

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1. Tinjauan Pustaka

Pada penyusunan Tugas Akhir, penyusun melakukan studi literatur terhadap beberapa sumber pustaka yang ada. Tujuan dari dilakukannya hal tersebut adalah sebagai pedoman dari pengembangan alat yang telah ada sebelumnya. Sumber pustaka yang digunakan sebagai referensi merupakan beberapa hasil percobaan yang berkaitan dengan perancangan alat yang akan dilakukan. Berikut adalah sumber pustaka yang digunakan oleh penyusun.

1. Jurnal berjudul "*Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kebocoran Gas LPG Berbasis Internet of Things (IoT) dengan Penutup Katup Otomatis Menggunakan Motor Servo*" [7]. Referensi tersebut membahas mengenai alat yang dapat mendeteksi ada kebocoran gas LPG menggunakan sensor MQ-6. Oleh microcontroller Wemos ESP32, Informasi tentang terjadinya kebocoran gas LPG ini selanjutnya digunakan untuk mengendalikan motor servo dan buzzer. Jika terjadi kebocoran gas LPG, motor servo akan menarik katup regulator pada tabung gas LPG untuk membuka katup regulator. Pada saat yang bersamaan buzzer akan berbunyi 3 kali. Selain itu, mikrokontroler akan mengirim notifikasi ke perangkat smartphone.
2. Jurnal berjudul "*Notifikasi SMS untuk Pendeteksi Kebocoran pada Kompor Gas*" [8]. Referensi tersebut membahas mengenai perancangan

Alat yang dibuat menggunakan sensor MQ-6 sebagai pendeteksi kebocoran gas LPG dan motor servo DC MG 995 yang digunakan untuk memutar katup penutup saluran gas antara kompor dan tabung gas ketika terjadi kebocoran gas LPG. Alat yang dirancang juga dilengkapi dengan sistem untuk memberikan peringatan kepada pengguna melalui media SMS.

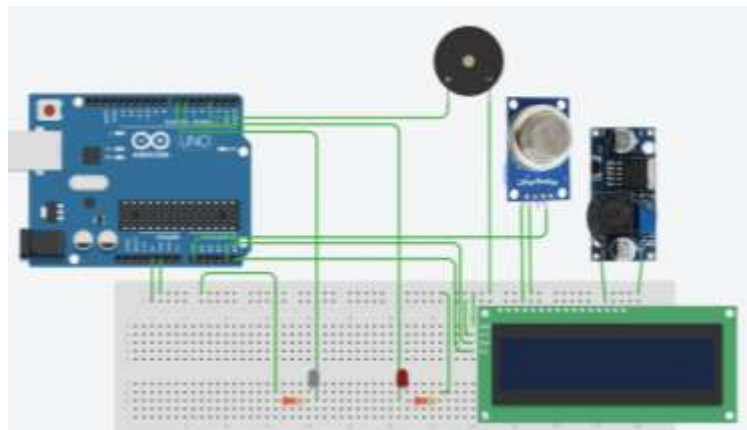
3. Jurnal berjudul "*Analisis Kinerja MQ-2 dan MQ-5 pada Alat Proteksi Kebocoran LPG Rumah Tangga*" [9]. Referensi tersebut membahas mengenai analisa penggunaan sensor MQ-2 dan MQ-5. Keduanya mampu mendeteksi gas LPG dengan cangkupan deteksi gas yang berbeda. Dimana sensor MQ-2 memiliki cakupan deteksi gas LPG sebesar 200-5000 ppm dan sensor MQ-5 memiliki cakupan deteksi gas sebesar 200-10000 ppm. Yang dibuktikan oleh hasil pengujian, bahwa sensor MQ-2 mendeteksi sebanyak 479,8 ppm, sensor MQ-5 mendeteksi sebanyak 612 ppm dan alat komparasi (uji) sebanyak 5138,5 ppm. Dari hasil uji tersebut dapat disimpulkan, bahwa sensor MQ-5 lebih optimal dalam mendeteksi kebocoran gas LPG.

Berdasarkan ketiga sumber pustaka yang diperoleh pada proses *monitoring*, ketiga jurnal tersebut tidak menggunakan modul GSM SIM800L, namun menggunakan modul *monitoring* lainnya. Maka pada Tugas Akhir ini penyusun mengambil judul "Rancang Bangun Pendeteksi Kebocoran Gas LPG (*Liquefied Petroleum Gas*) Berbasis Arduino Uno Menggunakan Sensor MQ-5 dan Buzzer". Dengan beberapa inovasi yang diterapkan, antara lain :

1. Penyusun membangun sistem berbasis Arduino Uno, sensor MQ-5 dan Buzzer sebagai mikrokontroler.
2. Penyusun menggunakan buzzer, LED dan LCD sebagai output dan sistem *monitoring* dari hasil yang didapat oleh sensor MQ-5.
3. Penyusun menggunakan aplikasi Arduino IDE sebagai interface dari Arduino sehingga user dapat melihat data melalui komputer atau sejenisnya.

## 2.2. Dasar Teori

### 2.2.1. Sistem Pendeteksi Kebocoran Gas



**Gambar 2.1.** Rangkaian Sistem Pendeteksi Kebocoran Gas

Gambar 2.1. adalah gambar dari rangkaian sistem pendeteksi kebocoran gas. Sistem pendeteksi kebocoran gas adalah sebuah rangkaian perangkat yang dirancang untuk mendeteksi keberadaan gas berbahaya di lingkungan tertentu, seperti LPG, metana, atau karbon monoksida. Sistem ini terdiri dari sensor gas yang mampu mengukur konsentrasi gas di udara, mikrokontroler untuk memproses data sensor, serta komponen output untuk memberikan peringatan

visual atau audio kepada pengguna. Tujuan utama dari sistem ini untuk mencegah kecelakaan seperti kebakaran, ledakan, atau keracunan gas dengan memberikan peringatan dini.

Sistem pendeteksi kebocoran gas LPG ini bekerja dengan memanfaatkan sensor MQ-5 sebagai pendeteksi kebocoran gas di udara yang terintegrasi dengan Arduino Uno sebagai pengendali utama sistem. Penggunaan alat diawali dengan menghubungkan adaptor 12V ke sumber listrik sehingga seluruh rangkaian dapat aktif dan mulai bekerja. Setelah sistem menyala, sensor MQ-5 akan melakukan proses pemanasan (*warming up*) selama 3 menit agar pembacaan sensor menjadi lebih stabil. Selama proses pemanasan berlangsung, LCD akan menampilkan informasi “*WARMING UP*” serta hitung mundur waktu pemanasan sensor.

Setelah proses pemanasan selesai, sistem akan masuk ke mode siaga yang ditandai dengan LED putih menyala sebagai indikator bahwa alat siap digunakan. Pada kondisi ini, sensor MQ-5 akan melakukan pembacaan gas secara terus-menerus dan mengirimkan data analog ke Arduino Uno. Nilai analog tersebut kemudian diolah menjadi nilai konsentrasi gas dalam satuan PPM (*Parts Per Million*) melalui proses perhitungan tegangan dan resistansi sensor.

Apabila sensor mendeteksi gas dengan konsentrasi rendah atau belum melebihi ambang batas yang ditentukan yaitu 200 ppm, maka LED merah akan menyala normal sebagai indikator adanya gas yang terdeteksi, sedangkan buzzer masih dalam kondisi nonaktif. LCD akan menampilkan nilai kadar gas yang terdeteksi secara *real-time*. Namun, apabila konsentrasi gas melebihi ambang batas sebesar 200 ppm, sistem akan masuk ke mode bahaya. Pada kondisi ini,

buzzer akan aktif sebagai alarm peringatan, LED merah akan berkedip setiap 500ms, dan LCD akan menampilkan peringatan “BAHAYA GAS BOCOR” beserta nilai kadar gas yang terdeteksi.

Selama sistem bekerja, seluruh data hasil pembacaan sensor seperti nilai analog, nilai ppm, dan kategori tingkat gas akan direkam secara otomatis melalui PLX-DAQ dan serial monitor sehingga pengguna dapat melakukan monitoring dan melakukan pengambilan data pengujian secara real-time. Setelah kadar gas kembali normal, sistem akan otomatis kembali ke mode siaga dan LED putih akan kembali menyala sebagai tanda bahwa kondisi lingkungan telah aman.

Penentuan ambang batas (threshold) sebesar 200 ppm pada sistem pendeteksi kebocoran gas LPG ini didasarkan pada beberapa referensi penelitian dan pertimbangan aspek keselamatan. Berdasarkan jurnal penelitian terdahulu [10], nilai 200 ppm telah digunakan sebagai batas awal kondisi bahaya pada sistem pendeteksi gas karena pada konsentrasi tersebut keberadaan gas sudah dapat terdeteksi secara signifikan dan berpotensi meningkat apabila tidak segera ditangani. Oleh karena itu, pada penelitian ini nilai 200 ppm digunakan sebagai ambang aktivasi alarm untuk memberikan peringatan dini kepada pengguna sebelum konsentrasi gas mencapai kondisi yang berbahaya.

Penggunaan PPM sendiri digunakan karena ppm (parts per million) adalah satuan konsentrasi yang sering dipergunakan dalam kimia analisa. Satuan ini sering digunakan untuk menunjukkan kandungan suatu senyawa dalam suatu larutan misalnya kandungan garam dalam air laut, kandungan polutan dalam

sungai, atau kandungan yodium dalam garam juga dinyatakan dalam satuan ppm [20]. Konsentrasinya merupakan berapa senyawa dalam suatu bagian sistem.

Selain itu, berdasarkan data dari Material Safety Data Sheet oleh PT Pertamina, 1 Mei 2007 [21], ambang batas konsentrasi gas LPG yang berpotensi menimbulkan risiko ledakan berada pada kisaran 408-1.848 ppm [11]. Dengan mempertimbangkan hal tersebut, penggunaan ambang batas 200 ppm pada sistem ini bertujuan sebagai langkah preventif atau peringatan awal (*early warning system*) agar pengguna dapat segera melakukan tindakan penanganan sebelum konsentrasi gas mencapai tingkat yang berisiko tinggi terhadap kebakaran ataupun ledakan. Adapun klasifikasi kategori konsentrasi gas pada penelitian ini merupakan interpretasi yang disusun berdasarkan beberapa referensi terkait ambang bahaya gas LPG. Pada referensi terdahulu [10], konsentrasi sebesar 200 ppm telah masuk ke dalam kondisi bahaya kebocoran gas. Sedangkan pada referensi lain [11], menunjukkan bahwa konsentrasi sebesar 408 ppm berpotensi menimbulkan ledakan. Berdasarkan referensi tersebut, peneliti membagi tingkat kategori gas untuk mempermudah proses analisis data pengujian dan peningkatan konsentrasi gas. Klasifikasi ini tidak dimaksudkan sebagai standar resmi tingkat bahaya, melainkan sebagai parameter interpretatif dalam penelitian. Pembagian kategori ditunjukkan pada tabel 2- 1.

**Tabel 2- 1** Kategori pembacaan gas

No.	Nilai ppm	Kategori
1	0 – 99 ppm	Rendah
2	100 – 199 ppm	Sedang
3	200 – 299 ppm	Tinggi
4	300 -399 ppm	Sangat Tinggi

### 2.2.2. Sistem *Monitoring*

Sistem *Monitoring* yang diterapkan pada modul ini menggunakan Arduino Uno, LCD. LCD akan menampilkan peringatan secara *real-time* melalui layar pada alat bahwa sistem ini mendeteksi kebocoran gas LPG diatas ambang batas yang ditentukan. Selain itu, komponen lain seperti LED dan Buzzer juga akan mengirimkan peringatan visual dan suara.

### 2.2.3. Arduino Uno

Arduino UNO adalah sebuah board mikrokontroler yang didasarkan pada ATmega328. Arduino UNO mempunyai 14 pin digital input/output (6 di antaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, sebuah osilator Kristal 16 MHz, sebuah koneksi USB, sebuah *power jack*, sebuah ICSP *header*, dan sebuah tombol reset. Arduino UNO memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang mikrokontroler, mudah menghubungkannya ke sebuah komputer dengan sebuah kabel USB atau mensuplainya dengan sebuah adaptor AC ke DC atau menggunakan baterai untuk memulainya. Pada gambar 2.2. adalah gambar Arduino uno.



**Gambar 2.2.** Arduino Uno

Data data yang berhubungan dengan spesifikasi dari Arduino Uno ditunjukkan pada tabel 2- 2.

**Tabel 2- 2** Spesifikasi Arduino Uno [12]

<b>Parameter</b>	<b>Spesifikasi</b>
Mikrokontroler	ATmega328
Tegangan Operasi	5V
Tegangan Input yang disarankan	7 – 12 V
Batas Tegangan Input	6 – 20 V
Jumlah Pin I/O digital	14 pin digital
Jumlah Pin input Analog	6 pin analog
Arus DC tiap Pin I/O	40mA
Arus DC untuk Pin 3,3 V	50mA

Arduino Uno diprogram menggunakan bahasa pemrograman Arduino melalui Arduino IDE. Program diunggah ke mikrokontroler ATmega328P yang menjadi inti dari Arduino Uno. Arduino Uno dapat menerima input dari berbagai sensor atau perangkat melalui pin input analog dan digital. Misalnya, sensor suhu, sensor cahaya, tombol, atau potensiometer dapat dihubungkan ke pin ini. Mikrokontroler memproses input yang diterima sesuai dengan logika program yang telah diunggah. Ini bisa berupa pembacaan nilai sensor, penghitungan, atau pengambilan keputusan berdasarkan kondisi tertentu.

Berdasarkan hasil pemrosesan, Arduino Uno mengendalikan perangkat lain melalui pin output. Ini bisa berupa menhidupkan/mematikan LED, mengendalikan motor, mengirim data ke layar LCD, atau mengaktifkan relay. Arduino Uno dapat berinteraksi dengan perangkat eksternal dan bertindak sebagai pengendali pusat dalam sistem otomatisasi, menghubungkan input dari sensor dengan output ke aktuator berdasarkan logika yang diprogram.

#### 2.2.4. Sensor MQ-5

Sensor MQ-5 adalah jenis sensor gas yang sering digunakan untuk mendeteksi gas LPG (*Liquefied Petroleum Gas*), gas alam, dan gas hidrogen. Sensor ini memiliki sensitivitas tinggi terhadap gas-gas ini dan sering digunakan dalam berbagai aplikasi seperti sistem deteksi kebocoran gas, sistem keamanan rumah, dan proyek-proyek IoT (*Internet of Things*). Gambar dari sensor MQ-5 sebagai berikut.



**Gambar 2.3.** Sensor MQ-5

Prinsip kerja dibalik sensor gas MQ-5 yaitu, sensor MQ-5 memiliki filamen sensitif yang terbuat dari SnO<sub>2</sub>. Dengan adanya udara bersih, filamen ini cenderung memiliki konduktivitas listrik yang lebih rendah. Ketika gas yang mudah terbakar seperti LPG diperkenalkan, konduktivitas filamen meningkat, dan jumlah perubahan konduktansi/resistansinya dapat digunakan untuk menunjukkan

konsentrasi gas yang setara. Efek ini cenderung sangat terasa pada suhu yang lebih tinggi, dan elemen pemanas resistif juga ada. SnO<sub>2</sub> sangat sensitif terhadap Metana, Butana dan Propana, tetapi juga sensitif terhadap gas mudah terbakar lainnya. Data yang berhubungan dengan spesifikasi dari Sensor MQ-5 ditunjukkan pada tabel 2- 3.

**Tabel 2- 3** Spesifikasi Sensor MQ-5 [13]

Parameter	Spesifikasi
Cakupan Deteksi	200 – 10000 ppm
Tegangan Operasi	5V±0.1
Tegangan Pemanas	5V±0.1
Pengaturan Resistansi	Dapat diatur
Suhu Kerja	-10°C-50°C
Suhu Penyimpanan	-20°C-70°C
Resistansi Sensor	10KΩ- 60KΩ
Target Pendeteksian	LPG, Butana, Propana, dan Metana
Kondisi Standar Pendeteksian	Temperatur : 20°C±2°C Kelembaban : 65%±5%

Data yang dihasilkan oleh sensor MQ-5 berupa nilai analog yang perlu dikonversi ke dalam satuan ppm. Terdapat 4 persamaan untuk mengonversi dari nilai analog yang dihasilkan sensor MQ-5 menjadi nilai dengan satuan ppm adalah sebagai berikut.

Menghitung tegangan output ( $V_{out}$ ) [22],

$$V_{out} = \frac{Analog\ Value}{1023} \times V_{cc}$$

Nilai  $V_{cc}$  merupakan tegangan sumber yang digunakan untuk mensuplai sensor MQ-5 dan Arduino Uno. Pada penelitian ini nilai  $V_{cc}$  yang digunakan sebesar 5V. Nilai tersebut diperoleh dari hasil pengukuran *output* modul *stepdown* LM2596 menggunakan multimeter yang menunjukkan tegangan sekitar 5,02V. Tegangan 5V digunakan karena sesuai dengan tegangan kerja sensor MQ-5 dan pin analog Arduino Uno. Hasil pengukuran *output* modul LM2596 dapat dilihat pada gambar 4.7.

Menghitung resistansi sensor ( $R_s$ ) [22],

$$R_s = \left( \frac{V_{cc} - V_{out}}{V_{out}} \right) \times R_L$$

Pada penelitian ini nilai  $R_L$  yang digunakan sebesar 1k $\Omega$ .  $R_L$  berfungsi sebagai pembagi tegangan sehingga perubahan resistansi sensor dapat diubah menjadi tegangan analog yang dapat dibaca arduino uno.

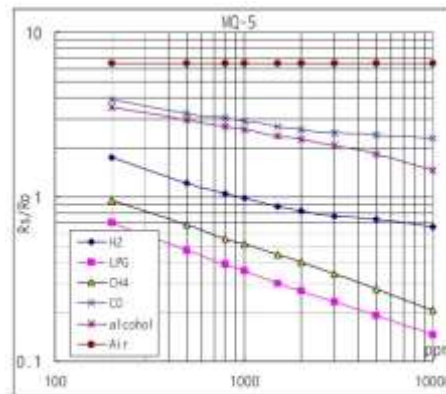
Menghitung rasio ( $R_s/R_o$ ) [22],

$$Rasio = \frac{R_s}{R_o}$$

Nilai  $R_o$  merupakan resistansi sensor MQ-5 pada kondisi udara bersih atau tanpa paparan gas LPG. Pada penelitian ini diperoleh nilai  $R_o$  sebesar 4,19. Nilai tersebut diperoleh melalui proses kalibrasi sensor dengan mengambil pembacaan sensor pada kondisi normal tanpa gas. Proses kalibrasi dilakukan selama 48 – 72 jam agar mendapatkan nilai  $R_o$  yang stabil. Program koding yang diperlukan untuk melakukan proses kalibrasi dapat dilihat pada lampiran 3.

Menghitung nilai PPM,

Nilai konstanta A dan B diperoleh dari hasil pendekatan terhadap grafik sensitivitas sensor MQ-5 pada datasheet [13]. Berikut grafik sensitivitas sensor MQ-5 ditunjukkan pada gambar 2.4.



**Gambar 2.4.** Grafik sensitivitas sensor MQ-5

Grafik tersebut menunjukkan hubungan antara rasio resistansi ( $R_o/R_s$ ) terhadap konsentrasi gas LPG. Dari grafik tersebut, menghasilkan nilai konstanta A sebesar 127,6 dan nilai konstanta B sebesar -1,979. Nilai tersebut kemudian digunakan dalam perhitungan konsentrasi gas LPG menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$PPM = A \times (Rasio)^B$$

### 2.2.5. LED

LED 3mm adalah jenis *Light Emitting Diode* (LED) dengan diameter 3mm, yang sering digunakan dalam aplikasi elektronik, termasuk sebagai indikator dalam perangkat kecil. Daya Maksimum yang mampu ditoleransi oleh LED dapat dihitung menggunakan rumus,  $P = V_F \times I_F$  dan menghasilkan 66 mW. Umumnya pada LED 3mm warna merah panjang gelombang yang dimiliki sekitar 620 – 750 nm. Sudut pandang yang dihasilkan juga berkisar antara 20° – 60°.

Semakin kecil sudut pandang yang dihasilkan, aka cahaya yang dihasilkan lebih terfokus. Intensitas cahaya yang dihasilkan sebesar 100 milicandela (mcd). Gambar dari LED 3mm sebagai berikut.



**Gambar 2.5.** LED 3mm

Data yang berhubungan dengan spesifikasi dari LED 3mm ditunjukkan pada tabel 2- 4.

**Tabel 2- 4** Spesifikasi LED 3mm [14]

Parameter	Spesifikasi
Tegangan Maju ( $V_F$ )	2.2 V
Arus Maju ( $I_F$ )	30 mA
Daya Maksimum (P)	66 mW
Panjang Gelombang	660 nm
Intensitas Cahaya	100 mcd
Temperatur Kerja	-25° sampai 85° C

### 2.2.6. Buzzer

Buzzer adalah komponen yang berfungsi untuk menghasilkan suara atau nada sebagai indikator atau alarm suatu sistem. Pada sistem berbasis mikrokontroler seperti Arduino, buzzer digunakan sebagai output audio untuk memberikan peringatan kepada pengguna terhadap kondisi tertentu, misalnya saat terjadi kebocoran gas.

Buzzer bekerja dengan mengubah sinyal listrik menjadi getaran mekanik yang kemudian menghasilkan gelombang suara. Pada Arduino, buzzer dapat dikendalikan melalui pin digital dengan memberikan logika HIGH untuk mengaktifkan buzzer dan logika LOW untuk mematikannya. Gambar dari buzzer adalah sebagai berikut.



**Gambar 2.6.** Buzzer

Data yang berhubungan dengan spesifikasi dari buzzer ditunjukkan pada ditunjukkan pada tabel 2- 5.

**Tabel 2- 5** Spesifikasi Buzzer [15]

Parameter	Spesifikasi
Tegangan (V)	6 V
Tegangan Operasi	4 – 8 V
Arus (I)	$\leq 30$ mA
Keluaran suara dari 10 cm	$\geq 85$ dB
Temperatur Kerja	-25° sampai 80° C

Pada sistem pendeteksi kebocoran gas LPG yang dirancang, buzzer berfungsi sebagai indikator peringatan dini ketika terdeteksi adanya kadar gas yang melebihi ambang batas yang telah ditentukan. Dengan adanya buzzer, pengguna dapat memperoleh notifikasi secara langsung dalam bentuk suara, sehingga dapat segera mengambil tindakan.

#### 2.2.7. LCD 16x2 I2C

LCD (Liquid Crystal Display) 16x2 merupakan perangkat output yang digunakan untuk menampilkan informasi dalam bentuk teks. LCD ini memiliki kemampuan menampilkan 16 karakter pada setiap baris dan terdiri dari 2 baris, sehingga total dapat menampilkan 32 karakter dalam satu waktu. dalam sistem berbasis mikrokontroler, LCD sering digunakan untuk memberikan informasi secara visual pada pengguna. LCD bekerja dengan memanfaatkan kristal cair yang dapat berubah orientasi ketika diberikan tegangan listrik, sehingga

menghasilkan tampilan karakter atau teks melalui komunikasi I2C, kemudian ditampilkan pada layar LCD. Gambar dari LCD 16x2 I2C adalah sebagai berikut.



**Gambar 2.7.** LCD I2C

Pada penelitian ini, LCD 16x2 yang digunakan telah dilengkapi dengan modul I2C (Inter-Integrated Circuit). Modul I2C memungkinkan komunikasi antara LCD dan mikrokontroler menggunakan hanya dua jalur, yaitu SDA (Serial Data) dan SCL (Serial Clock). Dengan penggunaan I2C, jumlah pin yang digunakan pada arduino menjadi lebih efisien dibandingkan dengan metode paralel yang membutuhkan lebih banyak pin.

Dalam sistem pendeteksi kebocoran gas LPG yang dirancang, LCD 16x2 berfungsi sebagai media informasi visual yang menampilkan kondisi sistem secara real-time, seperti status “Sistem Siaga”, “Bahaya Gas Bocor, serta nilai kadar gas dalam satuan PPM. Dengan adanya LCD, pengguna dapat memantau kondisi secara langsung tanpa memerlukan perangkat tambahan. Data yang berhubungan dengan spesifikasi dari LCD 16x2 I2C ditunjukkan pada tabel 2- 6.

**Tabel 2- 6** Spesifikasi LCD 16x2 I2C [16]

Parameter	Spesifikasi
Tegangan Masuk	5 Volt
Dimensi	8 × 2.5 × 0.6 cm

### 2.2.8. Resistor

Resistor merupakan komponen elektronika pasif yang berfungsi untuk menghambat arus listrik dalam suatu rangkaian. Nilai hambatan pada resistor dinyatakan dalam satuan ohm dan digunakan untuk mengatur besar kecilnya arus serta membagi tegangan sesuai kebutuhan rangkaian.

Resistor memiliki berbagai nilai hambatan yang dapat diidentifikasi melalui kode warna yang terdapat pada badan resistor. Dalam penggunaannya, resistor berperan penting untuk melindungi komponen lain dari arus berlebih yang dapat menyebabkan kerusakan.

Pada sistem berbasis Arduino, resistor sering digunakan dalam berbagai konfigurasi, seperti Pembatas Arus (*current limiting*), pembagi tegangan (*voltage driver*). Namun dalam penelitian ini, resistor digunakan sebagai pembatas arus pada LED serta sebagai bagian dari rangkaian pendukung lainnya agar sistem dapat bekerja dengan aman dan stabil. Dengan adanya resistor, komponen seperti LED dapat beroperasi sesuai spesifikasi tanpa mengalami kerusakan akibat arus yang berlebihan. Gambar dari resistor adalah sebagai berikut..



**Gambar 2.8.** Resistor

Data yang berhubungan dengan spesifikasi dari Resistor ditunjukkan pada tabel 2- 7.

**Tabel 2- 7** Spesifikasi Resistor [17]

Parameter	Spesifikasi
Toleransi Resistansi	$\pm 0.25 \% ; \pm 0.1\%$
Pembuangan Terukur	0.25 mW
Kisaran Suhu Pengoperasian	$-55^{\circ}$ sampai $125^{\circ}$ C
Suhu Puncak	$125^{\circ}$ C

Penggunaan resistor menggunakan hukum ohm  $R = \frac{V}{I}$ . Forward Voltage dari LED berkisar 2.2V hingga 4V. Kemudian tegangan catu daya ( $V_{cc}$ ) yang digunakan dari arduino 5V. Arus kerja yang disarankan untuk LED sekitar 25mA hingga 30mA. Maka,

$$R = \frac{V_{cc} - V_{forward}}{I}$$

$$= \frac{5\text{ V} - 2.2\text{ V}}{0.03\text{ A}} = 93.33\Omega$$

Namun nilai  $220\Omega$  dipilih untuk memberikan margin keamanan lebih, sehingga memperpanjang usia LED dan menghindari resiko kerusakan.

### 2.2.9. LM2596

Modul LM2596 adalah modul konverter DC-DC yang dirancang untuk menurunkan tegangan input ke tegangan output yang lebih rendah secara efisien, dengan frekuensi tetap 150 kHz fixed-voltage menggunakan IC Regulator LM2596. LM2596 bekerja berdasarkan prinsip *switching regulator*. Alih-alih membuang tegangan berlebih sebagai panas, LM2596 menggunakan metode pensaklaran (*switching*) untuk mengubah tegangan. Gambar dari modul stepdown LM2596 adalah sebagai berikut.



**Gambar 2.9.** Modul LM2596

Data yang berhubungan dengan spesifikasi dari modul stepdown LM2596 ditunjukkan pada tabel 2- 8.

**Tabel 2- 8** Spesifikasi LM2596 [18]

Parameter	Spesifikasi
Tegangan <i>Input</i>	4 - 40 V
Tegangan <i>Output</i>	1,25 - 37 V (tergantung <i>input</i> )
Frekuensi Tetap	150 kHz
Arus Keluaran	3.0 A
Suhu Operasi	-40° sampai 85° C

#### 2.2.10. Adaptor 12V 2A

Adaptor 12V 2A merupakan sumber catu daya yang digunakan untuk menyuplai tegangan listrik pada sistem. Adaptor ini berfungsi mengubah tegangan AC dari sumber listrik menjadi tegangan DC sebesar 12 volt yang stabil, sehingga dapat digunakan oleh komponen elektronika sistem. Gambar dari adaptor 12V 2A adalah sebagai berikut.

**Gambar 2.10.** Adaptor 12V 2A

Pada perancangan ini, adaptor 12V 2A digunakan sebagai sumber daya utama yang kemudian disalurkan ke komponen melalui modul penurun tegangan (*step-down*) agar sesuai dengan kebutuhan tegangan masing-masing komponen, seperti Arduino, MQ-5 serta modul lainnya. Kapasitas arus sebesar 2 ampere

dipilih untuk memastikan bahwa seluruh komponen mendapatkan suplai daya yang cukup, terutama pada saat sistem bekerja secara bersamaan.

Selain itu, penggunaan adaptor memberikan keunggulan dibandingkan sumber daya yang lain seperti baterai, karena mampu menyediakan tegangan yang lebih stabil dan dapat digunakan dalam jangka waktu yang lebih lama tanpa perlu penggantian daya. Dengan demikian, sistem dapat bekerja secara optimal, stabil dan berkelanjutan selama proses pengujian ataupun penggunaan. Data yang berhubungan dengan spesifikasi dari adaptor 12V 2A ditunjukkan pada tabel 2- 9.

**Tabel 2- 9** Spesifikasi Adaptor 12V 2A [19]

<b>Parameter</b>	<b>Spesifikasi</b>
Tegangan <i>Input</i>	100 – 240 VAC
Tegangan <i>Output</i>	12 VDC
Arus Keluaran	2A
Frekuensi	50 – 60 kHz
Indikator	LED Biru
Overjack DC	5,5mm x 2,5mm