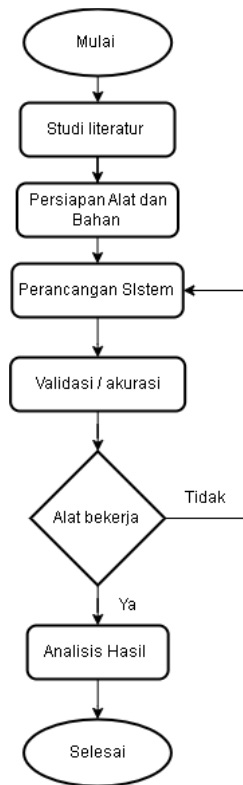


BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Desain Penelitian

Metode penelitian yang diterapkan dalam penelitian ini adalah jenis penelitian *Research and Development* dengan pendekatan *waterfall*. Pada penelitian ini menggunakan Metode *waterfall* untuk membuat sistem monitoring kualitas udara berbasis IoT. Berikut ini merupakan tahapan penelitian yang akan dilakukan. Adapun diagram alur penelitian sistem monitoring kualitas udara ditunjukkan pada Gambar 3.1.



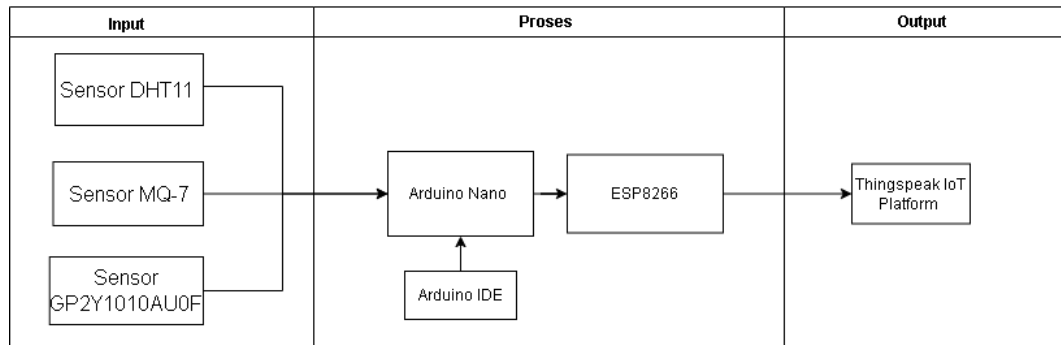
Gambar 3.1 Diagram Alir alur penelitian

Pada Gambar 3.1 menjelaskan mengenai tahapan alur penelitian yang dimulai dengan studi literatur mengenai penelitian yang dilakukan. Kemudian mempersiapkan alat dan bahan penelitian. Lalu melakukan perancangan sistem dengan perangkat keras yang digunakan dan mikrokontroler yang diprogram menggunakan Arduino IDE. Sistem yang sudah diprogram akan dilakukan proses kalibrasi. Setelah alat bekerja dilanjutkan ke tahapan proses analisis hasil dari

pengambilan data di perempatan sadang, Purwakarta. Apabila alat tidak bekerja maka kembali ke tahapan perancangan sistem.

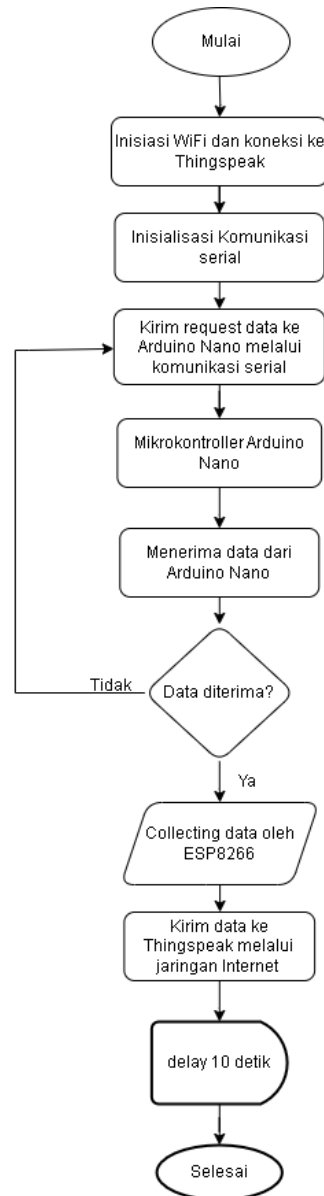
3.1.1. Perancangan Sistem

Sistem yang dirancang untuk sistem monitoring kualitas udara berbasis Internet of Things terdiri dari input, proses dan output. Berikut diagram blok sistem pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Blok diagram sistem

Berdasarkan pada Gambar 3.2 terbagi menjadi 3 kategori yaitu *input*, proses dan *output*. Pada bagian *input* yaitu proses pengukuran nilai karbon monoksida, $PM_{2.5}$, suhu dan kelembapan yang diukur oleh sensor. Pada tahap proses yaitu serangkaian proses yang dilakukan oleh Arduino Nano terkait dengan pembacaan nilai karbon monoksida, $PM_{2.5}$, suhu dan kelembapan pada tahap *input*, lalu ESP8266 akan memperoleh data dari Arduino Nano. Serangkain proses ini diprogram menggunakan Arduino IDE. Lalu pada tahap *output* yaitu menampilkan hasil dari proses yang dilakukan oleh Arduino Nano dan ESP8266, hasil akhir akan ditampilkan pada Thingspeak berupa grafik masing-masing sensor. Adapun alur kerja sistem monitoring kualitas udara pada penelitian yang akan dilakukan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Diagram Alir kerja sistem

Gambar 3.3 merupakan diagram alir kerja sistem monitoring kualitas udara. Berikut adalah penjelasan dari diagram alir kerja sistem tersebut.

a. Inisialisasi WiFi dan koneksi ke Thingspeak

Pada tahap ini dilakukan inisialisasi WiFi untuk menghubungkan perangkat mikrokontroler ESP8266 ke jaringan WiFi dan mengirim data ke platform Thingspeak. Pada inisialisasi WiFi melibatkan konfigurasi perangkat agar terhubung ke jaringan WiFi yang tersedia.

b. Inisialisasi komunikasi serial

Ranti Sugihartanti, 2024

RANCANG BANGUN PROTOTYPE SISTEM MONITORING KUALITAS UDARA (CO DAN PM2.5)

BERBASIS INTERNET OF THINGS STUDI KASUS : PERSIMPANGAN JALAN SADANG PURWAKARTA

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | Perpustakaan.upi.edu

Kemudian proses inisialisasi komunikasi serial dilakukan agar ESP8266 dapat berkomunikasi dengan Arduino Nano menggunakan pin TX, RX.

c. Kirim *request* data

Pada tahap ini ESP8266 akan melakukan request data ke Arduino Nano menggunakan komunikasi serial dan menunggu respon dari Arduino Nano.

d. Mikrokontroler Arduino Nano

Pada bagian mikrokontroler Arduino Nano terdapat diagram alir kerja sistem dalam melakukan pengukuran. Adapun diagram alir kerja sistem pada bagian mikrokontroler Arduino Nano pada Gambar 3.5.



Gambar 3.4 Diagram alir kerja sistem

Gambar 3.4 merupakan diagram alir kerja sistem pada mikrokontroler Arduino Nano. Berikut adalah penjelasan dari diagram alir tersebut.

1. Inisialisasi sensor

Ranti Sugihartanti, 2024

RANCANG BANGUN PROTOTYPE SISTEM MONITORING KUALITAS UDARA (CO DAN PM2.5)

BERBASIS INTERNET OF THINGS STUDI KASUS : PERSIMPANGAN JALAN SADANG PURWAKARTA

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | Perpustakaan.upi.edu

Pada tahap ini dilakukan inisialisasi sensor MQ-7, DHT11 dan dust sensor bersamaan dengan proses inisialisasi pada ESP8266.

2. Inisialisasi dan menunggu komunikasi serial

Pada tahap ini inisialisasi komunikasi serial seperti pada ESP8266 dan menunggu komunikasi serial dari ESP8266.

3. Terima request

Pada tahap ini Arduino nano akan menerima *request* dari ESP8266. Apabila Ya ada *request* dari ESP8266 maka akan dilanjutkan ke tahap selanjutnya. Apabila tidak maka akan menunggu *request* data dari ESP8266.

4. Sensor melakukan pengukuran

Pada tahap ini sensor akan melakukan pengukuran apabila ESP8266 melakukan *request* data, maka Arduino Nano melakukan pengukuran nilai karbon monoksida, PM_{2.5}, suhu dan kelembapan udara.

5. Collecting data

Setelah melakukan proses pengukuran data tersebut akan dikumpulkan oleh Arduino Nano untuk dikirim kembali ke ESP8266.

6. Kirim data sensor

Pada tahap ini data pengukuran akan dikirimkan kembali ke ESP8266 melalui komunikasi serial.

7. Menerima data

Pada tahap ini ESP8266 menerima data pengukuran dari Arduino Nano melalui komunikasi serial. Apabila data diterima maka akan dilanjutkan ke tahap selanjutnya. Apabila data tidak diterima maka ESP8266 akan melakukan *request* kembali ke Arduino Nano.

8. Colecting data ESP8266

Pada tahap ini ESP8266 telah menerima data dari Arduino Nano dan akan diproses oleh ESP8266 untuk diterjemahkan.

9. Kirim data ke Thingspeak

Pada tahap ini data akan dikirimkan ke Thingspeak melalui jaringan internet. Serangkain proses ini akan terus diulang dengan jeda 10 detik.

3.1.2. Integrasi Sistem

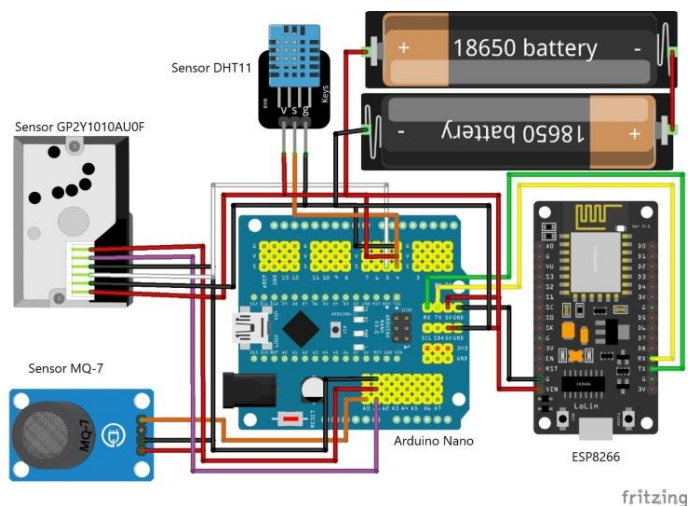
Pada tahap integrasi sistem dalam pengembangan sistem monitoring kualitas udara berbasis IoT, dimana seluruh komponen perangkat keras dan perangkat lunak yang telah dirancang diintegrasikan menjadi sebuah sistem. Berikut perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan.

1. Arduino Nano
2. ESP8266
3. Sensor MQ-7
4. Sensor GP2Y1010AU0F
5. Sensor DHT11
6. Baterai 4000 mAh
7. Black box
8. Kabel jumper

Perangkat lunak untuk sistem ini sebagai berikut

1. Arduino IDE
2. Thingspeak

Proses integrasi perangkat keras melibatkan penyatuan komponen-komponen perangkat keras seperti pada Gambar 3.5



Gambar 3.5 Rangkaian Sistem

Pada Gambar 3.5 merupakan rangkaian sistem menggunakan 3 sensor. Sensor pertama yaitu *Optical Dust Sensor* (GP2Y1010AU0F) berfungsi sebagai pengukur *Partikulat matter 2.5* (PM_{2.5}). Lalu sensor kedua yaitu MQ-7 berfungsi

Ranti Sugihartanti, 2024

RANCANG BANGUN PROTOTYPE SISTEM MONITORING KUALITAS UDARA (CO DAN PM_{2.5})

BERBASIS INTERNET OF THINGS STUDI KASUS : PERSIMPANGAN JALAN SADANG PURWAKARTA

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | Perpustakaan.upi.edu

sebagai pendeteksi karbon monoksida. Sensor yang ketiga yaitu DHT11 berfungsi sebagai pengukur suhu dan kelembapan. Data dari sensor akan diolah oleh Arduino Nano sebagai mikrokontroler yang terhubung dengan ketiga sensor. Kemudian data dari Arduino Nano akan dikirimkan ke NodeMCU ESP8266 menggunakan komunikasi serial. Kemudian data tersebut akan dikirimkan ke web thingspeak menggunakan jaringan internet untuk di monitoring. Berikut Tabel 3.1 menjelaskan mengenai pin yang digunakan pada perancangan alat sistem monitoring kualitas udara.

Tabel 3.1 Koneksi Pin

Pin Arduino Nano	Komponen	Pin Komponen
A0	MQ7	AO
VCC		VCC
GND		GND
A1	DUST SENSOR	Output Dust (Ungu)
GND		GND (Kuning)
5		LED Dust (Putih)
VCC		VCC (Merah)
GND		GND (Hitam)
4	DHT11	Out
VCC		+
GND		-
TX	ESP8266	RX
RX		TX
5V		VIN
GND		GND

3.1.3. Pengujian Sistem

Pengujian sistem merupakan langkah yang dilakukan untuk memastikan bahwa sistem yang sudah dibuat berfungsi dengan baik. Proses kalibrasi dilakukan dengan membandingkan nilai *ouput* sensor dengan nilai referensi yang diketahui

Ranti Sugihartanti, 2024

RANCANG BANGUN PROTOTYPE SISTEM MONITORING KUALITAS UDARA (CO DAN PM2.5)

BERBASIS INTERNET OF THINGS STUDI KASUS : PERSIMPANGAN JALAN SADANG PURWAKARTA

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | Perpustakaan.upi.edu

menggunakan alat ukur standar. Setelah proses kalibrasi, sistem diuji secara keseluruhan untuk mengetahui kinerja dari alat yang dirancang secara menyeluruh. Pada tahap ini pengujian dilakukan untuk menguji setiap komponen yang digunakan untuk mengetahui kemampuan dari komponen tersebut untuk menjalani fungsinya.

3.1.3.1. Kalibrasi Sensor MQ-7

Sensor MQ-7 adalah sensor semikonduktor yang memiliki input tergantung 5 volt memiliki nilai keluaran berupa ADC. Nilai ADC akan dikonversi ke dalam PPM. ADC nantinya diproses oleh Arduino nano yang memiliki ADC 10 bit. Perhitungan ADC dapat dirumuskan pada persamaan 3.1:

$$\text{Tegangan ADC} = \frac{V_{in} \times 1024}{5v} \quad (3.1)$$

Konversi dalam PPM pada persamaan 3.2:

$$\text{PPM} = 2834,6 * V_{out}^2 + 374,93 * V_{out} - 26,215 \quad (3.2)$$

3.1.3.2. Kalibrasi Sensor GP2Y1010AU0F

Tegangan keluaran (V_o) sensor dihubungkan dengan pin analog Arduino Nano untuk dikonversi menjadi nilai ADC dengan persamaan 3.3:

$$\text{Tegangan ADC} = \frac{V_{in} \times 1024}{3,3v} \quad (3.3)$$

Nilai tegangan dalam milivolt diperlukan untuk mendapatkan hasil akhir pengukuran dengan satuan $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Adapun persamaan konversi mg/m^3 menjadi $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pada persamaan 3.4:

$$\text{Densitas debu } (\mu\text{g}/\text{m}^3) = 0,17 * \text{tegangan (mv)} - 0,1 \quad (3.4)$$

3.2. Karakteristik objek

Penelitian ini berfokus pada perancangan *prototype* sistem monitoring kualitas udara dengan memanfaatkan teknologi Internet of Things menggunakan Arduino Nano sebagai mikrokontroler utama, ESP8266 sebagai modul komunikasi nirkabel dan tiga sensor yaitu sensor MQ-7 untuk mendeteksi karbon monoksida, sensor GP2Y1010AU0F untuk mengukur konsentrasi partikel debu serta sensor DHT11 untuk mengukur suhu dan kelembapan udara. Arduino Nano mengumpulkan data dari sensor-sensor, kemudian mengirimkannya melalui

ESP8266 ke Thingspeak sehingga pemantauan kualitas udara dapat dilakukan secara *real time* dan jarak jauh.

3.3. Teknik Pengumpulan Data

Setelah sistem selesai diuji dan dipastikan dapat berfungsi dengan baik, selanjutnya dilakukan pengumpulan data di lokasi yang sudah ditentukan yaitu di persimpangan Sadang, Purwakarta. Data dikumpulkan pada hari Senin (10 Juni 2024), Rabu (5 Juni 2024), dan Sabtu (8 Juni 2024). Penentuan hari tersebut didasarkan pada asumsi bahwa hari kerja yaitu hari Senin sampai Jumat memiliki karakteristik sampel yang sama dan hari libur yaitu Sabtu dan Minggu memiliki karakteristik sampel yang sama (Zahra dkk., 2022). Dengan waktu pengambilan data dilakukan empat kali sehari yaitu pagi (06.00 – 07.00), siang (13.00-14.00), sore (16.00-17.00), dan malam (19.00-20.00) (Siti Nurbaya, 2021).

3.3. Teknik Analisis Data

Pada penelitian ini, teknik analisis data yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif. Analisis data deskriptif merupakan proses untuk mendeskripsikan atau menjelaskan data yang telah dikumpulkan. Data yang dianalisis adalah data yang diperoleh dari hasil pengukuran sensor-sensor pada sistem monitoring kualitas udara berbasis Internet of Things. Adapun data yang diukur meliputi parameter-parameter kualitas udara seperti konsentrasi $PM_{2.5}$, karbon monoksida (CO) serta parameter lingkungan pendukung seperti suhu dan kelembapan udara. Data-data yang diperoleh kemudian dianalisis secara deskriptif, di mana setiap parameter kualitas udara dijelaskan melalui rata-rata. Data hasil pengukuran konsentrasi $PM_{2.5}$ dan CO di analisis menggunakan indeks standar pencemaran udara untuk memberikan gambaran tentang kondisi kualitas udara di lokasi pengukuran. Hasil dari analisis deskriptif ini disajikan dalam bentuk tabel untuk mempermudah interpretasi data.