

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian yang Relevan

Pada penelitian yang berjudul “Pembaharuan sistem Kompor Gas untuk Mendeteksi Kebocoran serta Pengukuran Volume Berbasis *Load Cell*” kali ini akan di dukung dengan peneltian yang Relevan dari penelitian sebelumnya sebagai referensi pembaharuan dan inovasi yang akan di bawakan pada rancang bangun yang akan di lakukan kali ini, berikut adalah penelitian yang relevan dengan penelitian yaitu :

Tabel 2. 1 Penelitian yang Relevan

Penerbit dan Tahun Jurnal Terbit	Pembahasan	Hasil	Pembaharuan
Dimas Marsus Pandega, 2023	Peneliti ini menggunakan sensor MQ-2 untuk mendeteksi kebocoran gas pada rumah tangga	Pengguna gas rumah tangga dapat melakukan deteksi dini untuk keamanan saat memasak sehingga kejadian yang dapat berdampak fatal bisa dihindari	Pada penelitian kali ini sensor yang digunakan diubah menjadi MQ-6 dengan sensitifitas yang lebih terfokus pada gas LPG
Muhammad Egi Novianandra, 2022	Peneliti ini menggunakan sistem pendeteksi kebocoran gas pada rumah tangga menggunakan sistem <i>Iot (Internet of thinking)</i> yang dimana kebocoran bisa di identifikasi melalui perangkat	Pengguna dapat melakukan deteksi kebocoran dengan lebih fleksibel melalui perangkat <i>smartphone</i> sehingga pemantauan bisa di lakukan dari jarak yang cukup	Pada penelitian pengguna akan mendapatkan data yang lebih lengkap karena data yang di tampilkan pada <i>smartphone</i> adalah kombinasi dari pendeteksi kebocoran gas dan juga perhitungan volume gas

	<i>smartphone</i>	aman	
Andry shaputra, 2023	Peneliti menggabungkan motor servo dengan <i>Iot (Internet of thinking)</i> untuk mencegah terjadinya kebocoran pada gas rumah tangga	Apabila terjadi kebocoran, pengguna dapat pemberitahuan dari <i>smartphone</i> serta aliran gas bisa langsung di tutup / diputus dengan motor servo	Pada penelitian kali ini menggunakan <i>Solenoid Valve</i> yang dimana memiliki fungsi yang hampir sama, namun memiliki keunggulan dari segi ekonomis dan daya tahan dimana motor servo biasanya kurang tahan lama untuk tekanan fluida seperti pada tabung gas

Bisa di bilang pada penelitian kali ini membawakan konsep yang lebih dinamis, dimana untuk alat yang akan di rancang berfungsi untuk mendeteksi kebocoran pada gas dengan sensor MQ-6 yang lebih baik daripada sensor sebelumnya, kemudian ada *Solenoid Valve* yang berfungsi memutus aliran gas bila terjadi kebocoran, serta ada *Load Cell* yang berfungsi untuk memperkirakan volume gas yang tersedia pada tabung semua alat tersebut kemudian di integrasikan dengan mikrokontroller berbasis *Iot (Internet of thinking)* yang akan terhubung dengan Wemos D1 dan Arduino UNO yang akan terintegrasi dengan perangkat *smartphone* untuk kemudian dilihat oleh pengguna gas rumah tangga.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 MQ-6 — Sensor deteksi LPG (propana/butana)

Fungsi dari sensor MQ-6 sendiri yaitu untuk mendeteksi kebocoran gas yang terjadi pada kompor gas. Komponen ini dipilih karena MQ-6 punya sensitifitas yang lebih baik dan terfokus untuk gas LPG. Untuk cara kerjanya sendiri jadi sensor MQ-6 ini berfungsi dengan menggunakan prinsip perubahan resistansi pada material semikonduktor (biasanya SnO_2 atau bahan sejenis) yang sensitif terhadap gas. Pada kondisi udara normal, nilai resistansi sensor berada pada tingkat tertentu, tapi jika terjadi interaksi molekul di udara yang disebabkan oleh Gas LPG atau sejenisnya terjadi perubahan karakter listrik pada komponen sensitif yang ada di sensor, sehingga perubahan resistansi ini kemudian dikonversi menjadi sinyal tegangan melalui rangkaian pembagi tegangan, sehingga dapat dibaca oleh sistem pengolah data seperti mikrokontroler.



Gambar 2. 1 Sensor MQ6

2.2.2 Load cell (sensor berat)

Load cell berfungsi untuk mengukur berat dari tabung gas yang akan diujikan dalam penelitian kali ini. Khusus untuk tabung yang akan diujikan yaitu tabung gas 3Kg yang nantinya *Load cell* akan di taruh di bawah tabung yang nantinya akan di lakukan pengukuran (Tabung penuh – Tabung kosong) jadi nanti jika berat dari tabung mendekati berat tabung saat kosong dapat menjadi indikasi bahwa volume tabung hampir habis. Untuk cara kerja nya *Load cell* akan di integrasikan dengan HX711 sebagai *ADC (Analog to Digital Converter)* yang akan dibaca oleh mikrokontroler. Pada umumnya, load cell bekerja dengan prinsip strain gauge, yaitu elemen resistif yang nilainya akan berubah ketika mengalami regangan atau tekanan. Ketika sebuah

beban diberikan pada *Load Cell*, struktur mekanik di dalam sensor akan mengalami deformasi sangat kecil, namun cukup untuk menyebabkan perubahan resistansi pada strain gauge. Perubahan resistansi inilah yang nantinya diolah menjadi sinyal listrik yang sebanding dengan besar gaya atau berat yang diberikan. Dalam konteks sistem pengukuran volume atau massa, load cell sering dipakai karena punya tingkat sensitivitas yang tinggi dan juga mampu memberikan hasil pengukuran yang relatif stabil kalo dikalibrasi dengan tepat. Tapi, sinyal keluaran dari load cell biasanya sangat kecil, berada pada orde milivolt, yang membuat sinyal tidak bisa langsung dibaca oleh mikrokontroler. Makanya, *Load Cell* hampir selalu digunakan bersama rangkaian penguat sinyal khusus supaya perubahan sinyal yang kecil tersebut bisa di proses dan dibaca. Faktor penting dalam penggunaan load cell adalah proses kalibrasi, karena setiap *Load Cell* punya karakteristik yang berbeda walau punya spesifikasi yang sama. Tanpa kalibrasi yang tepat, hasil pengukuran berat atau volume bisa menyimpang dan mengurangi keandalan sistem secara keseluruhan.

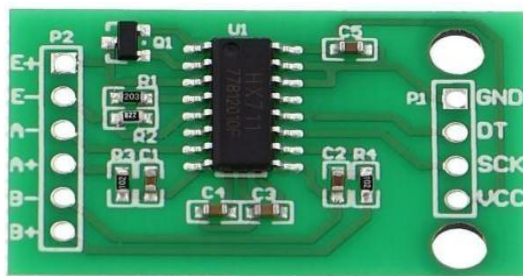


Gambar 2. 2 Sensor berat Load Cell

2.2.3 HX711 — ADC untuk load cell

Perangkat HX711 ini adalah modul *ADC (Analog-to-Digital Converter)* 24-bit yang dirancang khusus untuk pembacaan beban dari *Load Cell*. jadi fungsinya untuk menjembatani antara *Load cell* dan perangkat mikrokontroler. Nantinya HX711 akan membaca beban dari *Load cell* yang nantinya akan di teruskan pada perangkat miktokontroler Wemos D1 mini untuk kemudian nantinya ditampilkan pada aplikasi yang ada pada *Smartphone*. HX711 bisa dibilang modul penguat sinyal sekaligus konverter analog ke digital (ADC) yang secara khusus dirancang untuk aplikasi

pengukuran berat menggunakan *Load Cell*. Modul ini banyak digunakan karena mampu memperkuat sinyal kecil dari load cell sekaligus mengubahnya menjadi data digital dengan resolusi tinggi, sehingga dapat langsung dibaca oleh mikrokontroler. HX711 memiliki penguat internal dengan gain yang dapat dipilih, serta ADC 24-bit yang memungkinkan pengukuran perubahan berat dalam skala yang sangat kecil. Penggunaan HX711 secara signifikan menyederhanakan proses interfacing antara load cell dan mikrokontroler. Tanpa modul ini, diperlukan rangkaian penguat operasional dan ADC eksternal yang lebih kompleks. HX711 menggunakan komunikasi digital dua kabel, yaitu pin data dan clock, yang relatif mudah diimplementasikan melalui perangkat lunak. Dalam sistem pengukuran berbasis mikrokontroler, HX711 berperan sebagai penghubung utama antara fenomena fisik berupa berat dan data digital yang dapat diolah oleh sistem. Stabilitas pembacaan HX711 juga sangat bergantung pada kualitas catu daya dan metode pengambilan data, sehingga desain sistem harus memperhatikan faktor noise dan kestabilan tegangan

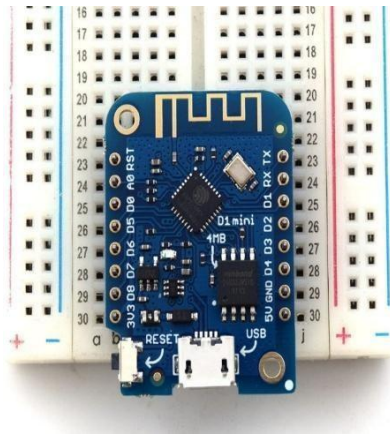


Gambar 2. 3 ADC untuk Load Cell

2.2.4 Wemos D1 Mini (ESP8266) — Mikrokontroler & Wi-Fi

Wemos D1 mini ini adalah perangkat mikrokontroller yang memiliki fungsionalitas yang tinggi karena dapat terhubung dengan Wifi sehingga Wemos D1 mini sering di pakai untuk perakitan atau alat yang melibatkan *Iot (Internet of thinking)*. Untuk mekanismenya Wemos D1 mini ini nanti akan bekerja untuk mentransfer data, angka, dan informasi yang diterima dari sensor MQ-6 dan HX711 yang nantinya

data yang ada akan ditampilkan pada perangkat Smartphone untuk pengguna. Dengan ukuran yang relatif kecil dan konsumsi daya yang cukup efisien, Wemos D1 Mini sering di pakai pada sistem monitoring dan kontrol jarak jauh yang memanfaatkan koneksi internet. Secara fungsional, Wemos D1 Mini berperan sebagai pusat pengolahan data yang menerima input dari berbagai sensor, dan memproses data tersebut. Tegangan logika Wemos D1 Mini yang bekerja pada level 3,3 *Volt* menjadi aspek penting dalam perancangan sistem, karena tidak semua sensor dan modul kompatibel secara langsung. Oleh sebab itu, diperlukan perhatian khusus dalam pemilihan dan pengkondisian sinyal agar komunikasi antarperangkat dapat berjalan dengan aman dan stabil. Dalam sistem yang memanfaatkan *IoT*, Wemos D1 Mini sering dipilih karena kemudahan integrasi dengan platform monitoring berbasis aplikasi atau web.



Gambar 2. 4 Wemos D1 Mini

2.2.5 Arduino Uno

Arduino Uno adalah salah satu papan mikrokontroler yang memiliki cakupan luas yang dimana dalam menghubungkan sensor dan komponen lainnya. Arduino Uno sering di pakai pada proyek pemrograman arus lemah serta elektronika dikarenakan memiliki fleksibilitas yang bagus dengan harga yang ekonomis. Nantinya Arduino Uno ini akan tersambung dengan *Software* Arduino IDE supaya bisa di tampilkan pada perangkat *Smartphone*. Arduino Uno merupakan papan mikrokontroler yang sangat populer dan banyak digunakan dalam bidang pendidikan maupun penelitian. Papan ini menggunakan mikrokontroler ATmega328P yang dirancang untuk menjalankan

program sederhana hingga menengah dengan tingkat kestabilan yang baik. Arduino Uno dikenal karena kemudahan pemrogramannya serta dukungan dokumentasi dan komunitas yang sangat luas, sehingga cocok digunakan sebagai pengendali utama dalam sistem prototipe. Dalam sebuah sistem kendali dan monitoring, Arduino Uno berfungsi sebagai pengolah data sensor, pengambil keputusan berdasarkan logika yang telah diprogram, serta pengendali perangkat keluaran seperti *relay*, *buzzer*, atau tampilan *LCD*. Tegangan kerja 5 *Volt* pada Arduino Uno memberikan keuntungan dalam hal kompatibilitas dengan banyak sensor dan modul yang umum tersedia di pasaran. Meskipun dari sisi komputasi Arduino Uno tidak sekuat mikrokontroler modern berbasis 32-bit, kestabilan dan sifat deterministiknya menjadikannya tetap relevan untuk aplikasi kontrol lokal yang membutuhkan keandalan tinggi



Gambar 2. 5 Arduino Uno

2.2.6 Solenoid valve (Normally Closed, NC)

Prinsip kerja komponen ini untuk mengubah energi listrik menjadi energi gerak mekanik melalui gaya elektromagnetik ketika proses kumparan kawat dialiri arus listrik. Katup *Solenoid* sering dipakai pada sistem otomasi karena bisa membuka dan menutup saluran fluida dengan cepat. *Solenoid Valve* merupakan sebuah aktuator elektromekanis yang fungsinya untuk mengatur aliran fluida secara otomatis. *Solenoid Valve* adalah katup elektromekanis yang digunakan untuk mengatur aliran fluida, baik gas maupun cairan, dengan memanfaatkan prinsip kerja medan elektromagnetik. Ketika kumparan *Solenoid* dialiri arus listrik, medan magnet yang dihasilkan akan menarik atau mendorong plunger sehingga katup dapat membuka atau menutup aliran. Sebaliknya, ketika arus listrik dihentikan, katup akan kembali ke posisi semula dengan

bantuan pegas. Dalam sistem keselamatan, *Solenoid Valve* memiliki peran yang sangat penting karena berfungsi sebagai aktuator yang secara langsung mengendalikan aliran gas. Ketika sistem mendeteksi kondisi berbahaya, seperti kebocoran gas yang melebihi ambang batas aman, *Solenoid Valve* dapat diaktifkan untuk menutup aliran gas secara otomatis. Penggunaan *Solenoid Valve* membutuhkan perhatian khusus terhadap kebutuhan daya dan metode pengendaliannya, karena arus yang dibutuhkan biasanya lebih besar dibandingkan kemampuan langsung pin mikrokontroler. Oleh karena itu, *Solenoid Valve* umumnya dikendalikan melalui relay atau rangkaian driver khusus.



Gambar 2. 6 Solenoid Valve

2.2.7 DHT11

DHT11 pada rangkaian ini berfungsi sebagai sensor komposit yang dapat mengukur kelembapan dan suhu secara bersamaan. Sensor ini sering di pakai dalam berbagai aplikasi yang berbasis mikrokontroler karena kemudahan dalam pengoperasian dan integrasinya dengan platform seperti Arduino dan ESP8266 dan konsumsi daya yang rendah membuat komponen ini banyak di pilih pada rangkaian. Untuk mekanisme pengukuran kelembapan pada DHT11 yaitu dengan memanfaatkan komponen tipe resistif yang sangat peka terhadap perubahan kadar uap air di udara. Jadi ketika kelembapan lingkungan meningkat, sehingga ion-ion menjadi menurunkan resistansi listrik material tersebut. Sedangkan untuk pengukuran suhu dilakukan oleh sebuah komponen NTC (*Negative Temperature Coefficient*), yaitu termistor yang nilai resistansinya berbanding terbalik dengan perubahan suhu. Kalo suhu sekitar semakin

panas, maka resistansinya semakin rendah. Perubahan yang terjadi pada suhu dan kelembapan inilah yang akhirnya diolah menjadi data



Gambar 2. 7 DHT11

2.2.8 Buzzer

Untuk sistem peringatan, pada rangkaian ini digunakan *Buzzer* Sebagai bagian dari sistem peringatan. *Buzzer* banyak ditemukan dalam perangkat seperti sistem *alarm*, jam digital, *microwave*, detektor gas, dan sistem keamanan lainnya. Dalam sistem berbasis mikrokontroler seperti Arduino, *buzzer* menjadi alat bantu penting untuk menyampaikan informasi keadaan sistem kepada pengguna dalam bentuk indikasi suara *Buzzer* berfungsi sebagai komponen yang memberikan notifikasi suara ketika sistem mendeteksi kondisi tertentu, seperti terjadinya kebocoran gas yang melebihi ambang batas aman. *Buzzer* merupakan komponen elektroakustik yang bisa mengubah sinyal listrik menjadi gelombang suara. Secara teknis, *Buzzer* dapat bekerja dalam dua mode, yaitu sebagai *Buzzer* aktif atau *Buzzer* pasif. *Buzzer* aktif adalah kondisi ketika rangkaian osilator sudah terintegrasi di dalam komponen sehingga cukup diberikan tegangan untuk menghasilkan suara dengan frekuensi tertentu, sedangkan *Buzzer* pasif butuh sinyal frekuensi dari mikrokontroler untuk menghasilkan bunyi. *Buzzer* hanya akan diaktifkan di kondisi darurat untuk mencegah konsumsi daya berlebih dan mengurangi gangguan suara berlebih.



Gambar 2. 8 Buzzer

2.2.9 LCD IC 16X2

Fungsi *LCD* yaitu untuk menampilkan informasi hasil pembacaan sensor dan status sistem secara visual, model yang digunakan yaitu modul *LCD* karakter 16×2. *LCD* ini dapat menampilkan dua baris teks dengan masing-masing baris terdiri dari 16 karakter, sehingga cukup efektif untuk menampilkan informasi sederhana yang ada pada rangkaian seperti status normal atau bahaya, nilai sensor, dan juga pesan peringatan. Modul *LCD* 16×2 biasanya menggunakan pengendali HD44780 atau yang lebih kompatibel, yang memungkinkan untuk melakukan komunikasi dengan mikrokontroler dengan mode 4-bit atau 8-bit. Penggunaan mode 4-bit biasanya dipilih karena dapat menghemat jumlah pin yang dipakai tanpa mengurangi fungsi utama *LCD*. *LCD* bekerja berdasarkan prinsip pengaturan piksel karakter berdasarkan data yang dikirimkan ke memori internalnya. Setiap karakter yang muncul adalah hasil pemetaan pola dot matrix yang telah tersimpan dalam memori karakter. Selain guna menampilkan karakter standar, *LCD* juga dapat memungkinkan pembuatan karakter khusus atau unik yang dapat digunakan untuk simbol atau lambang tertentu sesuai kebutuhan program dan sistem. Dalam penerapannya, *LCD* memberikan tampilan yang lebih informatif dibandingkan indikator sederhana seperti *LED* karena pengguna dapat langsung membaca kondisi sistem secara lebih jelas dan terperinci



Gambar 2. 9 LCD 16X2

2.2.10 Relay

Relay merupakan komponen elektromekanis yang fungsinya untuk saklar otomatis, yang bisa dikendalikan oleh arus listrik bertegangan rendah untuk menghubungkan atau memutuskan arus pada rangkaian bertegangan lebih tinggi. Untuk mekanismenya perangkat ini bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik, yaitu

ketika listrik mengalir melalui kumparan akan menghasilkan medan magnet yang menarik kontak logam (*switch*) untuk berpindah posisi. Dalam sistem berbasis mikrokontroler, *Relay* berfungsi sebagai penghubung antara sistem kendali bertegangan rendah dengan perangkat bertegangan atau berarus tinggi, seperti *Solenoid Valve* atau peralatan listrik lainnya. Penggunaan *Relay* memberikan isolasi antara rangkaian kontrol dan rangkaian daya, sehingga meningkatkan keamanan sistem. Namun, *Relay* juga memiliki keterbatasan berupa respon mekanis yang lebih lambat dibandingkan sakelar elektronik serta umur mekanis yang terbatas akibat kontak yang bergerak. Oleh karena itu, pemilihan *Relay* harus disesuaikan dengan karakteristik beban dan frekuensi pengoperasian sistem



Gambar 2. 10 Relay 2 Channel

2.2.11 Software Arduino IDE (*Integrated Development Environment*)

Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) yaitu aplikasi yang berperan penting dalam proses pengembangan prototipe elektronik sederhana. Platform ini bersifat *open source* sehingga mendukung berbagai jenis perangkat keras dan dapat diakses secara luas karena. Arduino IDE dirancang untuk siapa pun yang tertarik membuat sistem interaktif atau responsif. Arduino IDE merupakan lingkungan pengembangan perangkat lunak yang digunakan untuk menulis, mengedit, dan mengunggah program ke papan mikrokontroler Arduino maupun papan lain yang kompatibel. Arduino IDE dirancang dengan antarmuka yang sederhana sehingga memudahkan pengguna, terutama pemula, untuk mengembangkan sistem berbasis mikrokontroler. Bahasa pemrograman yang digunakan berbasis C/C++ dengan sejumlah pustaka tambahan yang menyederhanakan pengaksesan perangkat keras.

Dalam pengembangan sistem, Arduino IDE berperan sebagai alat utama untuk mengimplementasikan logika kontrol, pembacaan sensor, serta pengendalian perangkat keluaran. Keberadaan berbagai *library* siap pakai memungkinkan pengembang untuk fokus pada fungsi sistem tanpa harus menulis kode dari tingkat paling dasar. Hal ini menjadikan Arduino IDE sebagai *platform* yang efektif untuk pengembangan prototipe dan untuk menambah wawasan di bidang akademik.



Gambar 2. 11 Software Arduino IDE

2.2.12 Software Blynk

Blynk merupakan salah satu saran layanan digital berbasis aplikasi yang akan digunakan pada alat untuk mengaplikasikan konsep dari *Internet of Things (IoT)*. *Internet of Things (IoT)* adalah jaringan perangkat fisik yang saling terhubung dan dapat berkomunikasi serta berbagi data satu sama lain melalui suatu sistem yang terintegrasi, sehingga mampu menghasilkan nilai dan fungsi yang lebih optimal. Platform ini menyediakan lingkungan yang relatif mudah digunakan untuk membangun sistem monitoring jarak jauh tanpa harus mengembangkan aplikasi dan server secara mandiri. Dengan *Blynk*, data sensor dapat ditampilkan dalam bentuk visual seperti grafik, indikator, atau notifikasi, sehingga memudahkan pengguna dalam memahami kondisi sistem secara real time. Dalam sistem berbasis *IoT*, *Blynk* berfungsi sebagai antarmuka antara perangkat keras dan pengguna. Mikrokontroler yang terhubung ke internet akan mengirimkan data ke server *Blynk*, kemudian data tersebut dapat diakses oleh pengguna melalui aplikasi. Meskipun sangat praktis untuk prototipe

dan penelitian, penggunaan *Blynk* juga memiliki keterbatasan, terutama terkait ketergantungan pada layanan pihak ketiga dan koneksi internet yang stabil



Gambar 2. 12 Software Blynk

2.2.13 Switching Power Supply 24 VDC

Switching Power Supply berfungsi untuk mengubah serta menstabilkan tegangan listrik dengan efisiensi tinggi melalui teknik *switching* berfrekuensi tinggi. Berbeda dengan *linear power supply* yang menggunakan transformator besar sehingga menimbulkan banyak panas, *switching power supply* bekerja secara elektronik melalui komponen aktif seperti transistor switching, dioda cepat, dan inductor. *Power Supply Unit* (PSU) merupakan bagian penting dalam sistem elektronik yang berfungsi menyediakan tegangan dan arus listrik sesuai kebutuhan seluruh komponen. PSU bertugas mengubah sumber listrik utama menjadi tegangan yang stabil dan aman bagi mikrokontroler, sensor, serta aktuator. Kualitas catu daya sangat memengaruhi kinerja sistem, karena fluktuasi tegangan atau *noise* dapat menyebabkan pembacaan sensor menjadi tidak stabil atau bahkan merusak komponen. Dalam sistem yang terdiri dari berbagai perangkat dengan kebutuhan daya berbeda, PSU harus dirancang atau dipilih dengan mempertimbangkan kapasitas arus, efisiensi, serta sistem proteksi. Komponen seperti *Solenoid Valve* dan *Relay* memerlukan arus yang relatif besar, sedangkan mikrokontroler dan sensor membutuhkan tegangan yang stabil dengan arus yang lebih kecil. Oleh karena itu, distribusi daya yang baik menjadi faktor penting agar sistem dapat bekerja secara andal dan berkelanjutan



Gambar 2. 13 Switching Power Supply 24 VDC

2.2.14 Countdown Timer

Countdown timer merupakan bagian dari sistem kendali yang berfungsi untuk menghitung mundur waktu dari nilai tertentu hingga mencapai nol, kemudian memicu suatu aksi atau perubahan status sistem. Dalam konteks sistem keselamatan dan pengendalian otomatis, countdown timer digunakan sebagai mekanisme penundaan terkontrol yang memberikan jeda waktu sebelum sebuah tindakan diambil. Pendekatan ini sering diterapkan untuk meningkatkan aspek keselamatan dan memberikan kesempatan bagi pengguna untuk merespons kondisi tertentu sebelum sistem menjalankan aksi otomatis. Secara konseptual, *Countdown timer* bukanlah komponen perangkat keras, melainkan bagian dari logika perangkat lunak yang diimplementasikan di dalam mikrokontroler. Timer ini memanfaatkan fungsi pencacah waktu internal mikrokontroler, baik melalui *interrupt*, *delay* berbasis sistem waktu, maupun perhitungan berbasis millis atau timer *hardware*. Dengan metode tersebut, sistem dapat melakukan penghitungan waktu secara relatif akurat tanpa menghentikan proses utama lainnya.

Dalam sistem deteksi kebocoran gas, *Countdown Timer* dapat digunakan sebagai jeda sebelum aktivasi aktuator seperti *Solenoid Valve* atau sebelum pengiriman notifikasi melalui modul komunikasi. Misalnya, ketika sensor mendeteksi adanya indikasi kebocoran gas, sistem dapat memulai *Countdown* selama beberapa detik untuk

memastikan bahwa kondisi tersebut benar-benar berbahaya dan bukan gangguan sementara. Jika hingga akhir waktu hitung mundur kondisi masih terdeteksi, maka sistem akan menjalankan aksi lanjutan seperti menutup aliran gas atau mengaktifkan alarm. Pendekatan ini membantu mengurangi kemungkinan kesalahan deteksi dan meningkatkan keandalan sistem. Selain itu, *Countdown Timer* juga dapat dimanfaatkan sebagai media informasi bagi pengguna, terutama jika dikombinasikan dengan tampilan *LCD*. Waktu hitung mundur yang ditampilkan memberikan gambaran yang jelas mengenai kapan sistem akan melakukan tindakan tertentu, sehingga pengguna memiliki kesempatan untuk melakukan intervensi manual apabila diperlukan. Dari sudut pandang perancangan sistem, penggunaan *Countdown Timer* mencerminkan pendekatan kontrol yang lebih terstruktur dan berorientasi pada keselamatan, karena setiap tindakan kritis didahului oleh mekanisme penundaan yang terkontrol dan terukur

2.2.15 Lampu *LED Dioda*

Lampu *LED (Light Emitting Diode)* merupakan salah satu komponen semikonduktor yang paling umum digunakan dalam sistem elektronika modern, termasuk dalam sistem berbasis mikrokontroler. Secara fundamental, *LED* adalah dioda yang mampu memancarkan cahaya ketika dialiri arus listrik dalam kondisi bias maju. Cahaya yang dihasilkan berasal dari proses rekombinasi elektron dan hole pada material semikonduktor, di mana energi yang dilepaskan selama proses tersebut muncul dalam bentuk foton. Warna cahaya yang dihasilkan oleh *LED* sangat bergantung pada jenis material semikonduktor dan celah pita energi (*band gap*) yang dimilikinya, sehingga *LED* dapat dirancang untuk memancarkan berbagai warna dengan karakteristik tertentu.

Sebagai komponen semikonduktor, *LED* memiliki karakteristik non-linear, khususnya pada hubungan antara tegangan dan arus. *LED* tidak dapat langsung dihubungkan ke sumber tegangan tanpa pembatas arus, karena sifat dioda yang akan menghantarkan arus secara berlebihan ketika tegangan ambang (*forward voltage*) terlampaui. Oleh karena itu, dalam setiap penerapan *LED* selalu diperlukan komponen tambahan, biasanya berupa resistor, yang berfungsi membatasi arus agar tetap berada dalam rentang aman. Konsep ini penting secara teoritis, karena kegagalan memahami karakteristik dasar *LED* dapat menyebabkan kerusakan komponen, bahkan mengganggu

kestabilan keseluruhan sistem.

Dalam konteks sistem berbasis mikrokontroler, *LED* mini umumnya dikendalikan melalui pin input/output digital. Secara teoritis, setiap pin mikrokontroler memiliki batas arus tertentu, sehingga penggunaan *LED* harus dirancang dengan mempertimbangkan spesifikasi tersebut agar tidak menimbulkan beban berlebih yang dapat merusak mikrokontroler. Oleh karena itu, secara teoritis *LED* lebih tepat diposisikan sebagai indikator lokal, bukan sebagai satu-satunya media peringatan. Pemahaman terhadap keterbatasan ini penting agar perancangan sistem tidak terlalu bergantung pada satu komponen indikator tanpa mempertimbangkan skenario penggunaan nyata.

Dalam sistem keselamatan, seperti sistem deteksi kebocoran gas *LED* mini sering digunakan untuk menandai kondisi awal atau status normal sebelum sistem memasuki kondisi darurat. Misalnya, *LED* hijau dapat menunjukkan bahwa sistem berada dalam kondisi aman, sementara *LED* merah menyala atau berkedip ketika terdeteksi adanya kebocoran gas. Pendekatan ini secara teoritis menggabungkan konsep elektronika dasar dengan prinsip keselamatan sistem, di mana informasi visual diberikan secara cepat tanpa memerlukan interpretasi yang kompleks dari pengguna.



Gambar 2. 14 Lampu *LED Diode*