran air dan mengirimkan data melalui modem serta router dengan ethernet shield pada Arduino Mega 2560. Alat ini telah terbukti efektif dalam

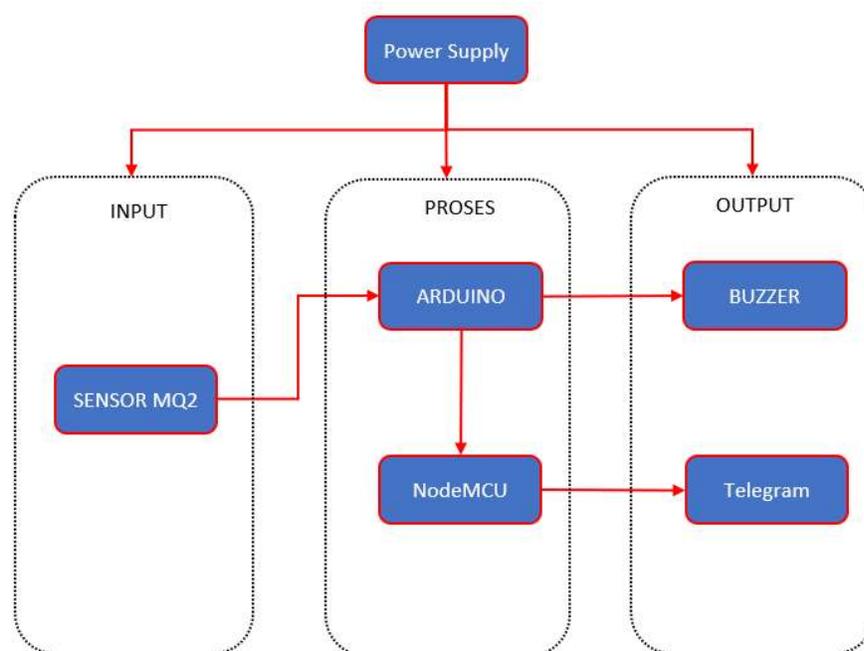
			mendeteksi kebocoran dengan laju aliran air $\geq 0,1$ L/m ketika keran berada dalam posisi OFF (Januariawan et al., 2020)
10.	Andreas Noor Abdul Muhi del al., 2024 ISSN: 2620- 6900 Vol. 7 No. 2 Jurnal : Jurnal Informatika dan Rekayasa Elektronika (JIRE)	Sistem Early Warning Deteksi Kualitas Udara Berdasarkan IoT	Polusi udara di Indonesia, terutama akibat kebakaran hutan selama musim kemarau, mengancam kesehatan dengan memicu penyakit pernapasan dan jantung. Untuk mengatasinya, peneliti mengembangkan sistem pemantauan kualitas udara berbasis IoT yang mendeteksi kadar CO dan metana, serta memberikan peringatan dini melalui Telegram saat polusi melebihi batas aman, membantu masyarakat mengambil tindakan pencegahan.

2.3 Kerangka pemikiran

Kerangka pemikiran dalam penelitian ini dimulai dengan mengidentifikasi masalah mendasar, yaitu risiko kebocoran gas yang dapat menyebabkan kebakaran dan ledakan di rumah tangga, sehingga penting untuk mengembangkan alat deteksi

yang efektif. Berdasarkan teori deteksi gas dan teknologi *Internet of Things* (IoT), penelitian ini bertujuan merancang sistem yang dapat mendeteksi kebocoran gas secara *real-time*. Sensor gas akan mengirimkan data ke unit pengolahan berbasis Arduino, menampilkan hasil deteksi pada layar LCD, serta mengirimkan notifikasi kepada pengguna. Penelitian sebelumnya mendukung efektivitas penggunaan sensor gas dalam konteks ini, yang menjadi landasan desain alat. Pengujian alat akan dilakukan untuk memastikan fungsionalitas dan akurasi dalam memberikan informasi, dengan harapan dapat mengurangi risiko kebakaran dan meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya sistem deteksi kebocoran gas di rumah.

Gambar berikut merupakan kerangka berpikir yang menjadi tahapan ketika perancangan dalam membuat alat pendeteksi kebocoran gas berbasis *Internet of Things* (IoT):



Gambar 2. 25 Kerangka berpikir

Diagram blok sistem pendeteksi kebocoran gas berbasis IoT terdiri dari tiga komponen utama: input, proses, dan output, yang semuanya mendapat daya dari power supply. Bagian input menggunakan sensor gas MQ2 yang mendeteksi keberadaan gas. Data yang terdeteksi oleh sensor dikirim ke unit pemrosesan, yaitu Arduino, yang bertindak sebagai pengendali utama untuk menganalisis informasi dan menentukan tindakan yang diperlukan. Jika terdeteksi kebocoran gas, Arduino akan mengaktifkan buzzer sebagai alarm suara lokal dan mengirimkan data ke NodeMCU. NodeMCU, sebagai modul pemrosesan tambahan dengan konektivitas internet, bertanggung jawab untuk menghubungkan sistem ke jaringan WiFi agar dapat mengirim peringatan ke pengguna melalui aplikasi Telegram. Dengan kombinasi ini, sistem memberikan peringatan langsung melalui buzzer dan notifikasi jarak jauh secara *real-time*, memungkinkan langkah pencegahan lebih cepat. Diagram tersebut menggambarkan bagaimana setiap komponen bekerja secara terpadu untuk mendeteksi gas, memberikan peringatan, dan mengirimkan notifikasi dini guna meningkatkan keselamatan pengguna terhadap potensi bahaya kebocoran gas. (Pandega & Marcos, 2023)

Chudnovsky mengembangkan metode dan perangkat untuk mendeteksi kebocoran gas dari jarak jauh dengan menggunakan penyerapan inframerah non-disperif. Metode ini melibatkan sumber radiasi inframerah koheren dan kamera video untuk merekam gambar visual dari objek yang terdeteksi kebocorannya. (Panji Aryan & Bella, 2021)(Chudnovsky, A. (2000). Remote Gas Leakage Detection by Infrared Absorption. Journal of Applied Physics, 12(3), 245-260)

Nawa et al. menciptakan sistem deteksi kebocoran gas yang menggunakan transduser ultrasonik untuk mengukur aliran gas. Sistem ini dapat mendeteksi kebocoran tanpa menghentikan aliran gas, yang memungkinkan penggunaan yang aman dalam keadaan darurat.(Nawa, T., Kobayashi, K., & Nakamura, H. (2004). Ultrasonic Gas Leak Detection System for Industrial Safety. *Safety Engineering Journal*, 22(1), 45-58)

Penelitian lain menggunakan sensor MQ5 untuk mendeteksi LPG dan MQ7 untuk karbon monoksida. Sistem ini memberikan peringatan cepat, mengontrol aliran gas saat kebocoran terdeteksi, dan memungkinkan pemantauan melalui aplikasi web untuk memudahkan pengawasan dan respons.(Hassan, M. S., Ahmed, Z., & Rahman, N. (2018). Smart Gas Leakage Detection and Control System Using MQ Sensors. *International Journal of Advanced Engineering Research*, 15(2), 102-118).(Hidayat et al., 2020)