

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 *Internet of Things (IoT)*

*Internet of Things (IoT)* adalah sebuah konsep/skenario dimana suatu objek yang memiliki kemampuan untuk mentransfer data melalui jaringan tanpa memerlukan interaksi manusia ke manusia atau manusia ke komputer. Konsep dasar IoT adalah adanya perangkat *node* berupa sistem cerdas tertanam (*embedded*) yang akan mensensor dan mengendalikan berbagai objek fisik di sekitar manusia tersebut. *Node* tersebut terkoneksi satu sama lain melalui jaringan internet sehingga dapat saling berinteraksi dan bekerjasama untuk mencapai tujuan bersama. Sejauh ini, IoT paling erat hubungannya dengan komunikasi *machine to machine* (M2M). Produk dibangun dengan kemampuan komunikasi M2M yang sering disebut dengan sistem cerdas atau "*smart*".

Istilah IoT (*Internet of Things*) mulai dikenal tahun 1999 yang saat itu disebutkan pertama kalinya dalam sebuah presentasi oleh Kevin Ashton, *cofounder and executive director of the Auto ID Center* di MIT. Penemuan ini disebut sebagai sebuah lompatan besar dalam *commercializing IoT* [5]. *Internet of things* menjadi sebuah bidang penelitian tersendiri semenjak berkembangnya teknologi internet dan media komunikasi lain semakin berkembang keperluan manusia tentang teknologi, maka semakin banyak penelitian yang akan hadir, *internet of things* salah satu hasil pemikiran para peneliti yang mengoptimasi beberapa alat seperti media sensor, *radio frequency identification* (RFID), *wireless sensor network* serta *smart object* lain yang memungkinkan manusia mudah berinteraksi dengan semua peralatan yang terhubung dengan jaringan internet [6].

*Internet of Things* merupakan perkembangan keilmuan yang sangat menjanjikan untuk mengoptimalkan kehidupan berdasarkan sensor cerdas dan peralatan pintar yang bekerjasama melalui jaringan internet [7]. *Internet of Things* adalah revolusi teknologi yang mewakili masa depan komputasi dan komunikasi. *Internet of Things* adalah paradigma di mana objek dapat melakukan

pengidentifikasian, penginderaan dan kemampuan pemrosesan yang akan memungkinkan mereka untuk berkomunikasi satu sama lain dengan perangkat maupun layanan lain melalui internet untuk mencapai beberapa tujuan [8].

Secara umum, IoT mengacu pada interkoneksi jaringan benda sehari-hari, yang dilengkapi dengan kecerdasan di mana-mana. IoT akan meningkatkan keberadaan internet dengan mengintegrasikan setiap objek untuk berinteraksi melalui sistem tertanam. Berkat kemajuan dalam teknologi yang mendasari, IoT membuka peluang luar biasa untuk sejumlah besar aplikasi baru yang menjanjikan untuk meningkatkan kualitas hidup kita. Dalam beberapa tahun terakhir, IoT telah mendapatkan banyak perhatian dari para peneliti dan praktisi dari seluruh dunia [9].

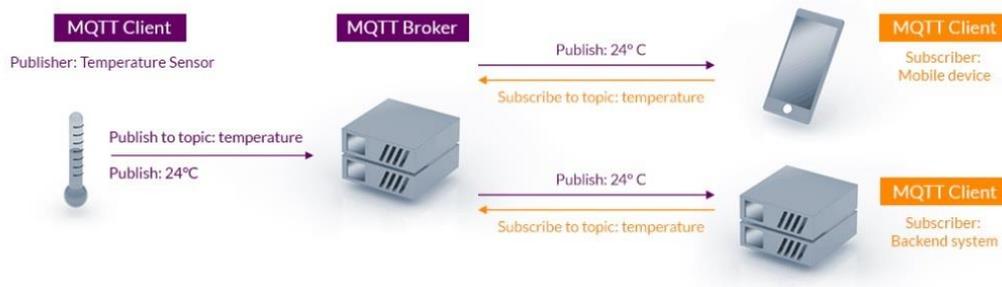
IoT adalah jaringan perangkat yang berkomunikasi sendiri menggunakan konektivitas IP tanpa campur tangan manusia. Ekosistem *Internet of Things* (IoT) terdiri atas objek pintar, perangkat cerdas, Smartphone & tablet dll. IoT menggunakan *Radio-frequency identification* (RFID), *Quick Response* (QR) *codes*, sensor atau teknologi nirkabel yang memungkinkan terjadinya komunikasi antar perangkat [10].

## 2.2 *Message Queuing Telemetry Transport* (MQTT)

*Message Queuing Telemetry Transport* (MQTT) adalah protokol perpesanan standar OASIS untuk Internet of Things (IoT). MQTT menggunakan prinsip *publish/subscribe*, yang menghasilkan info tertentu dan menerbitkan info tersebut disebut publisher dan sangat sederhana dengan protokol pesan yang ringan (*lightweight*) [6]. Dirancang untuk memberikan *latency* rendah, pengiriman pesan yang terjamin dan distribusi yang efisien ke satu atau banyak penerima. MQTT adalah protokol konektivitas *machine to machine* (M2M) atau *Internet of Things* (IoT) sangat ideal untuk perangkat yang terhubung dan aplikasi *mobile*. Protokol ini berfokus pada meminimalkan jumlah *bytes* pada sebuah jalur dan penggunaan daya yang rendah.

Pada penerapannya, *device* akan terhubung pada sebuah *broker* dan mempunyai *topic* tertentu. *Broker* pada MQTT berfungsi untuk *handle* data *publish* dan *subscribe* dari berbagai *device*, bisa diibaratkan sebagai *server* yang

memiliki alamat IP khusus. Beberapa contoh dari *Broker* yang ada seperti Mosquitto, HiveMQ dan Mosca. Pada sistem kerja MQTT protokol ini, *topic* bersifat wajib. Pada setiap transaksi data antara *Publisher* dan *Subscriber* harus memiliki suatu *topic* tertentu.



**Gambar 2.1.** Arsitektur MQTT *Publish/Subscriber* [6]

Pada gambar di atas, terdapat tiga bagian penting yaitu *Publisher*, *Broker* dan *Subscriber*. Setiap bagian memiliki tugas masing-masing sebagai berikut:

1. Blok *Publisher*

Pada blok *Publisher*, terdapat beberapa sensor, seperti contoh terdapat sensor A, B dan C. Setiap sensor akan terhubung ke suatu *gateway* seperti *Ethernet shield*, ESP8266, SIM800L atau *device* sejenisnya yang dapat menghubungkan kita ke MQTT *Broker*. Antara *gateway* dan sensor pasti terdapat *controller*, *controller* yang dapat digunakan seperti Arduino, Raspberry Pi atau sejenisnya. Tugas dari Blok *Publisher* yaitu mengirim data yang diambil dari sensor A, B dan C ke suatu MQTT *Broker* dengan *Topic* data1.

2. MQTT *Broker*

MQTT *Broker* memiliki suatu alamat yang dapat diakses oleh *Publisher* dan *Subscriber*. Tugas dari MQTT *Broker* yaitu sebagai penghubung transaksi data antara *publisher* dan *subscriber*. MQTT *Broker* juga mengenali suatu data lewat sebuah pengelompokan atau biasa disebut *topic*. Ketika *Publisher* mengirim data sensor A, B, C dengan *topic* data1, dan suatu saat terdapat *Subscriber* yang melakukan *subscribe* dengan *topic* yang sama data1, maka bisa dipastikan *Subscriber* akan menerima data sensor A, B dan C dari *Publisher*.

### 3. Blok *Subscriber*

Blok *Subscriber* bertugas untuk melakukan *subscribe* data pada *topic* data1. Setelah mendapatkan data yang berupa nilai sensor A, B dan C dari *publisher*, kita dapat mengolah data-data tersebut untuk dimasukkan ke dalam *database*, dianalisis atau dapat kita proses menjadi sebuah sistem *monitoring* yang terstruktur.

**Tabel 2.1** Sinyal Kontrol MQTT [11]

<i>Mnemonic</i>	<i>Decription</i>
<i>CONNECT</i>	<i>Client request to connect to server</i>
<i>CONNACK</i>	<i>Connect Acknowledgement</i>
<i>PUBLISH</i>	<i>Publish Message</i>
<i>PUBRACK</i>	<i>Publish Acknowledgement</i>
<i>PUBRES</i>	<i>Publish Received-assured delivery part 1</i>
<i>PUBREL</i>	<i>Publish Received-assured delivery part 2</i>
<i>PUBCOMP</i>	<i>Publish Complete-assured delivery part 3</i>
<i>SUBSCRIBE</i>	<i>Client subscribe request</i>
<i>SUBACK</i>	<i>Subscribe Acknowledgement</i>
<i>UNSUBSCRIBE</i>	<i>Client Unsubscribe request</i>
<i>UNSUBACK</i>	<i>Unsubscribe Acknowledgement</i>
<i>PINGREQ</i>	<i>PING Request</i>
<i>PINGRESP</i>	<i>PING Response</i>
<i>DISCONNECT</i>	<i>Client is Disconnecting</i>

#### 2.2.1 *Mosquitto Broker*

*Mosquitto broker* adalah salah satu *open source broker* pesan yang mengimplementasikan protokol MQTT versi 3.1 dan 3.1.1, *mosquitto broker* juga mendukung implementasi *server lightweight* dari MQTT maupun MQTT-SN, *mosquitto broker* ditulis dalam bahasa program C dengan alasan agar dapat tetap bekerja pada mesin yang tidak mendukung JVM [12].

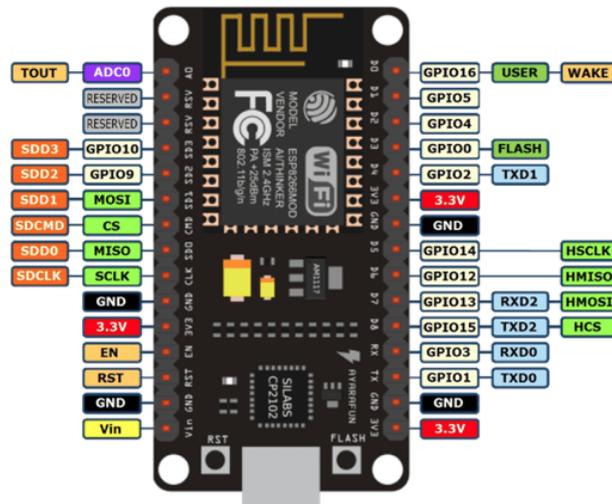
### 2.3 NodeMCU ESP8266

NodeMCU ESP8266 merupakan sebuah mikrokontroler pengembangan kit berbasis ESP8266 yang sudah berisikan GPIO, PWM (*Pulse Width Modulation*), IIC, 1 Wire dan ADC (*Analog to Digital Converter*) semua dalam satu *board*. Dengan menggunakan NodeMCU ESP8266 membantu pembuat dalam membuat *prototype* produk IoT.



**Gambar 2.2** NodeMCU ESP8266

NodeMCU dapat dianalogikan sebagai *board* arduino-nya ESP8266. Program ESP8266 sedikit merepotkan karena diperlukan beberapa teknik *wiring* serta tambahan modul *USB to serial* untuk mengunduh program. Namun NodeMCU telah *me-package* ESP8266 ke dalam sebuah *board* yang kompak dengan berbagai fitur layaknya mikrokontroler + kapabilitas akses terhadap WiFi juga *chip* komunikasi *USB to serial* sehingga kita bisa melakukan *programming* langsung ke ESP8266 tanpa membutuhkan mikrokontroler tambahan. Kelebihan lainnya ESP8266 ini dapat menjalankan peran sebagai *ad hoc* akses poin maupun klien sekaligus.



**Gambar 2.3** Skema Pin NodeMCU ESP8266

Gambar di atas merupakan kaki pin yang ada pada NodeMCU ESP8266. Berikut keterangan dari pin-pin tersebut.

**Tabel 2.2** Keterangan Pin-Pin pada NodeMCU ESP8266

Spesifikasi	Keterangan
ADC	Analog Digital Converter. Rentang tegangan masukan 0-1v, dengan skup nilai digital 0-1024
MOSI	Main output slave input
CS	Chip selection
MISO	Main output slave input
SCLK	Clock
RST	Berfungsi mereset modul
EN	Chip enable, Active High
Vin	Catu daya 5V
GND	Ground
RXD	UART0_RXD; GPIO3
TXD	UART0_TXD; GPIO1
GPIO	General-purpose input/output merupakan pin generic pada suatu chip yang karakternya pada pin input

	ataupun output dapat dikontrol dan deprogram oleh pengguna. Adanya pin GPIO dapat menghemat dan mempermudah saat mengatur sirkuit tambahan
--	--

Alasan dipilihnya NodeMCU ESP8266 karena mudah deprogram dan memiliki pin I/O yang memadai dan dapat mengakses jaringan Internet untuk mengirim atau mengambil data melalui koneksi WiFi.

#### 2.4 Sensor MQ-2

MQ-2 adalah sensor untuk mendeteksi kadar gas hidrokarbon seperti isobutana ( $C_4H_{10}$  / *isobutane*), propana ( $C_3H_8$  / *propane*), metana ( $CH_4$  / *methane*), etanol (*ethanol alcohol*,  $CH_3CH_2OH$ ), hidrogen ( $H_2$  / *hydrogen*), asap (*smoke*), dan LPG (*liquid petroleum gas*).

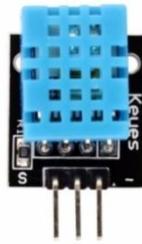
Gas sensor ini dapat digunakan untuk mendeteksi kebocoran gas dan asap rokok. Dengan menggunakan MQ-2 Hidrokarbon Gas Sensor ini, kita dapat mendeteksi kadar gas hidrokarbon dalam udara dengan menyambungkan sensor ini ke mikrokontroler/*development board* semacam Arduino.



**Gambar 2.4** Sensor Gas MQ-2 [14]

#### 2.5 Sensor DHT-11

DHT-11 adalah sensor temperatur dan kelembaban dimana keluaran dari sensor ini berupa sinyal digital. Resolusi dari DHT-11 untuk temperatur adalah 8 bit, akurasi minimum  $\pm 10C$  dan akurasi maksimum  $\pm 20C$  dengan rentang pengukuran suhu dari  $0^{\circ}C$  sampai dengan  $50^{\circ}C$ .



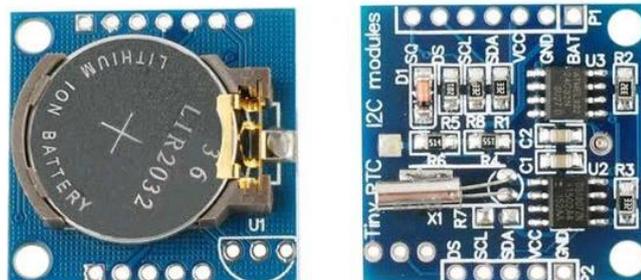
**Gambar 2.5** Sensor DHT-11 [14]

Keterangan:

1. Pin 1 = Pin *Power* 3,3V - 5V
2. Pin 2 = Pin *Output Serial Data*
3. Pin 3 = Tidak digunakan
4. Pin 4 = *Ground*

## 2.6 Sensor RTC DS1307

*Real Time Clock* merupakan suatu *chip* (IC) yang memiliki fungsi sebagai penyimpan waktu dan tanggal. RTC DS1307 merupakan *Real Time Clock* (RTC) yang dapat menyimpan data-data detik, menit, jam, tanggal, bulan, hari dalam seminggu, dan tahun valid hingga 2100. 56-byte, *battery-backed*, RAM nonvolatile (NV) RAM untuk penyimpanan. RTC DS1307 merupakan *Real Time Clock* (RTC) dengan jalur data *parallel* yang memiliki antarmuka serial *Two wire* (I2C), Sinyal luaran gelombang kotak terprogram (*Programmable squarewave*), Deteksi otomatis kegagalan daya (*power fail*) dan rangkaian *switch*, konsumsi daya kurang dari 500 nA menggunakan mode baterai cadangan dengan operasional osilator. Tersedia fitur industri dengan ketahanan suhu:  $-40^{\circ}\text{C}$  hingga  $+85^{\circ}\text{C}$ . Tersedia dalam kemasan 8-pin DIP atau SOIC.



**Gambar 2.6** Modul Sensor RTC DS1307 [15]

## 2.7 Ultrasonik *Mist Maker*

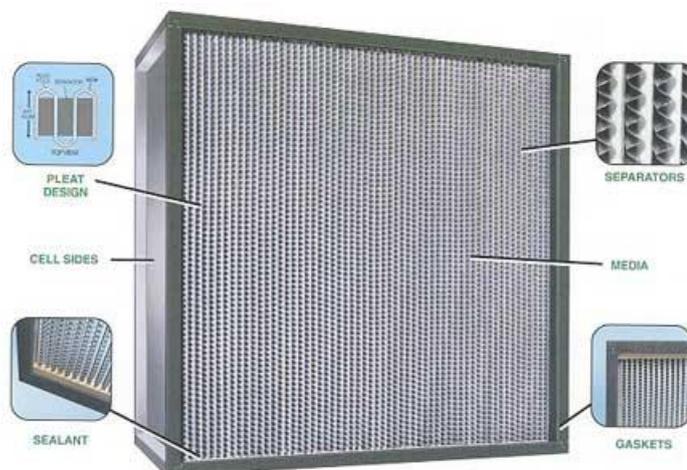
Ultrasonik *mist maker* merupakan modul yang berfungsi untuk menghasilkan uap air atau kabut. *Mist Maker* memanfaatkan osilasi listrik pada frekuensi ultrasonik. keramik perubahan osilasi listrik menjadi osilasi mekanik, yang menciptakan kabut dan semprotan air. *Mist maker* akan dimatikan secara otomatis jika air terlalu rendah.



**Gambar 2.7** Ultrasonik Mist Maker [16]

## 2.8 HEPA Filter

HEPA adalah kependekan dari “*High Efficiency Particulate Air*” atau “*High Efficiency Particulate Arrestance*”. HEPA merupakan filter yang dibuat, diuji dan disertifikasi sehingga sesuai dengan standar *Institute of Environmental Sciences and Technology* (IEST). Kinerja dan sertifikasi dipublikasikan ke dalam IEST RP-CC001.3.



**Gambar 2.8** HEPA Filter [3]

**Tabel 2.3** Perbandingan dan Efisiensi Filter [3]

ASHRAE 52.2	Eurovent 4/5 ASHRAE 52.1 BS6540 Part 1	Eurovent 4/5 ASHRAE 52.1 BS6540 Part 1	EN 779 & EN 1822	
Merv Rating	Average Arrestance Ao (%)	Average Dust Spot Efficiency Eo (%)	MPPS Integral Overall Efficiency (%)	EN Rating
			99,999995	U17
			99,99995	U16
			99,9995	U15
Merv 18			99,995	H14
Merv 17			99,95	H13
			99,5	E12
Merv 16		>95	95	E11
Merv 15		95	85	E10
Merv 14		90		F9
				F8
Merv 13	>95	85		F7
	>95	80		
Merv 12	>95	75		
	>95	70		F6
Merv 11	>95	65		
	>95	60		
Merv 10	>95	55		
Merv 9	>95	50		F5
Merv 8	>95	45		
	>95	40		
Merv 7	>90	35		G4
	>90	30		
Merv 6	90	25		
Merv 5	85	20		G3
	80	<20		
Merv 4	75			
Merv 3	70			G2
Merv 2	65			
Merv 1	<65			G1

↑  
 EN 1822  
 ↓  
 EN 779  
 ↓

HEPA ini berfungsi menyaring udara dari lingkungan agar bersih. Dalam sistem HVAC, udara sebelumnya disaring melalui pre-filter kemudian melewati medium filter kemudian baru disaring melalui HEPA filter. Penyaringan udara dilakukan secara bertahap agar efektif, bila langsung disaring HEPA maka HEPA

akan cepat ngeblok dan rusak. Dalam sistem HVAC, HEPA berfungsi menyaring udara sehingga udara yang disalurkan ke ruangan akan bersih. Kadar kebersihannya tergantung kelas kebersihan ruangan yang digunakan. Apakah kelas A, B, C, D atau E. Masing-masing kelas mempunyai tingkat kebersihan yang dinyatakan dalam jumlah partikel  $\geq 0,5 \mu\text{m}$  dan  $5 \mu\text{m}$ . Jumlah partikel yang berbeda ini akan menjadi panduan untuk memilih tipe HEPA yang sesuai. Filter HEPA terbuat dari fiber silikat berukuran 0,5 sampai 2,0 mikron. Filter HEPA dapat menyaring sampai dengan 99,97% kontaminan dengan ukuran 0,2 mikron.

## 2.9 *Ultraviolet Germicidal Irradiation (UVGI)*

*Ultraviolet Germicidal Irradiation (UVGI)* adalah metode desinfeksi yang menggunakan sinar ultraviolet panjang gelombang pendek (UV-C) untuk menonaktifkan atau membunuh mikroorganisme dan patogen. Pada dasarnya, UVGI adalah penggunaan sinar UV dengan panjang gelombang yang cukup pendek untuk mendisinfeksi permukaan, udara, dan air. UVGI telah direkomendasikan atau digunakan untuk isolasi penyakit dan sistem pertahanan biologis untuk bangunan oleh Angkatan Darat Amerika Serikat, CDC, dan Federal Emergency Management Agency (FEMA). Efektivitas sinar UV kuman tergantung pada lamanya waktu mikroorganisme terkena UV, serta intensitas dan panjang gelombang radiasi UV. Istilah-istilah dalam UVGI:

### 1. *Sterilization*

Menurut CDC, sterilisasi menggambarkan proses yang menghancurkan atau menghilangkan semua bentuk kehidupan mikroba dan dilakukan dengan metode fisik atau kimia.

### 2. *Disinfection*

Menurut CDC, desinfeksi menggambarkan proses yang menghilangkan banyak atau semua mikroorganisme patogen pada benda mati.

### 3. *Decontamination*

Pada dasarnya dekontaminasi adalah hasil setelah proses sterilisasi atau desinfeksi. Dekontaminasi membuat objek atau area aman dengan menghilangkan, menetralkan, atau menghancurkan zat berbahaya.

Menurut CDC, desinfeksi dan sterilisasi sangat penting untuk memastikan

bahwa instrumen medis dan bedah tidak menularkan patogen infeksius kepada pasien. Karena sterilisasi semua item perawatan pasien tidak diperlukan, kebijakan perawatan kesehatan harus mengidentifikasi, terutama berdasarkan tujuan penggunaan item, apakah pembersihan, desinfeksi, atau sterilisasi diindikasikan.

UVGI hanyalah salah satu metode sterilisasi/dekontaminasi menggunakan pencahayaan, oleh sebab itu sering disebut sebagai pencahayaan desinfeksi UV yang mencakup lebih dari satu metode UVGI [].

### **2.9.1 Sinar Ultraviolet**

Sinar ultraviolet adalah radiasi gelombang elektromagnetik yang berasal dari matahari. Sinar ini tidak bisa dilihat oleh mata. Namun, beberapa hewan seperti lebah, burung, dan kupu-kupu bisa melihat sinar UV dengan jelas. Tidak semua sinar ultraviolet yang berasal dari matahari bisa mencapai permukaan bumi. Lapisan ozon berhasil mencegah sinar ultraviolet tertentu untuk mencapai bumi.

Radiasi sinar ultraviolet yang berasal dari matahari memiliki tiga jenis sinar radiasi yang dibagi berdasarkan panjang gelombang. Semakin pendek gelombangnya, semakin berbahaya. Jenis sinar UV terdiri dari:

1. Sinar UVA. Sinar UVA memiliki panjang gelombang 315-400 nm dan memiliki panjang gelombang yang paling panjang diantara sinar UV lainnya. 95% dari sinar ultraviolet yang mencapai bumi adalah sinar UVA. Sinar ini dianggap sebagai sinar ultraviolet yang paling kuat dan mampu menembus awan serta kaca dan bahkan tetap ada di saat cuaca mendung ataupun hujan. Sinar UV A juga dapat menyerap lebih dalam hingga ke lapisan dermis. Dermis adalah lapisan kulit kedua setelah epidermis dimana berfungsi sebagai pelindung dalam tubuh.
2. Sinar UVB. Sinar UVB memiliki panjang gelombang 280-315 nm. Sinar UVB dapat terserap oleh awan dan tidak dapat menembus kaca, namun jangkauan paparannya hanya dapat mencapai lapisan epidermis kulit. UVB dapat menyebabkan kulit memerah, perih dan terbakar.

3. Sinar UVC. Sinar UVC memiliki panjang gelombang yang paling pendek yaitu 180-280 nm dan merupakan sinar ultraviolet yang paling berbahaya bagi kulit. Namun sinar UVC tidak bisa menembus lapisan ozon, sehingga sinar ini tidak bisa mencapai permukaan bumi.

### 2.9.2 Lampu Ultraviolet

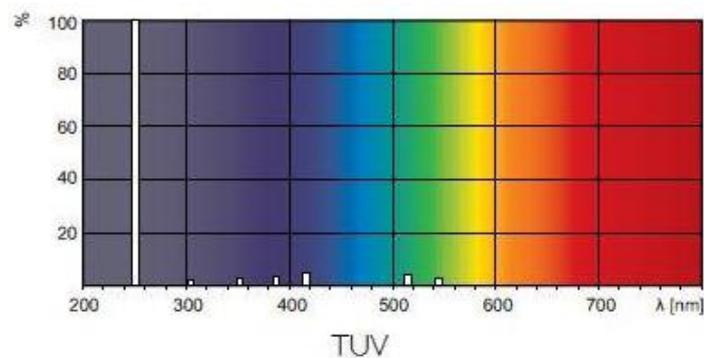
Pada penelitian ini digunakan lampu UV-C produksi PHILIPS (TUV 4W FAM) digambarkan pada Gambar 2.6. Hasil uji spektrum cahaya yang dihasilkan lampu TUV 8W FAM digambarkan pada Gambar 2.7.



**Gambar 2.9** Lampu UV-C produksi PHILIPS (TUV 4W FAM) [2]

**Tabel 2.4** Spesifikasi Lampu Ultraviolet [2]

No	Parameter	Keterangan
1	Tegangan <i>Input</i>	56 V DC
2	Arus Maksimum	0,15 A
3	Tipe Cahaya	Ultraviolet Tipe C
4	Intensitas Cahaya	100 lumen



**Gambar 2.10** Spektrum Sinar Ultraviolet [2]

## 2.10 Modul Relay

Relay adalah suatu alat elektromagnetik yang dioperasikan oleh perubahan kondisi suatu rangkaian listrik. Berguna untuk mengaktifkan peralatan lainnya dengan cara membuka atau menutup kontak dengan memberikan rangkaian relay tersebut logika 1 atau 0. Relay terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (*Coil*) dan Mekanikal (seperangkat kontak saklar/*switch*). Relay menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar dengan arus listrik yang kecil (*low power*) sehingga dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. Sebagai contoh, relay yang menggunakan elektromagnet 5V dan 50 mA mampu menggerakkan *armature relay* (yang berfungsi sebagai saklarnya) untuk menghantarkan listrik 220V 2A.



**Gambar 2.11** Modul Relay [14]

## 2.11 Kipas DC 12V

Kipas DC 12V digunakan untuk mengeluarkan suhu panas pada boks. Fungsi yang umum adalah untuk pendingin udara, penyegar udara, ventilasi (*exhaust fan*), pengering (umumnya memakai komponen penghasil panas). Kipas ini juga ditemukan di mesin penyedot debu dan berbagai ornamen untuk dekorasi ruangan. Ukuran kipas mulai dari kipas angin mini (Kipas angin listrik yang dipegang tangan menggunakan energi baterai), kipas angin digunakan juga di dalam Unit CPU komputer seperti kipas 22 angin untuk mendinginkan processor, kartu grafis, *power supply* dan *Cassing*. Kipas tersebut berfungsi untuk menjaga suhu udara agar tidak melewati batas suhu yang di tetapkan. Kipas angin juga dipasang pada alas atau tatakan laptop untuk menghantarkan udara dan membantu kipas laptop dalam mendinginkan suhu laptop tersebut. Kipas angin dapat dikontrol kecepatan hembusan dengan 3 cara yaitu menggunakan pemutar, tali

penarik serta remote control. Perputaran baling-baling kipas angin dibagi dua yaitu *centrifugal* (angin mengalir searah dengan poros kipas) dan *Axial* (angin mengalir secara paralel dengan poros kipas).



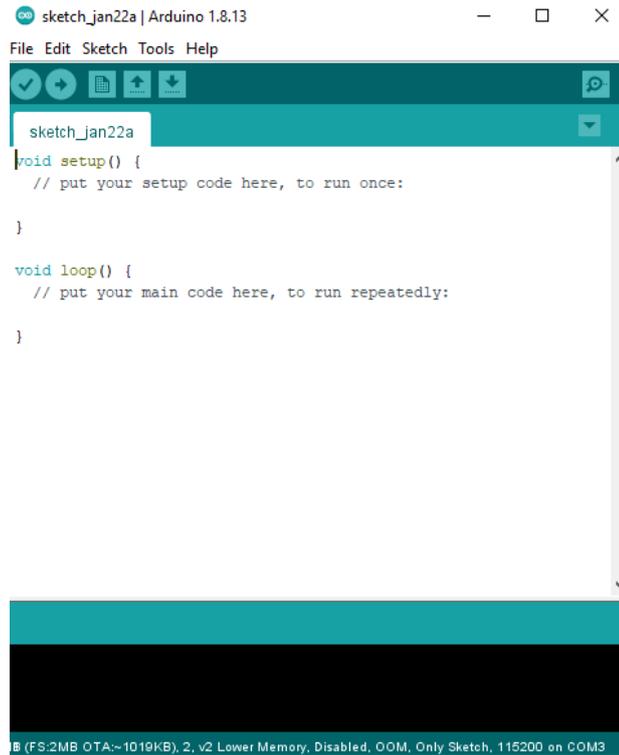
**Gambar 2.12** Kipas DC 12V [2]

**Tabel 2.5** Spesifikasi Kipas DC 12 V [2]

No	Parameter	Keterangan
1	Tegangan <i>Input</i>	12 V DC
2	Arus Maksimum	0,12 A
3	Jumlah <i>Blade</i>	7
4	Debit Udara	30 CFM

## 2.12 Arduino IDE

Untuk memprogram board Arduino, kita butuh aplikasi IDE (*Integrated Development Environment*) bawaan dari Arduino. Aplikasi ini berguna untuk membuat, membuka, dan mengedit *source code* Arduino (*sketches*, para *programmer* menyebut *source code* arduino dengan istilah "*sketches*"). *Sketch* merupakan *source code* yang berisi logika dan algoritma yang akan diupload ke dalam IC mikrokontroler (Arduino).



**Gambar 2.13** Tampilan Utama Arduino IDE [17]

Interface Arduino IDE tampak seperti gambar. Dari kiri ke kanan dan atas ke bawah, bagian-bagian IDE Arduino terdiri dari:

1. *Verify* : pada versi sebelumnya dikenal dengan istilah *Compile*. Sebelum aplikasi diupload ke board Arduino, biasakan untuk memverifikasi terlebih dahulu sketch yang dibuat. Jika ada kesalahan pada sketch, nanti akan muncul *error*. Proses *Verify / Compile* mengubah *sketch* ke *binary code* untuk di *upload* ke mikrokontroler.
2. *Upload* : tombol ini berfungsi untuk mengupload *sketch* ke *board* Arduino. Walaupun kita tidak mengklik tombol *verify*, maka *sketch* akan di-*compile*, kemudian langsung di *upload* ke *board*. Berbeda dengan tombol *verify* yang hanya berfungsi untuk memverifikasi *source code* saja.
3. *New Sketch* : Membuka *window* dan membuat *sketch* baru.
4. *Open Sketch* : Membuka *sketch* yang sudah pernah dibuat. *Sketch* yang dibuat dengan IDE Arduino akan disimpan dengan ekstensi file *.ino*.
5. *Save Sketch* : menyimpan *sketch*, tapi tidak disertai mengcompile.
6. *Serial Monitor* : Membuka *interface* untuk komunikasi serial.

7. Keterangan Aplikasi : pesan-pesan yang dilakukan aplikasi akan muncul di sini, misal "*Compiling*" dan "*Done Uploading*" ketika kita mengcompile dan mengupload *sketch* ke *board* Arduino.
8. Konsol : Pesan-pesan yang dikerjakan aplikasi dan pesan-pesan tentang *sketch* akan muncul pada bagian ini. Misal, ketika aplikasi mengcompile atau ketika ada kesalahan pada *sketch* yang kita buat, maka informasi *error* dan baris akan diinformasikan di bagian ini.
9. Baris *Sketch* : bagian ini akan menunjukkan posisi baris kursor yang sedang aktif pada *sketch*.
10. Informasi *Port* : bagian ini menginformasikan *port* yang dipakai oleh *board* Arduino.

### 2.13 Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU)

Saat ini Indeks standar kualitas udara yang dipergunakan secara resmi di Indonesia adalah Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU), hal ini sesuai dengan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. P.14/MENLHK/KUM.1/2020 Tentang Indeks Standar Pencemar Udara. Dalam keputusan tersebut yang dipergunakan sebagai bahan pertimbangan diantaranya: bahwa untuk memberikan kemudahan dari keseragaman informasi kualitas udara ambien kepada masyarakat di lokasi dan waktu tertentu serta sebagai bahan pertimbangan dalam melakukan upaya-upaya pengendalian pencemaran udara perlu disusun Indeks Standar Pencemar Udara. Indeks Standar Pencemar Udara adalah angka yang tidak mempunyai satuan yang menggambarkan kondisi mutu udara ambien di lokasi dan waktu tertentu yang didasarkan kepada dampak terhadap kesehatan manusia, nilai estetika dan makhluk hidup lainnya. Indeks Standar Pencemar Udara ditetapkan dengan cara mengubah kadar pencemar udara yang terukur menjadi suatu angka yang tidak berdimensi [19].

**Tabel 2.6** Rentang Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) [19]

<b>Kategori</b>	<b>Rentang</b>	<b>Penjelasan</b>
Baik	1-50	Tingkat kualitas udara yang sangat baik, tidak memberikan efek negatif terhadap manusia, hewan dan tumbuhan.
Sedang	51-100	Tingkat kualitas udara masih dapat diterima pada kesehatan manusia, hewan dan tumbuhan.
Tidak Sehat	101-200	Tingkat kualitas udara yang bersifat merugikan pada manusia, hewan dan tumbuhan.
Sangat Tidak sehat	201-300	Tingkat kualitas udara yang dapat meningkatkan resiko kesehatan pada sejumlah segmen populasi yang terpapar.
Berbahaya	$\geq 301$	Tingkat kualitas udara yang dapat merugikan kesehatan serius pada populasi dan perlu penanganan cepat.

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1077/MENKES/PR/V/2011 tentang Pedoman Penyehatan Udara dalam Ruang Rumah, menyatakan bahwa: kualitas udara yang buruk dalam ruang rumah dapat menimbulkan gangguan kesehatan, sehingga perlu upaya penanggulangan secara tepat dan berkesinambungan oleh semua pihak [20].

Pencemaran udara dalam ruang (*indoor air pollution*) terutama rumah sangat berbahaya bagi kesehatan manusia, karena pada umumnya orang lebih banyak menghabiskan waktu untuk melakukan kegiatan di dalam rumah sehingga rumah menjadi sangat penting sebagai lingkungan mikro yang berkaitan dengan risiko dari pencemaran udara. Dampak dari adanya pencemar udara dalam ruang rumah terhadap kesehatan dapat terjadi baik secara langsung maupun tidak langsung. Gangguan kesehatan secara langsung dapat terjadi antara lain, yaitu iritasi mata, iritasi hidung dan tenggorokan, serta sakit kepala, mual dan nyeri otot (*fatigue*), termasuk asma, hipersensitivitas pneumonia, flu dan penyakit–penyakit virus lainnya. Kualitas udara di dalam ruang rumah dipengaruhi oleh berbagai faktor antara lain, bahan bangunan (misal; asbes), struktur bangunan (misal; ventilasi), bahan pelapis untuk *furniture* serta *interior* (pada pelarut organiknya), kepadatan hunian, kualitas udara luar rumah (*ambient air quality*), radiasi dari Radon (Rd), formaldehid, debu, dan kelembaban yang berlebihan. Selain itu,

kualitas udara juga dipengaruhi oleh kegiatan dalam rumah seperti dalam hal penggunaan energi tidak ramah lingkungan, penggunaan sumber energi yang relatif murah seperti batubara dan biomasa (kayu, kotoran kering dari hewan ternak, residu pertanian), perilaku merokok dalam rumah, penggunaan pestisida, penggunaan bahan kimia pembersih, dan kosmetika. Bahan-bahan kimia tersebut dapat mengeluarkan polutan yang dapat bertahan dalam rumah untuk jangka waktu yang cukup lama. Pencemaran udara dalam ruang rumah, khususnya di daerah perdesaan pada negara-negara berkembang, antara lain dikarenakan penggunaan bahan bakar padat sebagai energi untuk memasak dengan tungku sederhana/kompor tradisional. Bahan bakar tersebut menghasilkan polutan dalam konsentrasi tinggi dikarenakan terjadi proses pembakaran yang tidak sempurna. Keadaan tersebut akan memperburuk kualitas udara dalam ruang rumah apabila kondisi rumah tidak memenuhi syarat fisik, seperti ventilasi yang kurang memadai, serta tidak adanya cerobong asap di dapur. Gangguan kesehatan akibat pencemaran udara dalam ruang rumah sebagian besar terjadi di perumahan yang cenderung menggunakan energi untuk memasak dengan energi biomasa [20].

Persyaratan kualitas udara dalam ruang rumah meliputi:

- a. Kualitas fisik, terdiri dari parameter: partikulat (Particulate Matter/PM<sub>2,5</sub> dan PM<sub>10</sub>), suhu udara, pencahayaan, kelembaban, serta pengaturan dan pertukaran udara (laju ventilasi);
- b. Kualitas kimia, terdiri dari parameter: Sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>), Nitrogen dioksida (NO<sub>2</sub>), Karbon monoksida (CO), Karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), Timbal (Plumbum=Pb), asap rokok (Environmental Tobacco Smoke/ETS), Asbes, Formaldehid (HCHO), Volatile Organic Compound (VOC); dan
- c. Kualitas biologi terdiri dari parameter: bakteri dan jamur.

**Tabel 2.7** Persyaratan Fisik [20]

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar yang dipersyaratkan
1	Suhu	°C	18-30
2	Pencahayaan	Lux	Minimal 60
3	Kelembaban	% Rh	40-60
4	Laju Ventilasi	m/dtk	0,15-0,25

5	PM <sub>2,5</sub>	µg/m <sup>3</sup>	35 dalam 24 jam
6	PM <sub>10</sub>	µg/m <sup>3</sup>	≤ 70 dalam 24 jam

**Tabel 2.8** Persyaratan Kimia [20]

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar yang dipersyaratkan	Keterangan
1	Sulfur dioksida (SO <sub>2</sub> )	ppm	0,1	24 jam
2	Nitrogen dioksida (NO <sub>2</sub> )	ppm	0,04	24 jam
3	Carbon monoksida (CO)	ppm	9,00	8 jam
4	Carbondioksida (CO <sub>2</sub> )	ppm	1000	8 jam
5	Timbal (Pb)	µg/m <sup>3</sup>	1,5	15 menit
6	Asbes	serat/ml	5	Panjang serat 5µ
7	Formaldehid (HCHO)	ppm	0,1	30 menit
8	Volatile Organic Compound (VOC)	ppm	3	8 jam
9	Environmental Tobacco Smoke (ETS)	µg/m <sup>3</sup>	35	24 jam

**Tabel 2.9** Persyaratan Kontaminan Biologi [20]

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimal
1	Jamur	CFU/m <sup>3</sup>	0 CFU/m <sup>3</sup>
2	Bakteri patogen	CFU/m <sup>3</sup>	0 CFU/m <sup>3</sup>
3	Angka kuman	CFU/m <sup>3</sup>	< 700 CFU/m <sup>3</sup>

Tabel 2.10 Perbandingan Penelitian Sebelumnya

No	Judul	Tahun	Penulis	Metode/Alat	Hasil
1	UVC <i>disinfection</i> <i>robot</i>	2020	Moez Guettari, Ines Gharbi, dan Samir Hamza	Covid-19, <i>Disinfection, Hospitals, UVC, Robot</i>	Dapat bekerja secara manual dan otomatis, dapat menonaktifkan virus corona dalam waktu singkat.
2	Aplikasi Sensor Polusi Udara	2019	Brave A. Sugiarso, Arie S. M. Lumenta, Benefit S. Narasiang, Arthur M. Rumagit	Arduino Uno, Bahasa C/C++, Karbon Dioksida, Karbon Monoksida, Sensor udara	Aplikasi ini dibuat dengan menggunakan MIT App Inventor 
3	Pengembangan Alat Desinfeksi Air Minum Dengan UVGI ( <i>Ultraviolet Germicidal Irradiation</i> ) Berbasis Arduino	2017	Harmawan Febrianto, Massus Subekti, Nur Hanifah Yuninda	Desinfeksi, Sinar Ultraviolet, Optimal, Mikroba	Dapat memberikan sinyal alarm kepada operator dan mengendalikan <i>solenoid valve</i> agar bisa menutup aliran air secara otomatis, serta dapat mereduksi bakteri yakni sebesar 94,57%.
4	Rancang Bangun Alat Monitoring Kadar Udara Bersih Dan Gas Berbahaya Co, Co2, Dan Ch4 Di Dalam Ruangan Berbasis Mikrokontroler	2017	Slamet Widodo, M.Miftakul Amin, Adi Sutrisman, Aldo Aziiz Putra	Sensor Gas MQ 135, mikrokontroler ATMEGA 8535, Gas CO, CO2, CH4	Ketika alat bekerja, LCD menampilkan seberapa besar kadar gas CO, CO2, dan CH4 didalam simulasi ruangan. Semakin tinggi kadar gas yang terdeteksi oleh sensor, maka semakin tinggi pula tegangan pada masing-masing sensor. Jika

					<p>kandungan udara bersih maka LED hijau akan menyala, buzzer dan blower dalam keadaan tidak aktif. Namun jika sensor mendeteksi ada kadar gas berbahaya melewati batas yang ditentukan, maka LED merah akan menyala, buzzer aktif, dan blowerpun akan aktif secara otomatis untuk membuang kadar gas berbahaya keluar dari simulasi ruangan.</p>
5	<p>Rancang Bangun Alat <i>Germicidal</i> Udara Menggunakan Sinar Ultraviolet</p>	2015	<p>Freditya Siswanto, Sumar Hadi Suryo</p>	<p><i>Germicidal, Microorganism, Sterile, Ultraviolet</i></p>	<p>Mampu mereduksi jumlah mikroorganisme dengan efektifitas mencapai 92.7% untuk bakteri dan 94.1% fungi pada volume ruangan 1 m<sup>3</sup> selama 45 menit. konsumsi daya alat sebesar 14.08 watt.</p>