

**RANCANG BANGUN SISTEM *MONITORING* POLUSI UDARA DENGAN  
IOT BERBASIS WEB**

**(SKRIPSI)**

**Oleh**

**MUHAMMAD FARHAN SAPUTRA  
1717051009**



**JURUSAN ILMU KOMPUTER  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
2023**

**RANCANG BANGUN SISTEM *MONITORING* POLUSI UDARA DENGAN  
IOT BERBASIS WEB**

**Oleh**

**MUHAMMAD FARHAN SAPUTRA**

**Skripsi**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar  
SARJANA ILMU KOMPUTER**

**Pada**

**Jurusan Ilmu Komputer  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**JURUSAN ILMU KOMPUTER  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
2023**

## **ABSTRAK**

### **RANCANG BANGUN SISTEM *MONITORING* POLUSI UDARA DENGAN IOT BERBASIS WEB**

**Oleh**

**Muhammad Farhan Saputra**

Saat ini pencemaran udara semakin menunjukkan kondisi yang memprihatinkan, telah banyak diberitakan mengenai kualitas udara yang semakin menurun dengan semakin banyaknya kendaraan transportasi. Mengingat sifat udara yang tak kasat mata menimbulkan kekhawatiran masyarakat terhadap pencemaran udara. Melihat masalah tersebut pembuatan alat untuk monitoring kualitas udara dengan sensor menggunakan platform IoT menjadi solusi yang dipilih guna menyelesaikan masalah tersebut. Sistem ini dibangun menggunakan metode waterfall ini diharapkan dapat membantu dalam pemantauan kualitas udara. Sistem ini menggunakan tiga sensor MQ-2, MQ-7, dan DHT11, sensor MQ-2 digunakan untuk mendeteksi asap, sensor MQ-7 digunakan untuk mendeteksi karbon monoksida, dan sensor DHT11 digunakan untuk mendeteksi suhu udara. Hasil pembacaan ketiga sensor kemudian dikirimkan ke webserver dan kemudian ditampilkan dalam bentuk grafik realtime dalam website. Pengujian sistem monitoring ini menggunakan metode Black Box Testing, pengujian dilakukan untuk menguji ketiga sensor, sistem, dan website dengan hasil pengujian baik. pengujian selanjutnya yaitu pengujian pemantauan dilakukan di titik jalan karang kedempel untuk menguji alat sesuai dengan fungsinya, yaitu monitoring polusi udara (Karbon monoksida dan asap), didapatkan nilai rata-rata karbon monoksida di lokasi sebesar 1,82 ppm, ini berarti kondisi udara dalam kondisi baik karena dibawah 10 ppm, untuk kadar asap didapatkan rata-rata 174,36 ppm, tetapi nilai persebaran data ada di sekitar 1558,57 ppm, yang berarti kondisi udara dalam kondisi kurang baik. Hasil dari ini penelitian ini merupakan sistem monitoring polusi udara dengan IoT berbasis web yang dapat memudahkan masyarakat dalam memantau kualitas udara.

Kata kunci: Sistem Monitoring, *Internet Of Things*, Karbon Monoksida, MQ-7, NodeMCU

## **ABSTRACT**

### **DESIGN AND DEVELOP AN AIR POLLUTION MONITORING SYSTEM WITH WEB-BASED IOT**

**Oleh**

**Muhammad Farhan Saputra**

At present, air pollution is increasingly manifesting a disconcerting condition, There has been a lot of news about air quality decreasing with the increasing number of transportation vehicles. Considering the invisible nature of air, it raises public concerns about air pollution. Considering this issue, the development of devices for air quality monitoring using IoT-based sensor platforms is the chosen solution to address this problem. This system was built using the waterfall method and is expected to help in monitoring air quality. This system uses three sensors MQ-2, MQ-7, and DHT11, the MQ-2 sensor is used to detect smoke, the MQ-7 sensor is used to detect carbon monoxide, and the DHT11 sensor is used to detect air temperature. The reading results of the three sensors are then sent to the webserver and then displayed in real-time graphic form on the website. The Testing of this monitoring system uses the Black Box Testing method, testing is carried out to test the three sensors, system and website with good test results. The next test is monitoring testing, was carried out at the Karang Kedempel road point to test the equipment according to its function, monitoring air pollution (carbon monoxide and smoke), The results showed that the average value of carbon monoxide at the location was 1.82 ppm, this means that the air condition is in good condition because it is below 10 ppm, For smoke levels, the average result was 174.36 ppm, but the data distribution value was around 1558.57 ppm, which means the air condition was not good. The result of this study is a web-based IoT air pollution monitoring system that can make it easier for people to monitor air quality.

**Keyword:** Monitoring System, Internet Of Things, Carbon Monoxide, MQ-7, NodeMCU

Judul Skripsi

**: RANCANG BANGUN SISTEM *MONITORING*  
POLUSI UDARA DENGAN IOT BERBASIS  
WEB**

Nama Mahasiswa

**: Muhammad Farhan Saputra**

Nomor Pokok Mahasiswa

**: 1717051009**

Jurusan

**: Ilmu Komputer**

Fakultas

**: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**1. Dosen Pembimbing**

**Dr. Rangga Firdaus, S.Kom., M.Kom.**  
NIP 19741010 200801 1 015

**2. Ketua Jurusan Ilmu Komputer**

**Didik Kurniawan, S.Si., M.T.**  
NIP 19800419 200501 1 004

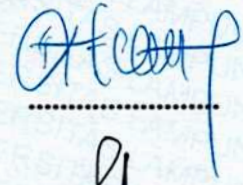
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **Dr. Rangga Firdaus, S.Kom., M.Kom.**



Penguji Pembahas I : **Tristiyanto, S.Kom., M.I.S., Ph.D.**



Penguji Pembahas II : **Febi Eka Febriansyah, M.T.**



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



**Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si.**  
NIP 19711001 200501 1 002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **23 Agustus 2023**

## PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Farhan Saputra

NPM : 1717051009

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “Rancang Bangun Sistem *Monitoring* Polusi Udara Dengan IoT Berbasis Web” adalah benar hasil karya sendiri dan bukan orang lain. Seluruh tulisan yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Jika di kemudian hari terbukti skripsi penulis adalah hasil penjiplakan atau dibuat oleh orang lain, maka penulis bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Bandar Lampung, 29 September 2023

Penulis



Muhammad Farhan Saputra

NPM. 1717051009

## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Kota Bumi pada tanggal 24 Agustus 1999 sebagai anak pertama dari dua bersaudara pasangan Bapak Wawan dan Ibu Rohayati Anis Puji Rahayu. Penulis menyelesaikan Pendidikan Sekolah Dasar (SD) di SD Negeri 2 Madukoro pada tahun 2011. Kemudian pendidikan Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMP Negeri 6 Kotabumi yang diselesaikan pada tahun 2014. Kemudian melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMA Negeri 2 Kotabumi yang diselesaikan pada tahun 2017. Penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Ilmu Komputer Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung pada tahun 2017 melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN). Selama menjadi mahasiswa, penulis melakukan beberapa kegiatan antara lain.

1. Melaksanakan Kerja Praktik di Kantor Wilayah Kementerian Hukum dan Has Asasi Manusia, pada Divisi Humas, Provinsi Lampung, pada tahun 2020.
2. Melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) pada periode II tahun 2020 di Desa Talang Jali, Kecamatan Kotabumi Utara, Kabupaten Lampung Utara, Provinsi Lampung.



## MOTTO

لَا يُكَلِّفُ اللَّهُ نَفْسًا إِلَّا وُسْعَهَا

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya.”

(Q.S Al-Anfal: 46)

وَاصْبِرُوا ۗ إِنَّ اللَّهَ مَعَ الصَّابِرِينَ

“Dan bersabarlah. Sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar.”

(Q.S Al-Baqarah: 286)

## **PERSEMBAHAN**

### *Alhamdulillahillobbilamin*

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga telah memberikan petunjuk dan kemudahan dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini. Shalawat serta salam selalu disanjungkan kepada Nabi Muhammad SAW.

Aku persembahkan karya ini kepada:

### **Ayah dan Mama**

Sebagai tanda bakti, hormat, dan terima kasihku kepada ayah dan mama tercinta yang telah mendidik dan membesarkanku dengan penuh kasih sayang, mendukung disetiap langkah perjalananku, dan mendoakanku untuk meraih kesuksesan dunia dan akhirat. Terima kasih atas semua pengorbanan, perjuangan, dan kasih sayang tiada henti yang telah kalian berikan untukku.

**Adik tercinta** Muhammad Fahreza Oktaviano Putra Terima kasih telah memberikan semangat, dukungan dan do'a, serta kebahagiaan yang telah diberikan untukku.

**Seluruh Keluarga Besar, Sahabat, dan Teman-teman** yang selalu memberikan semangat dan dukungan.

**Almamater Tercinta, Universitas Lampung**

## SANWACANA

Puji dan syukur ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat, karunia serta hidayah-Nya. Berkat serta petunjuk dan pedoman dari Rasulullah Nabi Muhammad Shalallahu Alaihi Wasallam penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Rancang Bangun Sistem *Monitoring* Polusi Udara Dengan IoT Berbasis Web”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada semua pihak yang telah membantu dan berperan besar dalam menyusun skripsi ini, antara lain:

1. Orang tua penulis, Ayahanda Wawan dan Ibunda Rohayati Anis Puji Rahayu. Terima kasih atas semua jerih payah selama membesarkan penulis, merawat, serta mengiringi langkah dengan doa tanpa henti. Kasih sayang dan ucapan terima kasih selalu diberikan untuk kalian.
2. Bapak Dr. Rangga Firdaus, S.Kom., M.Kom. sebagai pembimbing utama yang telah membimbing penulis, memberikan ide, memberikan kritik dan saran, sehingga penulisan skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
3. Bapak Tristiyanto, S.Kom., M.I.S., Ph.D. sebagai pembahas pertama yang telah memberikan masukan yang sangat bermanfaat dalam penulisan dan perbaikan skripsi ini.
4. Bapak Febi Eka Febriansyah, M.T. sebagai pembahas kedua yang telah memberikan masukan yang sangat bermanfaat dalam penulisan dan perbaikan skripsi ini.
5. Bapak Dr. rer. nat. Akmal Junaidi, S.Si., M.Sc. selaku pembimbing akademik penulis yang telah memberikan bimbingan, masukan, dan nasihat sehingga penulis dapat menyelesaikan proses belajar.

6. Bapak Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si. selaku Dekan FMIPA Universitas Lampung.
7. Bapak Didik Kurniawan, S.Si., M.T. selaku Ketua Jurusan Ilmu Komputer FMIPA Universitas Lampung.
8. Ibu Anie Rose Irawati, S.T., M.Cs. selaku Sekretaris Jurusan Ilmu Komputer FMIPA Universitas Lampung.
9. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Ilmu Komputer FMIPA Universitas Lampung yang telah memberikan ilmu dan pengalaman hidup untuk menjadi lebih baik.
10. Ibu Ade Nora Maela, Kak Zainuddin dan Kak Ardi Novalia yang telah membantu segala urusan administrasi penulis di Jurusan Ilmu Komputer.
11. Adik Muhammad Fahreza Oktaviano Putra terima kasih atas do'a dan dukungannya sehingga dapat menyelesaikan perkuliahan dengan baik.
12. Zulhaqqi, Alharis, Fathoni terima kasih atas semangat yang kalian berikan
13. Putri yang telah membantu penulis dan memberi semangat dalam penulisan skripsi ini.
14. Teman-teman Jurusan Ilmu Komputer Angkatan 2017 yang menjadi keluarga satu angkatan selama menjalankan masa studi di Jurusan Ilmu Komputer Universitas Lampung.

Dalam proses penyusunan skripsi ini terdapat kekurangan yang disebabkan oleh keterbatasan pengalaman dan pengetahuan penulis. Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dari pihak pembaca sebagai pembelajaran untuk penulis. Semoga isi dari skripsi ini dapat manfaat bagi pihak yang membaca.

Bandar Lampung, 29 September 2023  
Penulis

Muhammad Farhan Saputra  
NPM. 1717051009

## Daftar Isi

	Halaman
Daftar Isi.....	iv
Daftar Gambar.....	vii
Daftar Tabel .....	ix
I. PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat.....	4
II. LANDASAN TEORI .....	5
2.1 Penelitian Terkait .....	5
2.2 Udara .....	8
2.3 Sistem.....	10
2.3.1 Karakteristik Sistem.....	11
2.4 <i>Monitoring</i> .....	13
2.5 Sistem <i>Monitoring</i> .....	13
2.5.1 Efektivitas Sistem <i>Monitoring</i> .....	14
2.6 Internet of Things .....	14
2.6.1 Arsitektur Internet of Things.....	15
2.7 Konsep Dasar Web.....	16
2.8 <i>Website</i> .....	17
2.9 Metode <i>Waterfall</i> .....	17
2.10 Mikrokontroler .....	19
2.10.1 Komponen Mikrokontroler .....	20
2.10.2 Jenis-Jenis Mikrokontroler.....	22
2.11 NodeMCU .....	26
2.11.1 Versi NodeMCU .....	27
2.12 Sensor Asap MQ-2 Module.....	29

2.12.1	Bagian-Bagian Sensor MQ-2 .....	29
2.13	Sensor MQ-7 Modul.....	30
2.14	Sensor DHT11 .....	32
2.15	Perangkat Lunak Pendukung .....	33
2.15.1	Mysql .....	33
2.15.1.1	Keistimewaan Mysql .....	34
2.15.2	XAMPP .....	35
2.15.2.1	Komponen Utama XAMPP .....	37
2.15.3	Sublime Text .....	37
2.15.3.1	Keunggulan Sublime Text .....	38
2.15.4	Arduino IDE.....	40
2.15.5	Balsamiq Mockup .....	42
2.15.6	Fritzing .....	44
2.16	Bahasa Pemrograman .....	45
2.16.1	Bahasa Pemrograman Arduino .....	46
2.16.2	Bahasa Pemrograman PHP .....	49
2.16.2.1	Sejarah PHP .....	49
2.16.2.2	Kelebihan PHP.....	50
2.16.2.3	Kekurangan PHP.....	51
2.17	Pemodelan Sistem .....	51
2.17.1	Diagram blok.....	52
2.17.2	Diagram Alir .....	53
2.18	Teknik Pengujian Sistem.....	54
III.	METODE PENELITIAN.....	55
3.1	Analisis Kebutuhan Sistem .....	56
3.1.1	Analisis Permasalahan .....	56
3.1.2	Analisis Data Penelitian .....	56
3.1.2.1	Metode Pengumpulan Data.....	57
3.1.3	Analisis Kebutuhan Perancangan.....	58
3.1.3.1	Perangkat Keras ( <i>Hardware</i> ) yang digunakan.....	58
3.1.3.2	Perangkat Lunak ( <i>Software</i> ) yang digunakan.....	58
3.2	Perancangan Sistem dan Alat .....	59
3.2.1	Perancangan Perangkat Keras ( <i>Hardware</i> ).....	59
3.2.1.1	Rangkaian Nodemcu dengan Sensor DHT11 .....	60
3.2.1.2	Rangkaian Nodemcu dengan Sensor MQ2.....	61
3.2.1.3	Rangkaian Nodemcu dengan Sensor MQ7 .....	61

3.2.1.4	Rangkaian Keseluruhan Sistem .....	62
3.2.2	Rancangan Perangkat Lunak.....	63
3.2.2.1	Rancangan Antarmuka Sistem.....	63
3.2.2.2	Rancangan Alur Kerja Sistem.....	64
3.3	Rencana Pengujian Sistem .....	65
3.3.1	Perancangan Tabel Pengujian .....	65
IV.	PEMBAHASAN DAN ISI.....	68
4.1	Implementasi Sistem Dan Alat.....	68
4.1.2	Menghubungkan Sensor MQ-7 dan DHT11 dengan Nodemcu.....	68
4.1.2.1	Proses Pengambilan Data Gas CO dari Sensor MQ-7.....	69
4.1.2.1.1	Perhitungan Mencari Kadar Gas CO dari Sensor MQ-7 .....	69
4.1.2.2	Proses Pengambilan Data Suhu Dari Sensor DHT11 .....	71
4.1.2.3	Proses Penyimpanan Data Gas Karbon Monoksida (CO) dan Suhu dari Sensor MQ-7 dan DHT11 ke <i>Database</i> .....	71
4.1.3	Menghubungkan Sensor MQ-2 dengan NodeMCU.....	74
4.1.3.1	Proses Pengambilan Data Asap Dari Sensor MQ-2.....	74
4.1.3.2	Proses Penyimpanan Data Asap Dari Sensor Ke <i>Database</i> .....	75
4.1.4	Antarmuka <i>Website</i> .....	77
4.1.5	Rangkaian Alat.....	78
4.2	Pengujian Sistem .....	80
4.2.2	Prosedur Pengujian .....	80
4.2.2	Hasil Pengujian .....	81
4.2.2.1	Hasil Pengujian Alat .....	81
4.2.2.2	Hasil Uji Coba <i>Monitoring</i> di Titik Simpang Jalan Dusun Karang Kedempel.....	82
V.	PENUTUP.....	86
5.1	Kesimpulan.....	86
5.2	Saran.....	87
	Daftar pustaka .....	89
	LAMPIRAN.....	93

## Daftar Gambar

Gambar 2. 1 Arsitektur IoT .....	16
Gambar 2. 2 Metode <i>Waterfall</i> .....	18
Gambar 2. 3 Diagram Blok Mikrokontroler .....	19
Gambar 2. 4 NodeMCU .....	26
Gambar 2. 5 NodeMCu Devkit v0.9 .....	27
Gambar 2. 6 NodeMCU v 1.0 .....	28
Gambar 2. 7 NodeMCU V3 (Iolin) .....	28
Gambar 2. 8 Sensor MQ-2 .....	29
Gambar 2. 9 Sensor MQ-7 .....	30
Gambar 2. 10 Struktur Sensor MQ-7 .....	31
Gambar 2. 11 Susunan Pin Sensor DHT11 .....	33
Gambar 2. 12 Tampilan Utama XAMPP .....	36
Gambar 2. 13 Logo Sublime Text.....	38
Gambar 2. 14 Halaman Utama Sublime Text .....	40
Gambar 2. 15 Lembar Kerja Arduino IDE.....	41
Gambar 2. 16 Halaman Utama Balsamiq Mockup .....	43
Gambar 2. 17 Tampilan antarmuka fritzing .....	45
Gambar 2. 18 Logo PHP .....	50
Gambar 3. 1 Alur Penelitian.....	55
Gambar 3. 2 Diagram Blok Sistem .....	59
Gambar 3. 3 Rangkaian DHT11 dengan NodeMCU .....	60
Gambar 3. 4 Rangkaian MQ-2 dengan NodeMCU .....	61
Gambar 3. 5 Rangkaian MQ-7 dengan NodeMCU.....	62
Gambar 3. 6 Rangkaian NodeMCU dengan Ketiga Sensor .....	62
Gambar 3. 7 Desain Tampilan <i>Website</i> .....	63



Gambar 3. 8 Diagram Alir Sistem.....	64
Gambar 4. 1 Antarmuka Halaman Utama.....	77
Gambar 4. 2 Antarmuka Grafik Sensor Asap .....	77
Gambar 4. 3 Antarmuka Grafik Sensor Suhu .....	78
Gambar 4. 4 Tampilan Sensor Karbon Monoksida.....	79
Gambar 4. 5 Tampilan Sensor Asap .....	79
Gambar 4. 6 Tampilan Alat Keseluruhan .....	79
Gambar 4. 7 Grafik <i>Scatterplot</i> dari data pengujian karbon monoksida di lokasi.....	84
Gambar 4. 8 Grafik <i>Scatterplot</i> dari data pengujian kadar asap di lokasi.....	85

## Daftar Tabel

Tabel 2. 1 Sensitivitas Sensor .....	30
Tabel 2. 2 Komponen Sensor MQ-7 .....	31
Tabel 2. 3 Spesifikasi Sensor DHT11 .....	32
Tabel 2. 4 Daftar Simbol Diagram Blok .....	52
Tabel 2. 5 Daftar Simbol Diagram Alir .....	53
Tabel 3. 1 Rancangan Tabel Pengujian Sensor CO .....	66
Tabel 3. 2 Rancangan Tabel Pengujian Sensor Asap.....	66
Tabel 3. 3 Rancangan Tabel Pengujian <i>Black Box</i> Sistem.....	66
Tabel 3. 4 Rancangan Tabel Pengujian <i>Black Box</i> Aplikasi <i>Website</i> .....	67
Tabel 4. 1 Tabel Pengujian Sensor CO .....	81
Tabel 4. 2 Tabel Pengujian Sensor Asap .....	81
Tabel 4. 3 Tabel Pengujian <i>Black Box</i> Sistem .....	81
Tabel 4. 4 Tabel Pengujian <i>Black Box</i> Aplikasi <i>Website</i> .....	82
Tabel 4. 5 Tabel Hasil <i>Monitoring</i> Polusi Udara pada titik Simpang Jalan Dusun Karang Kedempel.....	83

## **I. PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang Masalah**

Udara merupakan sebuah gas yang mengelilingi bumi, kandungan oksigen adalah unsur yang sangat penting bagi berlangsungnya kehidupan makhluk hidup baik itu manusia, binatang, maupun tumbuhan di Bumi, tetapi selain oksigen udara juga mengandung zat-zat lain seperti karbon dioksida, karbon monoksida, debu, virus, dan sebagainya. Kandungan-kandungan tersebut dapat berbeda-beda jumlahnya di setiap daerah yang dipengaruhi oleh banyak faktor yang mana itu juga mempengaruhi kualitas suatu udara. Udara merupakan materi yang tak kasat mata, namun efek dari pencemarannya dapat dirasakan.

Pencemaran udara saat ini semakin menunjukkan kondisi yang memprihatinkan. Kondisi perkotaan di Indonesia yang memiliki polusi udara yang tinggi sungguh sangat mengkhawatirkan, tetapi tidak hanya di perkotaan di daerah pinggiran kota maupun di pedesaan juga bisa terdampak akan hal itu, telah banyak diberitakan mengenai kualitas udara yang semakin menurun dengan semakin banyaknya kendaraan transportasi. Untuk saat ini indeks standar kualitas udara yang dipakai resmi di Indonesia adalah Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU), sesuai dengan (Keputusan Menteri, 1997) Nomor : KEP 45 / MENLH / 1997 tentang Indeks Standar Pencemaran Udara.

Polusi udara sendiri adalah zat-zat asing berbahaya yang dapat mengakibatkan kerusakan lingkungan dan gangguan kesehatan seperti asma, kanker, paru-paru, dan sebagainya pada manusia. Adapun sumber dari polusi udara ini sendiri dapat berasal dari berbagai sumber seperti yang bersumber dari kegiatan yang dilakukan oleh manusia antara lain industri, transportasi, perkantoran, dan perumahan.

Mengingat sifat udara yang tak kasat mata membuat polusi udara sulit dirasakan secara tegas oleh indra manusia kecuali dalam kondisi ekstrim, sehingga hal itu masih menimbulkan kekhawatiran masyarakat terhadap pencemaran udara. Maka dari itu, untuk memudahkan menilai kualitas udara perlu dibuat alat untuk *monitoring* kualitas udara dengan sensor menggunakan platform IoT dan berbasis web. *Website* yang merupakan salah satu media informasi populer saat ini dinilai sangat efektif dalam memberikan informasi, sehingga informasi mengenai kualitas udara dapat diakses dengan mudah, dan juga dengan sistem IoT yang dapat memudahkan dalam kegiatan *monitoring*.

*Internet of things (IoT)* dapat digunakan sebagai alat *monitoring* pendeteksi tingkat polusi udara di lingkungan agar manusia dapat beraktivitas dengan lancar dan mengetahui informasi mengenai kualitas udara di sekitar mereka. *Internet of Things (IoT)* adalah struktur di mana objek, orang disediakan dengan identitas eksklusif dan kemampuan untuk pindah data melalui jaringan tanpa memerlukan dua arah antara manusia ke manusia yaitu sumber ke tujuan atau interaksi manusia ke komputer (Wilianto & Kurniawan, 2018).

*Monitoring* yang menjadi salah satu solusi dalam mengatasi masalah di atas yang dapat didefinisikan sebagai pengambilan informasi tentang apa yang ingin diketahui yang bersumberkan dari pemantauan. *Monitoring* membantu dalam pengambilan keputusan manajemen program, pengumpulan, dan analisa informasi yang dilakukan secara teratur, untuk menilai apakah masukan sudah dijalankan atau belum (Bachtiar, 2016).

Sehubungan dengan digunakannya teknologi *internet of things* untuk melakukan *monitoring* polusi udara pada lingkungan, maka polusi udara dapat dijadikan parameter utama yang diperoleh melalui sekumpulan data dari sensor. Informasi yang terkandung di dalam penggunaan arsitektur IoT ini berguna sebagai alat bantu untuk *monitoring* tingkat polusi udara.

Penelitian sebelumnya telah banyak dilakukan mengenai *monitoring* kualitas udara salah satunya yaitu penelitian dari saudara Idham Yusuf Darise dengan Skripsi berjudul “Sistem *Monitoring* Kualitas Lingkungan (Asap, Suhu, dan Intensitas

Cahaya) Berbasis Web” pada penelitian tersebut dibuat sebuah *website* untuk menampilkan hasil dari sensor DHT11 yang digunakan untuk *input* data suhu dan MQ-2 untuk *input* data asap dengan mikrokontroler Raspberry Pi 2, dari pemikiran penelitian tersebut maka diangkatlah pemikiran tersebut dalam penelitian yang berjudul “Rancang Bangun Sistem *Monitoring* Polusi Udara Dengan Iot Berbasis Web” adapun permasalahan yang akan dibahas di dalam skripsi ini yaitu bagaimana merancang dan membuat alat untuk *monitoring* polusi udara berbasis iot dengan NodeMCU dan menunjukkan hasil baca sensor pada *website*.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini adalah Bagaimana membuat alat yang dapat mengetahui kadar polusi udara khususnya karbon monoksida dan asap serta menampilkan hasil baca sensor ke dalam *website*.

## 1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Uji coba monitoring alat dilakukan di titik simpang jalan Dusun karang kedempel, Desa Madukoro
2. Menggunakan mikrokontroler NodeMCU
3. Menggunakan sensor MQ-2 untuk sensor asap
4. Menggunakan sensor MQ-7 untuk sensor karbon monoksida
5. Menggunakan sensor DHT11 untuk suhu udara
6. Alat yang dibuat hanya satu buah
7. Menggunakan server web lokal dan dihubungkan dengan satu jaringan *wifi* yang sama

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan latar belakang di atas, tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Merancang sistem *monitoring* polusi udara berbasis IOT untuk melakukan *monitoring* polusi udara
2. Mampu mengintegrasikan sistem dengan web server sebagai media informasi

#### **1.5 Manfaat**

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Mempermudah dalam pemantauan polusi udara
2. Referensi pembuatan alat berbasis IoT untuk *memonitoring* dan mendapatkan data tingkat polusi udara.

## II. LANDASAN TEORI

### 2.1 Penelitian Terkait

Berikut merupakan penelitian yang terkait dengan penelitian, yaitu:

1. Penelitian oleh Idham Yusuf Darise. Program Studi Teknik Elektro S1 Fakultas Teknik Industri, Institut Teknologi Nasional Malang (2016), yang berjudul “Sistem *Monitoring* Kualitas Lingkungan (Asap, Suhu, dan Intensitas Cahaya) Berbasis Web”. Penelitian ini merujuk pada perancangan suatu alat IoT dengan mikrokontroler Raspberry Pi 2 sebagai *web server* yang dapat menginformasikan kadar asap rokok atau polusi serta suhu, kelembaban dan intensitas cahaya di tempat penelitian. Berdasarkan hasil uji coba pada penelitian tersebut diperoleh bahwa sistem telah dibuat sesuai dengan struktur dan sistem telah bekerja dengan baik. Sensor asap, suhu, kelembaban udara, serta intensitas cahaya dapat bekerja dengan baik, kemudian Pengaruh pencemaran asap di udara sangat terasa pada naiknya suhu udara, serta berkurangnya kelembaban udara di daerah tersebut. Dan bila konsentrasi asap sangat tebal, bahkan mampu menghalangi sinar matahari ke bumi (Darise, 2016).
2. Penelitian oleh Jacqueline Waworundeng dan Oktoverano Lengkong. Program studi Teknik Informatika, Universitas Klabat (2018), yang berjudul “Sistem *Monitoring* dan Notifikasi Kualitas Udara dalam Ruangan dengan Platform IoT”. Penelitian ini membahas tentang prototipe alat pendeteksi kualitas udara di dalam suatu ruangan dengan menggunakan mikrokontroler Wemos dan sensor MQ135 yang terhubung dengan platform IoT sebagai sistem *monitoring* dan notifikasi. *Input* pada

sensor MQ135 yaitu berupa gas CO, CO<sub>2</sub>, dan cairan alkohol. Selanjutnya Wemos akan memproses data dan mengirimkannya ke internet dengan modul wifi yang terdapat pada Wemos *board*, kemudian ditampilkan hasil deteksi sensor secara realtime dalam bentuk grafik melalui *Thingspeak*, dan selanjutnya akan memberikan notifikasi kepada user melalui *blynk Apps* pada *smartphone* jika kualitas udara mengalami peningkatan pada level yang signifikan. Pada percobaan sistem *monitoring* dan notifikasi kualitas udara dapat berfungsi sesuai dengan tujuan, dan berpotensi digunakan pada ruangan yang membutuhkan pemantauan kualitas udara untuk dapat meningkatkan kesadaran tentang pentingnya kualitas udara yang sehat (Waworundeng & Lengkong, 2018).

3. Penelitian oleh Muhammad Zikri dan Rizaldy Khair. Program Studi Teknologi Komputer, Politeknik LP31 Medan (2018), yang berjudul “Rancang Bangun Monitoring Polusi Udara Berbasis Arduino”. Penelitian ini membahas tentang perancangan alat pemantauan pencemaran udara. Pada penelitian ini Pengujian sensor dilakukan untuk mengetahui parameter sensitivitas terhadap pencemaran udara berupa asap rokok dengan menghitung jarak objek dengan sensor dan kadar polutan yang ada dengan asumsi kadar polutan pada ruangan adalah normal, dan menampilkannya pada LCD. Dan setelah dilakukan pengujian dapat ditarik kesimpulan bahwa jarak juga mempengaruhi kepekaan sensor terhadap polutan (Zikri & Khair, 2018).
4. Penelitian oleh Msy Rosyidah. Program Studi Teknik Industri Prodi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang (2016), yang berjudul “Polusi Udara Dan Kesehatan Pernafasan”. Penelitian ini membahas mengenai dampak polusi udara pada kesehatan pernafasan dan dampaknya pada kemampuan kerja seseorang. Pada pembahasannya di Kota Palembang di mana telah memulai penambahan transportasi publik *Light Rail Transport (LRT)* yang mengakibatkan terjadinya kemacetan akibat proses pembangunannya, sehingga meningkatkan polusi udara akibat dari buangan gas kendaraan bermotor, juga dari buangan hasil industri. Dan kesimpulan dari pembahasan ini



adalah Polusi udara akan mengganggu sistem pernafasan dalam menyerap oksigen dan membuang karbondioksida ke luar tubuh karena masuknya zat lain yang bersifat negatif ikut masuk dalam sistem pernafasan (Rosyidah, 2016).

5. Penelitian oleh Sri Mulyati dan Sumardi. Program Studi Teknik Informatika, Program Studi Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Tangerang (2018), yang berjudul “*Internet Of Things (Iot) Pada Prototipe Pendeteksi Kebocoran Gas Berbasis MQ-2 Dan SIM800L*”. Penelitian ini merancang sebuah *prototype* untuk mendeteksi kebocoran gas elpiji dengan bentuk dan ukuran yang kecil. Dengan menggunakan mikrokontroler yang berukuran kecil yaitu Arduino nano, serta sensor MQ2 untuk mendeteksi kebocoran yang kemudian informasi akan disampaikan melalui SMS dengan modul SIM800L. Pada hasil uji coba Sensor MQ-2 merupakan sensor yang cocok dipakai sebagai pendeteksi kebocoran gas dikarenakan sensitif terhadap gas butana yang merupakan kandungan utama dari LPG (Mulyati & Sumardi, 2019).
6. Penelitian oleh Maidasari Br Manurung, Dudi Darmawan, Reza Fauzi Iskandar. Jurusan Teknik Fisika Fakultas Teknik Elektro Universitas Telkom (2018) yang berjudul “Perancangan Alat Ukur Kadar Karbon Monoksida (CO) Pada Kendaraan Berbasis Sensor MQ-7”. Penelitian ini membahas tentang perancangan alat ukur kadar karbon monoksida menggunakan sensor MQ7. Peneliti menggunakan sensor MQ7 untuk mendeteksi dan mengukur kadar gas CO pada kendaraan. Kemudian hasil dari pengukuran tersebut dibandingkan dengan alat kalibrator yang bernama smart sensor karbon monoksida (CO) meter. Dari data yang didapatkan kemudian diterapkan dengan dua metode untuk melihat kemampuan alat ukur yang dirancang mampu mengukur tingkat dalam range ppm. Yakni metode yang pertama karakterisasi sensor MQ7 diperoleh range pengukuran 38-398 ppm. Metode kedua yaitu pendekatan antara persamaan karakterisasi sensor dengan karakteristik sensor yang sudah ada di datashet diperoleh range pengukuran 35-398 ppm. Hasil yang diperoleh dari alat yang dirancang mampu mengukur dari range 35-

398 ppm (Manurung, 2018).

7. Penelitian oleh F N Setiawan dan I Kustiawan. Jurusan Pendidikan Teknik Elektro Universitas Pendidikan Indonesia (2018), yang berjudul “*IoT based Air Quality Monitoring*”. Penelitian ini membahas mengenai perancang sistem pemantauan kualitas udara dengan modul esp8266 dengan menggunakan 3 sensor, sensor MQ2 untuk asap, sensor MQ9 untuk Karbon Monoksida, dan sensor ZHO3A untuk mendeteksi partikel debu, kemudian hasil baca akan ditampilkan oleh Nodemcu ke LCD dan Thingspeak. Pendeteksi kualitas udara dirasa sangat penting karena saat ini polusi udara mudah ditemukan. Untuk pencemaran udara yang tidak mudah terdeteksi oleh manusia, maka diperlukan suatu alat sebagai pembaca kualitas udara (Setiawan & Kustiawan, 2018).

## **2.2 Udara**

Udara merupakan kumpulan berbagai macam gas dan yang terbanyak adalah nitrogen dan oksigen, komposisi udara bersih bervariasi di berbagai tempat, rata-rata persentase kandungan udara bersih yaitu nitrogen 78%, oksigen 20,8%, argon 0,9%, karbon dioksida 0,03%, dan gas lainnya 0,27%. Udara merupakan elemen yang sangat penting bagi penunjang kelangsungan kehidupan semua makhluk hidup yang ada di bumi, oleh karena hal itu sebagai manusia semua harus memiliki rasa bertanggung jawab dengan kualitas udara yang ada di sekitar lingkungan hidup.

Polusi udara adalah kondisi di mana kualitas udara di suatu tempat menjadi rusak dikarenakan terkontaminasi zat-zat, baik hasil kegiatan manusia atau alam. Polusi udara biasanya terjadi di kota-kota besar di mana menjadi pusat industri dan ramai kendaraan. Menurut Undang-undang Republik Indonesia (1997) No. 23 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup, pencemaran udara atau pencemaran lingkungan hidup adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi atau berubahnya tatanan lingkungan oleh kegiatan atau aktivitas manusia atau proses

alam sehingga kualitas lingkungan turun sampai tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan menjadi kurang atau tidak berfungsi lagi sesuai peruntukannya.

Berdasarkan faktor penyebabnya polusi udara terbagi menjadi dua yaitu yang bersumber dari kegiatan-kegiatan manusia, dan yang kedua bersumber dari aktivitas alam. Polusi yang disebabkan oleh kegiatan manusia antara lain :

1. Limbah asap industri atau pabrik

Limbah asap merupakan salah satu penyumbang terbesar dalam polusi udara tidak hanya di Indonesia bahkan di seluruh dunia. Limbah asap yang dihasilkan dari proses pembakaran yang terjadi di pabrik dikeluarkan melalui cerobong-cerobong asap yang biasanya tidak terdapat filter untuk zat-zat yang dikeluarkan ini sangat berbahaya bagi kesehatan di lingkungan sekitar industri terutama bagi anak-anak kecil, dan orang lanjut usia. Dari banyak penelitian beberapa zat yang dikeluarkan dari proses industri merupakan zat-zat yang berbahaya bagi kesehatan manusia seperti karbon monoksida, hidrokarbon, dan senyawa berbahaya lainnya. Dampak yang ditimbulkan bukan hanya kepada udara melainkan juga menyebabkan pencemaran air dan tanah.

2. Asap kendaraan bermotor

Di era modernisasi kendaraan bermotor merupakan salah satu kebutuhan yang pokok dan dapat dikatakan penting untuk menunjang kegiatan sehari-hari. Sebelumnya orang bepergian ke tempat jauh menggunakan angkutan umum. Berbeda dengan sekarang yang penggunaan kendaraan pribadi semakin banyak dengan alasan memudahkan akomodasi, tetapi hal itu malah membuat kondisi udara semakin buruk, karena asap dari kendaraan bermotor merupakan salah satu penyebab dari polusi udara.

Banyak penelitian membuktikan bahwa intensitas kendaraan bermotor semakin hari semakin meningkat dan bisa dilihat dari kemacetan yang terjadi di kota-kota besar, tetapi tidak hanya terjadi di kota besar saja melainkan di pinggiran kota maupun di desa. Itu menjadikan penggunaan

bahan bakar yang terlalu berlebihan dan dampak yang ditimbulkan dari proses pembakaran bahan bakar kendaraan bermotor adalah gas CO atau karbon monoksida

### 3. Aktivitas rumah tangga

Aktivitas rumah tangga juga dapat menyebabkan polusi udara salah satunya adalah kegiatan membakar sampah yang sembarangan, hal ini dapat menyebabkan polusi udara dan mengganggu lingkungan sekitar

Selanjutnya polusi udara juga dapat disebabkan oleh aktivitas alam berikut adalah aktivitas-aktivitas alam yang dapat menyebabkan terjadinya polusi udara,

#### 1. Abu letusan gunung berapi

Indonesia merupakan negara yang dilalui sabuk sirkum pasifik sehingga Indonesia memiliki banyak gunung berapi yang masih aktif, dan hal ini merupakan salah satu hal yang memungkinkan terjadinya polusi udara. Abu vulkanik yang disemburkan ke udara lepas dalam jumlah yang sangat banyak tentu saja dapat mempengaruhi kondisi udara.

#### 2. Kebakaran hutan

Kebakaran hutan merupakan kejadian alam yang sering terjadi di Indonesia dimana masih banyaknya hutan di daerah Indonesia, dan musim panas atau kering yang sering melanda Indonesia bisa menyebabkan terjadinya kebakaran hutan walaupun kebakaran hutan sendiri bisa terjadi karena adanya campur tangan manusia. Asap yang dihasilkan dapat mengganggu kegiatan sehari-hari dan mengganggu kesehatan manusia.

## 2.3 Sistem

Pengertian sistem menurut Abdul Kadir (2014) bahwa sistem adalah sekumpulan elemen yang saling terkait atau terpadu yang dimaksudkan untuk mencapai suatu tujuan. Sistem merupakan sebuah kesatuan yang mana itu terdiri dari elemen atau komponen yang terkoneksi secara bersama agar memudahkan penyampaian

materi, energi atau informasi. Sebuah sistem dikenal sebagai sebuah kesatuan yang utuh, apabila salah satu bagian saja rusak atau tidak dapat menjalankan tugasnya maka maksud yang hendak dicapai tidak akan terpenuhi atau sistem yang sudah terwujud akan terganggu.

Henry Prat Fairchild dan Eric Kohler (dikutip dari Akbar & Fauziah, 2020) menjelaskan bahwa sistem adalah sebuah rangkaian yang saling terkait antara beberapa bagian dari yang terkecil, jika suatu bagian/sub bagian terganggu, maka bagian yang lainnya ikut merasakan ketergangguan tersebut. Maka dari itu dapat disimpulkan, Pengertian Sistem adalah sebuah kesatuan yang utuh dari suatu tatanan, yang saling terkait satu sama lain, untuk menjalankan dan memenuhi suatu proses tertentu.

### **2.3.1 Karakteristik Sistem**

Sistem memiliki ciri-ciri atau karakteristik tertentu agar sistem tersebut dapat dikategorikan sebagai sistem yang baik. Karakteristik sistem yang dimaksud (Hutahaeen, 2015:3), terdiri dari:

1. **Komponen**

Komponen-komponen sistem tersebut dapat berupa suatu bentuk subsistem. Setiap subsistem memiliki sifat dari sistem yang menjalankan suatu fungsi tertentu dan mempengaruhi proses sistem secara keseluruhan.

2. **Batasan sistem**

Ruang lingkup sistem merupakan daerah yang membatasi antara sistem dengan sistem yang lain atau sistem dengan lingkungan luarnya. Batasan sistem ini memungkinkan suatu sistem dipandang sebagai satu kesatuan yang tidak dapat dipisahkan.

3. **Lingkungan luar sistem**

Bentuk apapun yang ada diluar ruang lingkup atau batasan sistem yang mempengaruhi operasi sistem tersebut disebut lingkungan luar sistem.

Lingkungan luar sistem ini dapat bersifat menguntungkan dan dapat juga bersifat merugikan sistem tersebut.

#### 4. Penghubung sistem

Media yang menghubungkan sistem dengan subsistem yang lain disebut penghubung sistem atau interface. Penghubung ini memungkinkan sumber-sumber daya mengalir dari satu subsistem ke subsistem lain. Bentuk keluaran dari satu subsistem akan menjadi masukan untuk subsistem lain melalui penghubung tersebut. Dengan demikian, dapat terjadi suatu integrasi sistem yang membentuk satu kesatuan.

#### 5. Masukan sistem

Energi yang dimasukkan ke dalam sistem disebut masukan sistem, yang dapat berupa pemeliharaan (*maintenance input*) dan sinyal (*signal input*).

#### 6. Pengolah sistem

Suatu sistem dapat mempunyai suatu proses yang akan mengubah masukan menjadi keluaran.

#### 7. Keluaran sistem

Hasil energi yang diolah dan diklasifikasikan menjadi keluaran yang berguna. Keluaran ini dapat menjadi masukan bagi subsistem yang lain seperti sistem informasi. Keluaran yang dihasilkan adalah informasi. Informasi ini dapat digunakan sebagai masukan untuk pengambilan keputusan atau hal-hal lain yang menjadi *input* bagi subsistem lain.

#### 8. Sasaran sistem

Suatu sistem mempunyai tujuan dan sasaran yang pasti dan bersifat deterministik. Kalau suatu sistem tidak memiliki sasaran maka operasi sistem tidak ada gunanya. Suatu sistem dikatakan berhasil bila mengenai sasaran atau tujuan yang telah direncanakan.

## 2.4 *Monitoring*

Casley dan Kumar (dikutip dari Bachtiar, 2016) menerangkan bahwa *monitoring* adalah identifikasi keberhasilan atau kegagalan aktual atau potensial sedini mungkin dan setiap saat selama penyelesaian kegiatan untuk menilai kemajuan dan merekomendasikan tindakan untuk mencapai dan melaksanakan tujuan. *Monitoring* merupakan pemantauan yang bisa diuraikan sebagai pemahaman tentang apa yang mau diketahui, pemantauan dilakukan supaya bisa menciptakan pengukuran melalui waktu yang menampilkan pergerakan ke arah tujuan.

*Monitoring* adalah proses teratur pengumpulan informasi serta pengukuran kemajuan atas objektif program. Memantau segala perubahan, yang fokus pada proses serta keluaran. *Monitoring* menyediakan informasi dasar guna menanggapi kasus, sementara itu evaluasi merupakan memosisikan data informasi tersebut supaya bisa digunakan serta diharapkan memberikan nilai tambah. Evaluasi adalah mempelajari peristiwa, membagikan penyelesaian guna suatu permasalahan, anjuran yang mesti dibuat, menganjurkan revisi. Akan tetapi tanpa *monitoring*, evaluasi tidak bisa dilakukan sebab tidak mempunyai informasi dasar buat dilakukan analisis, serta dikhawatirkan bakal menyebabkan spekulasi, oleh sebab itu *monitoring* serta evaluasi mesti berjalan bersamaan.

## 2.5 *Sistem Monitoring*

Sistem *monitoring* adalah proses pengumpulan data informasi yang kemudian dilakukan analisis terhadap data tersebut yang hasilnya akan ditampilkan. Sistem *monitoring* dapat membantu dalam proses kegiatan pemantauan, merekap data hasil pemantauan, dan pembuatan laporan.

### 2.5.1 Efektivitas Sistem *Monitoring*

Sistem *monitoring* akan memberikan hasil yang baik asalkan dirancang serta dicoba secara efisien. Berikut kriteria sistem *monitoring* yang efisien menurut Mercy (dikutip dari Bachtiar, 2016 : 8-9) :

1. *User friendly*. Sistem *monitoring* harus dirancang dengan sederhana dan mudah dimengerti dan tepat sasaran.
2. Perancangan yang matang. Tujuannya adalah aplikasi teknis yang terarah dan terstruktur. Oleh karena itu, perancangan dilakukan dengan matang dan memenuhi aspek-aspek teknis seperti apa, siapa, kapan, mengapa, di mana, dan bagaimana akan dilaksanakan *monitoring*.
3. Fokus pada indikator utama. Indikator merupakan titik fokus dari kegiatan *monitoring*, banyaknya indikator menyebabkan objek dan pelaku *monitoring* tidak fokus. Yang kemudian akan berdampak pada pelaksanaan sistem.
4. Prosedur pengumpulan data. Data yang didapatkan dalam kegiatan *monitoring* harus memiliki prosedur yang tepat agar memudahkan proses keluar dan masuknya data.

## 2.6 Internet of Things

Menurut Casagras (*Coordination and support action for global RFID-related activities and standardisation*) (dikutip dari Chandra, 2021) menjelaskan bahwa IoT sebagai sebuah infrastruktur jaringan global, yang menghubungkan benda-benda fisik dan virtual melalui eksploitasi data capture dan kemampuan komunikasi. Atau bisa dikatakan IoT adalah suatu teknologi komunikasi antar mesin menggunakan koneksi internet atau *machine to machine*.

*Internet of Things* pertama kali dikenalkan oleh Kevin Ashton pada tahun 1999. Penerapan IoT dalam berbagai bidang telah banyak ditemukan dalam kehidupan



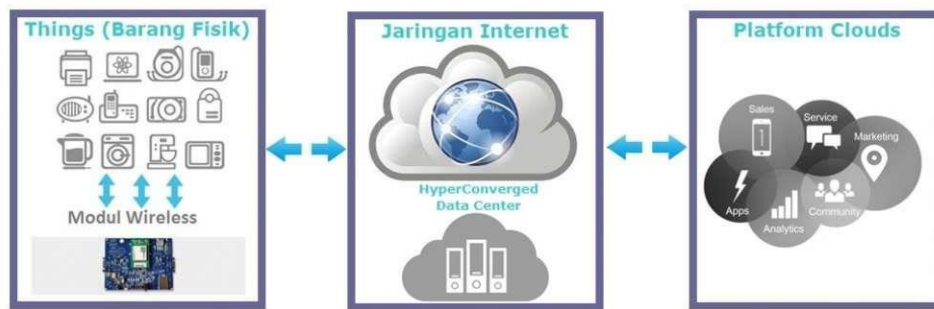
sehari-hari pada manusia. *Internet of things* menjadi sebuah bidang penelitian sendiri semenjak berkembangnya teknologi internet dan semakin berkembangnya keperluan manusia tentang teknologi, maka akan banyak penelitian tentang IoT mengingat *Internet of things* memungkinkan manusia mudah berinteraksi dan mengelola data dengan mengoptimalkan peralatan elektronik dan peralatan listrik yang terhubung jaringan internet.

Dalam penerapan di kehidupan sehari-hari telah diterapkan dalam berbagai bidang, seperti pada bidang ilmu informatika, kesehatan, pertanian, geografis, dan lainnya. Salah satu contohnya yaitu pada bidang kesehatan, misalnya melakukan penelitian mengenai *monitoring* kesehatan pasien dengan sensor nirkabel, sehingga dapat memantau dan mengontrol keadaan dari jauh, untuk *inputan* yang dikontrol seperti pengontrolan detak jantung, tekanan darah, dan sebagainya. Kemudian dari hasil pemantauan dapat dilakukan tindakan yang juga dapat dikendalikan melalui IoT. Kemudian dalam bidang pertanian contohnya *monitoring* kadar kelembaban tanah, di mana sensor akan mengirimkan hasil pemantauan ke pengguna, kemudian pengguna dapat memantau dan mengontrol tindakan yang akan dilakukan selanjutnya seperti penyiraman tanaman.

Konsep kerja IoT mengacu pada tiga elemen utama, yaitu barang fisik yang dilengkapi modul IoT, perangkat koneksi internet, dan *cloud data center* sebagai *database*. Semua penggunaan perangkat yang terhubung internet akan menyimpan data dan terkumpul sebagai *big data* dan kemudian dapat dianalisis lebih lanjut (Overbeek, 2019).

### **2.6.1 Arsitektur Internet of Things**

Seiring dengan berkembangnya *Internet of things* di dunia teknologi maka diperlukan sebuah arsitektur yang di mana dapat menunjang jalannya sebuah alat yang terkoneksi dengan IoT



**Gambar 2. 1 Arsitektur IoT**

(Overbeek, 2019)

Dari arsitektur IoT di atas terdapat 3 komponen utama dalam *Internet of things* yaitu *Things*, jaringan internet, dan platform cloud.

1. *Things*, *Things* merupakan objek yang dilengkapi dengan sensor yang akan mengumpulkan data yang akan ditransfer melalui jaringan.
2. Jaringan internet, Merupakan sarana yang menyediakan konektivitas antara sensor dengan *cloud*, yang kemudian memungkinkan *preprocessing* dan pemfilteran data sebelum dipindahkan ke *cloud*, dan mentransmisikan perintah kontrol dari *cloud*.
3. *Platform cloud*, Merupakan komponen yang memungkinkan koneksi penggunaan ke sistem IoT dan memberikan opsi untuk memantau dan mengontrol alat.

## 2.7 Konsep Dasar Web

Menurut Kustiyahningsih & Anamisa (2011) web merupakan salah satu layanan yang didapat oleh pemakai komputer yang terhubung dengan fasilitas *hypertext* untuk menampilkan data berupa teks, gambar, suara, animasi dan multimedia lainnya. Sedangkan menurut Menurut Sibero (2013) web adalah suatu sistem yang berkaitan dengan dokumen digunakan sebagai media untuk menampilkan teks, gambar, multimedia, dan lainnya pada jaringan internet.

Berdasarkan pernyataan di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa *web* adalah suatu sistem dokumen yang terhubung dengan fasilitas *hypertext* yang digunakan untuk menampilkan data baik itu berupa teks, gambar, animasi, dan lain-lain.

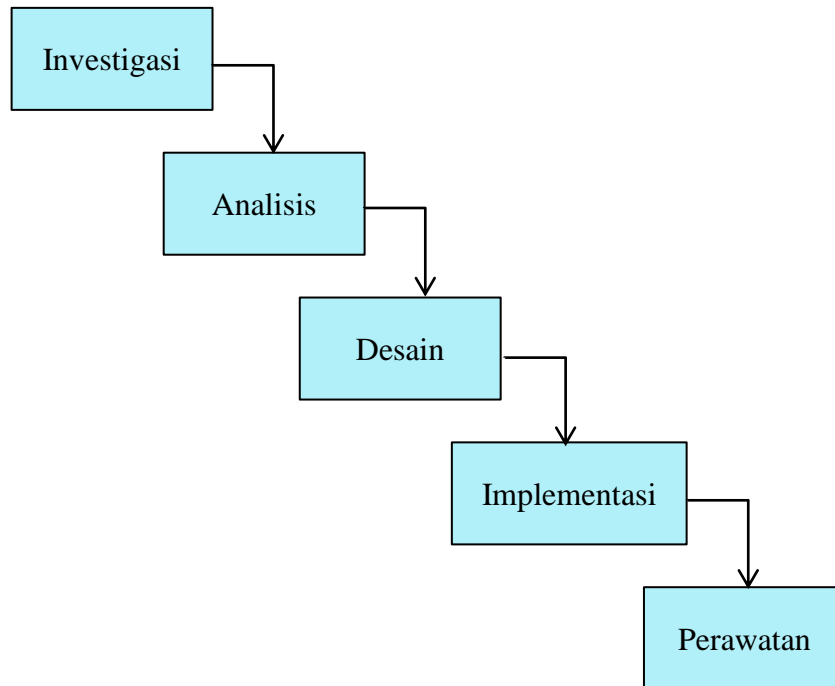
## **2.8 Website**

Menurut Abdulloh (2016) *website* dapat diartikan sekumpulan halaman yang terdiri atas beberapa laman yang berisi informasi dalam bentuk data digital, baik berupa teks, gambar, video, audio, dan animasi lainnya yang disediakan melalui jalur koneksi internet. Sedangkan Menurut Hidayat (2010) *website* adalah kumpulan halaman yang digunakan untuk menampilkan informasi teks, gambar, animasi suara atau gabungan dari semuanya baik yang bersifat statis dan dinamis yang membentuk satu rangkaian saling terkait, yang masing-masing dihubungkan dengan jaringan terkait.

Berdasarkan teori di atas dapat disimpulkan bahwa *website* adalah kumpulan halaman yang berisi informasi baik berupa gambar, teks, suara, animasi, atau gabungan dari semuanya yang disediakan oleh koneksi internet.

## **2.9 Metode Waterfall**

Metode *waterfall* merupakan Salah satu model yang sudah cukup dikenal dalam dunia rekayasa perangkat lunak. Disebut *waterfall* (berarti air terjun) dikarenakan metode ini tahapan prosesnya mirip dengan air terjun yang bertingkat, ada lima tahapan utama dalam metode *waterfall* (Jauhari dkk, 2022).



**Gambar 2. 2 Metode Waterfall**

Dalam pembuatan sistem penulis menggunakan metode model *waterfall* karena dengan metode tersebut dapat melakukan pendekatan secara sistematis dan berurutan dalam membangun suatu sistem. Proses metode *waterfall* yaitu pada pengerjaan dari suatu sistem yang dilakukan secara berurutan.

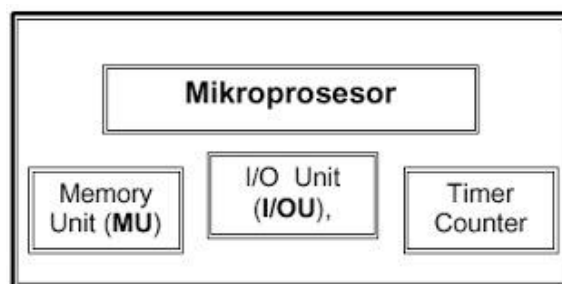
1. Tahap investigasi merupakan tahapan yang bertujuan untuk menentukan apakah terjadi suatu masalah atau adakah peluang suatu sistem informasi dapat dibuat atau dikembangkan.
2. Tahap analisis bertujuan untuk mencari kebutuhan pengguna dan sistem serta menganalisa kondisi yang ada dengan melakukan observasi atau pengamatan.
3. Tahap desain bertujuan menentukan spesifikasi detail dari komponen komponen sistem informasi, membuat rancangan *interface* dan sistem berdasarkan kebutuhan fungsi *software*. Adapun rancangan *user interface* menggunakan *software mock-up* dan perancangan sistem menggunakan *flowchart*. Tahapan ini meliputi perancangan sistem, *flowchart*, dan perancangan *mock-up interface*
4. Tahap implementasi merupakan tahapan untuk mendapatkan atau mengembangkan *hardware* dan *software* (pengkodean program),

mengubah desain menjadi sebuah aplikasi yang dapat dijalankan, serta melakukan pengujian terhadap sistem.

5. Tahapan perawatan (*maintenance*) dilakukan ketika sistem informasi sudah dioperasikan. Pada tahapan ini dilakukan proses pengawasan, evaluasi dan perubahan (perbaikan) bila diperlukan.

## 2.10 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah sistem komputer yang seluruh atau sebagian besar elemennya dikemas dalam satu chip IC, sehingga sering disebut single chip microcomputer. Mikrokontroler merupakan sistem komputer yang mempunyai salah satu atau beberapa tugas yang sangat spesifik (Nur dkk, 2010). Mikrokontroler memadukan CPU, ROM, RAM, I/O paralel, I/O seri, *counter-timer*, dan rangkaian *clock* dalam satu chip, Dengan kata lain, mikrokontroler adalah suatu alat elektronika digital yang memiliki *input* dan *output* serta kontrol dengan program yang dapat ditulis dan dihapus dengan cara khusus (ImmersaLab, 2014).



**Gambar 2. 3** Diagram Blok Mikrokontroler

(ImmersaLab, 2014)

Mikrokontroler merupakan salah satu bagian dasar dari sistem komputer, walaupun memiliki bentuk yang relatif kecil dibandingkan dengan suatu komputer, mikrokontroler dibangun dari elemen-elemen dasar yang sama. Seperti umumnya komputer, mikrokontroler sebagai alat yang melakukan perintah-

perintah yang diberikan kepadanya, artinya bagian yang terpenting dari suatu sistem komputerisasi adalah program itu sendiri. Program ini memerintahkan komputer untuk melakukan jalinan proses yang panjang dengan aksi-aksi sederhana untuk melakukan tugas yang kompleks yang diinginkan oleh programmer.

Sistem yang memakai mikrokontroler kerap dianggap sebagai *embedded system* ataupun *dedicated system*. *Embedded system* merupakan sistem pengendali yang tertanam pada suatu produk, sebaliknya *dedicated system* adalah sistem pengendali yang dimaksudkan cuma buat suatu tugas tertentu. Seperti contoh printer merupakan suatu *embedded system* sebab didalamnya ada mikrokontroler selaku pengendali serta *dedicated system* sebab tugas pengendali tersebut berperan hanya buat menerima informasi serta mencetaknya.

Menurut Malik (dikutip dari Rahmad & Wibawa, 2019) menerangkan bahwa sistem dengan mikrokontroler biasanya menggunakan piranti *input* yang relatif kecil seperti saklar. Hampir semua *input* mikrokontroler hanya dapat memproses sinyal *input* digital dengan tegangan yang sama dengan tegangan logika sumber. Tegangan positif sumber umumnya adalah 5 volt. Padahal dalam dunia nyata terdapat banyak sinyal analog atau sinyal dengan tegangan level.

Dapat disimpulkan mikrokontroler adalah suatu alat digital yang mempunyai kemampuan untuk melakukan proses masukan, keluaran, dan pemrosesan data dengan suatu program yang bisa ditulis dan dihapus seperti membaca dan menulis data.

### **2.10.1 Komponen Mikrokontroler**

Beberapa komponen yang ada dalam mikrokontroler adalah sebagai berikut:

1. CPU (*Central Processing Unit*)

CPU merupakan otak dari mikrokontroler. CPU bertanggung jawab untuk mengambil instruksi, menerjemahkannya lalu mengeksekusinya, CPU

menggabungkan setiap komponen mikrokontroler ke dalam satu sistem.

## 2. Memori

Fungsi memori dalam mikrokontroler adalah untuk menyimpan data dan program. Sebuah mikrokontroler biasanya memiliki sebuah RAM dan ROM (EEPROM, SRAM, dan lainnya) atau memori flash untuk menyimpan kode sumber program.

## 3. *Port Input / Output*

*Port input/output* digunakan untuk menghubungkan berbagai perangkat seperti lcd, memori, dan sebagainya.

## 4. Pengatur Waktu dan penghitungan (*Timer and Counter*)

*Timer* dan *counter* adalah salah satu fungsi yang penting dalam mikrokontroler, Pengatur waktu (*Timer*) dan Penghitung (*Counter*) menyediakan semua fungsi pengaturan dari waktu dan penghitungan di dalam mikrokontroler.

## 5. ADC

ADC (*Analog to Digital Converter*) adalah salah satu komponen yang bertugas mengubah sinyal analog menjadi sinyal digital. Sinyal analog yang masuk merupakan sinyal keluaran (*output*) dari perangkat lain (misal, sensor) yang kemudian ditampilkan pada layar digital.

## 6. DAC

DAC (*Digital to Analog Converter*) memiliki fungsi yang berkebalikan dengan ADC, yaitu mengkonversi sinyal digital menjadi analog. Seringkali perangkat DAC digunakan dalam pengendalian perangkat analog. Misal, motor DC dan yang lainnya.

## 7. Kontrol interupsi (*Interruption control*)

Kontrol interupsi digunakan untuk menyediakan interupsi (penundaan) untuk program kerja. Interrupt dapat berupa eksternal (diaktifkan dengan menggunakan pin *interrupt*) atau internal (dengan menggunakan instruksi interupsi dalam pemrograman).

### 2.10.2 Jenis-Jenis Mikrokontroler

Secara teknis terdapat 2 macam mikrokontroler, pembagian ini didasarkan kompleksitas intruksi- intruksi yang bisa diterapkan pada mikrokontroler. Yakni RISC serta CISC yang tiap-tiap memiliki generasi serta keluarga sendiri.

1. RISC, *Reduced Instruction Set Computer*, Instruksi yang dimiliki terbatas atau sederhana, tetapi memiliki fasilitas yang lebih banyak.
2. CISC, *Complex Instruction Set Computer*, Instruksi bisa dikatakan lebih lengkap atau kompleks tapi dengan fasilitas secukupnya.

Mikrokontroler yang tersebar di pasaran ada banyak tetapi ada 3 besar yang sering digunakan, Setiap jenis memiliki karakteristik sendiri, berikut adalah keempat jenis mikrokontroler (ImmersaLab, 2014):

#### 1. Mikrokontroler AVR

Mikrokonktroler Alv and *Vegard's Risc Processor* atau sering disingkat AVR adalah mikrokontroler RISC 8 bit. Karena RISC (*Reduce Instruction Set Computing*) inilah sebagian besar kode instruksinya dikemas dalam satu siklus *clock*. AVR sendiri diambil dari nama Alf Egil Bogen dan Vegard Wollan yang merupakan penemu berkebangsaan Norwegia.

Mikrokontroler AVR adalah mikrokontroler yang menjadi andalan atmel. Dirancang dengan berbagai kelebihan dan merupakan penyempurnaan dari mikrokontroler yang sudah ada. AVR paling sering digunakan dalam bidang elektronika dan instrumentasi, mikrokontroler AVR banyak digunakan karena fiturnya yang lengkap, harganya yang relatif terjangkau, dan mudah untuk didapatkan. Komponen-komponen didalam AVR antara lain:

- a. Flash merupakan suatu jenis ROM (*Read Only Memory*) yang di mana diisi oleh program buatan manusia yang harus dijalankan oleh mikrokontroler



- b. RAM (*Random Acces Memory*) adalah suatu memori yang digunakan untuk penyimpanan data sementara dan mengolah data ketika program sedang dijalankan
  - c. Port I/O merupakan kaki untuk jalur keluar atau masuk sinyal sebagai hasil keluaran ataupun masukan bagi program
  - d. EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*) adalah sebuah memori yang digunakan untuk penyimpanan data secara permanen oleh program yang sedang berjalan
  - e. PWM (*Pulse Width Modulation*) adalah fasilitas yang digunakan untuk membuat modulasi pulsa pada suatu gelombang dengan nilai amplitudo dan frekuensi yang tetap, cara kerja dari PWM yaitu menghasilkan sinyal analog dari perangkat.
  - f. *Timer* merupakan suatu modul dalam perangkat keras yang bekerja untuk menghitung waktu atau pulsa.
  - g. UART (*Universal Asynchronous Receive Transmit*) merupakan jalur untuk komunikasi data khusus secara serial *asynchronous*.
  - h. ADC (*Analog to Digital Converter*) merupakan fasilitas yang digunakan untuk menerima sinyal analog dalam jarak tertentu yang kemudian diubah menjadi suatu nilai digital dalam jarak tertentu
  - i. SPI (*Serial Peripheral Interface*) merupakan jalur untuk komunikasi data khusus secara serial secara serial *synchronous*.
  - j. ISP (*In System Programming*) merupakan suatu kemampuan khusus yang dimiliki mikrokontroler untuk bisa diprogram langsung di dalam sistem rangkaiannya dengan membutuhkan jumlah pin yang minimal.
2. Mikrokontroler MCS51

Mikrokontroler MCS51 merupakan produksi dari ATMEL sama seperti AVR, Mikrokontroler ini termasuk dalam keluarga mikrokonktroler CISC (*Complex Instruction Set Computer*). Dan sebagian besar instruksinya dieksekusi dalam 12 siklus *clock*, mikrokontroler ini terdiri dari dua versi

yaitu versi 20 kaki dan 40 kaki tetapi secara garis besar memiliki struktur dasar penyusun arsitektur mikrokontroler yang sama. Mikrokontroler MCS51 Atmel versi 40 kaki mempunyai 32 kaki sebagai port paralel dan 8 pin yang lain untuk konfigurasi kerja mikrokontroler, sedangkan Mikrokontroler MCS51 Atmel versi mini memiliki 20 kaki, 15 kaki diantaranya adalah kaki port 1 dan port 3, dan 5 kaki yang lain untuk konfigurasi kerja mikrokontroler. Berikut adalah fungsi-fungsi dari kaki (pin) pada MCS51

- a. VCC , pin VCC digunakan untuk *input* suplai tegangan.
- b. GND, pin GND fungsinya digunakan sebagai saluran ground atau pentanahan.
- c. RST, pin RST fungsinya untuk *input* reset. Pada kondisi “1” selama 2 siklus mesin pada saat oscillator bekerja akan me-reset mikrokontroler tersebut.
- d. ALE, pin ALE digunakan sebagai *output* ALE atau *Address Latch Enable* yang di mana akan menghasilkan pulsa-pulsa untuk menahan byte rendah (*low byte*) alamat selama mengakses memori eksternal. pin ini juga berfungsi sebagai *inputan* pulsa program atau selama pemrograman flash.
- e. PSE, Pin PSE (*Program Store Enable*) merupakan sinyal baca untuk memori program eksternal. Saat mikrokontroler MCS51 menjalankan program dari memori eksternal, akan diaktifkan dua kali per-siklus mesin.
- f. VPP, pin VPP ( *External Access Enable*) fungsinya sebagai kontrol untuk mengakses memori. Dan harus dihubungkan ke pin ground, jika mikrokontroler akan digunakan untuk mengeksekusi program dari memori eksternal. Dan juga harus dihubungkan ke pin VCC jika akan digunakan untuk mengakses program secara internal. Kaki ini juga berfungsi untuk menerima tegangan 12V khususnya untuk tipe mikrokontroler 12V volt.

- g. XTAL1, pin XTAL1 adalah inputan yang digunakan untuk penguat *inverting oscillator* dan masukan untuk *clock* internal pada rangkaian operasi mikrokontroler.
- h. XTAL2, pin XTAL2 sebaliknya merupakan keluaran dari rangkaian penguat *inverting oscillator*.

### 3. Mikrokontroler PIC

Mikrokontroler PIC merupakan keluarga mikrokontroler tipe RISC buatan *Microchip Technology*. Bersumber dari PIC1650 yang dibuat oleh Divisi *Mikroelektronika General Instruments*. Teknologi *Microchip* tidak menggunakan PIC sebagai akronim, melainkan nama brandnya adalah PICmicro. Hal ini karena PIC singkatan dari *Peripheral Interface Controller*, tetapi *General Instruments* mempunyai akronim PIC1650 sebagai *Programmable Intelligent Computer*.

PIC pada awalnya dibuat menggunakan teknologi *General Instruments* 16 bit CPU yaitu CP1600. Bit PIC dibuat pertama kali pada tahun 1975 untuk meningkatkan performa sistem peningkatan pada I/O). Saat ini PIC telah dilengkapi dengan EPROM dan komunikasi serial, UAT, kernel kontrol motor dll serta memori program dari 512 kata hingga 32 kata. 1 kata disini sama dengan 1 instruksi bahasa assembly yang bervariasi dari 12 hingga 16 bit, tergantung dari tipe PICmicro tersebut.

Awalnya PIC merupakan kependekan dari *Programmable Interface Controller*. Tetapi pada perkembangannya berubah menjadi *Programmable Intelligent Computer*. PIC termasuk keluarga mikrokontroler berarsitektur Harvard yang dibuat oleh *Microchip Technology*. Awalnya dikembangkan oleh Divisi *Mikroelektronik General Instruments* dengan nama PIC1640. Sekarang *Microchip* telah mengumumkan pembuatan PIC-nya yang keenam. PIC cukup populer digunakan oleh para developer dan para penghobi ngoprek karena biayanya yang rendah, ketersediaan dan penggunaan yang luas, *database* aplikasi yang besar, serta pemrograman (dan pemrograman ulang) melalui hubungan port serial yang terdapat pada komputer.

## 2.11 NodeMCU

NodeMCU adalah sebuah platform IoT yang bersifat *open source*. Terdiri dari perangkat keras berupa *System On Chip* ESP8266. dari ESP8266 buatan Espressif System, juga firmware yang digunakan, yang menggunakan bahasa pemrograman scripting Lua (Sumardi dikutip dari Salmon dkk, 2022).

Lahirnya NodeMCU berdekatan dengan rilisnya ESP8266 pada tanggal 30 Desember 2013, Espressif Systems selaku pembuat ESP8266 memulai produksi ESP8266 yang menjadi SoC Wi-Fi yang terintegrasi dengan *Processor* Tensilica Xtensa LX106. Kemudian NodeMCU dimulai pada 13 Oktober 2014 saat Hong meng-*commit* file pertama *nodemcu-firmware* ke Github. Dua bulan setelah itu project itu dikembangkan ke platform perangkat keras ketika Huang Rui meng-*commit* file dari *board* ESP8266 , yang diberi nama *devkit v.0.9*.

Pada bulan yang sama. Tuan PM *memporing* pustaka client MQTT dari Contiki ke dalam *platform* SOC ESP8266 dan di-*commit* ke *project* NodeMCU yang membuat *project* tersebut mendukung protokol IOT MQTT melalui Lua. Pengembangan penting selanjutnya terjadi pada 30 Januari 2015 ketika Devsaurus *memporing* *u8glib* ke project NodeMCU yang memungkinkan NodeMCU bisa *mendrive* display LCD, OLED, hingga VGA. Pada 2016 NodeMCU sudah terdiri memiliki 40 modul fungsionalitas yang bisa digunakan sesuai kebutuhan developer.

NodeMCU bisa dikatakan sebagai *board* Arduino-nya ESP8266 yang di mana memiliki kapabilitas akses terhadap wifi. Berikut adalah gambar NodeMCU



**Gambar 2. 4 NodeMCU**

(Yoga, 2020)

Karena jantung dari NodeMCU adalah ESP8266 (khususnya seri ESP-12, termasuk ESP-12E) maka fitur – fitur yang dimiliki NodeMCU akan kurang lebih sama ESP-12 (juga ESP-12E untuk NodeMCU v.2 dan v.3) kecuali NodeMCU telah dibungkus oleh API sendiri yang dibangun berdasarkan bahasa pemrograman eLua, yang kurang lebih cukup mirip dengan javascript. Beberapa fitur tersebut antara lain :

1. 10 Port GPIO dari D0 – D10
2. Fungsionalitas PWM
3. Antarmuka I2C dan SPI
4. Antarmuka 1 *Wire*
5. ADC

### 2.11.1 Versi NodeMCU

Karena sifatnya yang *open source* banyak produsen yang mengembangkannya. Seperti tiga produsen yang produknya banyak beredar di pasaran Amica, DOIT, lolin/Wemos. Dengan beberapa varian *board* V1, V2, V3.

1. Generasi pertama / *board* v.0.9

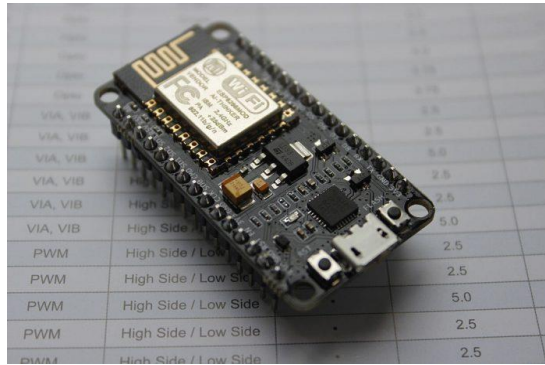


**Gambar 2. 5 NodeMCu Devkit v0.9**

(Rui, 2014)

*Board* versi 0.9 sering disebut di pasar sebagai V.1 adalah versi asli yang berdimensi 47mm x 31mm. Memiliki inti ESP-12 dengan *flash memory* yang berukuran 4MB.

## 2. Generasi kedua / *board* v 1.0

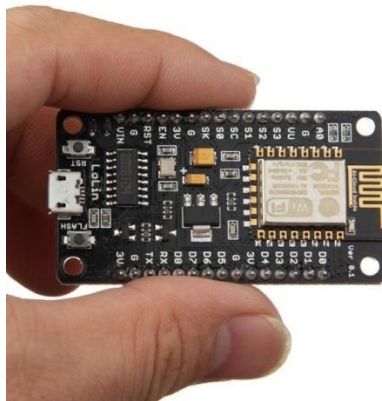


**Gambar 2. 6 NodeMCU v 1.0**

(Rui, 2015)

Generasi kedua adalah pengembangan dari versi sebelumnya, dengan chip yang ditingkatkan dari sebelumnya ESP12 menjadi ESP12E. Dan IC Serial diubah dari CHG340 menjadi CP2102.

## 3. Generasi 3 / *board* v 1.0 (V3 lolin)



**Gambar 2. 7 NodeMCU V3 (lolin)**

(Saputro, 2017)

Sedangkan untuk V3 sebenarnya bukanlah versi resmi yang dirilis oleh NodeMCU. V3 hanyalah versi yang diciptakan oleh produsen LoLin dengan perbaikan minor terhadap V2.

## 2.12 Sensor Asap MQ-2 Module

MQ-2 modul merupakan salah satu sensor yang digunakan untuk mendeteksi konsentrasi gas yang mudah terbakar di udara serta asap rokok. Sensor ini biasa digunakan untuk mendeteksi kebocoran gas baik dirumah maupun di industri. Sensor ini juga dapat mengukur kadar alkohol yang dikeluarkan dari napas seseorang. Sensor ini sensitif terhadap gas yang diantaranya : LPG, Propana, Metana, Hidrogen, dan asap.

MQ2 adalah sensor gas jenis *Metal Oxide Semiconductor* (MOS) karena pendeteksiannya didasarkan pada perubahan nilai resistansi material dari sensor ketika material tersebut bersentuhan dengan gas. Pada sensor gas terdapat *heater* yang berfungsi untuk memicu sensor dapat bekerja mendeteksi objek gas yang dideteksi. Pada sensor juga terdapat nilai resistansi yang berubah-ubah sesuai dengan nilai kepekatan gas yang akan disensing. Semakin tinggi nilai kepekatan gas di udara bebas, semakin rendah nilai resistansi, sedangkan semakin rendah nilai kepekatan gas di udara bebas maka semakin tinggi nilai resistansi.

Untuk wujud dari sensor MQ-2 dapat dilihat pada gambar 2.8.



**Gambar 2. 8 Sensor MQ-2**

(Prastyo, 2020)

### 2.12.1 Bagian-Bagian Sensor MQ-2

Sensor ini tersusun dari senyawa  $\text{SnO}_2$ , dengan *conductivity* rendah pada udara bersih. Sifat *conductivity* semakin naik jika terdeteksi konsentrasi gas semakin tinggi di sekitar sensor. Konfigurasi pin pada sensor MQ-2 adalah pertama ada Pin

1 Vcc(+5v), kemudian kedua ada Pin 2 Ground, kemudian ketiga Pin 3 *Digital Output*, dan Pin 4 *Analog Output*.

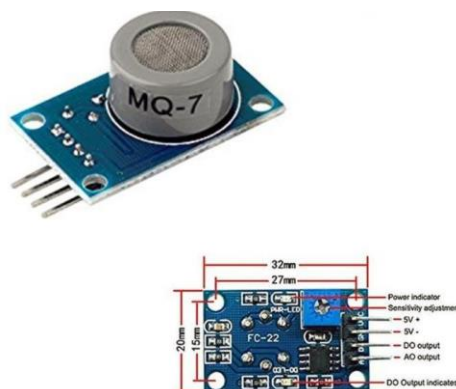
Sensor ini beroperasi pada suhu  $-20^{\circ}\text{C}$  sampai  $50^{\circ}\text{C}$  dan mengkonsumsi arus kurang dari 150 mA pada 5V. Untuk tingkat sensitivitas adalah sebagai berikut.

**Tabel 2. 1 Sensitivitas Sensor**

No	Tingkat Sensitivitas	Senyawa
1	200 – 5000 ppm	LPG dan Propana
2	300 – 5000 ppm	Butana
3	5000 – 20000 ppm	Metana
4	300 – 5000 ppm	Hidrogen
5	100 – 2000 ppm	Alkohol

### 2.13 Sensor MQ-7 Modul

Sensor MQ-7 merupakan sensor yang digunakan untuk mendeteksi gas karbon monoksida (CO), fitur dari sensor ini sensitif terhadap gas karbon monoksida (CO), waktu respon yang cepat dan berumur panjang. Sensor ini menggunakan catu daya *heater* : 5V AC/DC dan menggunakan catu daya rangkaian : 5VDC. Untuk gambar sensor MQ-7 sebagai berikut.

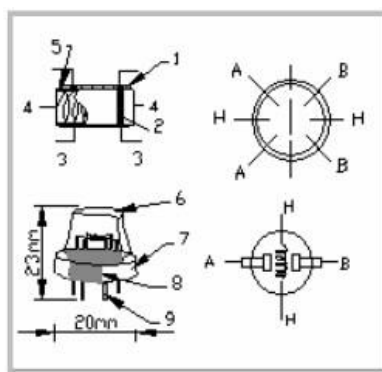


**Gambar 2. 9 Sensor MQ-7**

(Osoyoo, 2018)



Sensor disusun oleh mikro AL<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tabung keramik, Timah Dioksida (SnO<sub>2</sub>) lapisan sensitif, elektroda pengukuran dan pemanas adalah tetap menjadi kerak yang dibuat oleh plastik dan *stainless steel* bersih. Ketika terjadi perubahan resistansi sensor maka arus listrik akan mengalir melewati sambungan dari kristal SnO<sub>2</sub>, apabila terdeteksi gas CO maka tegangan *output* pada sensor akan naik, sehingga konsentrasi gas akan menurun dan terjadi proses deoksidasi atau membuang kelebihan oksigen. Akibatnya permukaan dari muatan negatif oksigen akan berkurang. Untuk strukturnya sebagai berikut.



**Gambar 2. 10 Struktur Sensor MQ-7**

(Geetech, 2014)

Untuk komponen – komponen yang terdapat di sensor MQ-7 dapat dilihat pada tabel berikut.

**Tabel 2. 2 Komponen Sensor MQ-7**

No	Bagian	Material
1	<i>Gas sensing layer</i>	SnO <sub>2</sub>
2	<i>Electrode</i>	Au
3	<i>Electrode line</i>	pt
4	<i>Heater coil</i>	<i>Ni-cr alloy</i>
5	<i>Tubular ceramic</i>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
6	<i>Anti-explosion network</i>	<i>Stainless steel gauze (sus316 100-mesh)</i>
7	<i>Clamp ring</i>	<i>Copper plating Ni</i>
8	<i>Resin bane</i>	<i>Bakelite</i>
9	<i>Tube pin</i>	<i>Copper plating Ni</i>

## 2.14 Sensor DHT11

Sensor DHT11 adalah salah satu sensor digunakan dalam membaca suhu ruangan dan kelembaban udara yang memiliki *output* tegangan analog yang dapat diolah lebih lanjut menggunakan mikrokontroler. Sensor ini dikemas dalam bentuk kecil, ringkas, serta harga yang terjangkau. Kelebihan sensor ini juga dibanding dengan module sensor lainnya adalah dari segi kualitas pembacaan data sensing yang lebih responsif yang memiliki kecepatan dalam melakukan pembacaan objek suhu dan kelembaban, dan data yang terbaca tidak mudah terinterferensi, sensor DHT11 pada umumnya memiliki fitur kalibrasi nilai pembacaan suhu dan kelembaban yang cukup akurat.

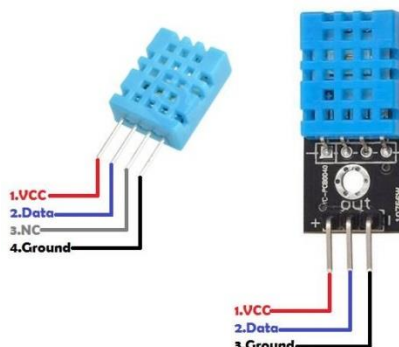
Resistor jenis ini memiliki karakteristik di mana nilai resistansinya berbanding terbalik dengan kenaikan suhu yang di mana artinya semakin tinggi suhu ruangan maka nilai resistansi NTC akan semakin kecil. Sebaliknya nilai resistansi akan meningkat ketika suhu disekitar sensor menurun. Selain itu didalamnya terdapat sebuah sensor kelembaban dengan karakteristik resistif terhadap perubahan kadar air di udara. Data dari kedua sensor ini diolah di dalam IC *controller*.

Spesifikasi teknis dari sensor DHT11 sebagai berikut.

**Tabel 2. 3 Spesifikasi Sensor DHT11**

No	Spesifikasi	keterangan
1	Sumber tegangan	3,3 – VDC
2	Sinyal keluaran	Sinyal digital
3	Elemen sensor	<i>Polymer capacitor</i>
4	kelembaban	20% - 95% dengan toleransi $\pm 5\%$ RH
5	Suhu	0 - 50° C dengan toleransi $\pm 2^\circ$ C
6	Sensitivitas	T = 0,1 ° C; H = 1% RH

Bentuk dan susunan pin pada sensor DHT11 dapat dilihat pada gambar 2.11 dibawah ini.



**Gambar 2. 11 Susunan Pin Sensor DHT11**

(Andalanelektro.id, 2019)

## 2.15 Perangkat Lunak Pendukung

### 2.15.1 Mysql

Mysql adalah *RDBMS (Relational Database Management System)* server. *RDBMS* merupakan program yang memungkinkan pengguna *database* untuk membuat, mengelola, serta memakai data pada suatu model relasional. Dengan demikian, tabel- tabel yang terdapat pada *database* mempunyai hubungan antara satu tabel dengan tabel yang lain.

Menurut Budi Raharjo (dikutip dari Nofyat dkk, 2018) Mysql merupakan *software RDBMS* yang dapat mengelola *database* dengan sangat cepat, dapat menampung data dalam jumlah sangat besar, dapat diakses oleh banyak *user (multi-user)*, dan dapat melakukan suatu proses secara berbarengan (*multi-threaded*).

Berdasarkan pernyataan diatas dapat disimpulkan Mysql adalah sebuah program aplikasi yang digunakan untuk mengolah suatu basis data dengan cepat dan mudah digunakan serta dibutuhkan untuk *website*.

### 2.15.1.1 Keistimewaan Mysql

Adapun keistimewaan Mysql dalam penggunaannya pada manajemen basis data (Saleh, 2012) antara lain adalah sebagai berikut:

1. *Portabilitas*. Mysql bisa dijalankan dengan stabil diberbagai sistem operasi seperti Windows, Linux, Mac Os X Server, Solaris, dan masih banyak lagi.
2. *Open source*. Mysql didistribusikan sebagai perangkat lunak *open source*, dibawah lisensi GPL sehingga dapat digunakan secara gratis.
3. *Multi-user*. Mysql bisa dijalankan oleh beberapa pengguna dalam waktu yang bersamaan tanpa mengalami masalah.
4. *Performance tuning*, Mysql memiliki kecepatan yang luar biasa dalam menangani query sederhana, dengan kata lain dapat memproses lebih banyak SQL per satuan waktu.
5. Banyak tipe data. Mysql mempunyai banyak ragam tipe data, seperti *signed/unsigned integer, float, double, char, text, date, timestamp*, dan lain-lain.
6. Perintah dan Fungsi. Mysql memiliki operator dan fungsi secara penuh yang mendukung perintah *Select* dan *Where* dalam perintah (*query*).
7. Keamanan. Dalam hal keamanan Mysql memiliki beberapa lapisan keamanan seperti level *subnetmask*, nama *host*, dan izin akses *user* dengan sistem perizinan yang mendetail serta sandi terenkripsi.
8. Skalabilitas dan Pembatasan. Mysql dapat menangani basis data dalam skala besar, di mana dengan jumlah rekaman (*records*) lebih dari 50 juta dan 60 ribu tabel serta 5 milyar baris. Selain itu batas indeks yang dapat ditampung mencapai 32 indeks pada tiap tabelnya.
9. Konektivitas. Mysql dapat melakukan koneksi dengan klien menggunakan protokol TCP/IP, Unix *socket* (UNIX), atau Named Pipes (NT).
10. Antarmuka. Mysql memiliki antarmuka (*interface*) terhadap berbagai

aplikasi dan bahasa pemrograman dengan menggunakan fungsi API (*Application Programming Interface*).

11. Struktur tabel. Mysql memiliki struktur tabel yang lebih fleksibel dalam menangani *ALTER TABLE*, dibandingkan basis data lainnya semacam PostgreSQL ataupun Oracle.

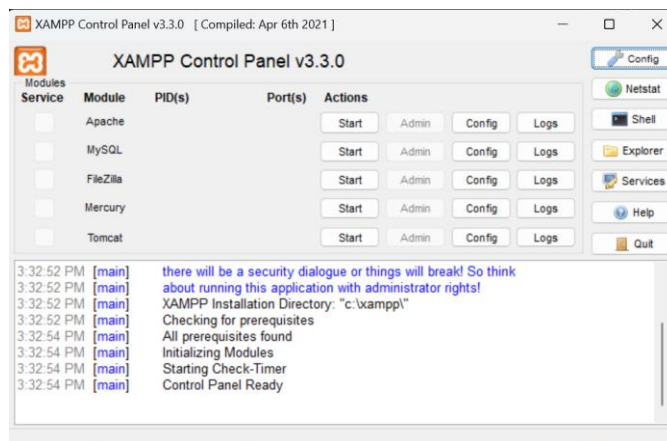
### 2.15.2 XAMPP

XAMPP Merupakan kepanjangan dari Apache, PHP, Mysql dan PhpMyAdmin. XAMPP merupakan tool yang menyediakan paket perangkat lunak ke dalam satu buah paket. Dengan memasang XAMPP maka tidak perlu lagi melakukan instalasi dan konfigurasi web server Apache, PHP dan Mysql secara manual. XAMPP akan menginstalasi dan mengkonfigurasikannya secara otomatis untuk anda atau auto konfigurasi (Bunafit Nugroho dikutip dari Mawaddah & Fauzi, 2018: 2).

XAMPP adalah *software web server apache* yang di dalamnya tertanam server Mysql yang didukung dengan bahasa pemrograman PHP untuk membuat *website* yang dinamis. XAMPP sendiri dapat berjalan pada berbagai macam platform seperti Windows, Linux, Mac OS X dan Solaris (Mawaddah & Fauzi, 2018: 2).

Berdasarkan pernyataan diatas dapat diambil kesimpulan bahwa *XAMPP* adalah sebuah alat *open source* yang mendukung pembuatan sebuah *website* karena di dalamnya menggabungkan *Apache web server*, Mysql, PHP dan beberapa modul lainnya di dalam satu paket aplikasi.

*XAMPP* banyak digunakan oleh kalangan mahasiswa dalam membuat proyek-proyek *website* mereka, karena *XAMPP* tergolong mudah dalam penggunaannya dan untuk fitur juga relatif lengkap.



**Gambar 2. 12 Tampilan Utama XAMPP**

Xampp tersusun dari singkatan dari program-program yang ada di dalamnya, antara lain:

1. X (*Cross platform*). X merupakan kode penanda dari *software cross platform*. Yang artinya dimana XAMPP dapat dijalankan diberbagai sistem operasi yang biasa digunakan. Seperti Windows, Linux, serta Mac OS.
2. A (Apache). Apache merupakan aplikasi *web server* yang dapat digunakan secara gratis. Dengan menggunakan web server, seseorang dapat menjalankan file yang berisi kode (bahasa pemrograman PHP) di localhost.
3. M (Mysql / MariaDB). Mysql adalah salah satu aplikasi *database server* yang menggunakan bahasa pemrograman *SQL (Structured Query Language)*. Fungsinya adalah untuk mengelola data secara terstruktur dan sistematis. Mysql bisa digunakan di localhost tanpa memerlukan koneksi internet, sehingga developer dan programmer dapat membuat aplikasi berbasis *website* di komputernya.
4. P (PHP). PHP merupakan salah satu bahasa pemrograman yang dijalankan pada sisi server yang dapat digunakan untuk mengelola konten dinamis dan *database*. Dengan menggunakan *PHP*, *website* menjadi lebih dinamis.
5. P (Perl). Perl merupakan salah satu bahasa pemrograman tingkat tinggi yang bisa difungsikan untuk segala kebutuhan (*cross platform*).

### 2.15.2.1 Komponen Utama XAMPP

Dalam XAMPP terdapat komponen utama antara lain adalah:

1. *htdocs* adalah folder yang di mana Anda meletakkan semua file yang akan dijalankan, seperti file PHP, HTML dan script lainnya. Letak folder *htdocs* biasanya berada pada path `C:\xampp\htdocs`
2. *phpMyAdmin* adalah bagian yang digunakan untuk mengelola *database* *Mysql* melalui browser. Untuk membukanya, membuka browser dan ketik alamat `http://localhost` atau `phpMyAdmin`, maka halaman *phpMyAdmin* akan muncul. Dengan *phpMyAdmin*, seseorang dapat membuat *database*, membuat tabel, mengisi data, dan lain-lain dengan mudah, tanpa harus menghafal baris perintahnya.
3. Control Panel yang berfungsi untuk mengelola layanan XAMPP. Seperti *stop service* (berhenti), atau *start* (mulai).
4. Config adalah komponen pada XAMPP yang berfungsi untuk mengatur pengaturan dasar. Seperti mengatur aplikasi editor teks dan browser yang akan digunakan secara default oleh aplikasi XAMPP.
5. Netstat adalah komponen XAMPP yang berfungsi untuk melihat apakah port yang digunakan oleh XAMPP sudah digunakan oleh aplikasi lain atau belum. Jika port standar XAMPP sudah digunakan, maka aplikasi XAMPP tidak dapat berfungsi dengan baik, dan harus merubah port yang bermasalah tersebut dengan port lain yang belum digunakan.

### 2.15.3 Sublime Text

Sublime text salah satu kode editor yang berjalan pada sistem operasi windows yang biasa digunakan oleh para programmer buat menciptakan sesuatu program. Menurut Supono dan Putratama (2016: 14) sublime text adalah piranti lunak *text editor* yang digunakan untuk membuat ataupun mengedit sesuatu aplikasi, sublime text memiliki fitur plugin tambahan yang mempermudah programmer,

selain itu sublime text juga memiliki desain yang simple dan keren sehingga menjadikan sublime text terkesan elegan untuk suatu *syntax editor*.



**Gambar 2. 13 Logo Sublime Text**

(Wikipedia, 2022)

*Sublime text* juga mendukung banyak bahasa pemrograman seperti HTML, CSS, PHP, dan lainnya.

### **2.15.3.1 Keunggulan Sublime Text**

Sublime text mempunyai beberapa keunggulan—keunggulan yang bisa membantu pengguna dalam membuat sebuah *web development* (Fitriana, 2017) antara lain:

#### *1. Multiple Selection*

Ini adalah salah satu fitur unggulan di Sublime text, di mana kita bisa meletakkan kursor di beberapa tempat dengan menggunakan ctrl + klik, kemudian mengedit banyak baris code secara bersamaan dengan ctrl + D. Fitur *Multiple Selections* di Sublime text juga dapat untuk mempercepat mengedit teks yang sama.

#### *2. Goto Anything*

Fitur *Goto Anything*, kita bisa membuka file di dalam project dengan cepat, hanya tinggal menekan tombol Ctrl + P kemudian ketik nama filenya. Untuk mencari nama file tidak harus menetik secara tepat, dikarenakan Sublime text menggunakan algoritma *fuzzy* untuk pencariannya.



### 3. *Command Palette*

Sublime text memiliki tampilan yang sederhana dan sedikit menu, bahkan tidak ada toolbar sama sekali. Kebanyakan perintah-perintahnya fungsi bisa diakses dengan menggunakan *shortcut*, atau jika tidak hafal dengan *shortcut* maka dapat diakses dengan *Command Palette* (tekan Ctrl + Shift + P) selanjutnya cari perintah yang ingin dijalankan. Sebagai contoh, jika ingin membuat teks menjadi *lowercase*, maka teks tersebut dipilih terlebih dahulu, kemudian masuk *Command Palette* dan ketik “case” atau “lwc” maka akan muncul perintah untuk *lowercase* beserta keterangan *shortcut*-nya.

### 4. *Plugin*

Sublime text juga memiliki keunggulan yaitu menyediakan *plugin* API untuk pengguna yang ingin membuat package sendiri menggunakan bahasa Python. *plugin* yang dimiliki sangat beragam, dan ini dapat memudahkan pengguna dalam mengembangkan *software*nya.

### 5. *Distraction Free Mode*

Fitur ini memiliki fungsi yaitu untuk mengubah tampilan layar menjadi penuh atau *full screen* dengan menekan SHIFT + F11. Fitur ini sangat dibutuhkan ketika pengguna ingin fokus pada saat pengerjaan apa yang sedang dikerjakannya.

### 6. *Auto Completion*

Sublime text memiliki fitur *auto complete* di mana tidak perlu menetik kata dengan penuh cukup dengan menetik beberapa huruf maka sistem akan menampilkan beberapa rujukan. Fitur ini juga mendukung fuzzy search sehingga tidak harus menetik secara tepat

### 7. *Split Editing*

Dalam fitur ini pengguna dapat mengedit file secara berdampingan dengan cara klik File -> New menu into file

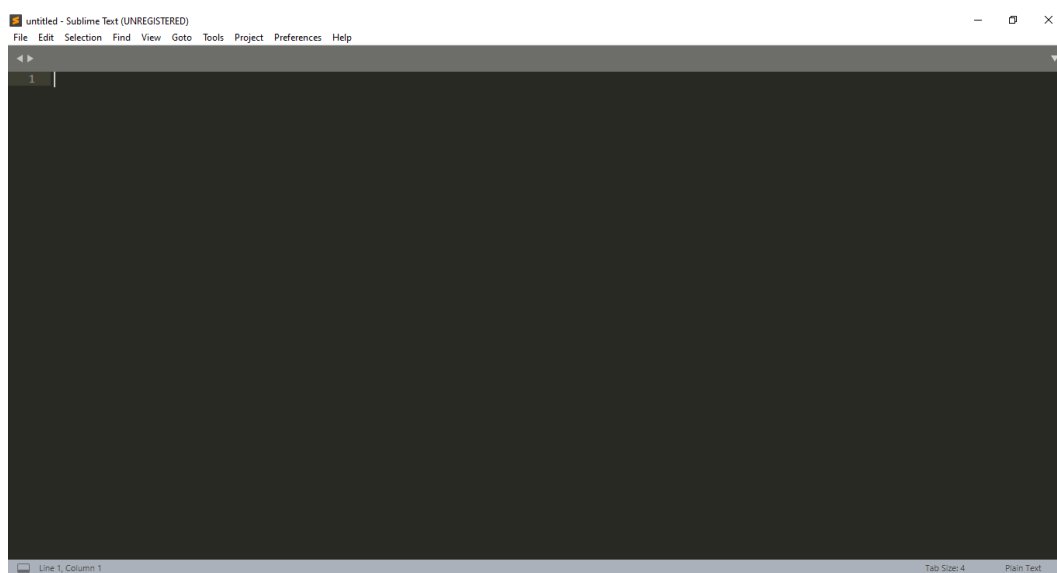
### 8. *Find in project*

Fitur ini kita dapat mencari dan membuka file di dalam sebuah project dengan cepat dan mudah. Hanya dengan menekan Ctrl+P anda dapat mencari file yang diinginkan. Pada sublime text juga saat berpindah project atau saat Sublime text ditutup, tidak akan diganggu dengan dialog konfirmasi untuk menyimpan file. Semua file yang belum disimpan akan tetap ada saat project dibuka lagi.

### 9. *Multi platform*

Sublime text juga dapat digunakan dalam berbagai platform sistem operasi. Seperti Windows, Linux, dan lain-lain.

Berikut adalah tampilan utama Sublime text



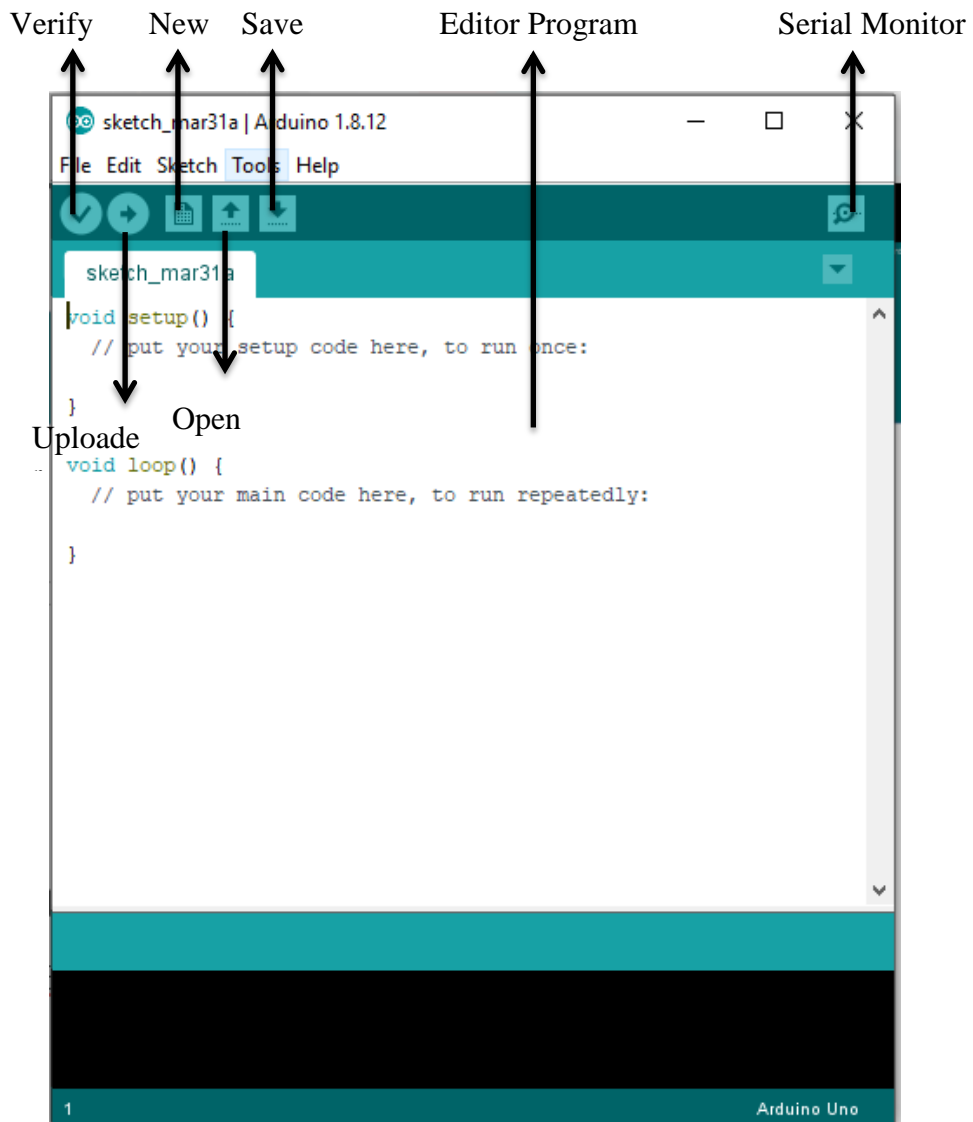
**Gambar 2. 14 Halaman Utama Sublime Text**

#### **2.15.4 Arduino IDE**

NodeMCU dapat diprogram dengan perangkat lunak Arduino IDE Pada Arduino terdapat *bootloader* yang memungkinkan pengguna untuk mengunggah kode baru untuk itu tanpa menggunakan programmer *hardware* eksternal. IDE atau *Integrated Development Environment* merupakan suatu program khusus untuk

suatu komputer agar dapat membuat suatu rancangan atau sketsa program untuk papan Arduino. IDE Arduino adalah *software* yang ditulis dengan menggunakan bahasa pemrograman java.

IDE Arduino terdiri dari :



**Gambar 2. 15 Lembar Kerja Arduino IDE**

(Instiper Robotics Academy, 2021)

Keterangan:

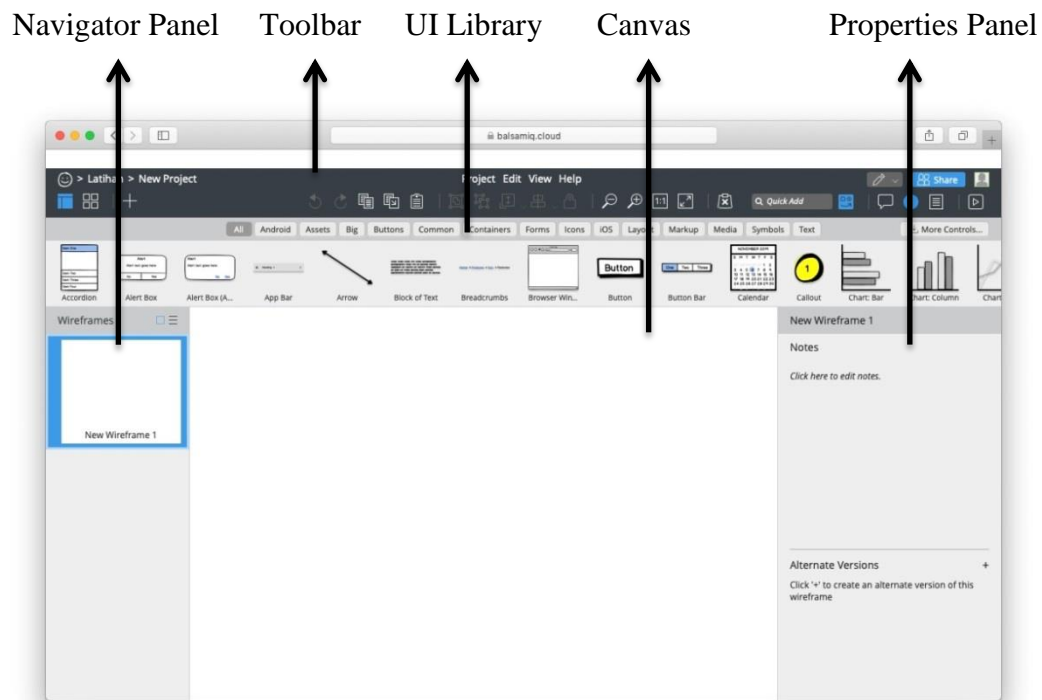
1. Editor program, merupakan sebuah window yang memungkinkan pengguna menuliskan mengedit program dalam bahasa *Processing*.

2. *Verify*, digunakan untuk mengecek kode sketch yang *error* sebelum *mengupload* ke *board* Arduino.
3. *New*, digunakan untuk membuat *sketch* baru.
4. *Open*, digunakan untuk membuka daftar *sketch* pada *sketchbook* Arduino.
5. *Save*, menyimpan kode *sketch* pada *sketchbook*.
6. *Uploader*, sebuah modul yang memuat kode biner dari komputer ke dalam memory di dalam papan Arduino.
7. Serial monitor, tempat untuk menampilkan data serial yang dikirimkan dari *board* Arduino.

#### **2.15.5 Balsamiq Mockup**

Balsamiq mockup adalah program aplikasi yang digunakan dalam pembuatan tampilan *user interface* sebuah aplikasi. *Software* ini sudah menyediakan tools yang dapat memudahkan dalam membuat desain *prototyping* aplikasi yang akan kita buat. *Software* ini berfokus pada konten yang ingin digambar dan fungsionalitas yang dibutuhkan oleh pengguna (Attafiq dalam Utariani & Herkules, 2017:38).

Daripada menggambar sketsa (*wireframe*) ataupun *prototype* rancangan desain web di atas kertas, balsamiq mockups membantu seorang *web designer* membuat tampilan *website* dalam wujud gambar di komputer. Tujuannya tidak hanya supaya membuat tampilan *website* menarik serta bisa menyesuaikan dengan kebutuhan pelanggan. Dengan perlengkapan pembuat mockup ini membuat seorang web desainer bisa menganalisa tata letak, desain serta fungsi. Antarmuka pada *software* Balsamiq Mockups terdiri dari lima area utama yaitu tools, UI Library, kanvas, panel navigator, dan panel properti. Secara Umum Tampilan *Software* Balsamiq Mockup dapat dilihat pada gambar 2.16.



**Gambar 2. 16 Halaman Utama Balsamiq Mockup**

Adapun penjelasan dari area pada gambar adalah sebagai berikut,

### 1. *Navigator Panel*

Panel navigator yang berada di sebelah kiri menunjukkan daftar dari *mockup*, aset, dan simbol dalam proyek pengguna. Pengguna dapat memilih beberapa objek di panel navigator.

### 2. *Toolbar*

Pada bagian Toolbar berisi serangkaian ikon untuk melakukan tindakan pada area antarmuka pengguna yang terdiri dari tombol navigasi yang terdiri dari *assets*, *symbols*, dan *trash*, Tampilkan/sembunyikan panel kiri, Buat mockup baru, *Mockups action* seperti mengganti nama dan lain-lain, dan juga menuju ke mockup selanjutnya ataupun sebelumnya.

### 3. *UI Library*

UI Library adalah kumpulan *tools* untuk membuat perancangan yang telah disediakan langsung oleh Balsamiq Mockups.

#### 4. Canvas

Pada bagian *canvas* ini merupakan area kerja utama sebagai tempat mockup dari *user interface*. Setelah menambahkan kontrol UI, pengguna dapat memindahkan, mengubah ukuran dan menyesuaikan dengan kebutuhan.

#### 5. *Properties Panel*

Panel yang berada di posisi kanan pada aplikasi menampilkan properti untuk objek atau kontrol yang dipilih. Panel ini dapat dimunculkan ataupun disembunyikan, menu ini bergantung pada ikon mana yang dipilih.

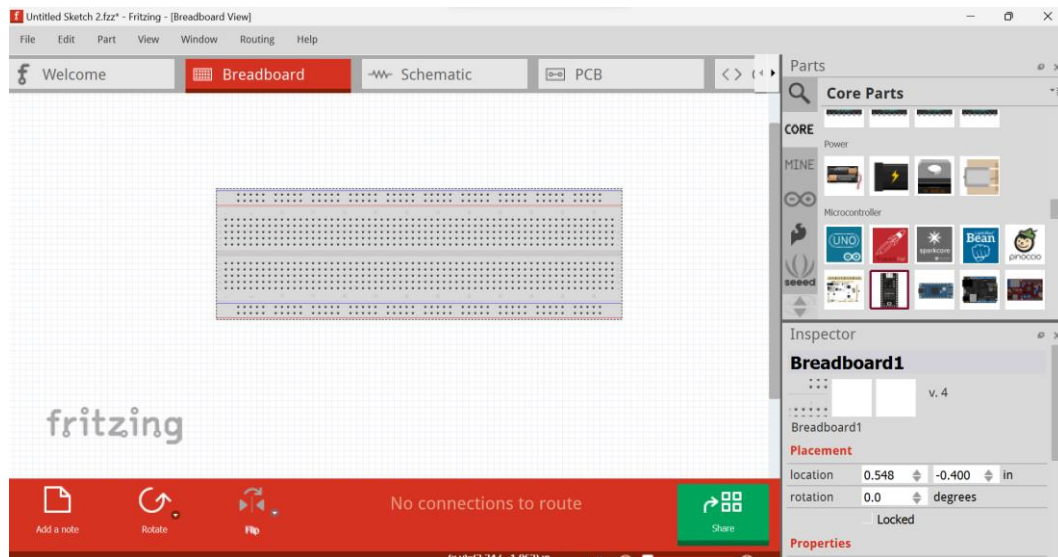
### 2.15.6 Fritzing

Fritzing merupakan salah satu perangkat lunak *open source* yang digunakan untuk belajar elektronika. Antarmuka fritzing dibuat interaktif dan mudah untuk digunakan oleh user yang minim pengetahuannya mengenai simbol dari perangkat elektronika. Di dalam fritzing sudah disediakan skema siap pakai dari berbagai mikrokontroler Arduino serta *shield*-nya. Perangkat lunak ini dapat digunakan di berbagai sistem operasi Linux, Windows, dan lain-lain. Beberapa keunggulan fritzing antara lain:

1. Fritzing bersifat *open source* dan dapat dijalankan di berbagai sistem operasi
2. Fritzing menyediakan fasilitas kepada pengguna guna melakukan perancangan sistem di *breadboard*. Memudahkan dalam alat bantu perancangan dan dokumentasi sistem yang menggunakan *breadboard*.
3. Fritzing terus menerus dilakukan pembaharuan, termasuk untuk komponen-komponen yang populer digunakan. Sehingga memudahkan perancangan yang menggunakan sistem papan seperti Arduino
4. Fritzing tidak hanya memiliki fitur rancangan di *breadboard*, tetapi juga

sebagai tambahan perancangan schematic dan PCB, serta menyediakan tempat untuk melakukan coding.

Secara umum tampilan antarmuka fritzing seperti pada gambar 2.17 berikut.



**Gambar 2. 17 Tampilan antarmuka fritzing**

## 2.16 Bahasa Pemrograman

Bahasa pemrograman atau sering diistilahkan juga dengan bahasa komputer atau bahasa pemrograman komputer adalah instruksi standar yang membuat programmer dapat menyampaikan perintah untuk memerintah komputer, Bahasa pemrograman ini adalah suatu himpunan dari aturan-aturan sintaks serta semantik yang dipakai buat mendefinisikan suatu program komputer. Bahasa ini membolehkan seseorang programmer agar bisa memastikan secara persis informasi mana yang hendak diolah oleh komputer, bagaimana informasi ini hendak disimpan/diteruskan, serta jenis langkah apa secara persis yang hendak diambil dalam berbagai situasi.

Programmer memakai suatu fitur pemrograman guna menghasilkan program. Program yang mempermudah pengguna dalam membangun program yang disebut piranti pemrograman. Sama halnya dengan manusia yang mengucapkan

bermacam bahasa (Inggris, Spanyol, Perancis, serta lain-lain). Peranan bahasa pemrograman adalah memerintah komputer buat mengolah informasi sesuai dengan alur berpikir yang kita mau. Keluaran dari bahasa pemrograman tersebut berbentuk program/ aplikasi.

### 2.16.1 Bahasa Pemrograman Arduino

Bahasa pemrograman Arduino digunakan dalam program pembuatan sistem yang menggunakan papan Arduino, dalam penelitian ini digunakan NodeMCU. Menurut Mardianto (2022: 16-19) Di dalam bahasa pemrograman Arduino ada tiga unsur utama yaitu struktur, value, dan fungsi:

#### 1. Struktur Program Arduino

Struktur dasar pada pemrograman Arduino cukup mudah dan sederhana, agar program dapat berjalan dengan baik maka setidaknya perlu dua bagian atau fungsi utama yaitu `setup()` yang digunakan untuk inisialisasi mode pin atau untuk memulai komunikasi serial. Dan juga fungsi `loop()` yaitu untuk mengeksekusi program secara berulang-ulang yang biasanya digunakan untuk menampilkan *output*. Untuk bentuk penulisannya adalah sebagai berikut:

```
Void setup()  
  
    {  
  
        //Statement;  
  
    }  
  
Void loop()  
  
    {  
  
        //Statement;  
  
    }
```



a. **Setup()**

Void `setup()` adalah kata kunci atau kode fungsi yang hanya dipanggil satu kali saat program mulai berjalan atau saat *restart board* Arduino. Fungsi void `setup()` adalah untuk mendeklarasikan perintah pada setiap variabelnya, melakukan inisialisasi kode pin, dan memulai komunikasi serial atau memulai menggunakan *library*. Fungsi `setup()` ini harus ada meskipun tidak ada program yang akan dieksekusi. Berikut adalah bentuk penulisannya:

```
Void setup()
{
    pinMode(led, OUTPUT); //set led sebagai output
}

Void loop()
{
    //statement;
}
```

b. **Loop()**

Setelah fungsi `setup()` disiapkan maka selanjutnya membuat fungsi `loop()`. Sesuai dengan namanya, fungsi ini digunakan untuk mengulang kode program secara terus-menerus, sampai program akan merespon sesuai apa yang dimasukkan. Fungsi `loop()` ini secara aktif mengontrol *board* Arduino. Berikut adalah contoh penulisan dan penggunaannya:

```
Void setup()
{
    pinMode(led, OUTPUT); //set led sebagai output
}

Void loop()
{
```

```

digitalWrite(led, HIGH); //set led on
delay (1000); // tunda untuk 1 detik
digitalWrite(led, LOW); //set led off
delay (1000); //tunda untuk 1 detik
}

```

## 2. Fungsi

Fungsi adalah sekumpulan program yang diberi nama khusus, yang dapat dieksekusi dengan cara memanggil fungsi tersebut. Setup() dan loop() dalam hal ini juga termasuk fungsi. Sebuah fungsi bisa dibuat sesuai dengan kebutuhannya untuk melakukan suatu pekerjaan yang berulang ataupun bisa membuat program jadi lebih sederhana.

Beberapa fungsi yang terdapat dalam pemrograman Arduino adalah sebagai berikut :

### a. Fungsi Analog I/O

Fungsi untuk analog I/O itu ada tiga yaitu analogReference(type), int analogRead(pin), dan analogWrite(pin, value).

### b. Fungsi Digital I/O

Fungsi untuk digital I/O itu ada tiga yaitu pinMode(pin, mode), digitalWrite(pin, value), dan int digitalRead(pin).

### c. Fungsi Matematika

Fungsi matematika terdiri dari min(x,y), max(x,y), abs(x), sqrt(x) dan pow(base, exponent)

### d. Fungsi Waktu

Fungsi waktu terdiri dari unsigned long millis (), delay(ms) dan delayMicroseconds(us).

## 3. Value (Variabel dan konstanta)

Variabel ini berperan untuk menampung nilai angka serta memberikan

nama yang sesuai dengan kebutuhan menciptakan program. Dengan memakai variabel, maka nilai yang terdapat bisa diganti dengan bebas. Berbeda dengan konstanta, di mana nilainya tidak bisa berubah.

Suatu variabel perlu dideklarasikan terlebih dulu, serta dapat digunakan sebagai penampung pembaca *input* yang hendak disimpan ataupun diberi nilai awal.

### **2.16.2 Bahasa Pemrograman PHP**

Menurut Sibero (dikutip dari Supono & Putratama, 2016: 3), "PHP (*Personal Home Page*) adalah pemrograman (*interpreter*) adalah proses penerjemahan baris sumber menjadi kode mesin yang dimengerti komputer secara langsung pada saat baris kode dijalankan".

Menurut Kustiyahningsih (dalam Supono & Putratama, 2016: 3), PHP atau resimnya *Hypertext Preprocessor* adalah skrip bersifat *server-side* yang ditambahkan kedalam HTML. Skrip ini akan membuat suatu aplikasi dapat diintegrasikan kedalam HTML, sehingga membuat suatu web tidak lagi bersifat statis, namun menjadi dinamis.

Dari pengertian diatas, dapat disimpulkan bahwa PHP (*Hypertext Preprocessor*) adalah suatu bahasa pemrograman yang dapat menerjemahkan suatu baris kode ke dalam kode mesin yang dapat dimengerti oleh komputer, dan PHP bersifat *server-side* di mana dibutuhkan *web server* untuk menjalankannya.

#### **2.16.2.1 Sejarah PHP**

PHP pertama kali dibuat oleh Rasmus Lerdorf seorang pemrogram C pada tahun 1995, PHP diberi nama FI (*Form Interpreted*) yang wujudnya berupa skrip digunakan untuk mengelola form dari web. Pada tahun 1997, sebuah perusahaan bernama Zend menulis ulang PHP menjadi lebih bersih, lebih baik, dan lebih

cepat. Selanjutnya pada tahun 1998 dirilis interpreter baru untuk PHP dan meresmikannya dengan nama PHP 3.0, dan yang pada awalnya PHP merupakan kependekan dari *personal home page* menjadi akronim berulang PHP: *Hypertext Preprocessor*



**Gambar 2. 18 Logo PHP**

(Wikimedia, 2018)

PHP merupakan salah satu bahasa pemrograman yang bersifat *open source*, sehingga source code PHP dapat disebarluaskan dan diubah secara bebas. PHP juga merupakan bahasa script yang mudah dipahami karena memiliki beberapa referensi. PHP juga dapat digunakan di berbagai sistem operasi seperti Unix, Macintosh, serta Windows.

#### **2.16.2.2 Kelebihan PHP**

Bahasa pemrograman PHP adalah bahasa yang paling banyak digunakan, alasannya karena beberapa kelebihan-kelebihan yang dimiliki oleh PHP (Supono & Putratama, 2016: 5) antara lain adalah sebagai berikut.

1. Bahasa pemrograman PHP adalah bahasa *multiplatform* yang artinya dapat digunakan diberbagai mesin dan sistem operasi (Linux, Unix, Macintosh, Windows) dan dapat berjalan secara *runtime* melalui console.
2. PHP bersifat *Open source* di mana artinya dapat digunakan siapa saja secara gratis.
3. Web server yang mendukung PHP dapat ditemukan di mana-mana dengan mudah.
4. Dalam sisi pengembangan lebih mudah, karena banyaknya komunitas-komunitas dan developer yang siap membantu.

5. Dalam sisi pemahaman, PHP adalah bahasa scripting yang paling mudah karena memiliki referensi yang banyak.
6. PHP dapat mendukung banyak *database*, seperti MySQL, Oracle, dan lain-lain.
7. Banyak bertebaran Aplikasi dan Program PHP yang gratis dan siap pakai seperti, wordpres, prestashop, dan lain-lain.

### **2.16.2.3 Kekurangan PHP**

Dari banyaknya kelebihan yang dimiliki bahasa pemrograman PHP, terdapat juga beberapa kekurangan. Berikut merupakan kekurangan bahasa pemrograman PHP.

1. PHP tidak mengenal Package
2. Biaya encoding, di mana jika tidak di-encoding, maka kode PHP dapat dilihat oleh semua orang, untuk meng-encoding dibutuhkan tool dari Zend yang tidak gratis.
3. PHP memiliki kelemahan keamanan. Jadi harus berhati-hati dalam melakukan pemrograman dan konfigurasi PHP.


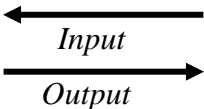
## **2.17 Pemodelan Sistem**

Sebuah sistem yang mempunyai beberapa proses di dalamnya wajib dimodelkan guna memperjelas gambaran yang terjalin pada proses tersebut. Berikut pemodelan sistem yang digunakan pada penelitian ini, yang terdiri dari Diagram blok, serta *Flowchart*.

### 2.17.1 Diagram blok

Diagram blok merupakan suatu diagram dari suatu sistem, yang mana bagian utama dari suatu fungsi yang diwakili oleh blok berbentuk kotak dihubungkan dengan garis, yang di mana ini menunjukkan hubungan antar blok, Diagram blok banyak digunakan dalam dunia rekayasa dalam desain elektronik, desain *hardware*, *software* desain, dan lain sebagainya (Ardiansyah, 2016). Proses yang terjalin di dalam sebuah sistem, bisa digambarkan dengan gampang lewat data masukan, proses, dan keluaran yang dihasilkan. Model yang mempunyai ketiga tahapan dinamakan dengan model diagram blok. Diagram blok digunakan untuk merepresentasikan suatu sistem ataupun beberapa blok yang berhingga dalam rangkaian sebagian proses memakai blok. Diagram blok banyak digunakan dalam dunia rekayasa dalam desain elektronik, desain *hardware*, *software* desain, dan lain sebagainya.

Berikut ini adalah notasi atau simbol-simbol yang digunakan dalam diagram blok di dalam penelitian ini.

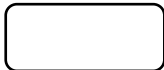

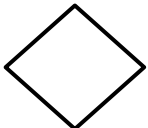

Simbol	Nama	Keterangan
	Blok atau kotak	Biasanya berisikan uraian dan nama elemennya, atau simbol untuk operasi matematis yang harus dilakukan pada masukan untuk menghasilkan Keluaran
	Tanda anak panah	Menyatakan arah informasi

**Tabel 2. 4 Daftar Simbol Diagram Blok**

### 2.17.2 Diagram Alir

Diagram alir atau *flowchart* merupakan diagram yang menunjukkan aliran atau langkah-langkah di dalam suatu program atau prosedur sistem secara logika. diagram ini berfungsi untuk memodelkan keluaran, masukan, serta proses maupun transaksi dengan memakai simbol-simbol tertentu. menurut Ardiansyah (2016) diagram yang menunjukkan alir di dalam program atau prosedur sistem secara logika. diagram alir (*flowchart*) digunakan terutama untuk alat bantu komunikasi dan untuk dokumentasi. Pembuatan *flowchart* ini harus bisa mempermudah bagi pemakai dalam memahami alur kerja dari sebuah sistem.

Berikut ini adalah notasi atau simbol-simbol yang digunakan dalam diagram alir di dalam penelitian ini.

Simbol	Nama	Keterangan
	Terminator awal atau akhir program	Simbol untuk memulai dan mengakhiri suatu program
	Arah aliran data	Menunjukkan arah aliran dokumen antar bagian yang terkait
	<i>Decision</i>	Menunjukkan langkah yang menentukan langkah selanjutnya dalam suatu proses. Ini biasanya dalam pertanyaan ya/tidak atau benar/salah.
	Data	Simbol <i>input/output</i> yang digunakan untuk mewakili <i>inputan/outputan</i> data

**Tabel 2. 5 Daftar Simbol Diagram Alir**

## 2.18 Teknik Pengujian Sistem

Teknik pengujian sistem yang digunakan pada penelitian ini yaitu, *Black box testing*. *Black box testing* merupakan metode pengujian perangkat lunak yang menguji fungsionalitas aplikasi

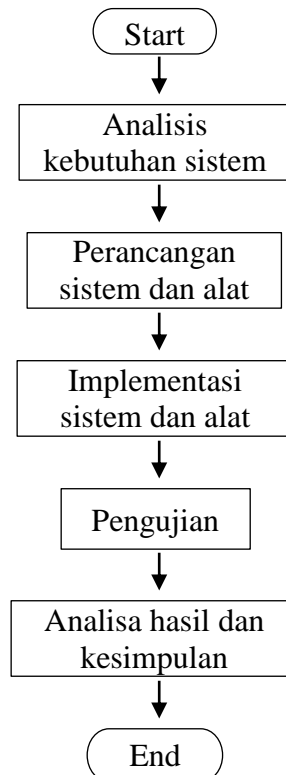
Pengujian dibangun di sekitar spesifikasi dan persyaratan, yakni, apa yang seharusnya dilakukan aplikasi. Menggunakan deskripsi eksternal perangkat lunak, termasuk spesifikasi, persyaratan, dan desain untuk menurunkan uji kasus. pengujian ini dapat menjadi fungsional atau juga nonfungsional, walaupun biasanya fungsional. Perancang uji memilih *input* yang valid dan tidak valid dan menentukan *output* yang benar.



### III. METODE PENELITIAN

Pada bab ini dalam rangka menyelesaikan pembuatan alat sistem *monitoring* polusi udara berbasis web maka penulis telah melakukan penelitian yang didasarkan pada metode penelitian yang meliputi analisis kebutuhan sistem, perancangan sistem, serta implementasi sistem dan alat. Yang telah dijalankan secara bertahap dan terencana.

Adapun metode yang digunakan adalah model *waterfall*, dikarenakan metode tersebut menggunakan pendekatan yang sistematis dan berurutan dalam membangun suatu sistem. Dibawah ini merupakan diagram alir yang berguna dalam menjelaskan alur dari penelitian.



**Gambar 3. 1 Alur Penelitian**

### **3.1 Analisis Kebutuhan Sistem**

#### **3.1.1 Analisis Permasalahan**

Melihat kondisi banyaknya kendaraan besar yang melintas di jalanan, dari hari masih pagi sampai pada sore hari, hal ini menyebabkan banyaknya asap yang keluar dari kendaraan, serta debu-debu yang berterbangan yang membuat kondisi udara semakin buruk. Dan jika terus berlanjut akan berdampak pada kesehatan masyarakat, seperti yang dilansir dari SehatNegeriku (2023) menyatakan terdapat 5 penyakit respirasi penyebab kematian tertinggi di dunia, yakni penyakit paru obstruktif kronis (PPOK), pneumonia, kanker paru, tuberkulosis, dan asma. Melihat dari permasalahan tersebut ada banyak hal yang bisa dilakukan untuk menanggulangi atau mengurangi kondisi tersebut seperti, memberikan sosialisasi kesadaran kepada masyarakat sekitar tentang pentingnya kesehatan udara bagi masyarakat baik pejalan kaki maupun yang berkendara dalam menghirup udara yang lebih sehat, kemudian memilih produk yang ramah lingkungan, mengurangi kegiatan membakar sampah, dan lain-lain.

Tetapi melihat sifat udara yang tak dapat dilihat dengan mata, maka perlu dibuat sebuah alat untuk *memonitoring* kualitas udara dengan sensor menggunakan platform IOT dan berbasis web. *Website* yang merupakan salah satu media informasi populer saat ini dinilai sangat efektif dalam memberikan informasi, sehingga informasi mengenai kualitas udara dapat diakses dengan mudah, dan juga dengan sistem IOT yang dapat memudahkan dalam kegiatan *monitoring*.

#### **3.1.2 Analisis Data Penelitian**

Pada penelitian ini digunakan sumber data *Library Research* yang di mana merupakan cara mengumpulkan data dari beberapa buku, jurnal, skripsi, tesis maupun literatur lainnya yang kemudian dapat dijadikan acuan pembahasan dalam penelitian ini. Pada penelitian ini berkaitan dengan sumber-sumber dari data

online atau internet maupun hasil dari penelitian sebelumnya sebagai bahan referensi bagi penelitian selanjutnya.

### **3.1.2.1 Metode Pengumpulan Data**

Dalam melakukan penelitian diperlukan metode dalam pengambilan data agar terlaksana dengan baik. Pada penelitian ini ada beberapa metode pengumpulan data antara lain:

#### **1. Observasi**

Observasi atau studi lapangan merupakan teknik pengumpulan data dengan terjun langsung ke lapangan untuk mengamati permasalahan yang terjadi secara langsung di tempat kejadian secara sistematis kejadian-kejadian, perilaku, objek-objek yang dilihat dan hal-hal lain yang diperlukan dalam mendukung penelitian yang sedang berlangsung. Dalam penelitian ini, peneliti melakukan pengamatan langsung ke lokasi-lokasi yang dianggap perlu dalam penelitian ini khususnya di lokasi yang banyak terdapat lalu lalang kendaraan.

#### **2. Studi Literatur**

Studi literatur adalah salah satu metode pengumpulan data yaitu dengan cara membaca buku-buku dan jurnal sesuai dengan data yang dibutuhkan. Pada penelitian ini penulis memilih studi literatur untuk mengumpulkan referensi dari jurnal mengenai mikrokontroler dan sensor-sensor yang dipakai dalam penelitian serta buku dan sumber referensi lain yang membahas tentang mikrokontroler nodemcu, serta sensor-sensor yang dipakai dalam penelitian.

### 3.1.3 Analisis Kebutuhan Perancangan

Dalam proses melakukan penelitian ini, digunakan beberapa perangkat seperti alat dan bahan yang menunjang penelitian. Alat dan bahan terbagi menjadi dua jenis yaitu *hardware* dan *software*. Di mana *hardware* merupakan perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini sedangkan *software* merupakan perangkat lunak berupa aplikasi – aplikasi yang digunakan dalam, pengerjaan penelitian ini.

#### 3.1.3.1 Perangkat Keras (*Hardware*) yang digunakan

Perangkat keras yang digunakan untuk mengembangkan dan menguji coba terbagi menjadi beberapa bagian antara lain:

1. Laptop Infinix dengan spesifikasi Prosesor Intel Core i3-1005G1, SSD 256 GB, Memory RAM 4 GB, Monitor 14" dengan resolusi 1920 x 1080 Pixel.
2. Nodemcu esp32, 2 buah.
3. Sensor asap MQ-2.
4. Sensor karbon monoksida MQ-7.
5. Sensor suhu DHT11.
6. *Breadboard* 1 buah
7. Beberapa kabel *jumper*

#### 3.1.3.2 Perangkat Lunak (*Software*) yang digunakan

Perangkat lunak dalam penelitian ini digunakan beberapa *software* yaitu:

1. IDE Arduino, merupakan *software* untuk memprogram sistem di mana program akan dimasukkan kedalam NodeMCU.
2. Sublime text, merupakan aplikasi untuk menulis kode program PHP untuk

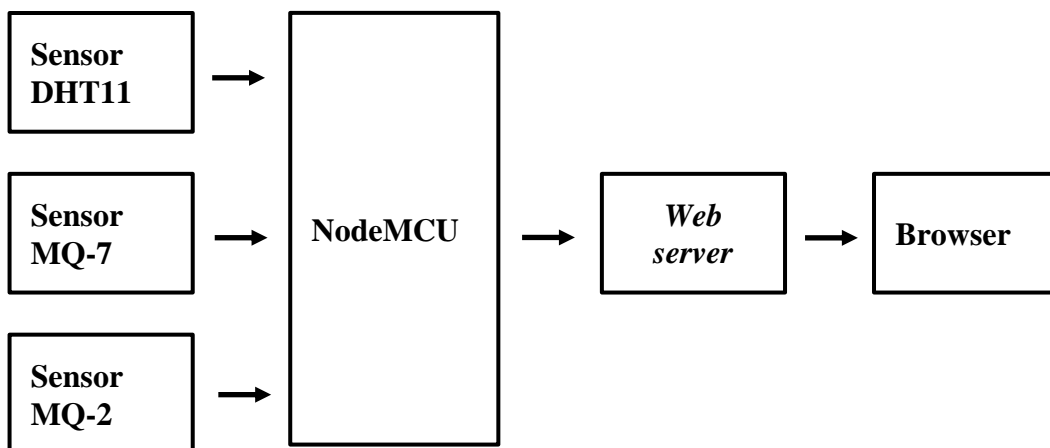
tampilan web,

3. Balsamiq Mockup, merupakan *software* untuk desain tampilan *website*.
4. Fritzing, merupakan *software* untuk mempermudah perancangan sistem yang menggunakan papan Arduino.
5. Xampp, merupakan *software web server* yang digunakan untuk membuat *website* pada server lokal.

### 3.2 Perancangan Sistem dan Alat

#### 3.2.1 Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

Dalam pembuatan alat diperlukan sebuah rancangan sistem yang nantinya akan dapat dijalankan. Berikut adalah gambar diagram blok dari sistem :



**Gambar 3. 2 Diagram Blok Sistem**

Dari diagram blok rangkaian alat di atas menjelaskan tentang prototipe dari perangkat keras maupun dari komponen - komponen yang terkoneksi dengan IoT, penjelasannya adalah sebagai berikut:

1. *Input*
  - a. Sensor DHT11 digunakan untuk mendeteksi kelembaban udara dan memiliki keluaran data digital,

- b. Sensor MQ-7 digunakan untuk mendeteksi gas CO karena sensor ini sensitif terhadap gas CO di sekitar,
- c. Sensor MQ-2 digunakan untuk mendeteksi asap rokok,

## 2. Proses

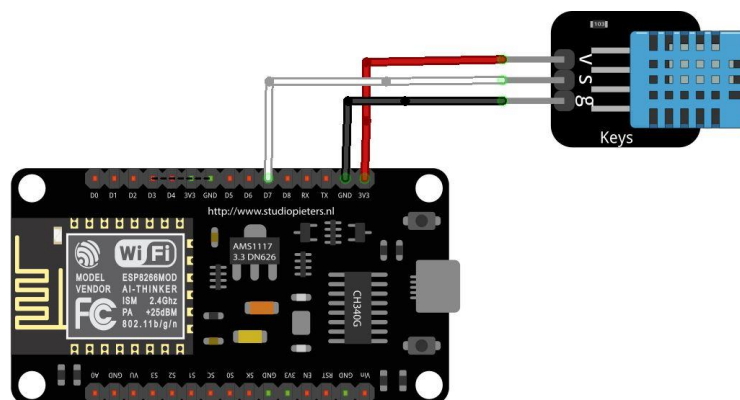
Semua data realtime hasil keluaran ketiga sensor kemudian di proses di nodeMCU sehingga akan menghasilkan data berupa angka-angka,

## 3. Output

Selanjutnya data real time akan dikirim ke web server lokal dalam penelitian ini digunakan aplikasi XAMPP, kemudian akan ditampilkan pada *website* berupa grafik gas karbon monoksida, asap dan suhu.

### 3.2.1.1 Rangkaian Nodemcu dengan Sensor DHT11

Untuk dapat digunakan membaca suhu maka sensor DHT11 perlu dirangkai dengan kabel jumper sebagai berikut :



**Gambar 3. 3 Rangkaian DHT11 dengan NodeMCU**

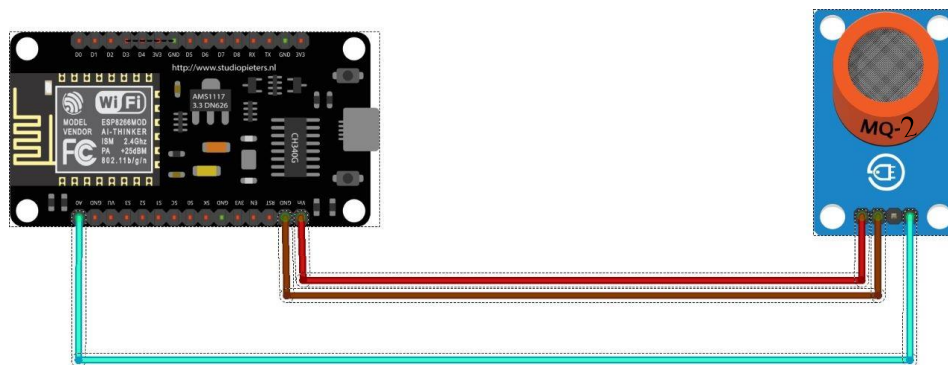
Penjelasan rangkaian :

Sensor DHT11 ada yang memiliki 3 pin dan 4 pin, pin yang biasa digunakan ada 3 pin yaitu pin VCC, GND, dan Data. pada rangkaian di atas pin tersebut dihubungkan ke NodeMCU dengan aturan pin VCC pada DHT11 dihubungkan ke

pin 3V pada NodeMCU, pin GND DHT11 dihubungkan ke pin GND NodeMCU, dan pin *output* data DHT11 dihubungkan ke D7 pada NodeMCU.

### 3.2.1.2 Rangkaian Nodemcu dengan Sensor MQ2

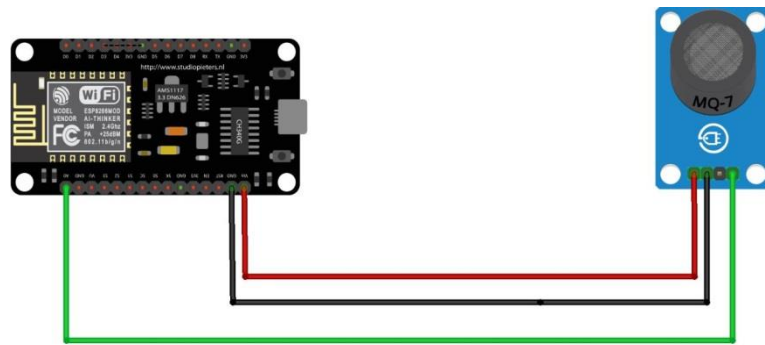
Pada rangkaian ini di mana sensor MQ-2 yang memiliki 4 pin yaitu Vcc, GND (ground), DO (digital *output*), dan AO (analog *output*) dihubungkan ke NodeMCU dengan aturan, pin VCC pada sensor MQ-2 dihubungkan ke pin 3V pada NodeMCU, pin GND pada sensor MQ-2 dihubungkan ke pin GND NodeMCU, dan pin analog *output* pada MQ-2 dihubungkan ke AO pada NodeMCU agar sensor dapat bekerja dengan baik untuk digunakan mendeteksi kadar asap di sekitar. untuk gambar rangkaian dapat dilihat pada gambar di bawah.



**Gambar 3. 4 Rangkaian MQ-2 dengan NodeMCU**

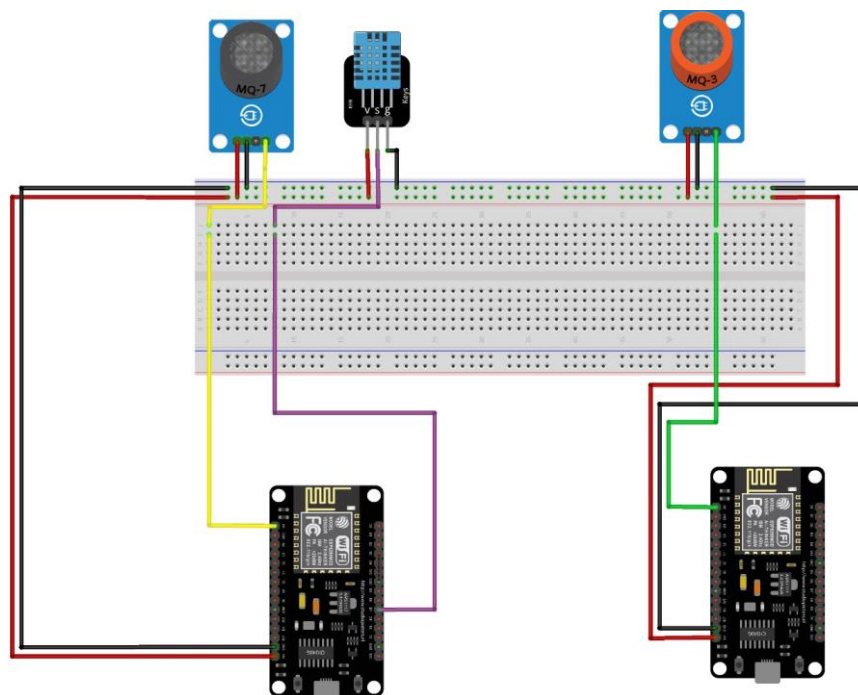
### 3.2.1.3 Rangkaian Nodemcu dengan Sensor MQ7

Sama halnya dengan sensor MQ-2, sensor MQ-7 juga perlu dihubungkan pada NodeMCU agar dapat bekerja dengan baik. Di mana digunakan untuk mendeteksi gas CO (karbon monoksida) atau biasa dikenal sebagai asap kendaraan, dengan aturan pin VCC pada sensor MQ-7 dihubungkan ke pin 3V pada NodeMCU, pin GND pada sensor MQ-7 dihubungkan ke pin GND NodeMCU, dan pin analog *output* pada MQ-7 dihubungkan ke AO pada NodeMCU. Untuk gambar rangkaian dapat dilihat pada gambar 3.5.



**Gambar 3. 5 Rangkaian MQ-7 dengan NodeMCU**

#### 3.2.1.4 Rangkaian Keseluruhan Sistem



**Gambar 3. 6 Rangkaian NodeMCU dengan Ketiga Sensor**

Rangkaian di atas merupakan rangkaian secara keseluruhan yang berisikan komponen - komponen yaitu sensor MQ-2, MQ-7, DHT11 dan mikrokontroler nodemcu agar dapat digunakan dengan baik, penggunaan NodeMCU sebagai mikrokontroler karena NodeMCU sudah satu paket dengan modul wifi sehingga lebih memudahkan dalam menghubungkan alat ke jaringan internet.

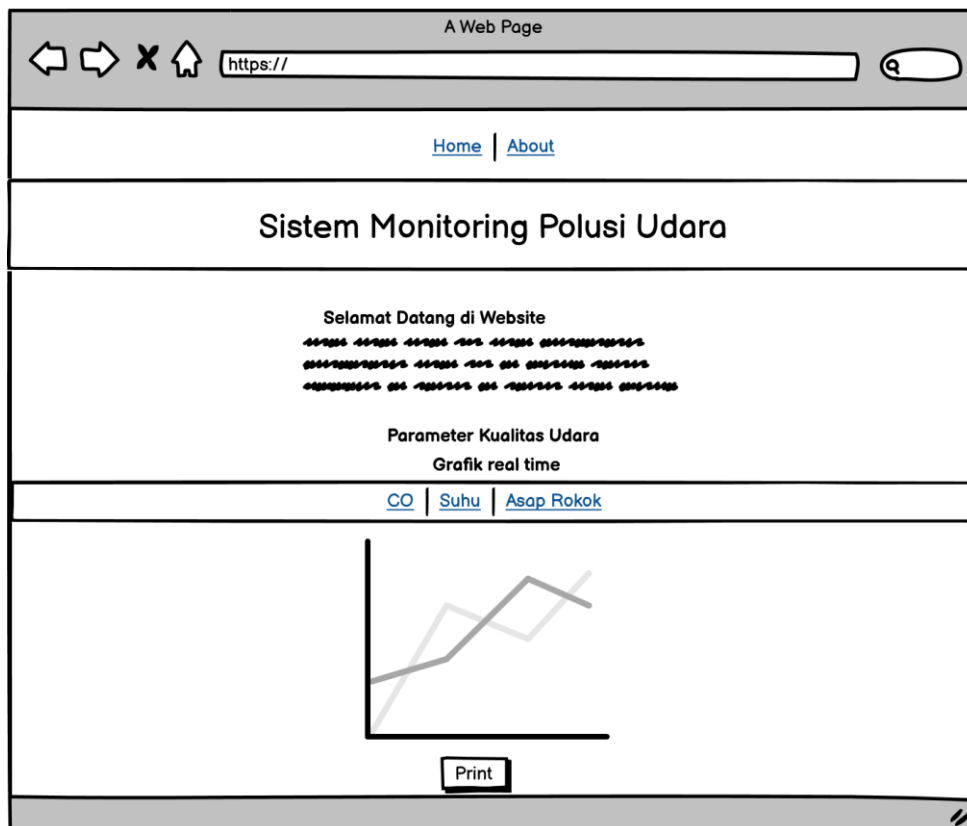


## 3.2.2 Rancangan Perangkat Lunak

### 3.2.2.1 Rancangan Antarmuka Sistem

Pada penelitian rancang bangun sistem *monitoring* polusi udara berbasis *internet of things* (IoT) membutuhkan beberapa perangkat lunak seperti Arduino IDE dan *Sublime text*. *Software* Arduino IDE digunakan pada rancang bangun *monitoring* dalam mendeteksi tingkat gas karbon monoksida (CO) sebagai *software* yang mengintegrasikan Bahasa C, Bahasa C++ atau bahasa pemrograman mikrokontroler yang lainnya. Sehingga membuat bahasa lebih mudah dimengerti dan diolah oleh manusia.

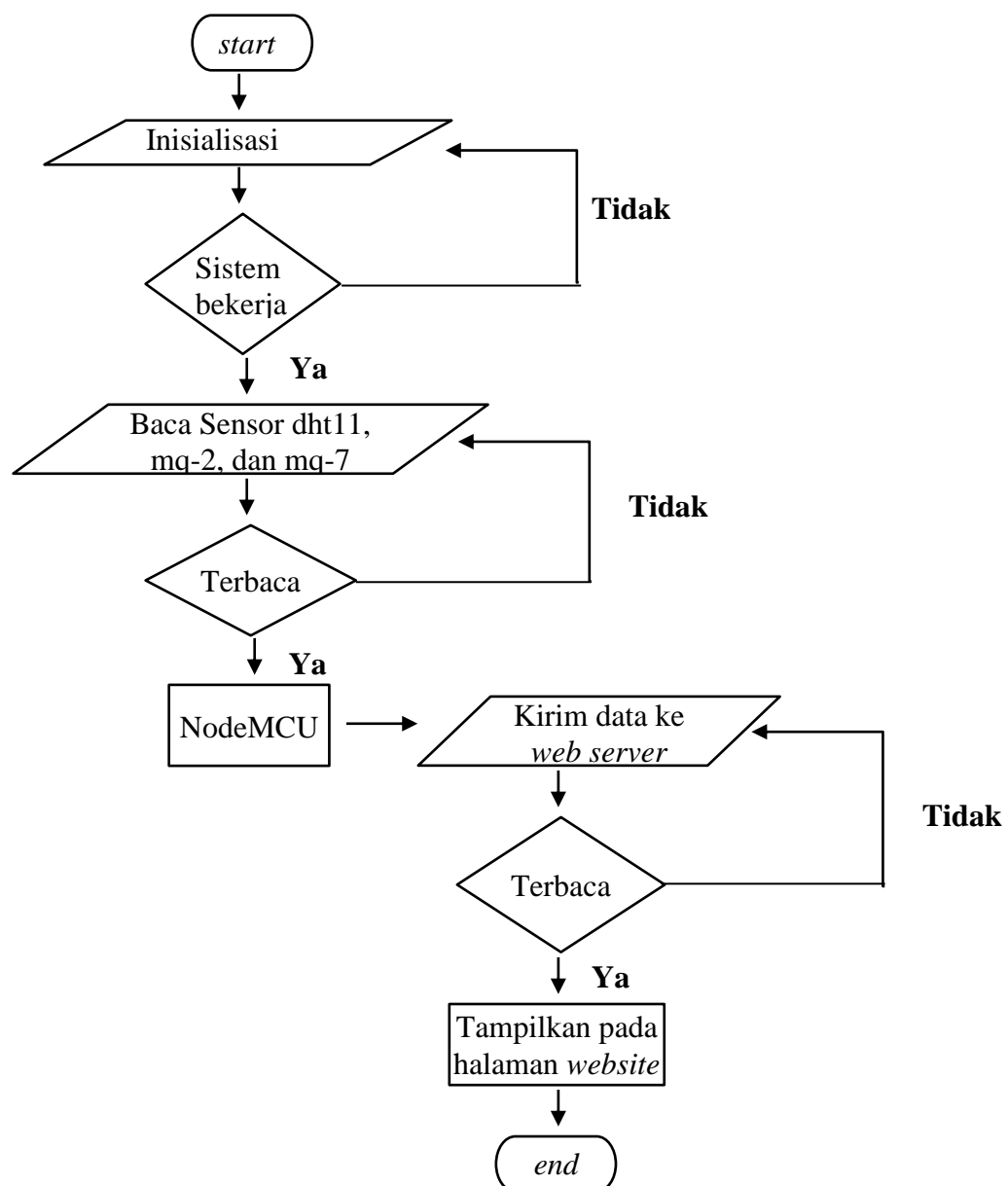
*Sublime text* digunakan untuk membuat tampilan *website* yang diperlukan untuk memudahkan dalam melakukan *monitoring* karena dapat diakses dari mana saja. Dibawah ini merupakan desain dari tampilan *website* Sistem *Monitoring* Polusi Udara



Gambar 3. 7 Desain Tampilan *Website*

### 3.2.2.2 Rancangan Alur Kerja Sistem

Sistem yang sedang dibuat ini pastinya mempunyai suatu rancangan bagaimana alur sistem ini nantinya akan bekerja. Diagram alir dari alat yang akan dibuat merupakan gambaran dari alat secara keseluruhan. Dengan adanya diagram alir ini, dapat diketahui prinsip kerja dari alat dapat dilihat dengan jelas. Diagram alir menampilkan proses langkah-langkah sistem dalam bentuk simbol-simbol grafis. Gambaran umum dari perancangan *software* dan *hardware* yang akan dibuat pada penelitian ini ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 3. 8 Diagram Alir Sistem

Alat ini dibuat untuk tujuan mengetahui tingkat polusi udara. Sensor DHT11 mendeteksi suhu, Sensor MQ-2 yang mendeteksi asap, dan Sensor MQ-7 mendeteksi gas karbon monoksida (CO), kemudian data - data yang diperoleh dari sensor – sensor tersebut dikirim melalui nodemcu. Data yang diperoleh dari alat tersebut dikirim melalui web service. Kemudian data yang diperoleh dari sensor – sensor tersebut akan ditampilkan pada aplikasi *monitoring* berbasis web dalam bentuk grafik *realtime* berupa data tingkat kualitas udara .

### **3.3 Rencana Pengujian Sistem**

Penelitian ini dilakukan dengan dua tahapan uji coba. Pertama dilakukan uji coba sensor alat pada tanggal 15 Januari 2023, apakah bekerja sesuai dengan kebutuhan, yaitu mampu mengukur kadar karbon monoksida, asap, dan suhu. Selanjutnya setelah dilakukan pengujian tahap pertama uji coba kedua akan dilakukan pada rentang waktu enam hari, untuk melihat apakah alat dapat memonitoring lingkungan sekitar. Penelitian dilakukan pada pukul 08.30-10.00 dan 14.30-16.00 WIB, pada tanggal 18 Januari 2023 sampai 24 Januari 2023. Pengambilan data dilakukan pada pada titik Simpang Jalan Dusun Karang Kedempel, Madukoro, Kecamatan Kotabumi Utara.

#### **3.3.1 Perancangan Tabel Pengujian**

Perancangan tabel pengujian digunakan untuk mengetahui apakah sistem berjalan sesuai dengan tujuan, adapun perancangan tabel pengujian dalam penelitian ini yaitu:

##### **1. Rancangan Tabel Pengujian Alat**

Tabel pengujian alat digunakan untuk melihat apakah alat sudah dapat membaca kadar polusi (CO, dan Asap). Berikut adalah rancangan tabel pengujian alat.

**Tabel 3. 1 Rancangan Tabel Pengujian Sensor CO**

Percobaan	jenis pengujian	yang diharapkan	pengamatan	hasil
1	udara normal	alat dapat membaca kadar CO 0-3 ppm		
2	udara dengan asap motor	Alat dapat membaca kadar CO 4-25 ppm		

**Tabel 3. 2 Rancangan Tabel Pengujian Sensor Asap**

percobaan	jenis pengujian	yang diharapkan	pengamatan	hasil
1	udara normal	alat dapat membaca kadar asap 0-500 ppm		
2	udara dengan banyak asap	Alat dapat membaca kadar asap di atas 500 ppm		

## 2. Rancangan Tabel Pengujian *Black box testing*

Rancangan tabel pengujian *black box testing* digunakan untuk mengecek apakah sistem berjalan dengan baik dan layak untuk diimplementasikan. Berikut rancangan tabel pengujian *black box testing*:

### a. Rancangan Tabel pengujian sistem

Tabel pengujian sistem digunakan untuk mengecek apakah alat berjalan dengan baik, dan dapat mengirim data dari sensor dengan menggunakan jaringan wifi. Berikut rancangan tabel pengujian aplikasi:

**Tabel 3. 3 Rancangan Tabel Pengujian *Black Box* Sistem**

Percobaan	jenis pengujian	yang diharapkan	pengamatan	hasil
1	Sensor CO	alat dapat mengirim kadar CO di sekitar		
2	Sensor Asap	Alat dapat mengirim kadar asap di sekitar		
3	Sensor Suhu	Alat dapat mengirim besar suhu di sekitar		

b. Rancangan Tabel Pengujian Aplikasi *Website*

Tabel pengujian aplikasi *website* digunakan untuk mengecek apakah *website* berjalan dengan baik, dan dapat menampilkan hasil pembacaan sensor. Berikut rancangan tabel pengujian aplikasi

**Tabel 3. 4 Rancangan Tabel Pengujian *Black Box* Aplikasi *Website***

<b>Percobaan</b>	<b>jenis pengujian</b>	<b>yang diharapkan</b>	<b>pengamatan</b>	<b>hasil</b>
1	Kadar CO di udara	<i>Website</i> dapat menampilkan kadar CO di sekitar		
2	Kadar Asap di udara	<i>Website</i> dapat menampilkan kadar asap di sekitar		
3	Suhu udara	<i>Website</i> dapat menampilkan besar suhu di sekitar		
4	Download data	<i>website</i> dapat mengunduh data sensor		

## V. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Telah berhasil dibangun *Website* ‘*Monitoring* Polusi Udara’ yang menggunakan *platform* IOT .
2. *Website* dapat menampilkan data grafik dari ketiga sensor yang digunakan, MQ-7, MQ-2, dan DHT11. Berupa data kadar karbon monoksida dalam satuan ppm, kadar asap dalam satuan ppm, dan besar suhu dalam derajat celsius secara *realtime*.
3. Pengujian alat telah dilakukan dengan metode *black box testing*, dan hasil pengujian sudah sesuai dengan yang diharapkan, yang di mana hasilnya alat dapat menampilkan hasil baca sensor kedalam *website* dalam bentuk grafik *realtime*, yang dapat memudahkan dalam pemantauan polusi udara, terkhusus untuk gas karbon monoksida dan asap.
4. Pengujian alat untuk melakukan kegiatan pemantauan kondisi udara di titik lokasi juga telah dilaksanakan selama 6 hari, yang menghasilkan data tabel dari kadar polusi udara (CO, Asap, dan Suhu). Hasil dari pemantauan di lokasi menunjukkan kadar CO yang relatif rendah dengan rata-rata sebesar 1,82 ppm, dibawah 10 ppm yang berarti masih di bawah batas normal paparan CO, tetapi untuk kadar asap yang menunjukkan persebaran data di angka 1558,57 ppm, yang berarti berada diatas batas normal kadar asap menunjukkan bahwa kondisi udara kurang baik dari kadar polusi asap.

## 5.2 Saran

Adapun saran yang diberikan adalah sebagai berikut:

1. Diharapkan alat sistem ini dapat dikembangkan lebih baik dengan mengacu pada sistem yang telah dibuat oleh penulis.
2. Peningkatan dalam UI/UX agar lebih menarik, terutama dalam menampilkan data grafik sensor
3. Penyempurnaan dalam fitur unduh, tepatnya dalam fitur unduh dokumen, pembacaan sensor dapat memilih tanggal mana yang akan diunduh
4. Untuk hasil yang lebih maksimal diharapkan menggunakan sensor yang lebih bagus agar data yang diperoleh juga lebih akurat, dan juga membuat alat lebih dari satu, sehingga dapat diletakkan di beberapa titik.
5. Dalam upaya pencegahan dan penanggulangan polusi udara dapat dilakukan beberapa upaya seperti memberikan sosialisasi kesadaran kepada masyarakat sekitar tentang pentingnya kesehatan udara bagi masyarakat, baik pejalan kaki maupun yang berkendara dalam menghirup udara yang lebih sehat, kemudian memilih produk yang ramah lingkungan, mengurangi kegiatan membakar sampah, dan sebagainya.

## **DAFTAR PUSTAKA**



## Daftar pustaka

- Abdul, K. (2014). Pengenalan Sistem Informasi Edisi Revisi. *Andi Offset, Yogyakarta*, 9, 153.
- Abdulloh, R. (2016). *Easy & Simple - Web Programming*. Elex Media Komputindo. <https://books.google.co.id/books?id=E4tKDwAAQBAJ>
- Akbar, M., & Fauziah, M. (2020). Penerapan Sistem RPI (Retail Pro International) dalam meningkatkan kualitas layanan di PT. Transmarco Mong. *Abiwara: Jurnal Vokasi Administrasi Bisnis*, 2(1), 38–44. <https://doi.org/10.31334/abiwara.v2i1.1054>
- Andalanelektro.id. (2019). *Cara kerja dan karakteristik Sensor DHT11 Arduino beserta Contoh Programnya*. Diakses pada 16 Oktober 2022, dari <https://www.andalanelektro.id/2019/10/cara-kerja-dan-karakteristik-sensor-dht11-arduino-dan-contoh-programnya.html>
- Ardiansyah. (2016). *Sistem Monitoring Air Layak Konsumsi Berbasis Arduino (Studi Kasus PDAM Patalassang)* [UIN Alauddin Makassar]. <https://repositori.uin-alauddin.ac.id/id/eprint/1225>
- Bachtiar, A. A. (2016). *Rancang Bangun Sistem Informasi Monitoring Dan Evaluasi Pelayanan Pelanggan Pada Paramuda Tour & Transport* [INSTITUT BISNIS DAN INFORMATIKA STIKOM SURABAYA]. <http://repository.dinamika.ac.id/id/eprint/2044>
- Badan POM. (2005). *Keracunan yang Disebabkan Gas Karbon Monoksida*. Diakses dari [https://www.pom.go.id/new/view/more/berita/76/Keracunan-yang-Disebabkan-Gas-Karbon-Monoksida.html#:~: text=Batas pemaparan karbon monoksida yang,ppm \(0%2C15%25\) pada 5 April 2023](https://www.pom.go.id/new/view/more/berita/76/Keracunan-yang-Disebabkan-Gas-Karbon-Monoksida.html#:~:text=Batas+pemaparan+karbon+monoksida+yang,ppm+(0%2C15%25)+pada+5+April+2023)
- Chandra, D. (2021). *PENGENALAN INTERNET OF THINGS (IOT) DAN MANFAATNYA DI MASA SEKARANG*. Diakses pada 5 Oktober 2022, dari <https://student-activity.binus.ac.id/himmat/2021/10/pengenalan-internet-of-things-iot-dan-manfaatnya-di-masa-sekarang/>
- Darise, I. Y. (2016). *Sistem monitoring kualitas lingkungan (asap, suhu, dan intensitas cahaya) berbasis web* [INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG]. <http://eprints.itn.ac.id/id/eprint/4245>

- Fitriana. (2017). *PERANCANGAN SISTEM INFORMASI PENGOLAHAN DATA LEMBURAN KARYAWAN OUTSOURCING PADA PT.GRHA HUMANINDO MANAJEMEN* [SEKOLAH TINGGI MANAJEMEN DAN ILMU KOMPUTER STMIK RAHARJA TANGERANG]. <https://widuri.raharja.info/index.php?title=SI1211473946>
- Geeetech. (2014). *Sensors introduction: Carbon Monoxide Sensor – MQ-7*. Diakses dari <https://www.geeetech.com/blog/2014/08/sensors-introduction-carbon-monoxide-sensor-mq-7/> pada 15 Juli 2023
- Hidayat, R. (2010). *Cara Praktis Membangun Website Gratis*. Elex Media Komputindo. <https://books.google.co.id/books?id=zRq2O7VknSgC>
- Hutahaean, J. (2015). *Konsep Sistem Informasi*. Deepublish. <https://books.google.co.id/books?id=o8LjCAAAQBAJ>
- ImmersaLab. (2014). *MIKROKONTROLER*. Diakses pada 15 Oktober 2022, dari [www.immersa-lab.com/category/elektronika/mikrokontroler](http://www.immersa-lab.com/category/elektronika/mikrokontroler).
- Instiper Robotics Academy. (2021). *Programming Dasar : Arduino IDE*. Diakses dari <https://robotics.instiperjogja.ac.id/post/arduinoide> pada 15 Oktober 2022
- Jauhari, A., Anamisa, devie rosa, & Mufarroha, fin ayu. (2022). *Rekayasa Perangkat Lunak*. Media Nusa Creative (MNC Publishing). <https://books.google.co.id/books?id=7LqeEAAAQBAJ>
- Keputusan Menteri. (1997). *Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 45 Tahun 1997 Tentang : Indeks Standar Pencemar Udara*. Menteri Negara Lingkungan Hidup. Diakses pada 5 Agustus 2022, dari <https://ppkl.menlhk.go.id/website/filebox/770/190930181350KEPMENH-45TAHUN1997.pdf>
- Kustiyahningsih, Y., & Anamisa, D. R. (2011). *Pemrograman Basis Data Berbasis Web Menggunakan PHP & MySQL*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 20.
- Manurung, M. B. (2018). Perancangan Alat Ukur Kadar Karbon Monoksida (CO) Pada Kendaraan Berbasis Sensor MQ7. *e-proceeding of engineering*, 5(2), 2358–2366. <https://core.ac.uk/download/pdf/196255896.pdf>
- Mardianto, E. (2022). *Panduan Belajar Mikrokontroler Arduino (Teori dan Aplikasi)*. 1–115. <http://repository.polnep.ac.id>
- Mawaddah, U., & Fauzi, M. (2018). SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN UNTUK MENENTUKAN DOSIS OBAT PADA ANAK MENGGUNAKAN METODE FORWARD CHAINING (Studi Kasus Di Klinik Dokter Umum Karanggayam - Srengat). *Antivirus : Jurnal Ilmiah Teknik Informatika*, 12(1), 1–10. <https://doi.org/10.35457/antivirus.v12i1.440>

- Mulyati, S., & Sumardi. (2019). INTERNET OF THINGS (IoT) PADA PROTOTIPE PENDETEKSI KEBOCORAN GAS BERBASIS MQ-2 dan SIM800L. *Jurnal Teknik*, 7(2). <https://doi.org/10.31000/jt.v7i2.1358>
- Mustafa, M., Supriadi, & Ainun, M. (2020). Pengembangan Alat Monitoring Kadar Gas Karbon Monoksida (CO) Berbasis Internet Of Things. *Jetc*, 15(2), 151–156.
- Nofyat, Ibrahim, A., & Ambarita, A. (2018). Sistem Informasi Pengaduan Pelanggan Air Berbasis Website Pada Pdam Kota Ternate. *IJIS - Indonesian Journal On Information System*, 3(1), 10. <https://doi.org/10.36549/ijis.v3i1.37>
- Nur, A., Chamim, N., & Yogyakarta, P. (2010). PENGGUNAAN MICROCONTROLLER SEBAGAI PENDETEKSI POSISI DENGAN MENGGUNAKAN SINYAL GSM. *Jurnal Informatika*, 4. <https://doi.org/10.26555/jifo.v4i1.a5274>
- Osoyoo. (2018). *Basic Lesson – MQ-7 Gas Sensor*. Diakses pada 15 Oktober 2022, dari <https://osoyoo.com/2018/11/15/arduino-lesson-mq-7-gas-sensor/>
- Overbeek, M. V. (2019). *Internet of Things (IoT) dalam Bidang Informatika*. Diakses pada 5 Oktober 2022, dari <https://www.umn.ac.id/internet-things-iot-dalam-bidang-informatika/>
- Prastyo, E. A. (2020). *MQ-2 Gas Sensor (Methane, Butane, LPG, Smoke)*. Diakses dari <https://www.edukasielektronika.com/2020/10/mq-2-gas-sensor-methane-butane-lpg-smoke.html> pada 15 Oktober 2022
- Rahmad, M., & Wibawa, M. (2019). PERANCANGAN PROTOTYPE LAMPU OTOMATIS BERBASIS SENSOR PIR DAN MIKROKONTROLER ARDUINO UNO. *JOURNAL OF INFORMATICS AND COMPUTER SCIENCE*, 4, 64. <https://doi.org/10.33143/jics.Vol4.Iss1.532>
- Rosyidah, M. (2016). Polusi Udara dan Kesehatan. *Jurnal Teknik Industri*, 1(2), 1–5.
- Rui, H. (2014). *Nodemcu/nodemcu-devkit*. Diakses pada 15 Oktober 2022, dari <https://github.com/nodemcu/nodemcu-devkit>
- Rui, H. (2015). Diakses pada 15 Oktober 2022, dari *Nodemcu/nodemcu-devkit-v1.0*. <https://github.com/nodemcu/nodemcu-devkit-v1.0>
- Saleh, N. (2012). *MYSQL dan SQL*. Diakses pada 16 Oktober 2022, dari [https://mahasiswa.ung.ac.id/921409047/home/2012/10/8/my\\_sql\\_dan\\_sql.html](https://mahasiswa.ung.ac.id/921409047/home/2012/10/8/my_sql_dan_sql.html)
- Salmon, Rangan, A. Y., & Ramadhan, B. A. (2022). Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Dengan Menggunakan Module Nodemcu Berbasis Iot ( Internet of Things ). *Jurnal INFORMATIKA*, 12(2), 48–54.

- Saputro, T. T. (2017). *Mengenal NodeMCU: Pertemuan Pertama*. Diakses pada 15 Oktober 2022, dari <https://embeddednesia.com/v1/tutorial-nodemcu-pertemuan-pertama/>
- SehatNegeriku. (2023). *Polusi Udara Sebabkan Angka Penyakit Respirasi Tinggi*. Diakses pada 18 Juli 2023, dari <https://sehatnegeriku.kemkes.go.id/baca/rilis-media/20230404/2642721/polusi-udara-sebabkan-angka-penyakit-respirasi-tinggi/>
- Setiawan, F. N., & Kustiawan, I. (2018). IoT based Air Quality Monitoring. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 384(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/384/1/012008>
- Sibero, A. F. K. (2013). *Web programming power pack*. Yogyakarta: MediaKom.
- Supono, V. P., & Putratama, V. (2016). *Pemrograman Web dengan menggunakan PHP dan FRAMEWORK CODEIGNITER*. Yogyakarta: Deepublish.
- Undang-undang Republik Indonesia. (1997). *Undang-undang Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 1997, pasal 1(12) tentang Pencemaran Lingkungan Hidup*. Badan Pembinaan Hukum Nasional. Diakses pada 5 Agustus 2022, dari <https://www.bphn.go.id/data/documents/97uu023.pdf>
- Utariani, U., & Herkules, H. (2017). Monitoring Bimbingan Skripsi Online Pada Sekolah Tinggi Manajemen Informatika Dan Komputer (STMIK) Palangka Raya. *Jurnal SAINTEKOM*, 7(1), 33. <https://doi.org/10.33020/saintekom.v7i1.19>
- Waworundeng, J. M. S., & Lengkong, O. (2018). Sistem Monitoring dan Notifikasi Kualitas Udara dalam Ruangan dengan Platform IoT. *CogITO Smart Journal*, 4(1), 94–103. <https://doi.org/10.31154/cogito.v4i1.105.94-103>
- Wikimedia. (2018). *PHP-logo*. Diunduh pada 10 September 2022, dari <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:PHP-logo.svg>
- Wikipedia. (2022). *Sublime Text*. Diakses pada 8 September 2022, dari [https://en.wikipedia.org/wiki/Sublime\\_Text](https://en.wikipedia.org/wiki/Sublime_Text)
- Wilianto, & Kurniawan, A. (2018). Sejarah , Cara Kerja Dan Manfaat Internet of Things. *Matrix*, 8(2), 36–41.
- Yoga, P. (2020). *Apa yang Dimaksud dengan NodeMCU ESP8266 ?*. Diakses pada 15 Oktober 2022, dari <https://www.arduino.biz.id/2020/10/apa-yang-dimaksud-dengan-nodemcu-esp8266.html>
- Zikri, M., & Khair, R. (2018). Rancang Bangun Monitoring Polusi Udara Berbasis Arduino. *Jurnal Teknovasi*, 05(01), 27–38. <http://ejurnal.plm.ac.id/index.php/Teknovasi/article/view/205/pdf>