

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Teori Dasar

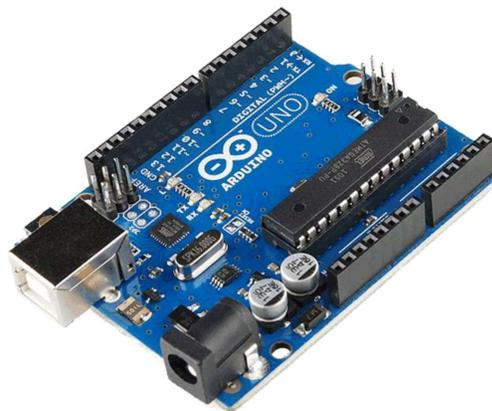
2.1.1 Mikrokontroler

Mikrokontroler atau pengendali mikro merupakan suatu sistem mikroprosesor lengkap yang dimuat didalam sebuah chip. Mikrokontroler berbeda dengan mikroprosesor yang digunakan dalam sebuah komputer, karena didalam sebuah mikrokontroler umumnya berisi komponen pendukung sistem minimal mikroprosesor, yaitu memori dan antarmua *Input* atau *Output*, sedangkan didalam mikroprosesor umum hanya berisi CPU (*Central Processing Unit*) saja (Suprianto et al. 2019).

Mikrokontroler dalam suatu rangkaian elektronik berfungsi sebagai pengendali yang mengatur jalanya proses kerja dari rangkaian elektronik tersebut. Mikrokontroler memiliki IC dimana didalam IC tersebut terdapat CPU, memori, timer, *channel* komunikasi serial dan parallel, port *input/output*, ADC (*Analog-to-digital converter*) dan lainnya. Mikrokontroler banyak digunakan dalam sistem elektronik modern saat ini, seperti sistem yang ada di mobil, radio, keyboard komputer, instrument pengukuran elektronik, televisi, smartphone, modem, IP phone, scanner, printer, router, sistem otomasi, sistem keamanan, sistem akuisisi data, robot, peralatan medis (CT SCAN, MRI, ECG, USG, EEG), modem, router, sistem EDC (*Electronic Data Capture*) dan masih banyak lagi peralatan yang menggunakan mikrokontroler (Andrianto and Darmawan 2017).

2.1.2 Arduino Uno

Arduino uno merupakan suatu perangkat *prototipe* berbasis mikrokontroler yang fleksibel dan *open-source*, penggunaan perangkat keras dan perangkat lunak dari arduino ini sangat mudah untuk digunakan. Perangkat ini diperuntukkan bagi siapa saja yang tertarik memanfaatkan mikrokontroler secara praktis dan mudah. Karena bersifat *open-source* maka model *board* arduino dipasaran sangat banyak, banyak vendor yang membuat dan menjual varasinya. Adapun variasi yang dibuat bersifat *official* dan *unofficial*, beberapa contoh *board* arduino yang *official* yaitu Arduino Uno, Leonardo, Nano, Mega 2560 atau Mega ADK, Duemilanove, Mega (ATMega1280), Esplora, Micro, Mini, NG atau *Older* dan lainnya.



Gambar 2. 1 Arduino Uno

Sumber: (Andrianto and Darmawan 2017)

Arduino uno menggunakan jenis board dengan mikrokontroler ATmega328P. Secara umum masing-masing pin pada *board* arduino yaitu sebuah *power jack*, 6 pin untuk *output* PWM, sebuah koneksi USB, 14 pin Digital *input/output*, sebuah

osilator Kristal 16 MHz, 6 pin Analog *input*, sebuah ICSP *header* dan sebuah tombol *reset* (Andrianto and Darmawan 2017).

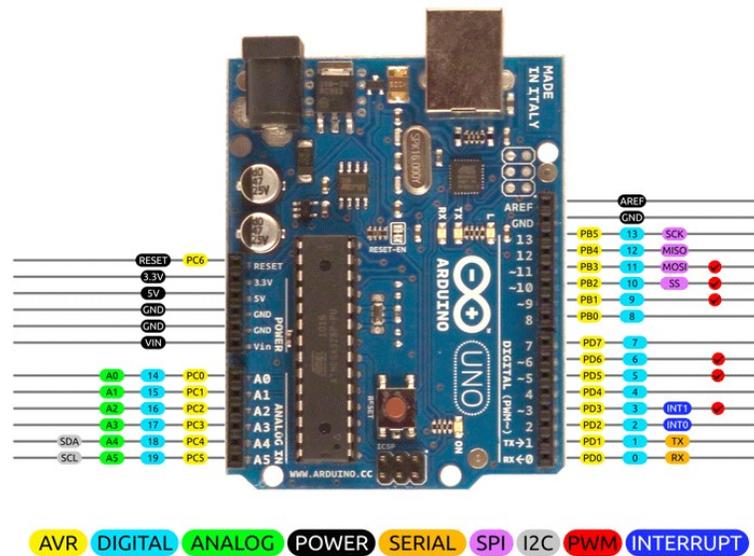
Untuk mendukung arduino uno agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan board arduino uno ke komputer atau laptop dengan menggunakan kabel data USB, bisa juga dari sumber tegangan dari adapter AC-DC atau baterai *lithium*. Ukuran arduino uno hanya sebesar kartu kredit, walaupun berukuran kecil tetapi board arduino uno dapat memudahkan pemakai untuk menciptakan berbagai proyek elektronika (Candra and Maulana 2019).

Tabel 2. 1 Spesifikasi Arduino Uno

Mikrokontroler	ATmega328P
Tegangan Operasi	5V
Tegangan <i>Input</i> (disarankan)	7-12V
Tegangan <i>Input</i> (<i>limit</i>)	6-20V
Pin Digital I/O	14 (menyediakan 6 PWM <i>Output</i>)
Pin PWM Digital I/O	6
Pin Analog <i>Input</i>	6
Pin DC I/O	20 mA
Pin DC 3.3V	50 mA
Memori Flash	32 KB (ATmega328P, 0.5 KB digunakan untuk <i>bootloader</i>)
SRAM	2 KB (ATmega328P)
EEPROM	1 KB (ATmega328P)
Clock Speed	16 MHz

LED_BUILTIN	13
Panjang	68,6 mm
Lebar	53,4 mm
Berat	25 gr

Sumber: (Andrianto and Darmawan 2017)



Gambar 2. 2 Arduino Uno Pin Diagram

Sumber: (Suprianto et al. 2019)

Kategori Pin	Nama Pin	Keterangan
<i>Power</i>	Vin, 3.3V, 5V, GND	<p>Vin: Tegangan masukkan ke arduino ketika menggunakan sumber tegangan luar</p> <p>5V: Suplai daya digunakan untuk mikrokontroler dan komponen lain pada <i>board</i></p> <p>3.3V: Suplay daya 3.3V dari board, maksimum 50mA</p>
<i>Reset</i>	<i>Reset</i>	Reset mikrokontroler

Pin Analog	A0-A5	Digunakan untuk analog <i>input</i> 0-5V
Pin <i>Input/Output</i>	Pin Digital 0-13	Bisa digunakan untuk pin <i>input</i> dan <i>output</i>
Serial	0(Rx), 1(Tx)	Digunakan untuk menerima dan mengirim TTL data serial
<i>External Interrupts</i>	2, 3	Untuk memicu <i>interrupt</i>
PWM	3, 5, 6, 9, 11	Menyediakan 8 bit PWM <i>output</i>
SPI	10(SS), 11(MOSI), 12(MISO) dan 13(SCK)	Digunakan untuk komunikasi SPI
<i>Inbuild</i> LED	13	Untuk menghidupkan <i>inbuild</i> LED
TWI	A4(SDA), A5(SCA)	Digunakan untuk komunikasi TWI
AREF	AREF	Untuk menyediakan tegangan dari tegangan <i>input</i>

Sumber: (Andrianto and Darmawan 2017)

Arduino memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan hardware mikrokontroler lain, diantaranya yaitu:

1. Arduino merupakan *hardware* dan *software open-source*, pembaca bisa mendownload *software* dan gambar rangkaian arduino tanpa harus membayar ke pembuat arduino.
2. Biaya *hardware* yang cukup murah
3. Pemrograman arduino menggunakan kabel dengan port USB yang umum digunakan banyak komputer saat ini.

4. Dikembangkan dalam lingkungan pendidikan sehingga untuk pemula lebih cepat dan mudah mempelajarinya.
5. Memiliki begitu banyak pengguna dan komunitas di internet yang dapat membantu kesulitan yang dihadapi
6. IDE (*Integrated Development Environment*) Arduino merupakan *multiplatform* yang dapat dijalankan di berbagai macam sistem operasi seperti Windows, Macintosh dan Linux.
7. IDE Arduino dibuat berdasarkan pada IDE *Processing* yang sederhana dan mudah digunakan.

2.1.3 Sensor MQ-7

Sensor gas MQ-7 merupakan jenis sensor yang digunakan untuk mendeteksi gas karbon monoksida (CO), sensor ini mempunyai sensitivitas yang tinggi terhadap gas karbon monoksida (CO), stabil dan memiliki *lifetime* yang panjang (Pratama, Soelistianto, and Anshori 2019).

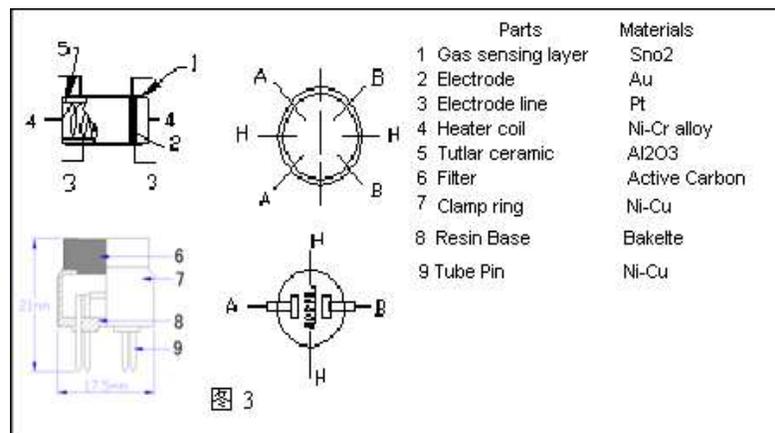


Gambar 2. 3 Sensor MQ-7

Sumber: (Pratama et al. 2019)

Sensor MQ-7 menggunakan daya 5V DC untuk heater coil serta menambahkan resistansi beban (RL), untuk jarak pengukuran gas karbon

monoksida 10-10000 ppm. Material dari sensor ini disusun dari mikro AL2O3 tabung keramik, timah dioksida (SnO₂), elektroda pengukuran dan pemanas terbuat dari plastic dan stainless steel bersih. Sensor MQ-7 memiliki 6 pin, untuk mengambil sinyal sebanyak 4 pin dan 2 pin lagi digunakan untuk memberikan pemanasan material sensor.



Gambar 2. 4 Struktur dan Material Sensor MQ-7

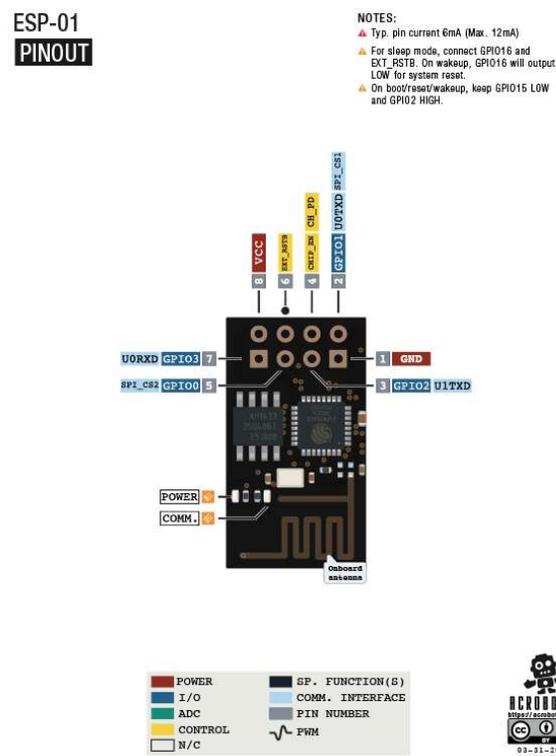
Sumber: (Hanwei Electronics 2006)

Sensor MQ-7 bekerja pada kondisi sebagai berikut:

1. Tegangan Rangkaian (VC) = $5V \pm 0.1$
2. Tegangan Pemanas (Tinggi) = $5V \pm 0.1$
3. Tegangan Pemanas (Rendah) = 1.4 ± 0.1
4. Resistansi Beban (RL) = dapat disesuaikan
5. Resistansi Pemanas (RH) = $33\Omega \pm 0.5\%$
6. Waktu Pemanasan (TH) *High* = 60 ± 1 detik
7. Waktu Pemanasan (TH) *Low* = 90 ± 1 detik
8. Konsumsi Pemanasan (PH) = 350mW

2.1.4 Modul Wifi ESP8266

Modul wifi ESP8266 merupakan sebuah modul System on Chip (SoC) yang dapat berdiri sendiri dan terintegrasi dengan protocol TCP/IP yang dapat digunakan sebagai penghubung antara mikrokontroler dengan jaringan internet. Kebanyakan modul ESP8266 ini deprogram melalui *firmware set* dengan perintah berupa *AT Command* yang bisa terhubung ke arduino dengan kemampuan sebagai *WiFi Shield* untuk terhubung ke jaringan WiFi (Hakim, Taqwa, and Ziad 2019).



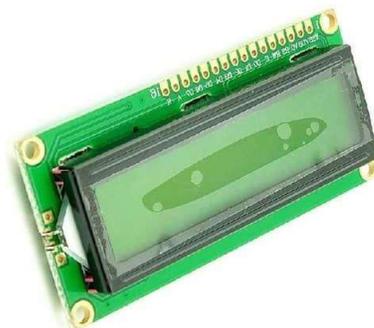
Gambar 2. 5 Modul WiFi ESP8266

Sumber: (Ai-Thinker Inc n.d.)

2.1.5 LCD

LCD (*Liquid Cristal Display*) adalah suatu jenis media tampilan yang menggunakan *crystal* cair sebagai penampil utama dimana tampilan disini dapat berupa karakter angka, huruf ataupun simbol. Terdapat beberapa ukuran LCD, perbedaannya adalah jumlah baris dan kolom yang bisa ditampung. Setiap baris dan kolom mewakili banyaknya karakter, contohnya LCD 16x2 berarti LCD terdiri dari 16 kolom dan 2 baris (total 32 karakter), ada pula yang berukuran LCD 16x4 yang berarti memiliki 16 kolom dan 4 baris (total 64 karakter). Ada dua cara untuk mengakses LCD melalui arduino, yaitu:

1. Paralel, memanfaatkan semua pin LCD 16x2 yang ada. Kekurangannya adalah boros penggunaan pin arduino dan instalasi lebih rumit.
2. Serial, memanfaatkan module I₂C pada layar LCD 16x2, dimana pin yang dibutuhkan hanya 2 yaitu SDA dan SCL. Kelebihannya adalah hemat pin arduino sehingga pin kosong bisa digunakan untuk kebutuhan lainnya dan instalasi sederhana. Sedangkan kekurangannya harus menambahkan modul I₂C (Suprianto et al. 2019).



Gambar 2. 6 LCD 16x2

Sumber: (Suprianto et al. 2019)

LCD sudah dilengkapi dengan perangkat control sendiri, sehingga untuk penggunaan LCD ini harus menggunakan aturan standar yang sudah disimpan dalam pengontrolan yang ada.

Tabel 2. 2 Konfigurasi Fungsi Pin LCD

PIN	SIMBOL	NILAI	FUNGSI
1	GND		Power supply 0V (Ground)
2	Vcc		Power supply Vcc
3	V0 (Contrast)		Setting kontras
4	Rs	0/1	0: instruksi input/ 1: data input
5	R/W	0/1	0: tulis ke LCD/ 1: membaca dari LCD
6	EN	0→1	Mengaktifkan sinyal
7	D0	0/1	Pin data 0
8	D1	0/1	Pin data 1
9	D2	0/1	Pin data 2
10	D3	0/1	Pin data 3
11	D4	0/1	Pin data 4
12	D5	0/1	Pin data 5
13	D6	0/1	Pin data 6
14	D7	0/1	Pin data 7
15	Backlight (+)		Power 5V (Vcc) lampu latar
16	Backlight (-)		Power 0V (Ground) lampu latar

Sumber: (Andrianto and Darmawan 2017)

2.2 Teori Khusus

2.2.1 Emisi Gas Buang

Emisi gas buang merupakan zat, energi atau komponen lain yang dihasilkan dari suatu kegiatan yang mempunyai atau tidak mempunyai potensi sebagai unsur pencemaran pada udara ambien. Sumber emisi gas buang secara umum berasal dari sumber emisi bergerak dan tidak bergerak. Sumber emisi bergerak merupakan sumber emisi yang berpindah-pindah dari satu tempat ke tempat lain seperti kendaraan bermotor, sedangkan sumber emisi tidak bergerak merupakan sumber emisi yang menetap pada suatu lokasi. Emisi gas buang memiliki batas maksimal atau baku mutu yang diperbolehkan masuk ke udara ambien. Baku mutu pada emisi kendaraan bermotor diatur dalam Peraturan Pemerintah (Pemerintah Republik Indonesia 1999).

Emisi gas buang dari kendaraan bermotor memiliki ambang batas atau baku mutu yang terdiri dari baku tingkat kebisingan, baku tingkat getaran dan baku tingkat kebauan. Untuk mencegah agar gas buang dari kendaraan bermotor tidak melebihi baku mutu maka dibutuhkanlah suatu cara untuk menanggulangi pencemaran udara seperti pemeriksaan emisi gas buang pada kendaraan bermotor secara berkala, pemantauan mutu udara ambien disekitar jalan, pengadaan bahan bakar minyak bebas timbal, serta menjaga kualitas solar yang rendah belerang sesuai standar internasional (Pemerintah Republik Indonesia 1999).

Kandungan gas polutan yang ada didalam emisi gas buang dapat mencemari udara dilingkungan. Gas polutan yang dapat merugikan tersebut antara lain:

1. Karbon Monoksida (CO), gas ini tidak memiliki warna dan bau tetapi memiliki efek yang berbahaya bagi manusia.
2. Hidrokarbon (HC), gas ini ditimbulkan dari proses pembakaran bensin yang tidak terbakar sempurna.
3. Nitrogen Oksida (NOx), gas ini merupakan gas yang berbahaya karena mengganggu sistem pada paru-paru, asma dan infeksi sistem pernapasan.
4. Sulfur Oksida (SOx), gas ini dapat menimbulkan iritasi pada saluran pernapasan dan menimbulkan sesak napas dan batuk.
5. Gas-gas berbahaya lainnya.

Mengenai batas ambang emisi gas buang pada kendaraan bermotor secara spesifik diatur lebih lanjut dalam Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 05 Tahun 2006 tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor (Pemerintah Republik Indonesia 1999).

Tabel 2. 3 Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Kategori L

Kategori	Tahun Pembuatan	Parameter		Metode
		CO (%)	HC (ppm)	Uji
Sepeda motor 2 langkah	<2010	4.5	1200	Idle
Sepeda motor 4 langkah	<2010	5.5	2400	Idle
Sepeda motor (2 langkah > 2010 dan 4 langkah)	>2010	4.5	2000	Idle

Sumber: (Kementrian Negara Lingkungan Hidup 2006)

Tabel 2. 4 Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Kategori M, N dan O

Kategori	Tahun Pembuatan	Parameter			Metode Uji
		CO (%)	HC (ppm)	Opasitas (% HSU)	
Berpenggerak motor bakar cetur api (bensin)	<2007	4.5	1200		Idle
	<2010	5.5	2400		Idle
Berpenggerak motor bakar penyalaan kompresi (diesel)					Percepatan Bebas
	- GVW <3.5 ton	<2010		70	
		>2010		40	
	- GVW >3.5 ton	<2010		70	
		>2010		50	

Sumber: (Kementerian Negara Lingkungan Hidup 2006)

2.2.1 Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) merupakan suatu kemampuan interaksi antara manusia dan komputer melalui jaringan internet untuk memindahkan suatu data (Abdullah and Wibowo 2014).

Karena menggunakan jaringan internet maka komunikasi yang terjalin mencakup jangkauan yang sangat luas bahkan dari belahan dunia sekalipun. *Internet of Things* berhubungan erat dengan komunikasi *machine-to-machine* (M2M) dibidang manufaktur, listrik, perminyakan, dan gas. Produk dibangun dengan kemampuan

komunikasi M2M yang sering disebut dengan sistem cerdas atau smart. Sebagai contoh yaitu smart kabel, smart meter, smart grid sensor.

Sederhananya, jika sebuah peralatan memiliki sakelar hidup dan mati, peralatan tersebut memiliki peluang besar untuk digunakan di dunia IoT. Teknologi IoT digunakan untuk pengiriman data ke web server dan menghubungkan sistem dengan pemilik rumah maupun petugas pemadam kebakaran.

Pada penelitian ini menggunakan *ThingSpeak* untuk membantu membuat prototipe berbasis *Internet of Things (IoT)*. *ThingSpeak* merupakan layanan *platform* analitik IoT yang memungkinkan Anda untuk mengumpulkan, memvisualisasikan, dan menganalisis aliran data langsung di *cloud*. *ThingSpeak* memberikan visualisasi instan data yang diposting oleh perangkat anda ke *ThingSpeak*. Dengan kemampuan untuk mengeksekusi kode MATLAB di *ThingSpeak*, anda dapat melakukan analisis dan pemrosesan data online saat masuk. *ThingSpeak* sering digunakan untuk *prototipe* dan bukti konsep sistem IoT yang memerlukan analitik. *ThingSpeak* menawarkan *platform* untuk pengembang yang memungkinkan mereka untuk dengan mudah menangkap data sensor dan mengubahnya menjadi informasi yang berguna. *ThingSpeak* juga menawarkan fitur *Application Programming Interface (API)* yang memungkinkan Sensor untuk membaca dan menulis data ke sumber daya yang tersedia seperti sumber data, *variabel*, nilai-nilai, peristiwa dan wawasan.

2.1 Software

Penelitian ini menggunakan sebuah *software* utama untuk menerapkan program yang kita buat ke dalam Arduino Uno itu sendiri, Software ini dinamakan *Arduino Integrated Development Environment* (Arduino IDE). Arduino IDE merupakan software yang telah disiapkan oleh arduino bagi perancang untuk melakukan berbagai proses yang berkaitan dengan pemrograman Arduino. (Efendi and Chandra 2019).

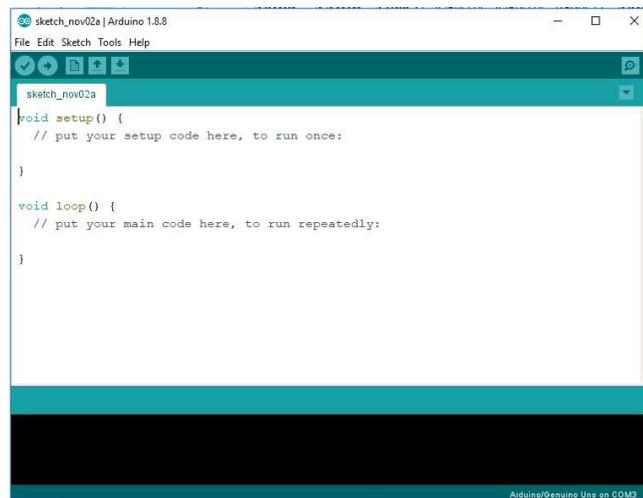
Arduino IDE terdiri dari:

1. *Editor Program*, sebuah window program yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program dalam bahasa processing.
2. *Compiler*, sebuah modul yang mengubah kode program (bahasa processing) menjadi kode biner.
3. *Uploader*, sebuah modul yang memuat kode biner dari komputer ke dalam memori board arduino.

Bahasa pemrograman Arduino (*Sketch*) sudah dilakukan perubahan untuk memudahkan pemula dalam melakukan pemrograman dari bahasa aslinya. Sebelum dijual ke pasaran, IC mikrokontroler Arduino telah ditanamkan suatu program bernama *Bootlader* yang berfungsi sebagai penengah antara *compiler* Arduino dengan mikrokontroler. Arduino IDE juga dilengkapi dengan *library C/C++* yang biasa disebut *Wiring* yang membuat operasi input dan output menjadi lebih mudah. Arduino IDE ini dikembangkan dari *software Processing* yang dirombak menjadi Arduino IDE khusus untuk pemrograman dengan Arduino.

Program yang ditulis dengan menggunakan Arduino IDE disebut sebagai *sketch*. *Sketch* ditulis dalam suatu *editor* teks dan disimpan dalam file dengan ekstensi *.ino*. *Editor* teks pada Arduino memiliki fitur-fitur seperti *cutting/paste* dan *seraching/replacing* sehingga memudahkan kamu dalam menulis kode program.

Pada Software Arduino IDE, terdapat semacam *message box* berwarna hitam yang berfungsi menampilkan status, seperti pesan *error*, *compile*, dan *upload* program. Di bagian bawah paling kanan *Software* Arduino IDE, menunjukkan *board* yang terkonfigurasi beserta COM Ports yang digunakan.



Gambar 2. 7 Software Arduino IDE

Sumber: (Peneliti, 2019)

Berikut adalah fungsi dari masing-masing menu dalam *software* arduino.

1. *File*, terdapat sub menu sebagai berikut :
 - a. *New*, berfungsi untuk membuat membuat *sketch* baru dengan bare minimum yang terdiri void setup() dan void loop().
 - b. *Open*, berfungsi membuka sketch yang pernah dibuat di dalam drive.

- c. *Open Recent*, merupakan menu yang berfungsi mempersingkat waktu pembukaan file atau *sketch* yang baru-baru ini sudah dibuat.
 - d. *Sketchbook*, berfungsi menunjukkan hirarki *sketch* yang kamu buat termasuk struktur foldernya.
 - e. *Example*, berisi contoh-contoh pemrograman yang disediakan pengembang Arduino, sehingga kamu dapat mempelajari program-program dari contoh yang diberikan.
 - f. *Close*, berfungsi menutup jendela Arduino IDE dan menghentikan aplikasi.
 - g. *Save*, berfungsi menyimpan *sketch* yang dibuat atau perubahan yang dilakukan pada *sketch*.
 - h. *Save as*, berfungsi menyimpan *sketch* yang sedang dikerjakan atau *sketch* yang sudah disimpan dengan nama file yang berbeda.
 - i. *Page Setup*, berfungsi mengatur tampilan page pada proses pencetakan.
 - j. *Print*, berfungsi mengirimkan file *sketch* ke mesin cetak untuk dicetak.
 - k. *Preferences*, disini kamu dapat merubah tampilan interface IDE Arduino.
 - l. *Quit*, berfungsi menutup semua jendela Arduino IDE. *Sketch* yang masih terbuka pada saat tombol *Quit* ditekan, secara otomatis akan terbuka pada saat Arduino IDE dijalankan.
2. *Edit*, terdapat sub menu sebagai berikut :
- a. *Undo/Redo*, berfungsi untuk mengembalikan perubahan yang sudah dilakukan pada *Sketch* beberapa langkah mundur dengan *Undo* atau maju dengan *Redo*.

- b. *Cut*, berfungsi untuk menghilangkan teks yang terpilih pada *editor* dan menempatkan teks tersebut pada *clipboard*.
- c. *Copy*, berfungsi menduplikasi teks yang terpilih kedalam *editor* dan menempatkan teks tersebut pada *clipboard*.
- d. *Copy for Forum*, berfungsi melakukan *copy* kode dari *editor* dan melakukan *formatting* agar sesuai untuk ditampilkan dalam forum, sehingga kode tersebut bisa digunakan sebagai bahan diskusi dalam forum.
- e. *Copy as HTML*, berfungsi menduplikasi teks yang terpilih kedalam *editor* dan menempatkan teks tersebut pada *clipboard* dalam bentuk atau *format* HTML.
- f. *Paste*, berfungsi menyalin data yang terdapat pada *clipboard*, kedalam *editor*.
- g. *Select All*, berfungsi untuk melakukan pemilihan teks atau kode dalam halaman *editor*.
- h. *Comment/Uncomment*, berfungsi memberikan atau menghilangkan tanda *//* pada kode atau teks, dimana tanda tersebut menjadikan suatu baris kode sebagai komen dan tidak disertakan pada tahap kompilasi.
- i. *Increase/Decrease Indent*, berfungsi untuk mengurangi atau menambahkan indentasi pada baris kode tertentu. Indentasi adalah "tab".
- j. *Find*, berfungsi memanggil jendela *find and replace*, dimana kamu dapat menggunakannya untuk menemukan variabel atau kata tertentu dalam program atau menemukan serta menggantikan kata tersebut dengan kata lain.

- k. *Find Next*, berfungsi menemukan kata setelahnya dari kata pertama yang berhasil ditemukan.
 - l. *Find Previous*, berfungsi menemukan kata sebelumnya dari kata pertama yang berhasil ditemukan.
3. *Sketch*, terdapat sub menu sebagai berikut :
- a. *Verify/Compile*, berfungsi untuk mengecek apakah *sketch* yang kamu buat ada kekeliruan dari segi sintaks atau tidak. Jika tidak ada kesalahan, maka sintaks yang kamu buat akan dikompilasi ke dalam bahasa mesin.
 - b. *Upload*, berfungsi mengirimkan program yang sudah dikompilasi ke *Arduino Board*.
 - c. *Upload Using Programmer*, menu ini berfungsi untuk menuliskan *bootloader* ke dalam IC Mikrokontroler Arduino. Pada kasus ini kamu membutuhkan perangkat tambahan seperti USBASP untuk menjembatani penulisan program *bootloader* ke IC Mikrokontroler.
 - d. *Export Compiled Binary*, berfungsi untuk menyimpan file dengan ekstensi *.hex*, dimana file ini dapat disimpan sebagai arsip untuk di *upload* ke *board* lain menggunakan *tools* yang berbeda.
 - e. *Show Sketch Folder*, berfungsi membuka *folder sketch* yang saat ini dikerjakan.
 - f. *Include Library*, berfungsi menambahkan *library/pustaka* ke dalam *sketch* yang dibuat dengan menyertakan sintaks *#include* di awal kode. Selain itu bisa menambahkan *library eksternal* dari file *.zip* ke dalam Arduino IDE.

- g. *Add File*, berfungsi untuk menambahkan file kedalam *sketch* arduino. File akan muncul sebagai tab baru dalam jendela *sketch*.

4. *Tools*, terdapat sub menu sebagai berikut :

- a. *Auto Format*, berfungsi melakukan pengaturan *format* kode pada jendela *editor*.
- b. *Archive Sketch*, berfungsi menyimpan *sketch* kedalam file .zip
- c. *Fix Encoding & Reload*, memperbaiki kemungkinan perbedaan antara pengkodean peta karakter *editor* dan sistem operasi yang lain.
- d. *Serial Monitor*, berfungsi membuka jendela *serial monitor* untuk melihat pertukaran data.
- e. *Board*, berfungsi memilih dan melakukan konfigurasi *board* yang digunakan.
- f. *Port*, memilih port sebagai kanal komunikasi antara software dengan hardware.
- g. *Programmer*, menu ini digunakan ketika kamu hendak melakukan pemrograman chip mikrokontroler tanpa menggunakan koneksi *Onboard* USB-Serial. Biasanya digunakan pada proses *burning bootloader*.
- h. *Burn Bootloader*, mengizinkan kamu untuk menyalinkan program *bootloader* kedalam IC mikrokontroler

5. *Help*

Menu *help* berisikan file-file dokumentasi yang berkaitan dengan masalah yang sering muncul, serta penyelesaiannya. Selain itu pada menu *help* juga diberikan

link untuk menuju Arduino Forum guna menanyakan serta mendiskusikan berbagai masalah yang ditemukan.

Berikut adalah fungsi dari masing-masing *shortcut* dalam *software* arduino.



Verify

Berfungsi untuk melakukan *checking* kode yang dibuat apakah sudah sesuai dengan kaidah pemrograman yang ada atau belum.



Upload

Berfungsi untuk melakukan kompilasi program atau kode yang dibuat menjadi bahasa yang dapat dipahami oleh Arduino.



New

Berfungsi untuk membuat *Sketch* baru.



Open

Berfungsi untuk membuka *sketch* yang pernah dibuat dan membuka kembali untuk dilakukan *editing* atau sekedar *upload* ulang ke Arduino.



Save

Berfungsi untuk menyimpan *Sketch* yang telah dibuat.



Serial Monitor

Berfungsi untuk membuka serial monitor. *Serial monitor* disini merupakan jendela yang menampilkan data apa saja yang dikirimkan atau dipertukarkan antara arduino dengan *sketch* pada port serialnya. *Serial Monitor* ini sangat berguna sekali ketika ingin membuat program atau melakukan *debugging* tanpa menggunakan LCD pada Arduino. Serial monitor ini dapat digunakan untuk menampilkan nilai proses, nilai pembacaan, bahkan pesan *error*.

2.2 Penelitian Terdahulu

Dalam penelitian terdahulu ini diharapkan peneliti dapat melihat perbedaan antara penelitian yang telah dilakukan dengan penelitian yang dilakukan. Selain itu, juga diharapkan dengan penelitian ini dapat diperhatikan mengenai kekurangan dan kelebihan antara penelitian terdahulu dengan penelitian yang dilakukan.

1. Novra Edi Pratama, Farida Arinie Soelistianto, Moh. Abdullah Anshori dari Program Studi Jaringan Telekomunikasi Digital, Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang [2019] Jurnal JARTEL, ISSN: 2407-0807, Vol. 9, No. 2 dengan judul “**Rancang Bangun Alat Uji Emisi Gas Karbon Monoksida (CO) Dan Hidro Karbon (HC) Pada Kendaraan Bermotor Berbasis Web**”. Uji emisi bertujuan untuk mengukur tingkat polusi yang disebabkan pembakaran mesin kendaraan bermotor sehingga dapat dinyatakan layak atau tidaknya kendaraan bermotor dioperasikan. Tempat uji emisi masih terbatas di beberapa tempat yang resmi, terbatasnya alat uji, dan kurang meratanya informasi tentang tempat penyelenggara resmi uji emisi. Tujuan penelitian ini yaitu merancang alat uji emisi gas karbon monoksida (CO) dan hidrokarbon (HC) pada kendaraan bermotor berbasis web yang berfungsi mempermudah masyarakat dalam mendaftarkan data kendaraan untuk melakukan uji emisi dan petugas yang berwenang dalam penggunaan alat uji emisi dengan lebih praktis dan efisien. Dengan menggunakan perangkat detektor yang akan menampilkan 2 kadar polutan emisi gas buang hidrokarbon (HC) dan karbon monoksida (CO) berfungsi memantau sejauh mana tingkat kelayakan kendaraan yang akan di uji. Hasil dari sistem yang

dirancang dapat digunakan untuk pembacaan gas karbon monoksida (CO) dengan sensor MQ-7 menghasilkan nilai rata-rata *error* sebesar 1.26 % dan pembacaan gas hidrokarbon (HC) dengan sensor MQ-2 menghasilkan nilai rata-rata *error* sebesar 1.49 %. Serta dapat mengirimkan informasi pembacaan sensor gas karbon monoksida (CO) dan hidrokarbon (HC), memproses data sensor dan mengirimkannya ke *hosting* hingga dapat diterima oleh *user* melalui website sehingga dapat digunakan untuk melihat riwayat data pengujian secara online.

2. Maidasari Br Manurung, Dudi Darmawan, Reza Fauzi Iskandar dari Prodi S1 Teknik Fisika, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom [2018] Jurnal Proceeding of Engineering, ISSN: 2355-9365, Vol. 5, No.2 dengan judul **“Perancangan Alat Ukur Kadar Karbon Monoksida (CO) Pada Kendaraan Berbasis Sensor MQ7”**. Penelitian ini merancang alat ukur karbon monoksida menggunakan sensor MQ7. Dimana sensor MQ7 digunakan sebagai alat untuk mendeteksi dan mengukur kadar gas karbon monoksida pada kendaraan yang dibantu dengan arduino sebagai mikrokontroler dan pemroses sinyal, serta *liquid crystal display* (LCD) dengan karakter 16x2 yang berfungsi untuk menampilkan data. Hasil pengukuran yang dilakukan dengan karakterisasi sensor MQ7 menggunakan alat kalibrator *smart* sensor karbon monoksida (CO) meter, dengan menggunakan dua metode yaitu metode pertama yaitu metode karakterisasi sensor MQ7 range pengukuran yang diperoleh 38 – 398 ppm dan metode ke dua yaitu metode pendekatan antara persamaan karakterisasi sensor MQ7

dengan karakterisasi sensor MQ7 yang terdapat pada *datasheet* diperoleh *range* pengukuran 35-398 ppm. Data yang di peroleh dengan menggunakan kedua metode tersebut dapat dilihat kemampuan dari alat ukur kadar karbon monoksida yang dirancang mendapatkan kemampuan pengukuran dari *range* 35-398 ppm. Hasil dari kedua metode tersebut didapatkan persentasi *error* sebesar 11.25% dengan menggunakan *smart* sensor karbon monoksida sebagai alat kalibrator.

3. Samuel Kate Sarungallo, I Gusti Putu Raka Agung, Lie Jasa dari Universitas Udayana [2017] jurnal Teknologi Elektro, ISSN: 2503-2372, Vol. 16, No.1 dengan judul “**Rancang Bangun Alat Ukur Uji Emisi Gas Karbon Monoksida (CO) Berbasis Mikrokontroler**”. Gas karbon monoksida (CO) merupakan penyumbang terbesar dalam pencemaran udara, sekitar 59% dari emisi gas buang kendaraan bermotor yang menggunakan bahan bakar bensin. Perawatan kendaraan bermotor yang tidak berkala menyebabkan meningkatnya gas karbon monoksida sehingga dibutuhkanlah alat yang dapat mengukur kandungan gas karbon monoksida. Alat ukur emisi gas buang yang dibuat dalam penelitian ini menggunakan sensor MQ-7 berbasis arduino uno R3. Sensor MQ-7 merupakan sensor yang sensitif terhadap karbon monoksida dengan kemampuan mengukur dari 20-2000 ppm. Keluaran alat berupa data yang ditampilkan pada LCD dan modul suara ISD1820. Metode yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari perancangan *hardware*, perancangan *software*, setelah itu pengujian alat dimana setiap komponen elektronika yang digunakan akan diukur tegangannya menggunakan

multimeter. Selanjutnya dilakukan pengambilan data dari 4 sampel kendaraan bermotor yang terdiri dari motor 2 tak dan motor 4 tak. Dari data yang didapatkan kemudian dianalisis dan dibandingkan dengan alat pengukuran standar. Hasil yang didapatkan dalam penelitian ini yaitu alat yang dibuat dapat bekerja dengan baik dengan batas pengukuran 5-860 ppm dan setelah dibandingkan dengan alat CO meter Dekko FM 7910 menunjukkan hasil dengan tingkat kesalahan 2,7%.

4. Saeful Bahri, Haris Isyanto, Ziaul Fiqih dari Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta [2016] jurnal ELEKTUM, Vol.12, No.1 dengan judul “**Rancang Bangun Alat Ukur Emisi Pada Gas Buang Kendaraan Bermotor Berbasis Mikrokontroler**”. Emisi gas buang merupakan sisa hasil pembakaran mesin kendaraan bermotor. Untuk mengetahui emisi yang ada pada kendaraan digunakan alat uji emisi, namun alat yang ada di pasaran memiliki dimensi yang terlalu besar. Oleh sebab itu dirancang suatu alat ukur kadar karbon monoksida (CO), karbon dioksida (CO₂), dan hidrokarbon (HC) pada gas buang kendaraan bermotor yang dapat memberikan hasil secara bersamaan dan waktu nyata dengan bentuk lebih kecil dan mudah saat dibawa kemana-mana. Cara pemakaian alat adalah dengan menghadapkan sensor pada alat ke knalpot kendaraan saat mesin hidup kondisi *idle*. Dari hasil pengujian dengan melakukan perbandingan dengan OTC Star Gas Analyzer One 898, alat ini mampu bekerja dan memiliki persentase kesalahan pengukuran HC, CO, dan CO₂ secara berurutan pada Toyota Kijang 2004 (50.8 %, 30.4 %, dan 10.9 %), Toyota

Avanza 2008 (63.6 %, 21.8 %, dan 13.2 %), dan Toyota Avanza 2007 (29.8 %, 32 %, dan 10.7 %).

5. Philip D. Geneta dari *Collage of Industrial Technolgy, Batangas State University* [2019] jurnal *Asia Pasific Journal of Multidisciplinary Research*, Vol. 7, No. 2 dengan judul “***Development of a Vehicle Air Pollutant Monitoring Device***”. Polusi udara jika terhirup akan menyebabkan dampak yang serius bagi kesehatan manusia khususnya paru-paru dan sistem saluran pernapasan. Kendaraan bermotor merupakan kontribusi terbanyak dalam polusi udara di Metro Manila. Salah satu gas yang terdapat dalam polusi udara kendaraan bermotor yaitu gas karbon monoksida (CO) yang melebihi nilai-nilai standar. Penyebab utamanya yaitu pembakaran yang tidak sempurna pada mesin kendaraan bermotor. Penelitian ini dibuat untuk mengukur emisi gas CO dari kendaraan, jika melebihi batas akan menangkap plat nomor kendaraan dan mengirimkan pembacaan emisi untuk lembaga penegak hukum yang berwenang melalui *Short Massage Service* (SMS). Metode yang digunakan dalam penelitian ini dimulai dari desain perangkat keras dan perangkat lunak. Selanjutnya dilakukan pengujian prototipe sesuai dengan sensitivitas jarak, akurasi dan fungsi. Hasil pengujian sensitivitas jarak didapatkan nilai jarak kendaraan terhadap sensor berbanding lurus, semakin dekat dengan sensor gas, semakin tinggi pembacaan emisi karbon monoksida. Untuk hasil pengujian akurasi dan fungsi didapatkan fungsi kamera seri, SMS dan GPS dapat bekerja dengan baik, gambar sampel yang diambil oleh kamera seri dapat diperiksa pada item terkirim dari ponsel android. Dari hasil

keseluruhan prototipe memperoleh skor 4,58 dengan rating deskriptif “Excellent”, hal ini menunjukkan bahwa *evaluator* merasa puas dengan hasil pemantauan polusi udara pada kendaraan.

6. Adibatul Ardianto, Uswatun Khasanah, Brian Dwi Murdianto, Bekti Wulandari dari Pendidikan Teknik Elektronika Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta [2016] jurnal ELINVO (*Electronics, Informatics, and Vocational Education*), Vol. 1, No. 3 dengan judul “**Sistem Monitoring Pencemaran Polutan Kendaraan Via Gadget Berbasis Arduino**”. Sumber polusi udara dari kendaraan bermotor menimbulkan dampak negatif, baik terhadap kesehatan manusia maupun terhadap lingkungan, diantaranya adalah karbon monoksida (CO), gas hydrogen (H₂) dan unsur gas lainnya termasuk partikulat debu. Penelitian ini bertujuan untuk membuat suatu alat pengukuran konsentrasi gas yang dideteksi oleh sensor TGS 2201 untuk mengukur kadar gas karbon monoksida (CO), gas Hidrogen (H₂), dan gas etanol (EtOH) dalam satuan ppm dan akan ditampilkan dalam aplikasi android. Metode yang digunakan dimulai dari perancangan sistem (*hardware* dan *software*), pengujian sistem dan analisis. Berdasarkan hasil pengujian sistem, program dapat bekerja sesuai dengan konsep alat yang sudah dirancang. Selanjutnya untuk hasil analisa dan implementasi didapatkan bahwa sistem monitoring pencemaran udara ini dapat mengidentifikasi gas karbon monoksida pada gas buang kendaraan bermotor, kemudian memberikan indikasi dan informasi kepada pengguna aplikasi android.

7. L. Ezhilarasi, K. Sripriya, A. Suganya, K. Vinodhini dari *Ganadipathy Tulsi's Jain Engineering College, Vellore* [2017] jurnal IRJAET (*International Research Journal In Advanced Engineering*), Vol. 3, No. 2 dengan judul “***A System For Monitoring Air and Sound Pollution Using Arduino Controller With IoT Technology***”. Polusi udara merupakan zat yang memiliki efek buruk bagi manusia dan lingkungan. Gas karbon monoksida (CO) berasal dari knalpot kendaraan bermotor maupun dari pabrik dapat meningkatkan polusi udara. Dalam rangka mengurangi polusi udara maka dirancanglah suatu perangkat dengan sensor yang ditempatkan di sekitar lingkungan untuk mengukur gas CO dan sensor kebisingan. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk merancang dan implementasi sistem monitoring yang efisien menggunakan IoT. Penelitian ini dilakukan dengan cara membuat sistem yang baru menggunakan IoT dan membandingkan dengan sistem yang sudah ada. Dari hasil yang didapatkan data pemantauan polusi udara dan kebisingan dari sensor yang ditempatkan di lingkungan menggunakan WiFi, adanya sistem ini sangat membantuk untuk pemantauan kualitas udara dan kebisingan di lingkungan.

Dari ketujuh penelitian terdahulu yang ada, telah banyak penelitian sistem uji emisi kendaraan bermotor. Namun dapat disimpulkan pula bahwa belum ada penelitian yang secara khusus menerapkan sistem ini ke berbasis *Internet of Things* (IoT) agar alat uji emisi tersebut dapat berjalan sesuai dengan ketentuan yang diharapkan yang lebih praktis dan efisien.

2.3 Kerangka Pikir

Pada pembuatan sistem monitoring emisi gas buang menggunakan *arduino uno* berbasis *internet of things* dibutuhkan tahapan yang harus dilalui untuk dapat menghasilkan perancangan yang dapat berfungsi dengan baik.



Gambar 2. 8 Alur Kerangka Pemikiran

Sumber: (Peneliti, 2019)

Dari gambar diatas dapat kita liat bahwa dari alat monitoring emisi gas buang ini input yang didapatkan dari sensor MQ-7 untuk kandungan gas karbon monoksida (CO), setelah itu data akan diproses dalam mikrokontroler Arduino Uno. Dengan menguploadkan serangkaian koding ke dalam Arduino Uno maka akan mendapatkan output jika dari sensor sudah mulai melakukan pembacaan data, dan data akan ditampilkan pada layar LCD. Modul Wifi ESP8266 digunakan untuk mengirimkan data pembacaan kandungan gas karbon monoksida (CO) ke *platform Thingspeak*. Data ditampilkan melalui grafik yang dapat dibuka dengan *smartphone* ataupun web yang terhubung ke jaringan internet.