

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan ialah model pengembangan *Research and Development* (R&D) dengan pendekatan ADDIE, *Analyze, Design, Development, Implementation* dan *Evaluation*. Di mana metode ini baik dalam pengembangan suatu produk karena dinilai lebih rasional dan lengkap melibatkan tahap-tahap pengembangan model yang dikembangkan oleh Dick dan Carry pada tahun 1996 ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Model Pendekatan ADDIE (<https://nbjsoft.com/>)

1) *Analysis*

Dalam tahap analisis, perhatian utama peneliti terfokus pada pemahaman mendalam terhadap latar belakang penelitian yang menjadi dasar pengembangan sistem dan alat. Identifikasi kebutuhan komponen dan kondisi lingkungan yang paling sesuai untuk mencapai tujuan penelitian ini.

2) *Design*

Peneliti memastikan desain sistem dan alat dengan memperhatikan hubungan antar komponen yang terstruktur, antar muka yang intuitif, dan komunikasi yang efisien.

3) *Development*

Dalam tahap pengembangan, peneliti membangun prototipe sistem dan alat untuk memastikan desain dan fungsionalitas dasar dapat berjalan sesuai rencana melalui tahap kalibrasi sensor dan modul, serta perancangan tampilan situs pemantauan yang terintegrasi dengan IoT.

4) *Implementation*

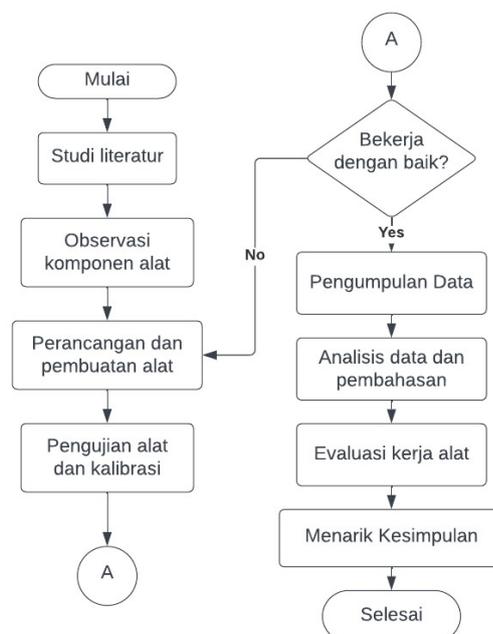
Uji coba sistem dan alat dilakukan untuk memastikan bahwa setiap aspek berjalan dengan baik di lingkungan nyata. Pengujian perangkat keras dan perangkat lunak dilakukan pada lokasi yang telah ditentukan.

5) *Evaluation*

Melakukan analisis kinerja sistem dan alat secara menyeluruh dengan membandingkan nilai hasil pembacaan alat dengan data yang ada serta respon waktu pengiriman hasil pembacaan menuju situs pemantauan. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan rekomendasi pengembangan selanjutnya dari hasil penelitian ini.

3.2 Alur Penelitian

Alur penelitian merupakan hal yang penting dalam suatu penelitian, dengan adanya alur penelitian akan mempermudah pelaksanaan dari penelitian tersebut. Alur penelitian mengenai Rancang Bangun Alat dan Sistem Pemantau Kualitas Udara Portabel dengan GPS dan *Website Monitoring* diperlihatkan dalam bentuk *flowchart* pada Gambar 3.2.



Gambar 3. 2 Flowchart Alur Penelitian

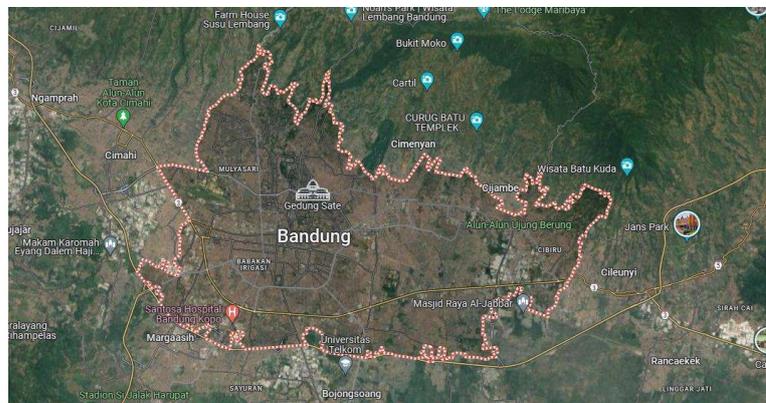
Dari diagram alur penelitian pada Gambar 3.2 diperoleh langkah penelitian, meliputi:

- 1) Tahap pertama dalam penelitian ini adalah studi literatur, di mana dalam proses ini mengumpulkan bacaan informasi dan data-data yang berdasar dari jurnal, paper, makalah, dan sumber-sumber lainnya. Perihal penelitian terdahulu yang membahas mengenai pemantauan kualitas udara.
- 2) Tahap kedua ialah observasi komponen alat, ini dilakukan demi tidak terjadinya kesalahan atau kekurangan pada saat proses perancangan, beberapa komponen yang akan digunakan ialah microcontroller, sensor, modul, dan LCD.
- 3) Tahap ketiga ialah perancangan dan pembuatan alat, setelah mengetahui komponen apa saja yang akan digunakan maka dimulai proses perancangan alat dan pembuatan alat meliputi wiring diagram dan pemrograman.
- 4) Tahap keempat adalah pengujian alat dan kalibrasi, tahap ini diperlukan karena setiap kali adanya pengujian alat diperlukan pengkalibrasian demi hasil yang sesuai dengan keinginan peneliti.
- 5) Tahap kelima pengecekan apa alat bekerja dengan baik atau tidak, jika tidak bekerja dengan baik maka akan kembali ke tahap perancangan dan pembuatan alat, dan jika alat bekerja dengan baik maka akan melanjutkan ketahap selanjutnya.
- 6) Tahap keenam ialah pengumpulan data, di mana ini berfokus pada hasil pembacaan alat kemudian dikumpulkan untuk dilakukan proses analisis.
- 7) Tahap ketujuh ialah validasi data, apakah data yang didapat sesuai dengan kenyataannya atau tidak, jika tidak maka proses pengumpulan data akan diulangi, dan jika sudah sesuai maka akan lanjut ke bagian tahap selanjutnya.
- 8) Tahap kedelapan ialah analisis data dan pembahasan, data yang telah sesuai maka akan dilakukan analisis secara mendalam sehingga dihubungkan dengan pembahasan yang ingin dicapai.
- 9) Tahap kesembilan ialah evaluasi kerja alat, berdasarkan analisis data kerja alat dapat dinilai sehingga ketika muncul suatu hal yang kurang sesuai dapat dilakukan evaluasi alat tersebut.

- 10) Tahap yang terakhir ialah menarik kesimpulan, data dan hasil evaluasi kerja alat dapat disimpulkan garis besar hasil penelitian untuk dituangkan pada bagian pembahasan dan kesimpulan.

3.3 Lokasi Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan di Kota Bandung seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.3. 10 lokasi penelitian antara lain, Tempat Pembuangan Sampah Pasteur, Gasibu, Masjid Agung Kota Bandung, Terminal Leuwi Panjang, Sungai Cikapundung Kolot, Perempatan Kiara Condong, Kiara Artha Park, Simpang Dago, Taman Hutan Raya, dan Universitas Pendidikan Indonesia.



Gambar 3.3 Lokasi Penelitian (Google Maps)

3.4 Metode Pengumpulan dan Analisis Data

Metode yang digunakan untuk pengumpulan data antara lain:

1. Studi Literatur dengan melalui pencarian referensi mengenai penelitian yang akan dilakukan. Sumbernya bisa berupa jurnal, paper, makalah, buku, penelitian terdahulu, dan sumber lainnya.
2. Pengujian Sensor MQ7, Pengujian Sensor MQ135, Pengujian Sensor GP2Y1010AU0F, Pengujian Sensor DHT11, dan Pengujian Modul GY-GPS6MV2. Dilakukan satu persatu secara bergantian dengan menggunakan Software Arduino IDE untuk membuat program secara berkala yang mengacu pada datasheet dan spesifikasi sensor dan modul.
3. Pengumpulan data dilakukan dengan cara membawa alat yang telah dirancang ke lokasi penelitian akan dilakukan.

4. Analisis hasil data yang telah didapat dari hasil pengukuran secara langsung.
5. Diskusi secara luring maupun daring dengan beberapa pihak, dosen pembimbing, dinas lingkungan hidup, serta pihak-pihak lain yang memiliki keterkaitan dengan topik penelitian yang sedang diambil.

3.5 Data Penunjang Penelitian

Data penunjang yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari data yang diberikan Dinas Lingkungan Hidup Kota Bandung, dan Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU) sebagai acuan nilai kualitas udara sesuai Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan nomor 14 tahun 2020. Data lainnya akan diperoleh setelah hasil pengujian alat penelitian Rancang Bangun Alat dan Sistem Pemantau Kualitas Udara Portabel dengan GPS dan *Website Monitoring*.

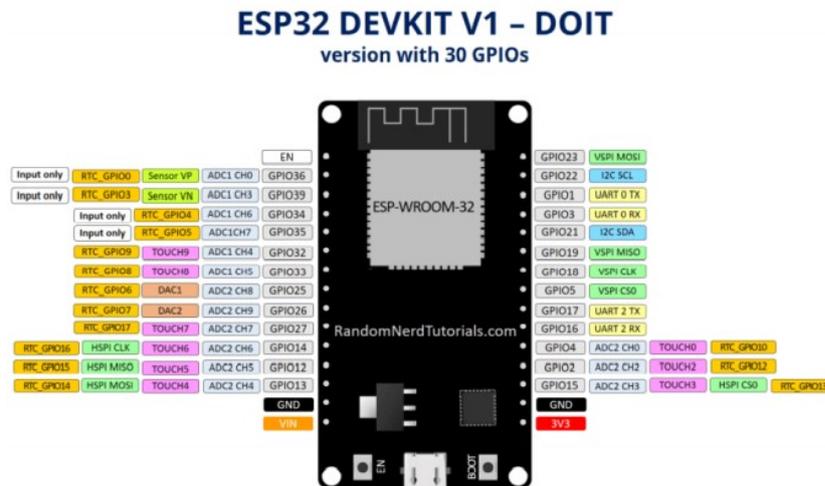
3.6 Perangkat Penunjang Penelitian

3.6.1 ESP 32



Gambar 3.4 Mikrokontroler ESP32 (<https://techiesms.com/>)

ESP32 pada pemantau kualitas udara memiliki fungsi sebagai otak atau pengendali utama untuk melakukan pembacaan dan pengiriman nilai. Dalam hal ini pembacaan dilakukan melalui beberapa sensor dan modul, DHT11, MQ7, MQ135, GP2Y1010AU0F, modul GY-GPS6MV2. Sedangkan pengiriman nilai ke perangkat LCD OLED I2C untuk menampilkan hasil pembacaan, serta ke platform thinkspeak melalui jaringan internet karena ESP32 ini memiliki kemampuan untuk tersambung dengan *WiFi* dan *Bluetooth*. Informasi mengenai spesifikasi ESP32 dapat dilihat pada Tabel 3.1 dan Gambar 3.5.

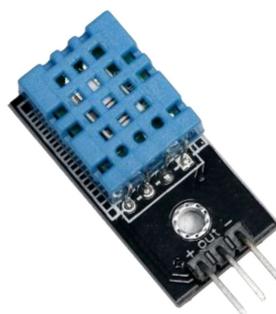


Gambar 3.5 Pin Mikrokontroler ESP32 (<https://wasiswa.com/>)

Tabel 3.1 Spesifikasi ESP32

Spesifikasi – ESP32 DEVKIT V1 DOIT	
Number of Core	2 (Dual core)
Wi-Fi	2.4 GHz up to 150 Mbit/s
RAM	512 KB
Pins	30

3.6.2 Sensor DHT 11



Gambar 3.6 Sensor DHT11 (<https://techieSMS.com/>)

Sensor DHT11 berfungsi untuk membaca nilai suhu dan kelembapan di lingkungan sekitar pada saat pengambilan data berlangsung.

Tabel 3.2 Spesifikasi DHT11

Spesifikasi – DHT11	
<i>Power supply</i>	3-5 V DC
<i>Output signal</i>	Digital signal via single-bus
<i>Measuring range</i>	Humidity 20-90% RH \pm 5% RH error Temperature 0-50 °C error of \pm 2 °C
<i>Accuracy</i>	Humidity \pm 4% RH (Max \pm 5%RH) Temperature \pm 2.0 Celcius
<i>Resolution or Sensitivity</i>	Humidity 1% RH Temperature 0.1 Celcius
<i>Repeatability</i>	Humidity \pm 1% RH Temperature \pm 1 Celcius
<i>Humidity hysteresis</i>	\pm 1% RH
<i>Long-term Stability</i>	\pm 0.5% RH/year

3.6.3 Sensor MQ7

Gambar 3.7 Sensor MQ7 (<https://punoscho.in/>)

Sensor MQ7 berfungsi untuk membaca nilai karbon monoksida (CO), yang ada dilingkungan sekitar pada saat pengambilan data berlangsung.

Tabel 3.3 Spesifikasi MQ7

Spesifikasi – MQ7	
<i>Sensor Type</i>	Semiconductor
<i>Detection Gas</i>	Carbon Monoxide

<i>Concentration</i>		<i>10-10000ppm CO</i>	
<i>Circuit</i>	<i>Loop Voltage</i>	V_C	$\leq 10V DC$
	<i>Heater Voltage</i>	V_H	$5.0V \pm 0.2V AC$ or DC High $1.5V \pm 0.1V AC$ or DC Low
	<i>Heater Time</i>	T_L	$60+1S$ High $90+1S$ Low
	<i>Load Resistance</i>	R_L	Adjustable
<i>Condition</i>	<i>Tem. Humidity</i>		$20 \pm 265\% \pm 5\% RH$
	<i>Standard test circuit</i>		$V_C : 5.0V \pm 0.1V$
	<i>Preheat time</i>		Over 48 hours

3.6.4 Sensor MQ135



Gambar 3.8 Sensor MQ135 (<https://www.indiamart.com/>)

Sensor MQ135 berfungsi untuk membaca nilai karbon dioksida (CO₂), yang ada dilingkungan sekitar pada saat pengambilan data berlangsung.

Tabel 3.4 Spesifikasi MQ135

Spesifikasi – MQ135	
Daya	5 V DC
Pin I/O	Kompatibel tegangan TTL dan CMOS
Output	Analog dan TTL
Karakteristik Pemulihan	Respon cepat

3.6.5 GP2Y1010AU0F



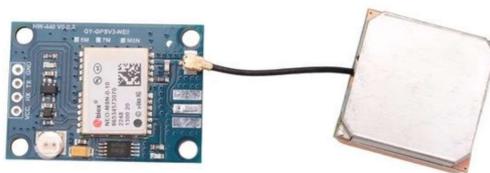
Gambar 3.9 Sensor GP2Y1010AU0F (<https://jk-impex.com/>)

Sensor GP2Y1010AU0F berfungsi untuk membaca nilai kepadatan debu atau particulate matter (PM₁₀), yang ada dilingkungan sekitar pada saat pengambilan data berlangsung.

Tabel 3.5 Spesifikasi GP2Y1010AU0F

Spesifikasi – GP2Y1010AU0F	
Tegangan listrik	5-7V
Nilai deteksi partikel minimum	0,8 mikron
Sensitivitas	0,5V / (0,1mg / m ³)
Tegangan udara bersih	Tipikal 0,9V

3.6.6 GY-GPS6MV2



Gambar 3.10 Modul GY-GPS6MV2 (<https://id.aliexpress.com/>)

Modul GY-GPS6MV2 berfungsi untuk memberikan koordinat dalam bentuk nilai *latitude* dan *longitude*, dalam penelitian ini memberikan lokasi ketika sedang melakukan pengambilan data.

Tabel 3.6 Spesifikasi GY-GPS6MV2

Spesifikasi – GY-GPS6MV2	
Daya	3.3-5 V DC
Antena	Keramik

3.6.7 LCD OLED I2C

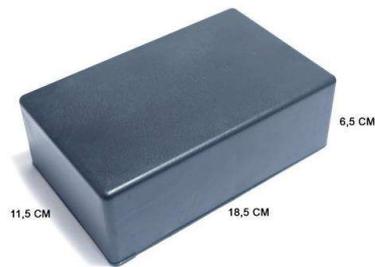
Gambar 3.11 Modul LCD OLED I2C (<https://id.aliexpress.com/>)

LCD OLED berfungsi untuk memunculkan informasi dari hasil pembacaan beberapa sensor yang digunakan pada saat alat dinyalakan sebelum pengiriman nilai menuju platform *thingspeak* dilakukan.

Tabel 3.7 Spesifikasi LCD OLED

Spesifikasi – LCD OLED 128x64	
Daya	3.3-5V DC
Resolusi	128x64
Warna tampilan	Kuning dan Biru
Controller IC	SSD1306
Dimensi kerangka	27.5 x 27.8 x 2.6 mm
Antarmuka	Port I2C, SPI, Paralel
Ukuran piksel	0.15 x 0.15 mm

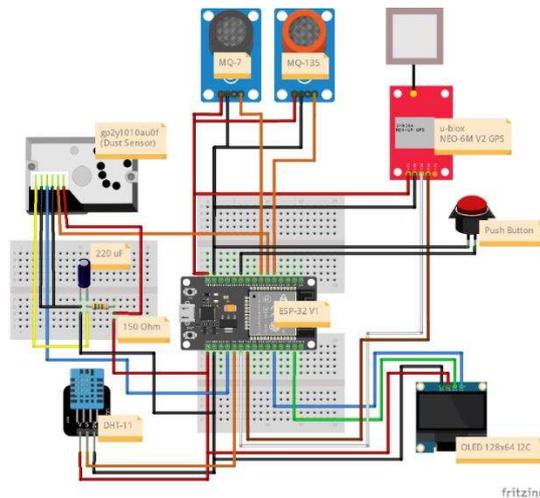
3.6.8 Box



Gambar 3.12 Box Universal (<https://www.tokopedia.com/>)

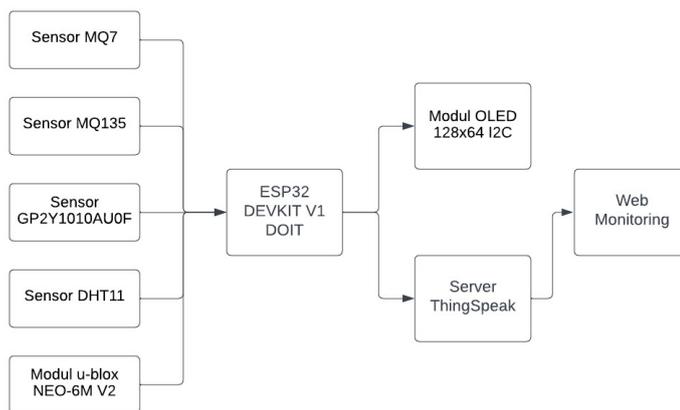
Box berfungsi sebagai tempat untuk menyimpan keseluruhan komponen yang telah dirakit agar tetap saling terhubung dan enak dipandang.

3.7 Rangkaian Pengujian



Gambar 3.13 Rangkaian Sistem Monitoring Kualitas Udara

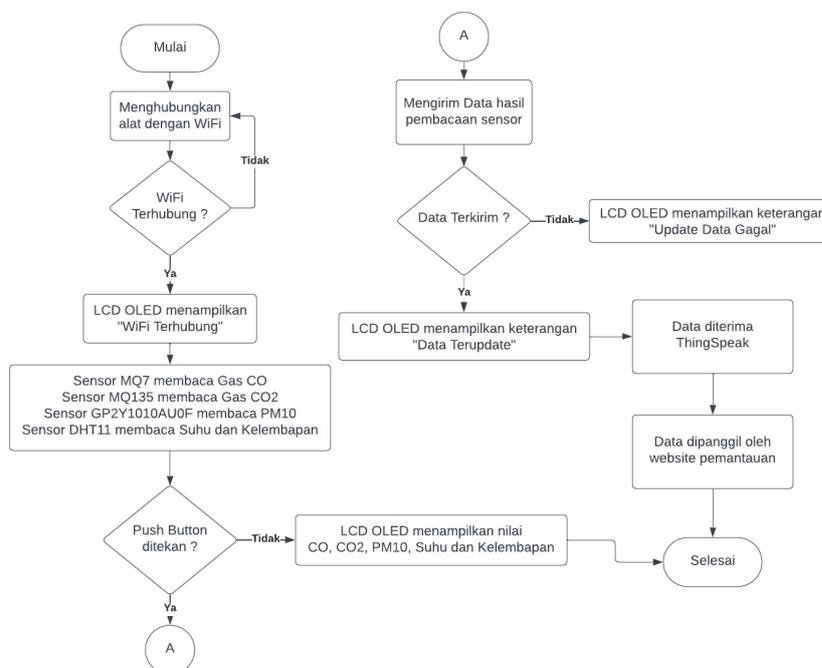
Gambar 3.13 menunjukkan rangkaian alat pemantau kualitas udara menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kontrol. Input dari berbagai sensor, termasuk sensor gas MQ7 dan MQ135, sensor debu GP2Y1010AU0F, sensor suhu dan kelembaban DHT11, serta modul GPS u-blox NEO-6M V2, dikirimkan ke ESP32. Data sensor ditampilkan pada modul OLED 128x64 I2C dan juga dikirim ke server *ThingSpeak* untuk pemantauan melalui *website*. Blok diagram yang ditunjukkan pada Gambar 3.14 menjelaskan alur data dari sensor ke ESP32, yang kemudian memproses dan mengirimkan data ke OLED untuk ditampilkan dan ke *ThingSpeak* untuk akses *website monitoring*.



Gambar 3.14 Blok Diagram Sistem Monitoring Kualitas Udara

3.8 Cara Kerja Alat

Dalam proses perancangan alat, diperlukan perangkat lunak untuk menggabungkan beberapa komponen agar dapat bekerja sesuai dengan fungsinya. Proses ini membutuhkan perangkat lunak Arduino IDE untuk membuat program mikrokontroler, dengan tujuan dapat membaca data dari sensor MQ7, sensor MQ135, sensor DHT11, sensor GP2Y1010AU0F, dan modul u-blox NEO-6M V2, serta menampilkan hasil pembacaan data melalui modul OLED 128x64 I2C.



Gambar 3.15 Flowchart Cara Kerja Alat

Cara kerja alat ditunjukkan pada Gambar 3.15 ditampilkan dalam bentuk flowchart, dimulai dengan ESP32 melakukan pencarian dan konektivitas dengan *WiFi* yang telah ditentukan, kemudian menyalakan seluruh komponen sensor dan modul. Sensor MQ7 membaca CO, sensor MQ135 membaca CO₂, sensor DHT11 membaca suhu dan kelembapan, sensor GP2Y1010AU0F membaca PM₁₀ (debu), dan modul u-blox NEO-6M V2 membaca posisi menggunakan koordinat.

Hasil dari pembacaan sensor-sensor ini ditampilkan melalui modul OLED 128x64 I2C agar nilai dapat dilihat secara *real-time*. Selain itu, terdapat proses pengunggahan dengan *push button* sebagai pemicunya, di mana saat *push button* ditekan, program akan melakukan pengunggahan data ke server ThingSpeak. Data dari ThingSpeak kemudian dikirimkan ke situs yang telah dibuat dengan mengakses API key pada proyek ThingSpeak. Data pada situs ditampilkan dalam dua format: peta dengan poin yang dapat ditekan untuk memunculkan pop-up dari hasil nilai yang telah diambil, dan tabel yang mengurutkan nilai sesuai dengan waktu pengambilannya.