

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Tinjauan Pustaka**

Pada sub bab ini membahas mengenai peninjauan penelitian yaitu Dinas Lingkungan Hidup & Kebersihan Kota Bandung.

##### **2.1.1. Profil Dinas Lingkungan Hidup & Kebersihan Kota Bandung**

Dinas Lingkungan Hidup Kota Bandung beralamat di Jl. Sadang Tengah No.4-6, Sekeloa, Kecamatan Coblong, Kota Bandung, Jawa Barat 40133. Dapat dilihat kantor DLHK pada gambar 2.1.



**Gambar 2.1 Kantor DLHK Kota Bandung**

##### **2.1.2. Visi Misi Dinas Lingkungan Hidup & Kebersihan Kota Bandung**

Visi dan misi dari Dinas Lingkungan Hidup & Kebersihan Kota Bandung adalah sebagai berikut:

Visi Dinas Lingkungan Hidup dan Kebersihan (DLHK) Kota Bandung Tahun 2018-2023, berdasarkan Permendagri no. 86 Tahun 2017 yaitu “Terwujudnya Kota Bandung Yang Unggul, Nyaman, Sejahtera, dan Agamis”.

Visi ini memiliki makna yang mana Kota Bandung yang Unggul, Nyaman, Sejahtera dan Agamis adalah “Layanan dasar yang unggul dalam hal birokrasi,

pembangunan manusia, infrastruktur dan layanan publik lainnya akan menghadirkan kenyamanan dalam melakukan aktivitas sosial ekonomi sehari-hari, serta kemudahan dalam berinvestasi dan berwirausaha yang pada gilirannya akan secara terus menerus meningkatkan kesejahteraan warga masyarakat yang menjadi tujuan akhir pembangunan. Sedangkan, agamis adalah perwujudan nilai-nilai luhur yang mencerminkan kepatuhan terhadap norma dan aturan sebagai pijakan dasar dalam bermasyarakat”.

Misi adalah rumusan umum mengenai upaya-upaya yang akan dilaksanakan untuk mewujudkan visi dengan memperhatikan faktor-faktor lingkungan strategis internal dan eksternal. Rumusan Misi yang ditetapkan di Kota Bandung pada tahun 2018-2023 adalah sebagai berikut:

1. Membangun Masyarakat yang humanis, agamis, berkualitas dan berdaya saing.
2. Mewujudkan Tata Kelola Pemerintahan yang Efektif, Efisien, Bersih dan Melayani
3. Membangun Perekonomian yang Mandiri, Kokoh, dan Berkeadilan
4. Mewujudkan Bandung nyaman melalui perencanaan tata ruang, pembangunan infrastruktur serta pengendalian pemanfaatan ruang yang berkualitas dan berwawasan lingkungan
5. Mengembangkan pembiayaan kota yang partisipatif, kolaboratif dan terintegrasi.

### **2.1.3. Tugas Pokok dan Fungsi Serta Struktur Organisasi DLHK Kota Bandung**

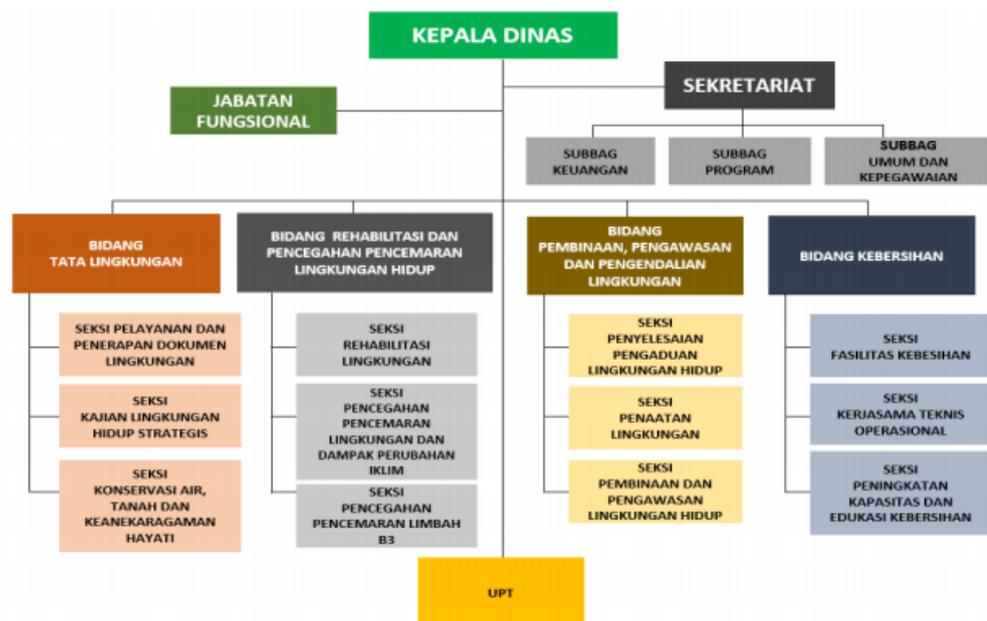
Menurut Peraturan Wali Kota Bandung Nomor 1390 Tahun 2016, Tugas Pokok. Dinas Lingkungan Hidup dan Kebersihan Kota Bandung adalah membantu Walikota yang merupakan unsur pelaksana Urusan Pemerintahan yang menjadi kewenangan daerah di bidang lingkungan hidup dan sub urusan persampahan, ntuk menyelenggarakan tugas pokok tersebut Dinas Lingkungan Hidup dan Kebersihan (DLHK) Kota Bandung mempunyai fungsi[3]. Berikut fungsi dan tugas pokok Dinas Lingkungan Hidup dan Kebersihan kota Bandung:

- a. Perumusan kebijakan lingkup Lingkungan Hidup dan Kebersihan;
- b. Pelaksanaan kebijakan lingkup Lingkungan Hidup dan Kebersihan;
- c. Pelaksanaan evaluasi dan pelaporan lingkup Lingkungan Hidup dan Kebersihan;
- d. Pelaksanaan administrasi Dinas lingkup Lingkungan Hidup dan Kebersihan; dan
- e. Pelaksanaan tugas lain yang diberikan oleh Walikota terkait dengan tugas dan fungsinya.

Susunan Organisasi Dinas ditetapkan sebagai berikut :

- a. Kepala Dinas;
- b. Sekretariat, yang membawahkan:
  1. Sub Bagian Umum dan Kepegawaian;
  2. Sub Bagian Keuangan;
  3. Sub Bagian Program, Data dan Informasi.
- c. Bidang Tata Lingkungan, yang membawahkan:
  1. Seksi Pelayanan dan Penerapan Dokumen Lingkungan;
  2. Seksi Konservasi Air, Tanah dan Hayati;
  3. Seksi Kajian Lingkungan Hidup Strategis.
- d. Bidang Rehabilitasi dan Pencegahan Pencemaran Lingkungan Hidup, yang membawahkan:
  1. Seksi Rehabilitasi Lingkungan Hidup;
  2. Seksi Pencegahan Pencemaran Lingkungan dan Dampak Perubahan Iklim;
  3. Seksi Pencegahan Pencemaran Limbah B3;
- e. Bidang Pembinaan, Pengawasan dan Pengendalian Lingkungan, yang membawahkan:
  1. Seksi Penyelesaian Pengaduan Lingkungan Hidup;
  2. Seksi Penataan Lingkungan;

3. Seksi Pembinaan dan Pengawasan Lingkungan Hidup.
- f. Bidang Kebersihan, yang membawahkan:
1. Seksi Fasilitasi Kebersihan;
  2. Seksi Kerjasama Teknis Operasional;
  3. Seksi Peningkatan Kapasitas dan Edukasi.



Gambar 2.2 Struktur Organisasi DLHK[3]

#### 2.1.4. Logo Dinas Lingkungan Hidup & Kebersihan (DLHK)

Logo Dinas Lingkungan Hidup & Kebersihan (DLHK) Kota Bandung dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Logo DLHK Kota Bandung[3]

### 2.1.5. Program dan Kegiatan Dinas Lingkungan Hidup & Kebersihan (DLHK)

Salah satu program kegiatan dari DLHK adalah peningkatan kualitas lingkungan dengan memonitoring kualitas udara untuk memantau pencemaran udara yaitu:

#### A. Pemantauan Kualitas Udara Ambien

Metode pengukuran kualitas udara ambien sekitar jalan (roadside) mengacu pada metode Annual Book of ASTM standard, volume 11.03, atmospheric analysis untuk pengukuran Udara Ambien dan Kep-48/MENLH/11/1996 Lampiran II untuk Kebisingan. Sedangkan Baku Mutu yang digunakan adalah Peraturan Pemerintah No. 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara.

Adapun parameter yang diukur adalah :

1	NO <sub>2</sub> (ug/Nm <sup>3</sup> )	dengan metode	SNI 19-7119.2-2005
2	SO <sub>2</sub> (ug/Nm <sup>3</sup> )	dengan metode	SNI 19-7119.7-2005
3	CO (ug/Nm <sup>3</sup> )	dengan metode	Direct Reading
4	O <sub>3</sub> (ug/Nm <sup>3</sup> )	dengan metode	SNI 19-7119.8-2005
5	Pb (ug/Nm <sup>3</sup> )	dengan metode	SNI 19-7119.4-2005
6	TSP (ug/Nm <sup>3</sup> )	dengan metode	SNI 19-7119.3-2005
7	Kebisingan (dBA)	dengan metode	Kep-48/MENLH/11/1996
8	H <sub>2</sub> S (ug/Nm <sup>3</sup> )	dengan metode	JIS K-0108-1995
9	NH <sub>3</sub> (ug/Nm <sup>3</sup> )	dengan metode	SNI 19-7119.1-2005
10	PM 10 (ug/Nm <sup>3</sup> )	dengan metode	SNI 19-7119.3-2005

Metode pengambilan sampel adalah sebagai berikut :

#### 1. Metode sampling gas

Metode penangkapan gas dengan menggunakan Impinger yang berisi larutan penangkap (absorber), dimana absorber akan melarutkan dan bereaksi dengan gas-gas yang disampling. Untuk sample Hidrokarbon dilakukan sampling dengan gas sampler (tedler bag) dengan teknik vakum untuk kemudian dibaca pada alat GC (Gas Kromatografi).

## 2. Metode sampling partikulat (TSP)

Metode penangkapan partikulat  $< 10 \mu\text{m}$  dengan menggunakan High Volume Sampler (HVS) dengan kertas saring yang berporositas  $0,45 \mu\text{m}$

Faktor yang mendukung pengambilan titik lokasi sampling adalah:

1. Faktor Meteorologi : arah angin dan kecepatan angin
2. Faktor Geografi : topografi dan tata guna lahan

Kegiatan yang mempengaruhi perubahan kualitas udara: tinggi cerobong dan luas sebaran bahan pencemar.

### **B. Pengukuran Kualitas Udara Ambien Dalam Ruang Parkir Tertutup (*Indoor Air Quality*)**

Metode pengukuran kualitas udara dalam ruangan mengacu kepada Annual Book of ASTM Standards, Volume 11.03, Atmospheric Analysis untuk udara ambien.

Metode pemantauan kualitas udara ambien dalam ruangan adalah sebagai berikut:

#### 1. Metode sampling gas

Gas yang ada di ruang tertutup ditangkap dengan menggunakan Impinger yang berisi larutan penangkap (absorber), dimana absorber tersebut akan ikut melarut dan ikut beraksi dengan gas-gas yang disampling. Untuk sampel hidrokarbon dilakukan sampling dengan gas sampler (tedler bag) dengan teknik vakum untuk kemudian dibaca pada alat gas kromatografi.

#### 2. Metode sampling partikulat (TSP)

Penangkapan partikulat yang memiliki ukuran  $< 10 \mu\text{m}$  dilakukan dengan menggunakan High Volume Sampler dengan kertas saring yang memiliki porositas  $0,45 \mu\text{m}$ .

Parameter yang diukur terdiri dari parameter pencemar udara, baik parameter fisika, parameter kimia, dan kebisingan. Parameter pencemar udara fisika yang diukur terdiri dari :

- a. Suhu
- b. Kelembaban
- c. Tekanan

- d. Getaran Mekanik
- e. Intensitas Cahaya
- f. Parameter pencemar udara kimia yang diukur terdiri dari :
  - g. Nitrogen dioksida (NO<sub>2</sub>)
  - h. Sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>)
  - i. Karbon monoksida (CO)
  - j. Debu (TSP)
  - k. Hidrogen sulfida (H<sub>2</sub>S)
  - l. Amonia (NH<sub>3</sub>)
  - m. PM<sub>10</sub>
  - n. Kebisingan.

Waktu pengukuran untuk parameter pencemar udara dilakukan selama 1 (satu) jam, kecuali untuk parameter PM<sub>10</sub> dilaksanakan selama 24 jam, sedangkan untuk kebisingan dilakukan setiap 5 detik selama 10 menit.

## **2.2.Landasan Teori**

Konsep teori mendefinisikan sistem yang lebih menekankan pada proses dan elemen-elemennya, sebagai urutan yang tepat dari tahapan instruksi yang harus dikerjakan. Berdasarkan pendekatan elemen, sistem sebagai bagian yang saling berkaitan yang beroperasi untuk mencapai sasaran.

### **2.2.1. Pencemaran Udara**

Udara ambien adalah udara bebas di permukaan bumi pada lapisan troposfer yang berada di wilayah yuridis Republik Indonesia yang dibutuhkan dan mempengaruhi kesehatan manusia, makhluk hidup dan unsur lingkungan hidup lainnya[13]. Udara sangat penting bagi makhluk hidup, tanpa udara suhu akan mengalami fluktuasi antara 110°C pada siang hari dan -185°C pada malam hari. Udara yang mengatur lingkungan dan sifat-sifat dunia. Disekitar bumi ada 5,8 milyar ton udara, yang makin jauh dari bumi maka kerapatan udara makin kecil. Tetapi udara tidak pernah bersih, dari benda-benda asing. Jika terlalu banyak partikel asing seperti debu di atmosfer, maka daur normal akan terganggu.

Pencemaran udara adalah jika udara di atmosfer dicampuri dengan zat atau radiasi yang berpengaruh jelek terhadap organisme hidup. Belerang dioksida merupakan salah satu pencemaran udara bagian gas jernih yang tak berwarna. Kadar ini sampai 18%, gas yang baunya menyengat dan sangat membahayakan manusia. Dalam daur belerang ini terdapat  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ , dan  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Asam dan garamnya merupakan aerosol, yakni suspensi cairan atau padatan dalam gas. Gas  $\text{H}_2\text{S}$  diproduksi oleh pembusukan bahan organik, letusan gunung berapi, dan sedikit akibat dari industry.

Karbon monoksida atau CO juga berpengaruh pada pencemaran udara yang dikarenakan kekurangan oksigen. CO dapat disebabkan karena pembakaran tidak sempurna bensin dalam mobil, pembakaran diperindustrian, pembangkit listrik, pemanas rumah, pembakaran dipertanian, dan sebagainya. Gas ini tidak berwarna atau berbau, tetapi amat berbahaya. Kadar 10 bpj CO dalam udara dapat menyebabkan manusia sakit.

Nitrogen oksida merupakan gas beracun yang menyebabkan pencemaran diudara. Sekitar 10% pencemaran udara terjadi setiap tahun adalah nitrogen oksida. Beberapa mikroorganisme mampu mengikat nitrogen bebas. Kemungkinan sumbernya adalah pembakaran yang dilakukan pada suhu tinggi[1].

### **2.2.2. 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 Nomor: KEP 45 / MENLH / 1997 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 kualitas 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[20]. Rentang Indeks Standar Pencemar Udara dapat dilihat pada tabel 2.1

**Tabel 2.1 Angka dan Kategori Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU)**

INDEKS	KATEGORI	PENJELASAN
1-50	Baik	Tingkat kualitas udara yang tidak memberikan efek bagi kesehatan manusia atau hewan dan tidak berpengaruh pada tumbuhan, bangunan atau nilai estetika.
51-100	Sedang	Tingkat kualitas udara yang tidak berpengaruh pada kesehatan manusia ataupun hewan tetapi berpengaruh pada tumbuhan yang sensitif, dan nilai estetika
101-199	Tidak Sehat	Tingkat kualitas udara yang bersifat merugikan pada manusia ataupun kelompok hewan yang sensitif atau bisa menimbulkan kerusakan pada tumbuhan ataupun nilai estetika
200-299	Sangat Tidak Sehat	Tingkat kualitas udara yang dapat merugikan kesehatan pada sejumlah segmen populasi yang terpapar
300-lebih	Berbahaya	Tingkat kualitas udara berbahaya yang secara umum dapat merugikan kesehatan yang serius

Data Indeks Standar Pencemar Udara diperoleh dari pengoperasian Stasiun Pemantauan Kualitas Udara Ambien Otomatis. Sedangkan Parameter Indeks Standar Pencemar Udara meliputi :

- a. Partikulat (PM10)
- b. Karbondioksida (CO)
- c. Sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>)

d. Nitrogen dioksida (NO<sub>2</sub>)

e. Ozon (O<sub>3</sub>)

Perhitungan dan pelaporan serta informasi Indeks Standar Pencemar Udara ditetapkan oleh Kepala Badan Pengendalian Dampak Lingkungan, yaitu Keputusan Kepala Badan Pengendalian Dampak Lingkungan No. 107 Tahun 1997 Tanggal 21 November 1997[20].

Keputusan Kepala Badan Pengendalian Dampak Lingkungan, memuat diantaranya adalah:

1. Parameter-parameter dasar untuk Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) dan periode waktu pengukuran, selengkapnya dapat dilihat pada tabel 2.2.

**Tabel 2.2 Parameter-Parameter Dasar Untuk Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU)**

Parameter	Metode Pengukuran
Partikulat (PM <sub>10</sub> )	Timbangan (periode pengukuran rata-rata)
Sulfur Dioksida (SO <sub>2</sub> )	Timbangan (periode pengukuran rata-rata)
Karbon Monoksida (CO)	Timbangan (periode pengukuran rata-rata)
Ozon (O <sub>3</sub> )	Timbangan (periode pengukuran rata-rata)
Nitrogen Dioksida (NO <sub>2</sub> )	Timbangan (periode pengukuran rata-rata)

Pengaruh Indeks Standar Pencemar Udara untuk setiap parameter pencemar, dapat dilihat pada tabel 2.3.

**Tabel 2.3 Pengaruh Indeks Standar Pencemar Udara**

Kategori	Rentang	Carbon Monoksida (CO)	Nitrogen (NO <sub>2</sub> )	Ozon (O <sub>3</sub> )	Sulfur Dioksida (SO <sub>2</sub> )	Partikulat
Baik	0-50	Tidak ada efek	Sedikit Berbau	Luka pada beberapa spesies tumbuhan akibat kombinasi dengan SO <sub>2</sub> (selama 4 jam)	Luka pada beberapa spesies tumbuhan akibat dengan O <sub>3</sub> (selama 4 jam)	Tidak ada efek
Sedang	51-100	Perubahan kimia darah tapi tidak terdeteksi	Berbau	Luka pada beberapa spesies tumbuhan	Luka pada beberapa spesies tumbuhan	Terjadi penurunan pada jarak pandang
Tidak Sehat	101-199	Peningkatan pada kardiovaskular pada perokok yang sakit jantung	Bau dan kehilangan warna, peningkatan reaktivitas pembuluh tenggorokan pada penderita asma	Penurunan kemampuan pada atlet yang berlatih keras	Bau, meningkatnya kerusakan tanaman	Jarak pandang turun dan terjadi pengotoran debu dimanamana
Sangat Tidak Sehat	200-299	Meningkatnya kardiovaskular pada orang buka perokok yang berpenyakit jantung, dan akan tampak beberapa kelemahan yang terlihat secara nyata	Meningkatnya sensitivitas pasien yang berpenyakit asma dan bronchitis	Olahraga ringan mengakibatkan pengaruh pernafasan pada pasien yang berpenyakit paru-paru kronis	Meningkatnya sensitivitas pada pasien berpenyakit asma dan bronchitis	Meningkatnya sensitivitas pada pasien berpenyakit asma dan bronchitis

Berbahaya	300 - lebih	Tingkat yang berbahaya bagi semua populasi yang terpapar
-----------	-------------	--

### 2.2.3. Analisis Sistem

Analisis dapat diartikan sebagai penguraian dari suatu sistem informasi yang utuh ke dalam bagian-bagian komponennya dengan maksud untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi permasalahan, kesempatan, hambatan yang terjadi dan kebutuhan yang diharapkan sehingga dapat diusulkan perbaikannya[34].

### 2.2.4. Konsep dan Perancangan Sistem

#### 2.2.4.1. *Object Oriented Programming*

Secara garis besar, bahasa pemrograman komputer adalah sebuah alat yang dipakai oleh para programmer komputer untuk menciptakan program aplikasi yang digunakan untuk berbagai macam keperluan. Pada tahap awal dikenal beberapa jenis bahasa pemrograman, bahasa ini berbasis teks dan berorientasi linear contohnya : Bahasa BASIC, Bahasa Clipper, Bahasa Pascal, Bahasa cobol. Pemrograman berorientasi objek atau object-oriented programming merupakan suatu pendekatan pemrograman yang menggunakan object dan class. Saat ini konsep OOP sudah semakin berkembang. Hampir semua programmer maupun pengembang aplikasi menerapkan konsep OOP. OOP bukanlah sekedar cara penulisan sintaks program yang berbeda, namun lebih dari itu, OOP merupakan cara pandang dalam menganalisa sistem dan permasalahan pemrograman. Dalam OOP, setiap bagian dari program adalah object. Sebuah object mewakili suatu bagian program yang akan diselesaikan[30].

#### 2.2.4.2. *Unified Modelling Language (UML)*

*Unified Modelling Language (UML)* adalah bahasa yang berdasarkan gambar untuk memvisualisasikan, menspesifikasikan, membangun dan pendokumentasian dari sebuah sistem pengembangan perangkat lunak berbasis Objek. *Unified Modelling Language (UML)* merupakan model-model tercipta yang berhubungan langsung dengan berbagai macam bahasa pemrogramana, sehingga memungkinkan melakukan pemetaan (*mapping*) langsung dari model-model yang dibuat *Unified Modelling Language (UML)* dengan bahasa-bahasa perograman berorientasiobyek. UML tersusun atas elemen grafis

yang membentuk 9 diagram[22]. Dalam penelitian sistem monitoring ini, melakukan perancangan 4 diagram yaitu *Use Case Diagram*, *Activity Diagram*, *Class Diagram* dan *Sequences Diagram*

#### A. *Use Case Diagram*

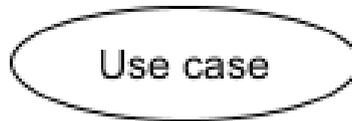
*Use case diagram* ini menunjukkan fungsionalitas suatu sistem atau kelas, yang mana sistem berinteraksi dengan dunia luar, misal mengelompokkan parameter setiap sensor dan titik letak lokasi setiap adanya inputan secara realtime dengan waktu yang telah ditentukan. *Use case diagram* dapat digunakan untuk memperoleh kebutuhan sistem dan memahami bagaimana sistem bekerja. Komponen yang terdapat pada *Use case diagram* terdiri dari:

1. *Actor* merupakan pengguna perangkat lunak aplikasi, berupa manusia, perangkat keras, atau sistem informasi yang lain. Dan actor digambarkan dengan stickman. Berikut ikon aktor pada gambar 2.4.



**Gambar 2.4 Ikon Aktor Pada UML**

*Use case* merupakan perilaku yang dikerjakan pengguna sistem aplikasi, termasuk interaksi antar *actor* dengan perangkat lunak aplikasi. Berikut ikon use case pada gambar 2.5.



**Gambar 2.5 Ikon Use Case UML**

## **B. Activity Diagram**

*Activity diagram* menggambarkan berbagai alir aktivitas pada sistem yang sedang dirancang. Adanya alir berawal, keputusan yang terjadi dan suatu aktivitas yang berakhir. Aktivitas yang dapat direalisasikan oleh satu *use case* atau lebih dan menggambarkan proses berjalan.

Komponen yang ada pada Activity Diagram antara lain :

1. *Start Poin* (Titik Mulai), merupakan lingkaran hitam kecil yang menandakan tindakan atau titik awal aktivitas untuk setiap diagram aktivitas[37]. Berikut ikon start point pada gambar 2.6.



**Gambar 2.6 Ikon Start Point[37]**

2. *Activity* (Aktivitas), menunjukan aktivitas yang dilakukan atau yang sedang terjadi dalam *activity diagram*[37]. Berikut ikon *activity* pada gambar 2.7.



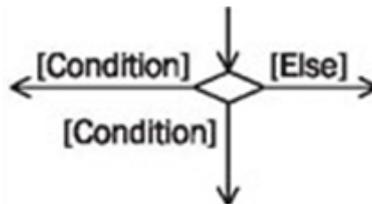
**Gambar 2.7 Ikon Activity[37]**

3. *Action Flow* (Arah), digunakan untuk transisi dari suatu tindakan ke tindakan yang lain atau menunjukkan aktivitas selanjutnya setelah aktivitas sebelumnya[37]. Berikut ikon *action flow* pada gambar 2.8.



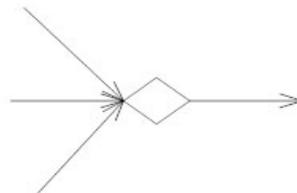
**Gambar 2.8 Ikon *Action Flow*[37]**

4. *Decision* (Keputusan), suatu titik atau point pada activity diagram yang mengindikasikan suatu kondisi dimana ada kemungkinan perbedaan transisi. Berikut ikon *decision* pada gambar 2.9.



**Gambar 2.9 Ikon *Decision*[37]**

5. *Merge Event* (Menggabungkan), berfungsi untuk menggabungkan flow yang dipecah oleh decision[37]. Berikut ikon *merge event* pada gambar 2.11



**Gambar 2.11 Ikon *Merge Event***

6. *Final State* (Titik Akhir), menunjukan bagian aktif dari aktivitas. Berikut ikon final state pada gambar 2.13.



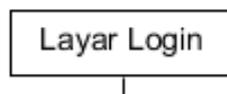
**Gambar 2.13 Ikon *Final State*[37]**

### C. *Sequences Diagram*

*Sequences* diagram dapat menggambarkan interaksi antar objek berupa pesan yang digambarkan terhadap waktu. *Sequences* diagram terdiri antar dimensi vertical (waktu) dan dimensi horizontal (objek-objek yang terkait). Pesan digambarkan sebagai garis berpanah dari satu objek ke objek lainnya. Pada tahap desain berikutnya, pesan akan dipetakan menjadi metoda dari *class*. Eksekusi proses dapat ditunjukkan pada *Activation bar*.

Berikut komponen – komponen yang ada pada sequence diagram :

1. *Object*, adalah komponen berbentuk kotak yang mewakili sebuah kelas atau objek. Digunakan untuk mendemonstrasikan bagaimana sebuah objek berperilaku pada sebuah system. Berikut ikon objek pada gambar 2.14.



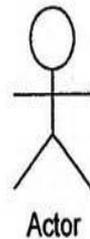
**Gambar 2.14 Ikon Objek**[37]

2. *Activation boxes*, adalah komponen yang berbentuk persegi Panjang yang menggambarkan waktu yang diperlukan sebuah objek untuk menyelesaikan tugas. Lebih lama waktu yang diperlukan, maka *activation boxes* akan lebih panjang. Berikut ikon *activation boxes* pada gambar 2.15.



**Gambar 2.15 Ikon *Activation boxes***[37]

3. *Actor*, komponen yang berbentuk *stick figure*. Komponen yang mewakili seorang pengguna yang berinteraksi dengan system. Berikut ikon aktor di sequences diagram pada gambar 2.16.



**Gambar 2.16 Ikon Actor/ Aktor**[37]

4. *Lifeline*, komponen yang berbentuk garis putus – putus. Lifeline biasanya memuat kotak yang berisi nama dari sebuah objek. Berfungsi menggambarkan aktifitas dari objek. Berikut ikon lifeline pada gambar 2.17.



**Gambar 2.17 Ikon Lifeline**[37]

#### **D. Class Diagram**

*Class diagram* merupakan visualisasi kelas-kelas dari suatu sistem dan juga merupakan tipe diagram yang digunakan. Diagram tersebut memperlihatkan hubungan antar kelas dan penjelasan detail tiap-tiap kelas didalam model desain dari suatu sistem. Kelas memiliki 3 area utama yaitu : nama, atribut, dan operasi. Nama berfungsi untuk member identitas pada sebuah kelas, atribut fungsinya adalah untuk menunjukkan karakteristik pada data yang dimiliki suatu objek di dalam kelas, sedangkan operasi fungsinya adalah memberikan sebuah fungsi ke sebuah objek.

### 2.2.4.3. *Internet Of Things (IOT)*

*Internet Of Things (IOT)* didefinisikan sebagai teknologi yang memungkinkan adanya pengendalian, komunikasi, dan kerja sama dengan berbagai perangkat keras melalui jaringan internet. *Internet Of Things (IOT)* muncul sebagai bentuk perubahan dan perkembangan teknologi informasi dan jaringan internet. Sehingga menjadikan perangkat elektronik mudah terhubung langsung ke internet dan internet mampu memenuhi kebutuhan akan pengalaman dan konektivitas.

Salah satu upaya untuk dapat terhubung dan dapat dikendalikan dari jarak jauh melalui internet adalah dengan menggunakan node sensor. IOT juga berkaitan dengan bagaimana proses untuk berbagi data, memvirtualisasikan segala hal nyata ke dalam bentuk internet, dan lain-lain. Ini berarti bahwa sebagaimana M2M, IOT juga turut dipengaruhi oleh teknologi lainnya. M2M (*Machine To Machine*) didefinisikan sebagai teknologi yang memperbolehkan jaringan komputer untuk berkomunikasi dengan perangkat keras (*Hardware*) [15].

Sistem Kerja M2M/IOT meliputi bahasa pemrograman tingkat rendah (bahasa mesin), sehingga memudahkan komunikasi antara perangkat lunak komputer (aplikasi) dengan perangkat keras (hardware) [15]. Beberapa bahasa tingkat tinggi juga mampu menerapkan IOT, contohnya sistem monitoring ini tidak hanya bisa dilihat di komputer tetapi juga bisa dilihat di seluler pintar. Bentuk komunikasi pada IOT adalah dengan melakukan koneksi secara kendali jarak jauh melalui jaringan komputer/internet. Maka wajib dijalankan secara online melalui internet, dengan adanya pengalaman *public/ IP address public*, serta lokasi pada layer *IP/Network*. Setiap data yang diterima oleh sistem dari lingkungan seperti sensor udara sebagai inputan, akan segera ditransfer secara online ke server IOT, untuk kemudian dilakukan pengolahan menjadi informasi. Proses ini dilakukan secara online dan realtime. Pada sistem IOT sangat berpengaruh pada rancang bangun sistem monitoring polusi udara dikarenakan IOT turut berpengaruh kinerja *Machine To Machine*, yang mana sensor akan bekerja jika adanya jaringan komunikasi yaitu internet. Berikut gambar icon IOT dapat dilihat pada gambar 2.18.



Gambar 2.18 Komponen IOT[2]

#### 2.2.4.4. Wireless Sensor Network (WSN)

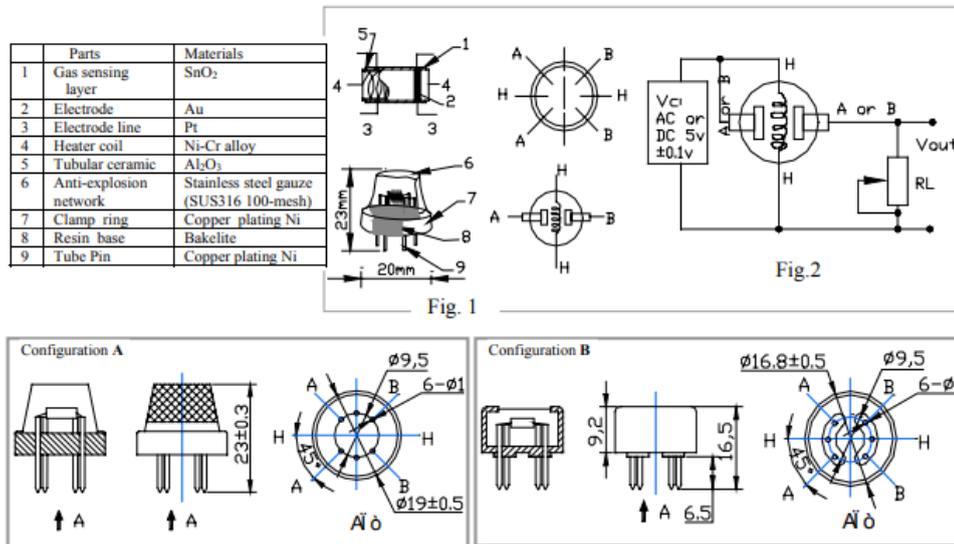
*Wireless Sensor Network* (WSN) adalah salah satu teknologi dibidang jaringan komputer dengan ketersediaan beberapa buah node sensor didalamnya. Diketahui memiliki 3 komponen didalamnya yang meliputi Sensor, Actuator, dan Transducer. Sensor di definisikan sebagai sebuah perangkat keras komputer (*Hardware*) maupun perangkat (*Device*) yang bertugas untuk melakukan respon terhadap hasil pemindaian yang mereka lakukan kepada lingkungan sekitar, dalam bentuk stimulasi panas, cahaya, tekanan, suara, gerakan dan lainnya. Sensor menjalankan fungsi inputan terhadap semua stimulus dilingkungan.

Actuator didefinisikan sebagai sebuah perangkat keras komputer (*Hardware*) yang bertugas untuk menampilkan keluaran (*Output*) dari inputan yang diterima oleh sensor, sekaligus untuk melakukan kontrol terhadap beberapa buah perangkat luar lainnya (*External Device*). Sedangkan Transducer berfungsi untuk membantu terjadinya konversi energi dari bentuk yang satu ke bentuk yang lainnya, sebagai akibat adanya kinerja yang dilakukan oleh sensor didalam pemindaian lingkungan dan actuator yang melakukan kontrol perangkat[9]. Konsep *Wireless Sensor Network* (WSN) berpengaruh terhadap rancang bangun sistem monitoring polusi udara deikarenakan salah satu sensor yang digunakan adalah ESP-32, yang mana adanya sistem kerja node sensor yang dapat memindai dan menghubungkan sensor analog lainnya ke perangkat (*Device*) yang merespon

yaitu *Raspberry Pi*.

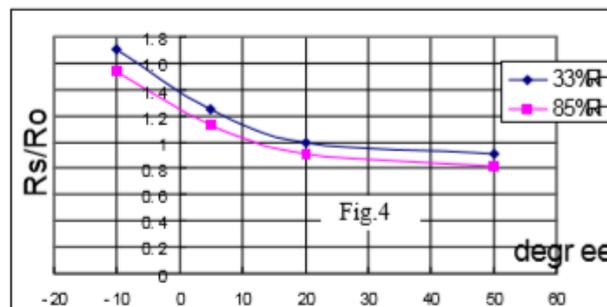
### 2.2.4.5. Sensor MQ 135

Sensor asap MQ-135 merupakan sensor gas yang mempunyai konduktivitas rendah jika berada di udara bersih. Konduktivitas sensor akan naik seiring dengan kenaikan konsentrasi gas. Berikut gambar konfigurasi MQ 135 dapat dilihat pada gambar 2.19.



**Gambar 2.19 Konfigurasi Mq 135 [7]**

Agar mengonversi terhadap kepekatan gas, sensor ini memerlukan suatu sirkuit listrik tambahan. Kelebihan dari sensor ini ialah memiliki kepekaan yang baik terhadap gas berbahaya (Amonia, Sulfida, Benzena) dalam berbagai konsentrasi, Masa aktif yang lama, dan membutuhkan biaya yang lebih rendah. Dengan memanfaatkan prinsip kerja dari sensor MQ-135 ini, kandungan gas-gas tersebut dapat diukur. Dengan sensitivitas pada sensor ini dapat digunakan untuk inputan pendeteksi emisi gas NO<sub>x</sub> pada sistem monitoring polusi udara. Berikut pengaruh dari suhu dan kelembapan sensor MQ 135. Berikut gambar pengaruh dari sensor MQ-135 dapat dilihat pada gambar 2.20.



**Gambar 2.20 Pengaruh dari suhu atau kelembapan sensor MQ 135**

Pada gambar diatas menunjukkan ketergantungan ciri MQ-135 pada suhu dan kelembaban yang mana  $R_o$ : resistansi sensor pada 100ppm,  $NH_3$  di udara pada 33% dan RH: 20 derajat yang mana  $R_s$ : resistansi sensor pada 100ppm  $NH_3$  pada suhu dan kelembaban yang berbeda.

#### 2.2.4.6. Sensor MQ 7

Sensor MQ-7 merupakan sensor yang memiliki kepekaan tinggi terhadap gas CO dan hasil kalibrasinya stabil serta tahan lama. Sensor MQ-7 tersusun oleh tabung keramik mikro  $Al_2O_3$ , lapisan sensitif timah dioksida ( $SnO_2$ ), elektroda pengukur dan pemanas sebagai lapisan kulit yang terbuat dari plastik dan permukaan jaring *stainless steel*[11]. Berikut gambar sensor MQ-7 dapat dilihat pada gambar 2.21.



**Gambar 2.21 Sensor Mq 7 [11]**

Sistem kerja pada sensitivitas dari sensor gas MQ-7 dengan lapisan  $SnO_2$ , pada konduktivitasnya lebih rendah di udara bersih. Itu membuat deteksi dengan siklus metode suhu tinggi dan rendah, dengan dapat mendeteksi CO ketika suhu rendah (dengan tegangan 1.5V). Konduktivitas sensor lebih tinggi seiring dengan meningkatnya konsentrasi gas. Ketika suhu tinggi (dengan tegangan 5.0V), itu dapat membersihkan gas-gas lain yang diserap

di bawah suhu rendah. Sensor gas MQ-7 juga memiliki sensitivitas tinggi terhadap Karbon Monoksida. Sensor dapat digunakan untuk mendeteksi berbagai gas yang mengandung CO. Ini dapat meneliti salah satu emisi gas udara untuk memonitoring polusi udara yang dapat mendeteksi kadar CO di udara.

Karakteristik sensor MQ 7 sebagai berikut:

1. Sensitivitas yang baik terhadap gas yang mudah terbakar dalam jangkauan luas
2. Sensitivitas tinggi terhadap gas alam
3. Bertahan lama dan biaya rendah
4. Sirkuit drive yang sederhana

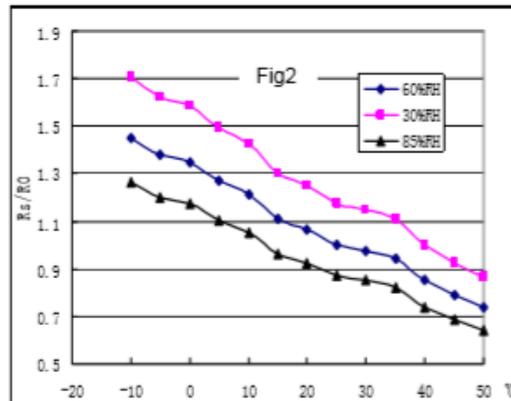
Pengaplikasian sensor MQ 7 dapat digunakan sebagai berikut :

1. Pendeteksi yang berhubungan kebocoran gas
2. Pendeteksi yang terkait mengandung CO
3. Detektor gas portabel

Berikut tabel adalah *technical data* pada sensor MQ 7 dapat dilihat pada tabel 2.4

**Tabel 2.4 Technical data pada sensor MQ 7**

Model No.		MQ-7	
Sensor Type		Semiconductor	
Standard Encapsulation		Plastic	
Detection Gas		Carbon Monoxide	
Concentration		10-10000ppm CO	
Circuit	Loop Voltage	$V_c$	$\leq 10V$ DC
	Heater Voltage	$V_H$	5.0V $\pm$ 0.2V ACorDC (High) 1.5V $\pm$ 0.1V ACorDC (Low)
	Heater Time	$T_L$	60 $\pm$ 1S (High) 90 $\pm$ 1S (Low)
	Load Resistance	$R_L$	Adjustable
Character	Heater Resistance	$R_H$	31 $\Omega$ $\pm$ 3 $\Omega$ (Room Tem.)
	Heater consumption	$P_H$	$\leq 350mW$
	Sensing Resistance	$R_s$	2K $\Omega$ -20K $\Omega$ (in 100ppm CO)
	Sensitivity	S	$R_s(\text{in air})/R_s(100\text{ppm CO}) \geq 5$
	Slope	$\alpha$	$\leq 0.6 (R_{100\text{ppm}}/R_{100\text{ppm CO}})$
Condition	Tem. Humidity	20 $^{\circ}$ C $\pm$ 2 $^{\circ}$ C; 65% $\pm$ 5%RH	
	Standard test circuit	$V_c$ : 5.0V $\pm$ 0.1V; $V_H$ (High) : 5.0V $\pm$ 0.1V; $V_H$ (Low) : 1.5V $\pm$ 0.1V	
	Preheat time	Over 48 hours	

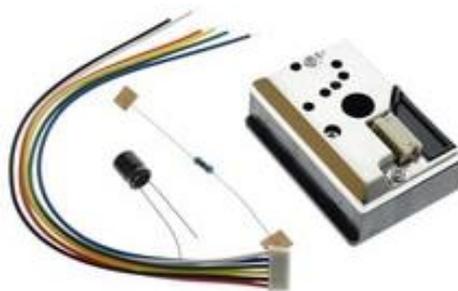


**Gambar 2.22 Pengaruh dari suhu atau kelembapan sensor MQ-7[11]**

Pada gambar diatas menunjukkan karakteristik suhu dan kelembaban. Dengan koordinat yang berarti rasio resistansi sensor tersebut ( $R_s / R_o$ ),  $R_s$  berarti resistansi sensor dalam 100ppm dengan CO suhu dan kelembapan yang berbeda.  $R_o$  berarti ketahanan sensor di lingkungan 100ppm dengan CO, 20 °C / 65% RH[11].

#### **2.2.4.7.Sensor Dush Sharp (GP2Y1010AUOF)**

*Sensor Dush Sharp* GP2Y1010AU0F berfungsi sebagai input pembaca konsentrasi partikel PM10 dan mengolahnya menjadi sinyal analog yang dapat diolah oleh MCU sebagai salah satu variabel pencemaran udara pada ruangan yang dipantau[27]. Sensor ini digunakan untuk inputan pendeteksi emisi gas PM10 untuk mendekteksi partikel padat PM (*particulate matter*) diudara. Berikut gambar sensor dush sharp dapat dilihat pada gambar 2.22.



**Gambar 2.24 Sensor GP2Y1010AUOF [10]**

#### **2.2.4.8.Node MCU ESP 32**

Node MCU ESP32 adalah solusi yang sangat terintegrasi untuk aplikasi *IoT Wi-Fi*

dan *bluetooth*, dengan sekitar 20 komponen eksternal. Node MCU ESP32 mengintegrasikan switch antena, RF balun, *power amplifier*, *low-noise amplifier*, *filter*, dan modul manajemen daya. Node MCU ESP32 menggunakan CMOS untuk radio dan baseband dengan satu chip, dan juga mengintegrasikan kalibrasi tingkat lanjut sirkuit yang memungkinkan solusi untuk menghapus ketidaksempurnaan sirkuit eksternal atau menyesuaikan dengan perubahan kondisi eksternal. Dengan demikian, produksi massal solusi ESP32 tidak memerlukan pengujian Wi-Fi khusus dan peralatan mahal[8]. Berikut gambar ESP-32 dapat dilihat pada gambar 2.24.

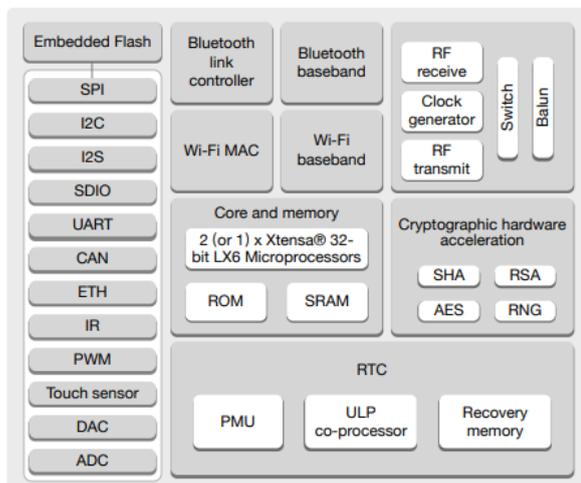


**Gambar 2.24 ESP 32[5]**

Adapun spesifikasi yang dimiliki ESP 32, dapat dilihat dari tabel 2.5 dan blok diagram dapat dilihat pada gambar 2.25.

**Tabel 2.5. Spesifikasi ESP 32**

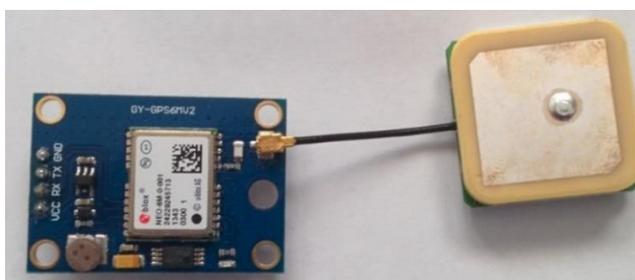
<b>Fitur Wi-Fi</b>	<b>Fitur BT</b>	<b>Antarmuka periferan lanjutan</b>
802.11 b/g/n dengan tipe HT40 802.11 n (2.4 GHz), up to 150 Mbps	Peningkatan Kontrol Daya Daya pancar +12 dBm	34 × <i>programmable GPIOs</i> 12-bit <i>SAR ADC up to 18 channels</i>
WMM (Wireless MultiMedia)	Penerima NZIF dengan sensitivitas BLE -97 dBm	2 × 8-bit DAC
TX/RX A-MPDU, RX A-MSDU Immediate Block ACK	Adaptive Frequency Hopping (AFH) Standar HCI berdasarkan SDIO / SPI / UART	10 × <i>touch sensors</i> 4 × SPI
Defragmentation	HCI UART kecepatan tinggi, hingga 4 Mbps	3 × UART
Pemantauan <i>beacon</i> otomatis (perangkat keras TSF)	Bluetooth 4.2 BR / EDR BLE pengontrol mode ganda	1 <i>host (SD/eMMC/SDIO)</i> dan 1 <i>slave (SDIO/SPI)</i>
4 × virtual Wi-Fi interfaces	Multi-koneksi dalam <i>Classic BT</i> dan <i>BLE</i>	<i>Hall sensor</i>



**Gambar 2.25 Blok Diagram ESP 32[5]**

#### 2.2.4.9.GPS

NEO-6 GPS adalah keluarga penerima GPS yang berdiri sendiri yang menampilkan u-blox 6 kinerja tinggi mesin penentuan posisi. Penerima fleksibel dan hemat biaya memiliki banyak pilihan konektivitas dalam miniature. Paket 16 x 12.2 x 2.4 mm. Arsitekturnya yang ringkas serta opsi daya dan memori membuat modul NEO-6 ideal untuk perangkat seluler yang dioperasikan dengan baterai dengan batasan biaya dan ruang yang sangat ketat. Engine pemosisian u-blox 6 50-kanal menawarkan *Time-To-First-Fix* (TTFF) dibawah 1 detik. Berikut bentuk fisik NEO-6 GPS pada gambar 2.26.



**Gambar 2.26 NEO-6 GPS [17]**

#### 2.2.4.10. *Raspberry Pi 3*

Raspberry Pi 3 adalah komputer mini yang dirancang dan diproduksi Inggris dengan tujuan awal untuk menyediakan perangkat komputasi yang murah untuk

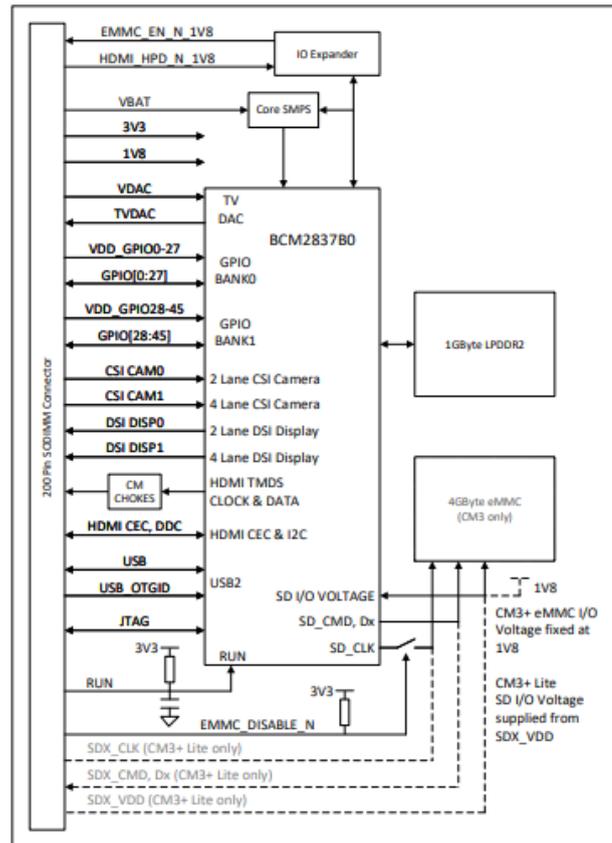
pendidikan. Raspberry ditemukan pertama kali di Universitas Of Cambridge pada tahun 2006 oleh ilmuwan Komputer Eben Upton, bersama dengan Rob Mullins, Jack Lang dan Alan Mycroft[31]. Komputer single board ini dikembangkan dengan tujuan untuk mengajarkan dasar-dasar ilmu komputer dan pemrograman untuk siswa sekolah di seluruh dunia. Meskipun mikrokontroler yang memiliki fisik seperti Arduino dimana lebih dikenal untuk proyek-proyek *prototyping*, tidak demikian dengan Raspberry Pi yang sangat berbeda dari mikrokontroler kebanyakan, dan sebenarnya, lebih seperti komputer daripada Arduino[27]. Berikut bentuk fisik Raspberry Pi 3 pada gambar 2.27, tabel 2.6 fitur Raspberry Pi 3 dan blok diagram Raspberry Pi 3 pada gambar 2.28.



**Gambar 2.27 Raspberry Pi 3 [12]**

**Tabel 2.6. Fitur Raspberry Pi 3**

Hardware	Software
Biaya rendah	Set Instruksi ARMv8
Daya rendah	Dapat memuat perangkat lunak Linux dengan baik
Ketersediaan tinggi	Ketersediaan fungsi GPU dapat dengan menggunakan API standar
Keandalan tinggi	Tersedia driver di-upstream



Gambar 2.28 Block Diagram Raspberry Pi 3[6]

### 2.2.5. Message Queue Telemetry Transport (MQTT)

*Message Queue Telemetry Transport* (MQTT) adalah sebuah protocol komunikasi data *machine to machine* (M2M) yang berada pada layer aplikasi, MQTT bersifat lightweight message artinya MQTT berkomunikasi dengan mengirimkan data pesan yang memiliki *header* berukuran kecil yaitu hanya sebesar 2 bytes untuk setiap jenis data, sehingga dapat bekerja di dalam lingkungan yang terbatas sumber dayanya seperti kecilnya *bandwidth* dan terbatasnya sumber daya listrik, selain itu protokol ini juga menjamin terkirimnya semua pesan walaupun koneksi terputus sementara, protokol MQTT menggunakan metode *publish/subscribe* untuk metode komunikasinya. *Publish/subscribe* sendiri adalah sebuah pola pertukaran pesan di dalam komunikasi jaringan dimana

pengirim data disebut *publisher* dan penerima data disebut dengan *subscriber*, metode *publish/subscribe* memiliki beberapa kelebihan salah satunya yaitu *loose coupling* atau *decouple* dimana berarti antara *publisher* dan *subscriber* tidak saling mengetahui keberadaannya, terdapat 3 buah *decoupling* yaitu *time decoupling*, *space decoupling* dan *synchronization decoupling*, *time decoupling* adalah sebuah kondisi dimana *publisher* dan *subscriber* tidak harus saling aktif pada waktu yang sama, *space decoupling* adalah dimana *publisher* dan *subscriber* aktif di waktu yang sama akan tetapi antara *publisher* dan *subscriber* tidak saling mengetahui keberadaan dan identitas satu sama lain, dan yang terakhir adalah *synchronization decoupling* kondisi dimana pengaturan *event* baik itu penerimaan atau pengiriman pesan di sebuah node hingga tidak saling mengganggu satu sama lain[14].

#### **2.2.6. Firebase**

*Firestore* adalah *Backend as a Service* (BaaS) yang saat ini dimiliki oleh Google. *Firestore* merupakan solusi yang ditawarkan oleh Google untuk mempermudah pengembangan aplikasi *mobile*. Dua fitur menarik dari *Firestore* adalah *Firestore Remote Config* dan *Firestore Real Time Database*. Selain itu juga terdapat fitur pendukung untuk aplikasi yang memerlukan *push notification* yaitu *Firestore Notification Console*.

*Firestore Database* merupakan penyimpanan basis data nonSQL yang memungkinkan untuk menyimpan beberapa tipe data. Tipe data itu antara lain *String*, *Long*, dan *Boolean*. Data pada *Firestore Database* disimpan sebagai objek JSON tree. Tidak seperti basis data SQL, tidak ada tabel dan baris pada basis data non-SQL. Ketika ada penambahan data, data tersebut akan menjadi node pada struktur JSON. Node merupakan simpul yang berisi data dan bisa memiliki cabang-cabang berupa node lainnya yang berisi data pula. Proses pengisian suatu data ke *Firestore Database* dikenal dengan istilah *push*. Selain *Firestore Database*, *Firestore* menyediakan beberapa layanan lainnya yang juga dimanfaatkan dalam pengembangan aplikasi ini. Layanan tersebut antara lain *Firestore Authentication*, *Realtime Database*, *Storage* dan *Cloud Messaging*[18]. Berikut logo *Firestore* pada gambar 2.29.



Gambar 2.29 Logo Firebase [33]

### 2.2.7. *Firebase Authentication*

Firebase menyediakan layanan *backend*, SDK yang mudah digunakan dan pustaka siap pakai untuk mengautentikasi pengguna ke aplikasi. Saat ini Firebase mendukung autentikasi menggunakan sandi, sosial media seperti Google, Facebook, Twitter dan lainnya. Ujicoba autentikasi yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan email dan kata sandi.

#### 1. Registrasi

Ketika pengguna pertama sekali mengakses aplikasi, maka akan ditampilkan formulir registrasi sederhana dengan meminta pengguna tersebut memasukkan email dan kata sandi. Secara otomatis setelah proses registrasi selesai, maka pengguna tersebut masuk ke aplikasi. Ini juga bisa digunakan pada sistem monitoring polusi udara sebagai fitur pendukung data sistem, yang mana sistem dapat membuat akun di *firebase* untuk sistem keamanan.

#### 2. *Login*

Pengguna yang telah berhasil melakukan registrasi, maka ia bisa login ke aplikasi menggunakan email dan kata sandi tersebut, dan menampilkan sistem monitoring polusi.

#### 3. *Logout*

Penggunaan logout atau keluar digunakan untuk sistem.

Ketiga fitur ini diperlukan dalam pembuatan akun petugas dalam pengelolaan sistem monitoring polusi udara agar keamanan sistem terjaga.

### **A. *Firestore Database***

*Firestore Database* merupakan *cloud database*. Data disimpan dalam format JSON dan disinkronkan secara realtime ke setiap klien yang terhubung. Ketika membangun aplikasi *hybrid* lintas *platform*, seperti Android dan iOS maka semua klien berbagi satu instance *Firestore Database* dan secara otomatis menerima pembaruan dengan data tertentu. *Firestore Database* adalah basis data NoSQL dan karena itu memiliki optimalisasi dan fungsionalitas yang berbeda dibandingkan dengan basis data relasional. Membuat database Firestore bisa melalui import file JSON ke konsol Firestore, atau dapat juga dibuat langsung melalui halaman konsol *Firestore Database* secara manual.

### **B. *Cloud Storage***

*Cloud Storage* digunakan untuk menyimpan data seperti gambar, audio dan video. Sebagian aplikasi pasti menggunakan file gambar, audio atau video. Adanya *Cloud Storage* sangat memudahkan proses unggahan dan unduhan untuk aplikasi. Beberapa kelebihan utama dari *Cloud Storage* adalah sebagai berikut:

#### 1. *Strong*

*Cloud Storage* dapat melakukan unggahan dan unduhan file di semua kualitas jaringan internet. Ia dapat berhenti atau melanjutkan, sehingga menghemat waktu dan bandwidth pengguna.

#### 2. *Secure*

Cloud Storage terintegrasi dengan Firestore Authentication untuk menyediakan autentikasi yang mudah dan intuitif untuk pengembang. Model keamanan dapat diatur berdasarkan nama file, ukuran, tipe konten dan metadata lainnya.

#### 3. *Scalable*

*Cloud Storage* didukung oleh Google Cloud Storage hingga skala petabyte. Ini sangat penting, ketika aplikasi yang dari prototipe kemudian berkembang viral dengan jutaan pengguna.

Proses unggahan ke *storage* dapat dilakukan melalui aplikasi pengguna menggunakan AngularJS. Ini lebih mudah diimplementasikan karena tidak perlu menggunakan pemrograman berbasis server seperti PHP atau ASP. Ketika file telah berhasil diunggah ke *storage*, maka akan mengembalikan link unduhan (download link) yang dapat disimpan ke *Firestore Database*.

### C. *Firestore Database*

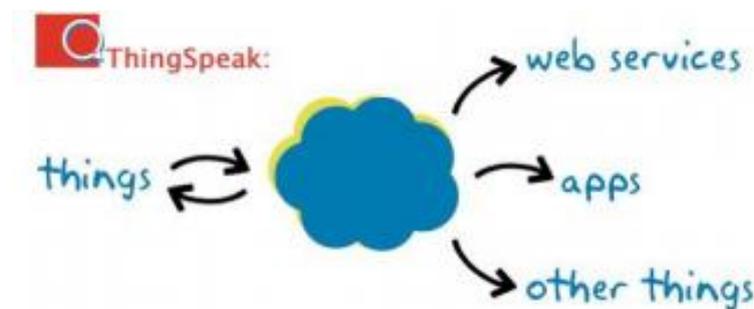
*Firestore Database* merupakan solusi perpesanan lintas platform yang memungkinkan aplikasi mengirimkan pesan dan pemberitahuan ke aplikasi pengguna dengan tanpa biaya (gratis). Ada *Firestore Database*, aplikasi bisa memberitahu aplikasi pengguna ketika ada email baru atau pemberitahuan dan notifikasi. Ini cukup bagus untuk meningkatkan retensi pengguna dan mendorong pengguna aplikasi agar kembali mengakses aplikasi. FCM juga menyediakan konsol notifikasi dengan alamat: <https://firebase.google.com/docs/notifications> yang dapat digunakan untuk mengirimkan pesan ke aplikasi pengguna[23]. Gambar di bawah ini menunjukkan arsitektur dari FCM. Berikut tampilan *Firestore Database* pada gambar 2.30.



**Gambar 2.30** *Firestore Database* [23]

### 2.2.8. THINGSPEAK

*ThingSpeak* adalah layanan internet yang menyediakan layanan untuk pengaplikasian *Internet of Things*. *Thingspeak* adalah *platform* layanan yang berisi aplikasi dan API yang bersifat *open source* untuk menyimpan dan mengambil data dari berbagai perangkat yang menggunakan HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*) melalui Internet atau melalui LAN (*Local Area Network*). *Thingspeak* memungkinkan untuk membuat aplikasi *logging sensor*, aplikasi pelacakan lokasi, dan jaringan sosial dari segala sesuatu yang terhubung ke internet dengan pembaruan status[32]. Berikut tampilan *Thingspeak* Sebagai *Cloud Server* pada gambar 2.31.



Gambar 2.31 Tampilan *Thingspeak* Sebagai *Cloud Server*

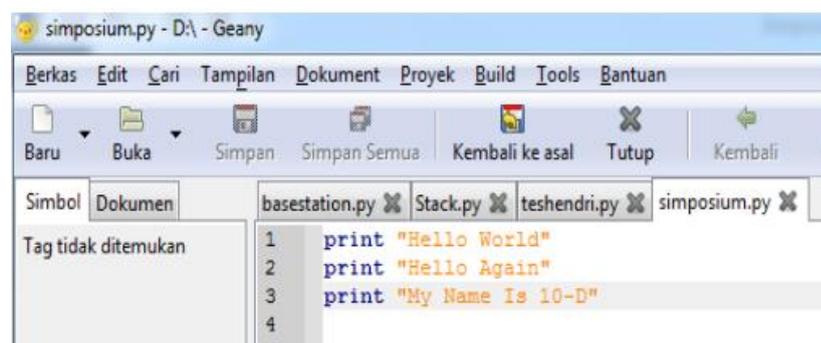
### 2.2.9. JSON

JSON (*JavaScript Object Notation*) adalah format pertukaran data yang ringan, mudah dibaca dan ditulis oleh manusia, serta mudah diterjemahkan dan dibuat (*generate*) oleh komputer. Format ini dibuat berdasarkan bagian dari Bahasa Pemrograman JavaScript, Standar ECMA-262 Edisi ke-3 - Desember 1999. JSON merupakan format teks yang tidak bergantung pada bahasa pemrograman apapun karena menggunakan gaya bahasa yang umum digunakan oleh programmer keluarga C termasuk C, C++, C#, Java, JavaScript, Perl, Python dll. Oleh karena sifat-sifat tersebut, menjadikan JSON ideal sebagai bahasa pertukaran data[13]. JSON terbuat dari dua struktur:

1. Kumpulan pasangan nama/nilai. Pada beberapa bahasa, hal ini dinyatakan sebagai objek (*object*), rekaman (*record*), struktur (*struct*), kamus (*dictionary*), tabel hash (*hash table*), daftar berkunci (*keyed list*), atau associative array.
2. Daftar nilai terurutkan (*an ordered list of values*). Pada kebanyakan bahasa, hal ini dinyatakan sebagai larik (*array*), vector (*vector*), daftar (*list*), atau urutan (*sequence*).

### 2.2.10. Python

*Python* merupakan bahasa pemrograman yang berorientasi obyek dinamis, dapat digunakan untuk bermacam macam pengembangan perangkat lunak. *Python* menyediakan dukungan yang kuat untuk integrasi dengan bahasa pemrograman lain dan alat-alat bantu lainnya. *Python* hadir dengan pustaka-pustaka standar yang dapat diperluas serta dapat dipelajari hanya dalam beberapa hari. Bahasa pemrograman yang interpretatif multiguna dengan filosofi perancangan yang berfokus pada tingkat keterbacaan kode. *Python* diklaim sebagai bahasa yang menggabungkan kapabilitas, kemampuan, dengan sintaksis kode yang sangat jelas, dan dilengkapi dengan fungsionalitas pustaka standar yang besar serta komprehensif[9]. Berikut contoh kode program *python*. Berikut tampilan contoh kode *python* pada gambar 2.32.



The image shows a screenshot of a Python IDE window titled 'simposium.py - D:\ - Geany'. The window has a menu bar with 'Berkas', 'Edit', 'Cari', 'Tampilan', 'Dokument', 'Proyek', 'Build', 'Tools', and 'Bantuan'. Below the menu bar is a toolbar with icons for 'Baru', 'Buka', 'Simpan', 'Simpan Semua', 'Kembali ke asal', 'Tutup', and 'Kembali'. The main editor area shows a code editor with the following code:

```

1 print "Hello World"
2 print "Hello Again"
3 print "My Name Is 10-D"
4

```

The code is displayed in a monospaced font with syntax highlighting: 'print' is in blue, and the strings are in orange. The line numbers 1, 2, 3, and 4 are shown on the left side of the editor.

Gambar 2.32 Contoh kode *Python* [9]

### 2.2.11. Metodologi Pengujian

Metode Pengujian adalah sekumpulan langkah aktifitas yang direncanakan dan sistematis untuk menguji atau mengevaluasi kebenaran yang diinginkan. Sekumpulan

langkah aktifitas pengujian yang dapat menempatkan desain kasus uji spesifik kualitas perangkat lunak bergantung kepada kepuasan pengguna dan kualitas sebuah perangkat lunak perlu dijaga.

#### **2.2.11.1. *Blackbox Testing***

Pengujian perangkat lunak dari segi spesifikasi fungsional tanpa menguji desain dan kode program untuk mengetahui apakah fungsi, masukan dan keluaran dari perangkat lunak sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan. Metode *BlackboxTesting* merupakan salah satu metode yang mudah digunakan karena hanya memerlukan batas bawah dan batas atas dari data yang di harapkan. Estimasi banyaknya data uji dapat dihitung melalui banyaknya *field data entry* yang akan diuji, aturan *entry* yang harus dipenuhi serta kasus batas atas dan batas bawah yang memenuhi. Dan dengan metode ini dapat diketahui jika fungsionalitas masih dapat menerima masukan data yang tidak diharapkan maka menyebabkan data yang disimpan kurang valid.

Solusi praktis peningkatan akurasi perlu dilakukan segera guna memperbaiki celah error yang telah ditemukan, selanjutnya dilakukan pengujian keamanan secara intensif melalui jaringan internal (*whitebox penetration testing*) secara berkala oleh System Administrator atau Pengelola Sistem Informasi, khususnya bagi yang mengelola perangkat lunak tersebut dan Untuk mencapai tingkat akurasi, dimana semua parameter akurasi yang terkait aspek kerahasiaan, integritas data, dan avalibilitas data dapat terpenuhi, maka harus dipertimbangkan metode lain yang dapat dijadikan tolak ukur standar keamanan informasi[29].