

## BAB II

### KAJIAN PUSTAKA

#### A. Kajian Teoritis

##### a. Pencemaran Udara

Pencemaran udara merupakan suatu keadaan dimana adanya substansi fisik, biologi, atau kimia di lapisan udara bumi (atmosfer) yang jumlahnya membahayakan bagi kesehatan tubuh dan makhluk hidup yang lain. Pencemaran udara ini dapat digolongkan menjadi dua yaitu pencemar primer dan pencemar sekunder (Sudarti et al., 2022)



**Gambar 2.1.** Contoh Polusi Dipabrik Gula.

**Sumber :** Dokumentasi Pribadi.

Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.1, polusi udara marak terjadi di berbagai tempat. Upaya untuk mengurangi polusi udara termasuk regulasi ketat terhadap emisi industri dan kendaraan, peningkatan dalam

teknologi ramah lingkungan, promosi transportasi berkelanjutan, dan peningkatan kesadaran masyarakat akan pentingnya udara bersih. Ini adalah masalah yang membutuhkan kerja sama global dan tindakan bersama dari semua pihak untuk mengatasi dampak negatifnya.

Dalam bidang transportasi, khususnya pada daerah perkotaan, peningkatan terlihat dengan semakin banyak jumlah kendaraan yang ada dan terus bertambah dari tahun ke tahun. Aktivitas masyarakat, seperti sekolah, bekerja dan lain sebagainya, sangat bergantung dengan kendaraan bermotor.

Penggunaan sarana transportasi seperti kendaraan bermotor juga berdampak kurang baik bagi lingkungan maupun kehidupan. Pada Gambar 2.2. yang menunjukkan bahwa kemacetan akibat peningkatan transportasi dan bertambahnya kendaraan bermotor dari tahun ke tahun.



**Gambar 2.2.** Suasana pada Pahlawan Street Center Madiun.

**Sumber :** Dokumentasi Pribadi.

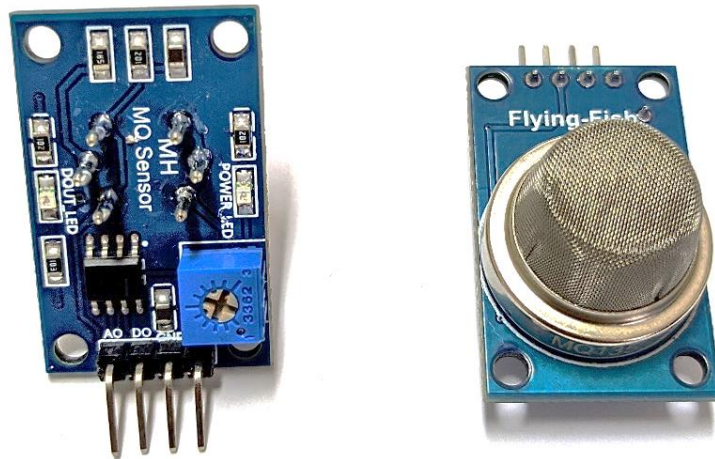
Pencemaran udara primer adalah jenis polusi udara yang terjadi ketika zat-zat pencemar langsung dilepaskan ke atmosfer dari sumber-sumber polusi sedangkan pencemaran sekunder ialah jenis kontaminasi udara yang terjadi ketika zat-zat pencemar primer bereaksi di atmosfer dan membentuk senyawa baru (Budiyono, 2001).

Hal tersebut adalah salah satu faktor yang mempengaruhi polusi udara, seperti bertambah banyaknya kendaraan yang digunakan, semakin tinggi kadar gas karbon monoksida ( $CO$ ) yang keluar dari knalpot. Emisi karbon mobil dapat mengakibatkan polusi udara dengan cara pelepasan partikel berbahaya seperti nitrogen oksida ( $NO_x$ ), karbon monoksida ( $CO$ ), gas karbon dioksida ( $CO_2$ ), partikel-partikel debu juga sangat mempengaruhi kualitas udara menjadi menurun (S. L. Sengkey, 2011).

#### **b. Sensor *MQ-135***

Sensor *MQ-135* adalah sensor gas yang mendeteksi gas primer, seperti yang ditimbulkan aktivitas manusia yaitu, Karbon dioksida ( $CO_2$ ), Ammonia ( $NH_3$ ), Benzena ( $C_6H_6$ ), Karbon monoksida ( $CO$ ), Nitrogen dioksida ( $NO_x$ ), Sulfur hidroksida ( $H_2S$ ), gas berbahaya lainnya. Mirip dengan sensor gas seri *MQ* lainnya sensor ini memiliki pin *output* digital dan analog. Ketika tingkat gas melampaui batas, pin digital menjadi *HIGH*, untuk pin keluaran analog mengeluarkan tegangan analog yang dapat digunakan untuk memperkirakan tingkat gas di udara (Rombang et al., 2022).

Contoh bentuk sensor *MQ-135* di tunjukkan pada Gambar 2.3



**Gambar 2.3.** *Sensor Gas MQ-135*

**Sumber :** *Dokumentasi Pribadi.*

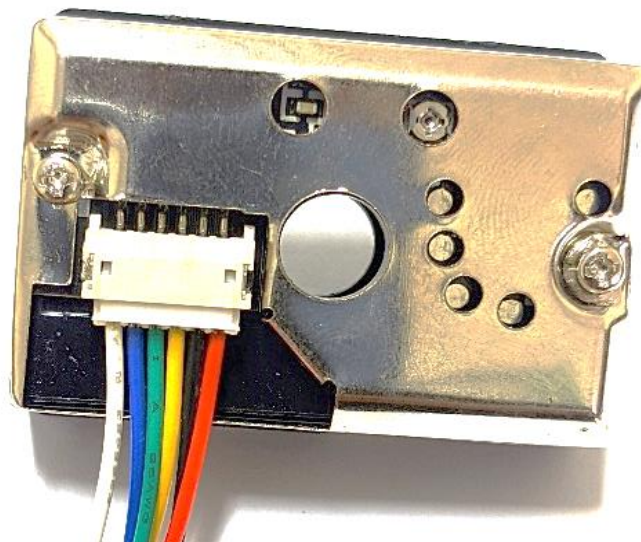
#### c. Sensor Debu *GP2Y1010AU0F*

Sensor Debu *GP2Y1010AU0F* merupakan alat pengubah sinyal analog menjadi sinyal digital untuk mendeteksi kandungan partikel-partikel debu. Partikel debu (*Particulate Matter*, yang selanjutnya disebut PM) ialah campuran dari berbagai senyawa organik dan anorganik yang tersebar pada udara dengan berdiameter kurang dari 1 mikron hingga 500 mikron. (Ridi Arjono Lumban Gaol, 2019).

Partikel debu tersebut dapat masuk melalui saluran pernapasan ke dalam tubuh atau paru-paru manusia dikarenakan partikel debu yang terdapat di atmosfer untuk waktu yang sangat lama, baik PM10 maupun PM2,5. PM10 merupakan partikulat yang memiliki diameter kurang dari 10  $\mu\text{m}$ . PM10 terdiri dari aluminosilikat dan oksida lain dari unsur kerak

dengan sumber utama termasuk debu yang berasal dari jalan, industri, pertanian, konstruksi, pembongkaran gedung, aktifitas sehari-hari seperti kendaraan bermotor dan partikel debu yang beterbangan dari pembakaran bahan bakar fosil. PM10 menyebar pada jarak bervariasi mulai kurang dari 1 km sampai 10 km.

Partikel PM10 yang berdiameter 10 mikron memiliki ukuran partikel debu yang sangat kecil sehingga mudah melewati saringan pernapasan manusia dan bertahan di udara dalam waktu cukup lama. Tingkat bahaya semakin meningkat pada pagi dan malam hari karena asap bercampur dengan uap air. PM10 tidak terdeteksi oleh bulu hidung sehingga masuk ke paru-paru. Jika partikel tersebut terdeposit ke paru-paru akan menimbulkan peradangan saluran pernapasan, gangguan penglihatan dan iritasi kulit (Baehaqi, 2017).



**Gambar 2.4.** Sensor Debu GP2Y1010AU0F

**Sumber :** Dokumentasi Pribadi.

Pada Gambar 2.4. Sensor *GP2Y1010AU0F* memiliki aplikasi yang luas dalam pengukuran kualitas udara dalam ruangan dan luar ruangan. Ini sering digunakan dalam perangkat seperti pengukur debu portabel, sistem pemantauan kualitas udara, dan perangkat pembersih udara. Dengan pemantauan yang tepat, sensor ini dapat membantu mengidentifikasi tingkat polusi udara dan mengambil tindakan pencegahan yang sesuai untuk menjaga kualitas udara yang baik (Abdi Pratama, Irna Tri Yuniahastuti, Dody Susilo, 2023).

#### **d. Arduino Uno**

Arduino Uno adalah board mikrokontroler berbasis ATmega328 (datasheet). Memiliki 14 pin input dari output digital dimana 6 pin input tersebut dapat digunakan sebagai output PWM dan 6 pin input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, *jack power*, *ICSP header*, dan tombol reset. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan Board Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau listrik dengan AC yang-ke adaptor-DC atau baterai untuk menjalankannya (Lubis et al., 2019.)



**Gambar 2.6.** *Arduino Uno*

**Sumber :** *Dokumentasi Pribadi.*

Gambar 2.6. adalah contoh dari Arduino Uno yang memiliki berbagai fitur yang membuatnya sangat fleksibel dan mudah digunakan, seperti:

1. 14 Digital I/O Pins : Dengan enam pin yang dapat digunakan sebagai output PWM, Arduino Uno sangat cocok untuk berbagai aplikasi, termasuk pengendalian motor, *LED*, dan sensor.
2. 6 Pin Input Analog : Papan kontroler ini memiliki enam pin analog yang dapat digunakan untuk mengukur variasi sinyal analog.
3. Koneksi USB : Arduino Uno dapat terhubung dengan komputer melalui koneksi USB, membuat proses pengembangan dan debugging menjadi lebih mudah.
4. *Power Jack* : Papan kontroler ini dapat dihidupkan kembali dengan menggunakan adaptor listrik atau baterai.

5. *ICSP Header* : Fitur ini memungkinkan pengguna untuk memprogram mikrokontroler secara langsung tanpa menggunakan *programmer external*.

Arduino Uno sangat populer di kalangan pengembang dan programmer karena sederhana dalam penggunaannya dan memiliki berbagai kelebihan, seperti:

- a. Kemudahan dalam penggunaan : Arduino Uno sangat mudah digunakan, dengan bahasa pemrograman yang sederhana dan *software IDE* yang lengkap.
- b. Kemampuan pengembangan : Papan kontroler ini sangat fleksibel dan dapat digunakan untuk berbagai aplikasi, termasuk pengembangan aplikasi *IoT*, robotika, dan lain-lain.
- c. Ketersediaan komunitas : Arduino memiliki komunitas yang sangat besar dan aktif, membuat pengembang dapat menemukan bantuan dan sumber daya yang diperlukan.

Namun Arduino Uno juga memiliki beberapa kekurangan, seperti:

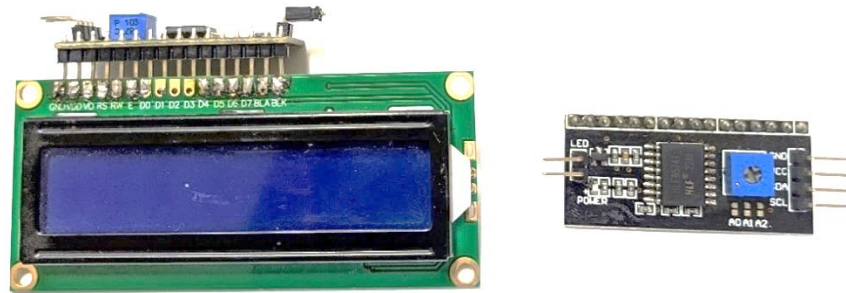
- a. Kapasitas memori yang kecil : Papan kontroler ini memiliki kapasitas memori yang relatif kecil, sekitar sekitar 0,002 MB.
- b. Keterbatasan memori flash : Arduino Uno memiliki batasan memori *flash* sekitar 32 KB.
- c. Kecepatan prosesor yang rendah : Papan kontroler ini memiliki kecepatan prosesor yang relatif rendah.

Dalam beberapa tahun terakhir, Arduino Uno telah digunakan oleh berbagai perusahaan besar, seperti Google, NASA, dan *Large Hadron Colider*, untuk berbagai aplikasi, termasuk pengembangan Aksesori *Development Kit*, prototipe, dan pengumpulan data (Putra & Fandidarma, 2024).

**e. LCD 16x2/Modul I2C**

Display elektronik adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik. LCD ( *Liquid Crystal Display* ) adalah salah satu jenis display elektronik yang dibuat menggunakan teknologi CMOS logic yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap front-lit atau mentransmisikan cahaya dari back-lit. LCD ini berfungsi sebagai penampil data baik dalam bentuk karakter, huruf, angka, ataupun (Yuniahastuti et al., 2020).

Prinsip kerja LCD 16x2 adalah dengan menggunakan lapisan film yang berisi kristal cair dan diletakkan di antara dua lempeng kaca yang telah dipasang elektroda logam transparan. Saat tegangan dicatukan pada beberapa pasang elektroda, molekul-molekul kristal cair akan menyusun agar cahaya yang mengenainya akan diserap. Dari hasil penyerapan cahaya tersebut akan terbentuk huruf, angka, atau gambar sesuai bagian yang diaktifkan (Mindasari. Shela et al., 2022).



**Gambar 2.7.** LCD 16X2 + I2C

**Sumber :** Dokumentasi Pribadi

Bentuk dari LCD dan modul I2C ditunjukkan pada Gambar 2.7. Untuk cara penyambungannya ke *board* Arduino UNO mengikuti langkah-langkah berikut ini:

1. GND : dihubungkan ke GND Arduino
2. VCC : dihubungkan ke 5V Arduino
3. SDA : I2C data dan dapat dihubungkan pada pin analog ke arduino
4. SCL : dimana I2C *clock* dapat dihubungkan pada pin analog ke arduino.

## **B. Kajian Empiris**

Berdasarkan penelitian yang di bahas, memperoleh acuan dari beberapa sumber penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya bertujuan untuk menentukan deskripsi permasalahan yang berkaitan dengan pembahasan. Berikut terdapat beberapa sumber referensi jurnal yang akan digunakan oleh peneliti adalah sebagai berikut :

**Tabel 2.1.** Jurnal dan Nama Peneliti

No	Judul dan Tahun	Nama Peneliti	Kelebihan	Kekurangan
1	Tingkat Pencemaran Udara ( $CO_2$ ) Akibat Lalu Lintas Dengan Model Prediksi Polusi UDARA Skala Mikro Tahun 2011	(L. Sengkey et al., 2011)	Pada penelitian tersebut dilengkapi dengan data grafik sehingga dapat mempermudah bagi pembaca.	Dokumentasi saat pengambilan data masih kurang, hanya satu foto masih hitam putih.
2	Sistem Pendeteksi Pencemaran Udara Portabel Menggunakan Sensor <i>MQ-7</i> dan <i>MQ-135</i> . Tahun 2020	(Rosa et al., 2020)	Semua komponen alat dan bahan apa saja yang dibutuhkan tercantumkan secara lengkap dan detail.	Tidak ada dokumentasi pengambilan data sehingga pembaca tidak mengetahui apakah alat tersebut dapat berfungsi dengan maksimal atau tidak.
3	Rancang Bangun Alat Ukur PM10 Rendah Biaya Menggunakan Sensor Debu <i>GP2Y1010AU0F</i> Tahun 2017	(Rady Purbakawaca et al., 2017)	Mencantumkan hasil data secara jelas dan dilengkapi gambar hasil pengukuran konsentrasi	Gambar sensor debu <i>GP2Y1010AU0F</i> dan mikrokontroler arduino masih berupa skema gambar.

			sensor berupa grafik.	
4	Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Debu Berbasis Arduino Tahun 2017	(Febri Aji Wisnulaksito), Marti Widya Sari), 2017)	Pada jurnal tersebut sangat lengkap untuk gambar desain alat, diagram hasil pembacaan sensor dan disertakan tabel hasil uji coba alat.	Tidak mencantumkan foto sensor debu <i>GP2Y1010AU0F</i> yang real, hanya berupa skema.
5	Perancangan Prototipe Alat Deteksi Asap Rokok dengan Sistem Purifier Menggunakan Sensor <i>MQ-135</i> dan <i>MQ-2</i> Tahun 2022	(Rombang et al., 2022b)	Dicantumkan gambar secara jelas bagaimana rangkaian arduino dengan komponen lainnya sehingga dapat mudah dipahami.	Tidak ada dokumentasi saat pengambilan data dan pengujian alat serta tidak ada foto atau program arduino yang digunakan.