

**PERANCANGAN SISTEM MONITORING EMISI GAS
BUANG MENGGUNAKAN *ARDUINO UNO* BERBASIS
*INTERNET OF THINGS***

SKRIPSI



**Oleh:
Eka Putra
160210209**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN KOMPUTER
UNIVERSITAS PUTERA BATAM
TAHUN 2020**

**PERANCANGAN SISTEM MONITORING EMISI GAS
BUANG MENGGUNAKAN *ARDUINO UNO* BERBASIS
*INTERNET OF THINGS***

SKRIPSI

**Untuk memenuhi salah satu syarat
memperoleh gelar Sarjana**



**Oleh:
Eka Putra
160210209**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN KOMPUTER
UNIVERSITAS PUTERA BATAM
TAHUN 2020**

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini saya:

Nama : Eka Putra
NPM : 160210209
Fakultas : Teknik dan Komputer
Program Studi : Teknik Informatika

Menyatakan bahwa skripsi yang saya buat dengan judul:

**PERANCANGAN SISTEM MONITORING EMISI GAS BUANG
MENGUNAKAN ARDUINO BERBASIS INTERNET OF THINGS**

Adalah hasil karya sendiri dan bukan “duplikasi” dari karya orang lain. Sepengetahuan saya, didalam naskah skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip didalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur PLAGIASI, saya bersedia naskah skripsi ini digugurkan dan skripsi yang saya peroleh dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya tanpa ada paksaan dari siapapun

Batam, 20 Februari 2020

Eka Putra

160210209

**PERANCANGAN SISTEM MONITORING EMISI GAS
BUANG MENGGUNAKAN *ARDUINO UNO* BERBASIS
*INTERNET OF THINGS***

SKRIPSI

**Untuk memenuhi salah satu syarat
Memperoleh gelar Sarjana**

**Oleh
Eka Putra
160210209**

**Telah disetujui oleh Pembimbing pada tanggal
Seperti tertera di bawah ini**

Batam, 20 February 2020

**Andi Maslan, S.T., M.SI.
Pembimbing**

ABSTRAK

Peningkatan kendaraan bermotor berbanding lurus dengan peningkatan pencemaran udara akibat emisi gas buang yang dihasilkan. Banyak kendaraan bermotor yang tidak melakukan pengujian emisi gas buang secara berkala yang mengakibatkan kandungan emisi gas buang melebihi batas baku mutu emisi yang dapat mencemarkan udara. Penelitian ini penerapan IoT pada alat yang akan dibuat menggunakan *platform ThingSpeak* yang memanfaatkan *cloud* atau komputasi awan sebagai layanan untuk mengumpulkan, memvisualisasikan dan menganalisis data. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan suatu sistem monitoring yang dapat mendeteksi emisi gas buang pada kendaraan bermotor serta mengetahui hasil pembacaan emisi gas buang menggunakan platform berbasis internet of things. Metode yang digunakan adalah metode *waterfall* yang dimulai dari perancangan alat analisa kebutuhan sistem, perancangan sistem, penulisan kode program dan pengujian sistem dengan menggunakan peralatan seperti Arduino Uno, Sensor MQ-7, Modul ESP8266 dan LCD. Perancangan *hardware* elektronika pada pembuatan sistem monitoring emisi gas buang ini menggunakan blok diagram Hasil dan pembahasan didapatkan dengan cara menguji kinerja masing-masing komponen serta menguji sistem secara keseluruhan. Hasil pengujian diperoleh tingkat error kesalahan pembacaan alat yang dirancang dengan alat standar emisi gas buang kendaraan bermotor yaitu untuk mobil Toyota Yaris tahun 2011 sebesar 12,29%, mobil Toyota Rush tahun 2011 sebesar 10,35% dan mobil Toyota Yaris tahun 2010 sebesar 10,83%.

Kata Kunci: arduino uno, emisi, ESP8266, sensor MQ-7

ABSTRACT

The increase in motor vehicles is directly proportional to the increase in air pollution due to exhaust emissions produced. Many motorized vehicles do not carry out flue gas emissions testing periodically which results in exhaust gas emissions exceeding the emission quality standard that can pollute the air. This research applies IoT to a tool that will be created using the ThingSpeak platform that utilizes cloud or cloud computing as a service to collect, visualize and analyze data. This study aims to produce a monitoring system that can detect exhaust emissions in motor vehicles and find out the results of exhaust emissions readings using an internet-based platform of things. The method used is the waterfall method that starts from the design of system requirements analysis tools, system design, program code writing and system testing using equipment such as Arduino Uno, MQ-7 Sensor, ESP8266 Module and LCD. The design of electronic hardware in the manufacture of exhaust emissions monitoring systems using block diagrams. The results and discussion are obtained by testing the performance of each component and testing the overall system. The test results obtained by the error rate of reading errors that are designed with a standard vehicle exhaust emissions tools for the 2011 Toyota Yaris of 12.29%, the 2011 Toyota Rush of 10.35% and the 2010 Toyota Yaris of 10, 83%..

Keywords: *arduino uno, emission, ESP8266, sensor MQ-7*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang merupakan salah satu persyaratan untuk menyelesaikan program studi strata satu (S1) pada Program Studi Teknik Informatika Universitas Putera Batam.

Peneliti menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Karena itu, kritik dan saran akan senantiasa penulis terima dengan senang hati. Dengan segala keterbatasan, peneliti menyadari pula bahwa skripsi ini tidak akan selesai tanpa bantuan, bimbingan dan dorongan dari berbagai pihak. Untuk itu dengan segala kerendahan hati, peneliti menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Ibu Dr. Nur Elfi Husda, S.Kom., M.SI. Selaku Rektor Universitas Putera Batam;
2. Ketua Program Studi Teknik Informatika, Bapak Andi Maslan, S.T., M.SI.
3. Kepada Ibu Yulia, S.Kom., M.Kom. Selaku pembimbing akademik selama penulis berada di kampus Universitas Putera Batam.
4. Kepada Bapak Andi Maslan, S.T., M.SI. Selaku pembimbing skripsi pada Program Studi Teknik Informatika Universitas Putera Batam.
5. Dosen dan Staff Universitas Putera Batam.
6. Kedua orang tua, adik dan keluarga yang selalu memberikan dukungan dan nasehat yang penuh kepada penulis.
7. Sahabat-sahabat penulis yang telah memberikan dukungan, berbagi ilmu pengetahuan dan bertukar pikiran dalam menyelesaikan skripsi ini.
8. Teman-teman seperjuangan terutama di kelas Teknik Informatika Kampus Tiban yang tidak dapat disebut satu persatu, yang telah membantu dan mendukung hingga skripsi ini selesai.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa membalas kebaikan dan selalu mencurahkan rahmat dan karunia-Nya. Amin.

Batam, 20 Februari 2020

Eka Putra
Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR RUMUS	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah	4
1.3 Pembatasan Masalah	5
1.4 Perumusan Masalah.....	5
1.5 Tujuan Penelitian.....	6
1.6 Manfaat Penelitian.....	6
1.6.1 Manfaat Teoritis	6
1.6.2 Manfaat Praktis.....	6
BAB II KAJIAN PUSTAKA	
2.1 Teori Dasar	8
2.1.1 Mikrokontroler	8
2.1.2 Arduino Uno	9
2.1.3 Sensor MQ-7	13
2.1.4 Modul Wifi ESP8266	15
2.1.5 LCD	16
2.2 Teori Khusus	18
2.2.1 Emisi Gas Buang	18
2.2.1 Internet of Things (IoT).....	20
2.1 <i>Software</i>	22
2.2 Penelitian Terdahulu.....	29
2.3 Kerangka Pikir.....	36
BAB III METODE PENELITIAN DAN PERANCANGAN ALAT	
3.1 Metode Penelitian.....	37
3.1.1 Waktu dan Tempat Penelitian	37
3.1.2 Tahap Penelitian	38
3.1.3 Peralatan Yang Digunakan	39
3.2 Perancangan Alat.....	39
3.2.1 Perancangan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	39
3.2.2 Perancangan Perangkat Lunak (<i>Software</i>).....	45

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Hasil Perancangan Perangkat Keras	48
4.2	Hasil Pengujian.....	50
4.2.1	Pengujian Rangkaian Sensor MQ-7	51
4.2.2	Pengujian Rangkaian Modul Wifi ESP8266	56
4.2.3	Pengujian Keseluruhan Sistem	59
4.3	Pembahasan	67
4.3.1	Perancangan Sistem Monitoring Emisi Gas Buang.....	67
4.3.2	Membuat Sistem Monitoring Emisi Gas Buang Berbasis IoT	68

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

4.1	Kesimpulan.....	70
4.2	Saran	70

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

Lampiran 1. Pendukung Penelitian

Lampiran 2. Daftar Riwayat Hidup

Lampiran 3. Surat Keterangan Penelitian

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Arduino Uno	9
Gambar 2. 2	Arduino Uno Pin Diagram.....	11
Gambar 2. 3	Sensor MQ-7.....	13
Gambar 2. 4	Struktur dan Material Sensor MQ-7	14
Gambar 2. 5	Modul WiFi ESP8266.....	15
Gambar 2. 6	LCD 16x2	16
Gambar 2. 7	Software Arduino IDE.....	23
Gambar 2. 8	Alur Kerangka Pemikiran.....	36
Gambar 3. 1	Desain Alat Monitoring Emisi Gas Buang	39
Gambar 3. 2	Desain Alat Monitoring Emisi Gas Buang	40
Gambar 3. 3	Blok Diagram Perancangan Elektrik	40
Gambar 3. 4	Desain Sistem Hardware Elektronik.....	41
Gambar 3. 5	Skematik Minimum Sistem Arduino Uno	42
Gambar 3. 6	Skematik Minimum Sistem Arduino Uno	43
Gambar 3. 7	Skematik Sensor MQ-7.....	44
Gambar 3. 8	Diagram Alir Perancangan Elektrik.....	46
Gambar 4. 1	Alat Monitoring Emisi Gas Buang	48
Gambar 4. 2	Alat Monitoring Emisi Gas Buang	49
Gambar 4. 3	Pembacaan Nilai VRL dari Serial Monitor dan Multimeter.....	52
Gambar 4. 4	Pembacaan Nilai Rs dari Serial Monitor	54
Gambar 4. 5	Pembacaan Nilai Gas CO dalam PPM dari Serial Monitor.....	55
Gambar 4. 6	Komunikasi Modul Wifi ESP8266.....	57
Gambar 4. 7	Setting Mode Station Pada Modul WiFi ESP8266.....	58
Gambar 4. 8	List Access Point Dari Modul WiFi ESP8266	58
Gambar 4. 9	Tampilan IP Address Dari Modul WiFi ESP8266	59
Gambar 4. 10	Tampilan Awal ThingSpeak	60
Gambar 4. 11	Tampilan New Channel ThingSpeak.....	60
Gambar 4. 12	Tampilan Numeric Digital dan Chart Channel ThingSpeak.....	61
Gambar 4. 13	Tampilan API Keys ThingSpeak.....	61
Gambar 4. 14	List Program API Key ThingSpeak.....	62
Gambar 4. 15	Grafik Pengujian Pada Mobil Toyota Yaris 2011	63
Gambar 4. 16	Grafik Pengujian Pada Mobil Toyota Rush 2011	65
Gambar 4. 17	Grafik Pengujian Pada Mobil Toyota Avanza 2017	66

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi Arduino Uno.....	10
Tabel 2. 2 Konfigurasi Fungsi Pin LCD	17
Tabel 2. 3 Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Kategori L.....	19
Tabel 2. 4 Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Kategori M, N dan O20	
Tabel 3. 1 Waktu Pelaksanaan Penelitian	37
Tabel 3. 2 Pengalamatan Input-utput Sistem Arduino Uno	42
Tabel 3. 3 Pengalamatan LCD.....	43
Tabel 3. 4 Pengalamatan MQ-7	45
Tabel 4. 1 Bagian Dan Fungsi Alat	50
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Alat Ukur Mobil Toyota Yaris Tahun 2011	63
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Alat Ukur Mobil Toyota Rush Tahun 2011	64
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Alat Ukur Mobil Toyota Avanza Tahun 2017	66

DAFTAR RUMUS

Rumus 4. 1 Menghitung Nilai VRL	52
Rumus 4. 2 Menghitung Nilai Rs	53
Rumus 4. 3 Menghitung Nilai PPM	55

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan aktivitas ekonomi dan urbanisasi yang tinggi diperkotaan seperti kota Batam berpotensi besar dalam peningkatan penggunaan energi seperti bahan bakar minyak atau gas di pembangkit listrik, industri dan transportasi. Jenis transportasi yang paling banyak digunakan yaitu transportasi darat seperti kendaraan bermotor karena jenis transportasi ini sangat penting untuk menunjang kegiatan manusia. Penggunaan kendaraan bermotor dari tahun ke tahun semakin meningkat, untuk Batam sendiri mengalami tren kenaikan selama 2 tahun terakhir, data dari Badan Pengelola Pajak dan Retribusi Daerah (BP2RD) Provinsi Kepri mulai januari hingga pertengahan tahun 2019 tercatat ada 14.722 unit untuk roda 2 dan 4.496 unit untuk roda 4 jenis kendaraan baru di Batam (Tribun Batam 2019).

Peningkatan kendaraan bermotor tersebut berbanding lurus dengan peningkatan pencemaran udara akibat emisi gas buang yang dihasilkan. Emisi gas buang dari kendaraan bermotor tidak hanya merusak lingkungan, tetapi juga dapat membahayakan kesehatan dan keselamatan semua makhluk hidup lainnya. Banyak pengguna kendaraan bermotor yang tidak melakukan pengujian emisi gas buang secara berkala, akibatnya kandungan emisi gas buang pada kendaraan melebihi batas baku mutu emisi yang dapat meningkatkan pencemaran udara. Baku mutu emisi kendaraan bermotor adalah batas maksimum zat atau bahan pencemar yang boleh dikeluarkan langsung dari pipa gas buang kendaraan bermotor (Pemerintah Republik Indonesia 1999).

Waktu dan biaya yang tidak sedikit sering menjadi kendala saat pengukuran emisi gas buang pada kendaraan bermotor. Selain itu perawatan kendaraan bermotor yang tidak dilakukan secara berkala juga menyebabkan peningkatan gas-gas beracun pada emisi gas buang. Gas beracun tersebut terdiri dari gas karbon monoksida (CO), gas karbon dioksida (CO₂), gas nitrogen oksida (NO_x), gas hidrokarbon (HC) dan gas lainnya. Penelitian ini memfokuskan uji emisi untuk jenis gas karbon monoksida (CO), sebab gas ini tidak berwarna, tidak berbau dan merupakan gas yang bisa menimbulkan beberapa penyakit pada tubuh manusia.

Gas karbon monoksida (CO) dapat dideteksi dengan sebuah sensor gas jenis MQ-7 karena sensor ini memiliki sensitivitas yang tinggi terhadap gas karbon monoksida. Sensor MQ-7 memiliki nilai *output* arus yang berubah jika terkena gas, perubahan arus tersebut diproses dalam sebuah mikrokontroler pada arduino uno. Dengan menggunakan bahasa pemrograman C, arus yang terbaca dirubah menjadi tegangan kemudian dikonversikan ke dalam satuan gas ppm (*part per million*). Perubahan kadar gas akan masuk ke dalam rangkaian kemudian diproses menggunakan *arduino uno* yang menggunakan bahasa pemrograman C serta memiliki fungsi yang dapat diterapkan dalam sistem yang akan dibuat. Setelah diproses, data akan dihitung dan divisualisasikan ke dalam bentuk grafik dengan memanfaatkan teknologi *Internet of Things*. *Internet of Things* (IoT) merupakan sebuah konsep dimana suatu objek yang memiliki kemampuan untuk mentransfer data melalui jaringan tanpa memerlukan interaksi manusia ke manusia atau manusia ke komputer. Pada penelitian ini penerapan IoT pada alat yang akan dibuat menggunakan *platform ThingSpeak* yang memanfaatkan *cloud* atau komputasi

awan sebagai layanan untuk mengumpulkan, memvisualisasikan dan menganalisis data.

Adapun keuntungan dari alat uji emisi ini yaitu memperoleh kepastian mengenai baik buruknya kualitas emisi yang bisa menjadikan tolak ukur untuk kondisi kendaraan motor, kendaraan menjadi efisien serta dapat menciptakan lingkungan sehat dengan udara yang bersih, bertenaga, merawat mesin menjadi lebih awet. Pada alat ini juga dapat menampilkan hasil uji emisi gas buang yang lebih mudah untuk dibaca ke dalam bentuk layar smartphone, laptop dan peralatan elektronik lainnya yang terhubung ke jaringan internet yang mudah digunakan sehingga pengukuran terhadap emisi gas dapat dilakukan dengan mudah, dan penerapan standart emisi gas dapat dilakukan dengan baik.

Arduino didefinisikan sebagai sebuah *platform* elektronik yang *open source*, berbasis pada *software* dan *hardware* yang fleksibel dan mudah digunakan, yang ditujukan untuk seniman, desainer, hobbies dan setiap orang yang tertarik dalam membuat objek atau lingkungan yang interaktif. Arduino sebagai sebuah *platform* komputasi fisik (*Physical Computing*) yang *open source* pada board input ouput sederhana, yang dimaksud dengan platform komputasi fisik disini adalah sebuah sistem fisik hyang interaktif dengan penggunaan software dan hardware yang dapat mendeteksi dan merespons situasi dan kondisi (Putra, Kridalaksana, & Arifin, 2017).

Dari hasil pengamatan ternyata banyak pengguna kendaraan bermotor yang tidak melakukan pengujian emisi dan perawatan kendaraan bermotor secara berkala, akibatnya kandungan emisi gas buang pada kendaraan melebihi batas baku

mutu emisi yang dapat meningkatkan pencemaran udara. Oleh sebab itu maka penulis tertarik membahas dan merancang sebuah peralatan elektronika yang diharapkan mampu membantu dan bermanfaat sesuai dengan yang diinginkan yaitu alat yang dapat mendeteksi besarnya gas buang dari kendaraan bermotor yang lebih hemat biaya, mudah digunakan, serta mampu menentukan baik buruknya kualitas emisi pada kendaraan bermotor, dengan ini penulis tertarik untuk melakukan penelitian tentang monitoring emisi gas buang yang menggunakan mikrokontroler *Arduino Uno* berbasis *Internet of Things* yang berjudul **“Perancangan Sistem Monitoring Emisi Gas Buang Menggunakan Arduino Uno Berbasis *Internet of Things*”**.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang sudah dijelaskan, maka dapat diidentifikasi beberapa masalah yang dapat menjadi bahan penelitian, yaitu:

1. Banyaknya pengguna kendaraan bermotor yang tidak melakukan pengujian emisi gas buang secara berkala akibatnya kandungan emisi gas buang pada kendaraan melebihi batas baku mutu emisi yang dapat meningkatkan pencemaran udara.
2. Perawatan kendaraan bermotor yang tidak dilakukan secara berkala menyebabkan peningkatan gas-gas beracun.
3. Pengukuran emisi gas buang membutuhkan waktu dan biaya yang tidak sedikit.

1.3 Pembatasan Masalah

Agar pembuatan alat ini sesuai dengan tujuan yang diharapkan maka penulis membatasi pembahasan untuk menghindari meluasnya cakupan pembahasan diantaranya adalah:

1. Dalam penelitian sistem monitoring emisi gas buang ini hanya mengukur kendaraan mobil.
2. Alat ini hanya mengukur gas karbon monoksida (CO) pada emisi gas buang.
3. Sensor gas yang digunakan adalah jenis sensor MQ-7 yang memiliki sensitivita tinggi terhadap gas karbon monoksida (CO).
4. Jenis bahan bakar yang digunakan kendaraan hanya jenis pertalite.
5. Tidak membahas detail tentang pengaruh dari emisi gas buang kendaraan terhadap kesehatan dan lingkungan.

1.4 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan batasan masalah yang telah utarakan diatas, maka dapat disimpulkan permasalahan dalam penelitian ini, yaitu:

1. Bagaimana merancang suatu sistem untuk memonitoring emisi gas buang menggunakan *arduino uno*?
2. Bagaimana cara membuat sistem monitoring emisi gas buang menggunakan *platform* berbasis *Internet of Things*?

1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan dalam penelitian merupakan jawaban atau sasaran yang ingin dicapai dalam sebuah penelitian. Adapun tujuan penelitian ini yaitu:

1. Menghasilkan suatu sistem monitoring yang dapat mendeteksi emisi gas buang pada kendaraan bermotor.
2. Mengetahui hasil pembacaan emisi gas buang pada kendaraan menggunakan *platform* berbasis *Internet of Things*.

1.6 Manfaat Penelitian

1.6.1 Manfaat Teoritis

Hasil penelitian yang diperoleh diharapkan bisa memberikan tambahan pengetahuan yang berhubungan dengan sistem monitoring terutama mengenai emisi gas buang menggunakan *arduino uno* berbasis *internet of things*. Hasil penelitian ini juga diharapkan menjadi alat alternatif dalam pengujian emisi gas buang pada kendaraan bermotor.

1.6.2 Manfaat Praktis

Hasil penelitian ini diharapkan bermanfaat bagi pihak-pihak berikut:

1. Bagi Peneliti

Menambah dan memperluas wawasan ilmu pengetahuan penulis dalam bidang penelitian yang berkaitan dengan sistem monitoring emisi gas buang menggunakan *arduino uno* berbasis *internet of things* serta dapat menerapkan wawasan teori yang diperoleh dari Universitas Putera Batam.

2. Bagi Universitas Putera Batam

Hasil penelitian ini diharapkan menjadi rujukan atau panduan bagi peneliti selanjutnya yang ingin melakukan penelitian lebih lanjut berhubungan dengan perancangan sistem monitoring emisi gas buang menggunakan *arduino uno* berbasis *internet of things*.

3. Bagi Masyarakat

Menyadarkan masyarakat bahwasanya emisi gas buang pada kendaraan bermotor memberikan dampak yang buruk bagi kesehatan dan lingkungan. Memberikan kontribusi ide dan wawasan untuk perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK)

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Teori Dasar

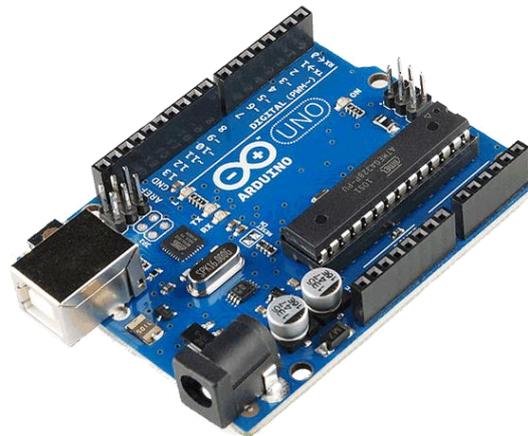
2.1.1 Mikrokontroler

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, smartpone, 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).

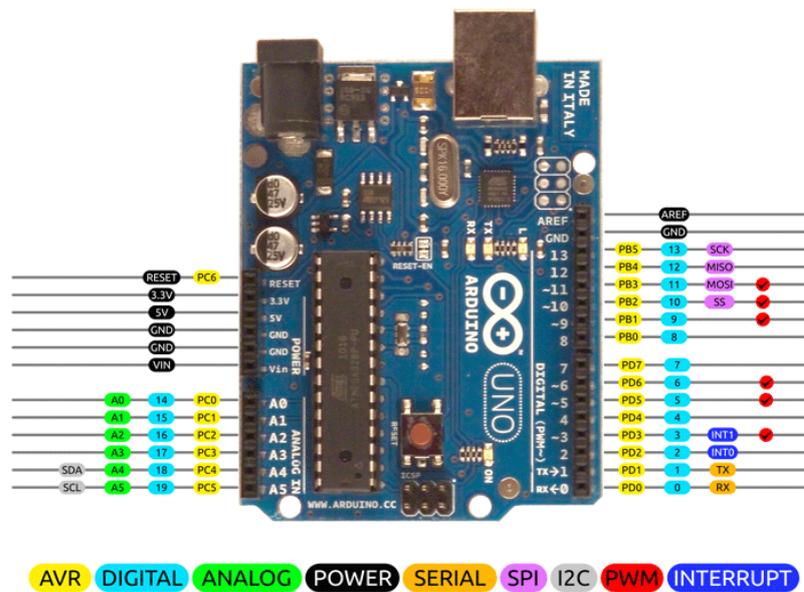
Untuk mendukung arduino uno agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan board arduino uno ke komputer atau laptop dengan menggunakan kabel data USB, bisa juga dari sumber tegangan dari adapter AC-DC atau baterai *lithium*. Ukuran arduino uno hanya sebesar kartu kredit, walaupun berukuran kecil tetapi 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	Vin: Tegangan masukkan ke arduino ketika menggunakan sumber tegangan luar 5V: Suplai daya digunakan untuk mikrokontroler dan komponen lain pada <i>board</i> 3.3V: Suplay daya 3.3V dari board, maksimum 50mA
<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 LED</i>	13	Untuk menghidupkan <i>inbuild LED</i>
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).

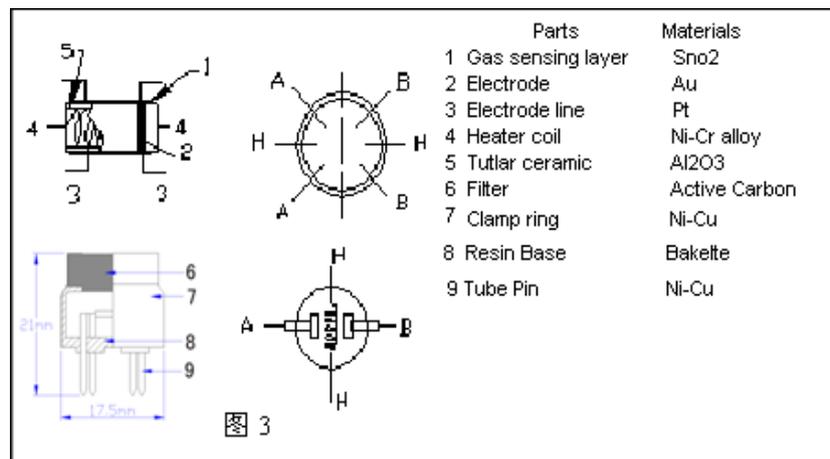


Gambar 2. 3 Sensor MQ-7

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

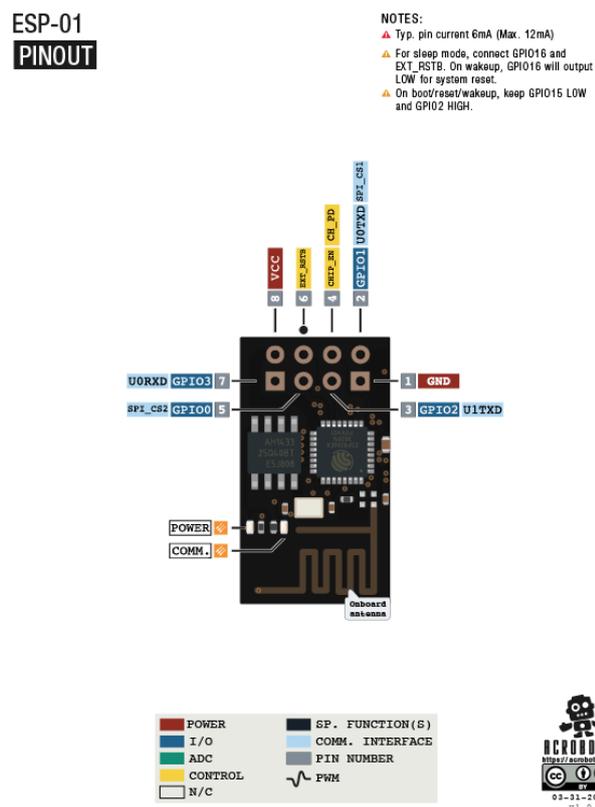
Sumber: (Hanwei Electronics 2006)

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: (Kementerian 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
	<2010			70	
	>2010			40	
	<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).

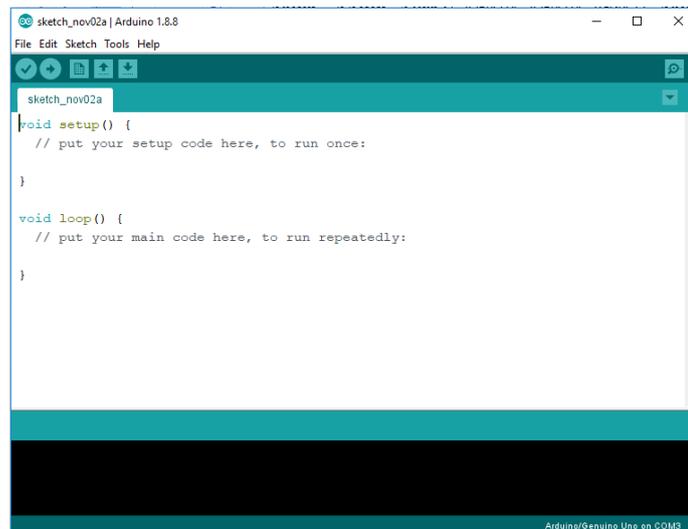
Arduino IDE terdiri dari:

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.

BAB III

METODE PENELITIAN DAN PERANCANGAN ALAT

3.1 Metode Penelitian

3.1.1 Waktu dan Tempat Penelitian

1. Waktu Penelitian

Waktu yang digunakan peneliti untuk penelitian ini dilakukan dalam 8 (delapan) tahapan kegiatan dan disesuaikan dalam waktu 14 minggu. Rincian proses penyusunan penelitian adalah sebagai berikut:

Tabel 3. 1 Waktu Pelaksanaan Penelitian

No	Kegiatan	Waktu Pelaksanaan													
		Okt 2019	Nov 2019				Des 2019	Jan 2020		Feb 2020					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Pengajuan judul dan objek penelitian	■	■												
2	Pengajuan Bab I			■	■	■									
3	Pengajuan Bab II						■	■							
4	Pengajuan Bab III								■	■					
5	Pengolahan data										■	■			
6	Pengajuan Bab IV												■		
7	Pengajuan Bab V													■	
8	Pengumpulan Skripsi														■

Sumber: (Peneliti, 2019)

2. Tempat Penelitian

Tempat pelaksanaan penelitian ini dilaksanakan dilingkungan terbuka dengan suhu 20° C, tingkat kelembaban sekitar 65% dan kandungan oksigen 21% agar pembacaan kandungan gas pada emisi gas buang pada kendaraan bermotor dapat bekerja secara maksimal.

3.1.2 Tahap Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode *waterfall*, adapun tahapan yang harus dilakukan yaitu sebagai berikut:

1. Analisa Kebutuhan Sistem

Melakukan analisis terhadap kebutuhan yang digunakan mulai dari perangkat keras (*hardware*) maupun perangkat lunak (*software*) pada sistem monitoring emisi gas buang menggunakan arduino uno berbasis *internet of things*.

2. Perancangan Sistem

Pada tahap ini, langkah yang harus dilakukan pertama kali yaitu membuat diagram alir agar dapat kita dapat melihat hubungan antar komponen dan sebagai acuan dalam penulisan program.

3. Penulisan Kode Program

Tahap ini membuat kode program dari diagram alir yang sudah dibuat pada tahap sebelumnya. Kode program yang dipakai yaitu bahasa pemrograman C menggunakan aplikasi Arduino IDE.

4. Pengujian Sistem

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui sistem yang dibuat apakah sudah berfungsi sesuai dengan sistem yang diharapkan.

3.1.3 Peralatan Yang Digunakan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

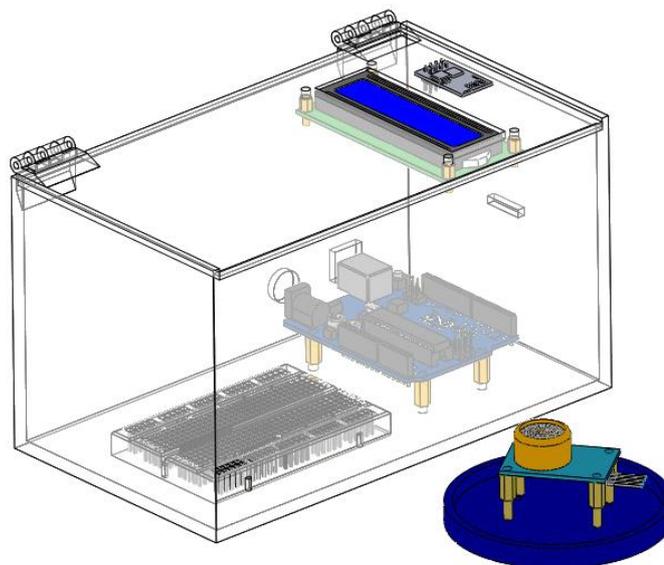
1. Ardiono Uno, berfungsi sebagai pengendali dalam pemrosesan yang ada pada alat monitoring emisi gas buang.
2. Sensor MQ-7, sebagai alat pendeteksi gas karbon monoksida pada emisi gas buang dan menjadi sumber masukan/*input*.
3. Modul ESP8266, berfungsi untuk menghubungkan sistem monitoring emisi gas buang ke jaringan internet.
4. LCD, berfungsi untuk menampilkan kandungan gas karbon monoksida.

3.2 Perancangan Alat

3.2.1 Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

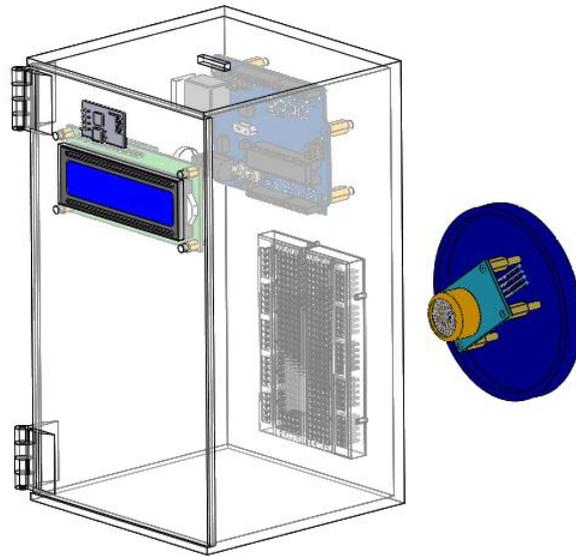
1. Perancangan Mekanik

Meliputi desain alat untuk monitoring gas pada kendaraan bermotor.



Gambar 3. 1 Desain Alat Monitoring Emisi Gas Buang

Sumber: (Peneliti, 2019)

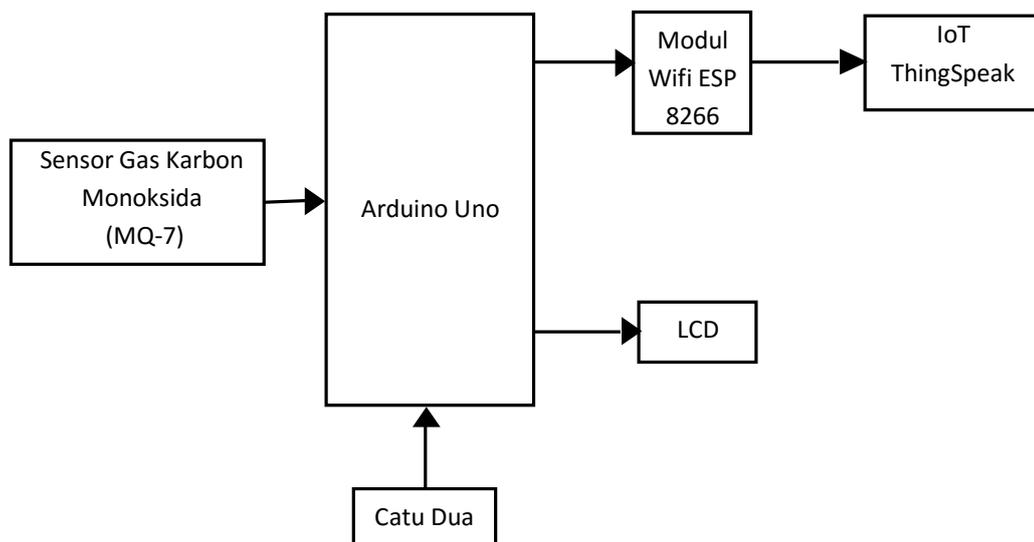


Gambar 3. 2 Desain Alat Monitoring Emisi Gas Buang

Sumber: (Peneliti, 2019)

2. Perancangan Elektrik

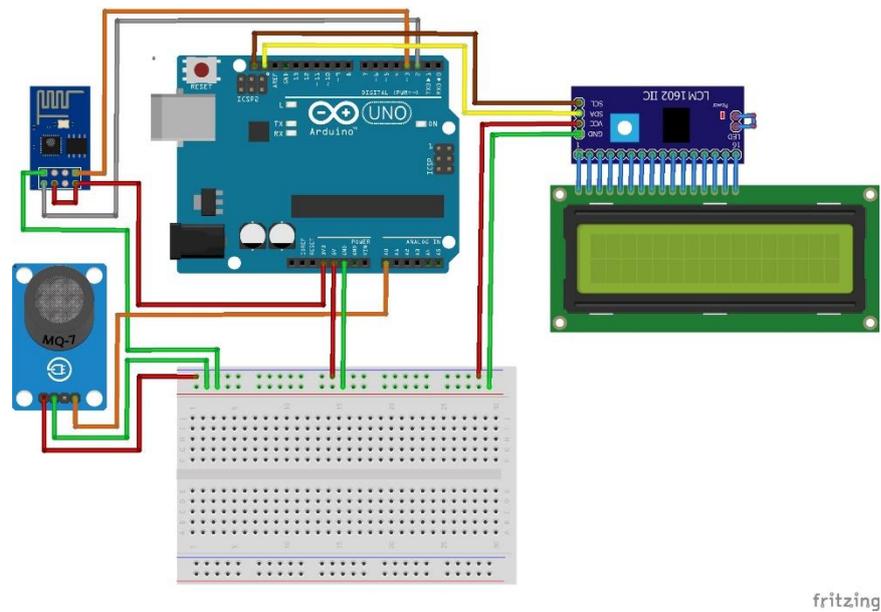
Perancangan *hardware* elektronika pada pembuatan sistem monitoring emisi gas buang ini menggunakan blok diagram seperti pada Gambar 3.1 berikut.



Gambar 3. 3 Blok Diagram Perancangan Elektrik

Sumber: (Peneliti, 2019)

Gambar 3.3 menunjukkan gambar blok diagram dari alat pendeteksi gas buang pada kendaraan bermotor. Sensor MQ-7 akan mendeteksi kandungan gas karbon monoksida (CO). Mikrokontroler Arduino merupakan komponen terpenting yang berfungsi sebagai pusat pengolahan data dan data tersebut diproses terlebih dahulu sebelum dikirimkan ke tampilan IoT *ThingSpeak* melalui modul wifi ESP8266 serta data akan ditampilkan juga ke LCD. *ThingSpeak* memanfaatkan internet dari modul wifi untuk pengiriman data dan ditampilkan langsung data dari pembacaan sensor secara *real time* dan direpresentasikan ke dalam bentuk grafik.

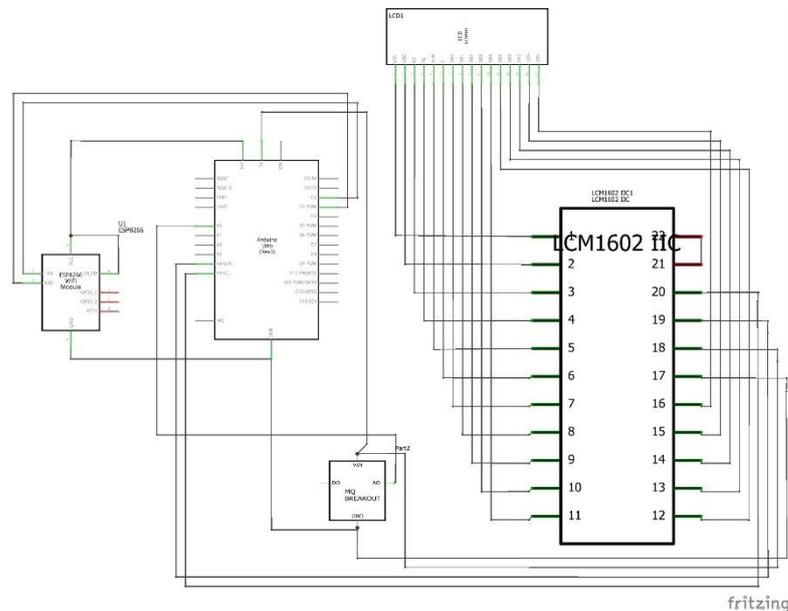


Gambar 3. 4 Desain Sistem Hardware Elektronik

Sumber: (Peneliti, 2019)

- a. Perancangan Minimum Sistem Arduino Uno

Rangkaian ini berfungsi sebagai inti dari pemrosesan alat ukur emisi gas buang.



Gambar 3. 5 Skematik Minimum Sistem Arduino Uno

Sumber: (Peneliti, 2019)

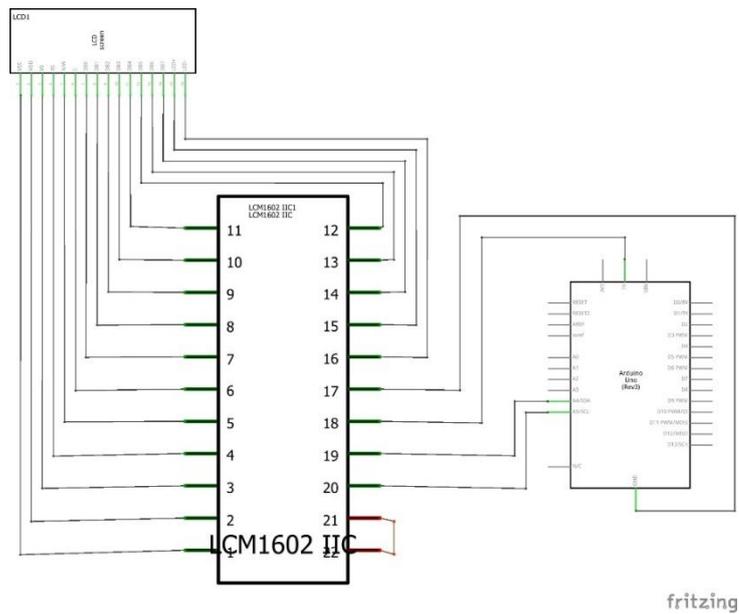
Tabel 3. 2 Pengalamanan *Input-utput* Sistem Arduino Uno

Nama I/O	Type	Pengalamanan di Arduino Uno
Sensor MQ-7	Input	Pin A0
LCD	Output	Pin SDA, Pin SCL, Pin 5 V, Pin Gnd
Modul ESP8266	Output	Pin RX, Pin TX, Pin 3.3 V

Sumber: (Peneliti, 2019)

b. LCD

LCD monitor berfungsi untuk menampilkan hasil dari pembacaan sensor. Dengan mengurangi jumlah pemakaian pin arduino maka pada LCD ditambahkan I2C. Gambar rangkaian LCD dengan I2C ditunjukkan pada gambar 3.6.



Gambar 3. 6 Skematik Minimum Sistem Arduino Uno

Sumber: (Peneliti, 2019)

Tabel 3. 3 Pengalamatan LCD

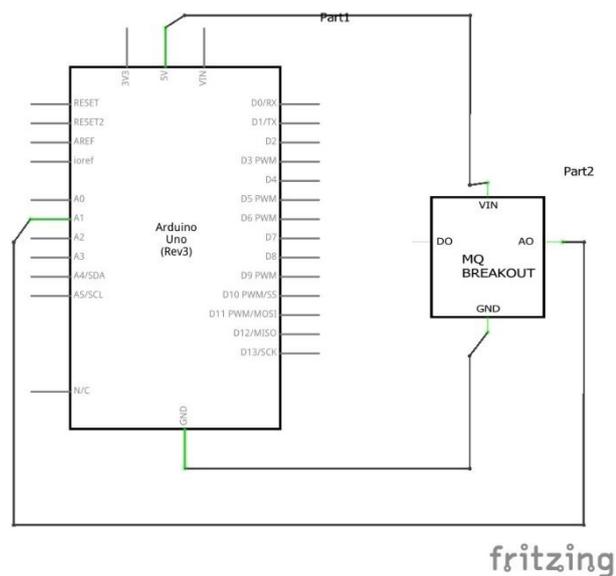
Pin LCD	Pengalamatan I2C	Pengalamatan di Arduino
GND	Pin 1	-
VCC	Pin 2	-
V0 (Contrast)	Pin 3	-
RS	Pin 4	-
R/W	Pin 5	-
EN	Pin 6	-
D0	Pin 7	-
D1	Pin 8	-
D2	Pin 9	-
D3	Pin 10	-
D4	Pin 11	-

D5	Pin 12	-
D6	Pin 13	-
D7	Pin 14	-
Backlight (+)	Pin 15	-
Backlight (-)	Pin 16	-
-	Pin 17	Pin GND
-	Pin 18	Pin 5 V
-	Pin 19	Pin SDA
-	Pin 20	Pin SCL

Sumber: (Peneliti, 2019)

c. MQ-7

Sensor ini digunakan untuk mendeteksi gas karbon monoksida. Perancangan perangkat lunak secara garis besar bertujuan untuk mempermudah dalam mengatur kerja sistem, pembacaan hasil sensor, proses pengaturan sinyal kontrol.



Gambar 3. 7 Skematik Sensor MQ-7

Sumber: (Peneliti, 2019)

Tabel 3. 4 Pengalamatan MQ-7

Pin MQ-7	Pengalamatan di Arduino
VIN	Pin 5 V
GND	Pin GND
AO	Pin A0
DO	-

Sumber: (Peneliti, 2019)

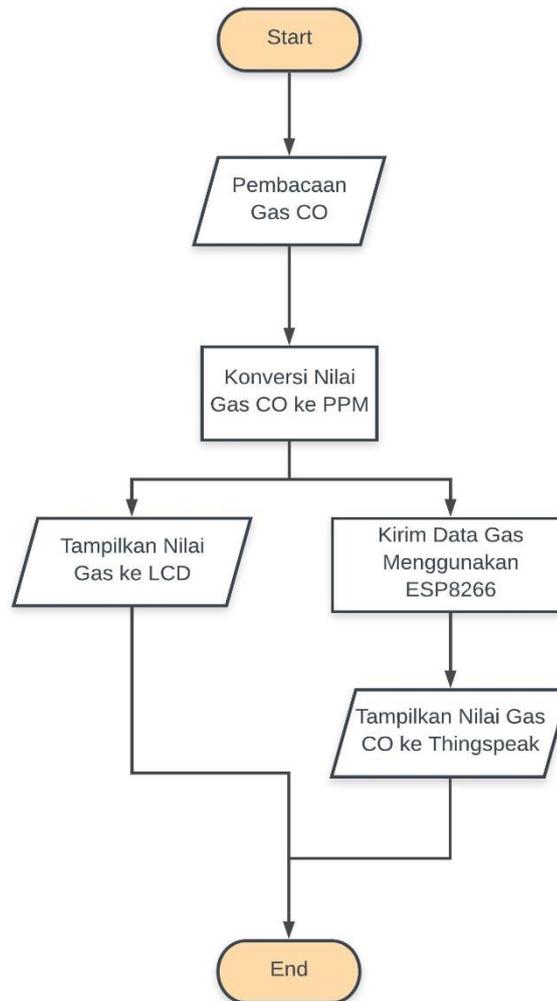
3.2.2 Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)

Perancangan perangkat lunak merupakan hal yang penting dan secara garis besar bertujuan untuk mempermudah dalam mengatur kerja sistem. Perancangan perangkat lunak ini berfuPembacaan gas karbon monoksida dikirim dan diproses dari sensor MQ-7 ke Arduino uno pengaturan sinyal kontrol.

Dalam penelitian ini *software* yang digunakan dalam pembuatan sistem monitoring emisi gas buang yaitu Arduino IDE. Untuk merancang program pada *software* Arduino IDE diawali dengan pembuatan diagram alir (*flowchart*) sebagai panduan untuk penulisan pemrograman dalam penelitian ini. Diagram alir (*flowchart*) dapat dilihat pada gambar 3.9.

Prinsip kerja secara umum dari alat ini yaitu emisi gas buang pada kendaraan yang mengandung gas karbon monoksida (CO) diidentifikasi oleh sensor gas MQ-7 berupa sinyal analog, selanjutnya program dibuat berdasarkan *flowchart* atau diagram alir yang sudah ada. Selanjutnya arduino uno akan membaca nilai sensor MQ-7 melalui pin *analog* AO dengan rentang nilai antara 0 sampai 1023, dimana

semakin besar nilainya berarti kandungan gas karbon monoksida semakin meningkat.



Gambar 3. 8 Diagram Alir Perancangan Elektrik

Sumber: Peneliti (2019)

Kemudian dari pembacaan pin AO diolah dan dikonversikan melalui ADC menjadi data digital dan kemudian data tersebut diolah menggunakan rumus yang dirancang dalam program arduino. Data gas karbon monoksida ditampilkan

langsung melalui LCD dalam satuan ppm dan persentase. Data pembacaan gas karbon monoksida dikirimkan juga ke internet menggunakan modul Wifi ESP8266, dengan memanfaatkan *Thingspeak* sebagai platform berbasis Internet of Things.