

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Penelitian dan pengembangan (*research and development* atau *R&D*) berasal dari dua kata, yaitu "penelitian" (*research*) dan "pengembangan" (*development*). Frase ini merupakan gabungan dua kata kerja yang memiliki tujuan aktivitas. Penelitian (*research*) merupakan suatu mekanisme atau kegiatan ilmiah dengan mengikuti aturan-aturan atau norma-norma penelitian yang sudah standar dan diakui secara universal. Sedangkan pengembangan (*development*) berarti suatu aktivitas yang merujuk pada penambahan atau peningkatan, baik dari segi kuantitas maupun kualitas dari suatu kegiatan atau objek yang menjadi fokus kegiatan tersebut.



Gambar 3. 1 Diagram Blok Perancangan

Untuk membuat Rancang Bangun Sistem Pemantauan Kualitas Udara Menggunakan ESP8266 dan Platform IoT ThingSpeak diperlukan berbagai tahapan, seperti pada gambar diagram di atas. Adapun rincian dari diagram di atas adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi Potensi dan Masalah

Pada tahap awal ini, penulis mengidentifikasi kebutuhan akan sistem pemantauan kualitas udara yang mampu memberikan informasi secara *real-time*. Masalah yang diangkat adalah belum tersedianya alat pemantau udara berbasis *IoT* yang terintegrasi dan mudah digunakan oleh masyarakat umum sebagai deteksi awal kualitas lingkungan sekitar.

2. Mengumpulkan Data dan Informasi

Dalam proses ini, penulis mengumpulkan data dan informasi yang diperlukan untuk membuat sistem pemantauan kualitas udara. Informasi diperoleh melalui studi literatur yang mengkaji teori-teori pendukung terkait sensor udara, mikrokontroler, serta pemanfaatan platform *IoT* dalam sistem *monitoring* lingkungan.

3. Analisa Kebutuhan dan Perancangan

Pada tahap ini, penulis melakukan analisa terhadap komponen-komponen yang diperlukan untuk merancang sistem, seperti sensor *DHT11* untuk mengukur suhu dan kelembaban, sensor *MQ-2* untuk mendeteksi asap atau gas berbahaya, mikrokontroler *ESP8266* sebagai pusat kendali, *LCD (Liquid Crystal Display)* untuk menampilkan data, *relay*, kipas *DC*, serta platform *ThingSpeak* sebagai media penyimpanan dan visualisasi data secara daring.

4. Perancangan Alat

Tahapan ini merupakan proses perancangan sistem secara teknis. Penulis membuat skema rangkaian untuk memudahkan proses perakitan alat, kemudian menyambungkan berbagai sensor dan komponen ke *ESP8266*, serta melanjutkannya dengan penulisan program (*pengkodean*) yang sesuai dengan fungsi sistem. Tujuan dari tahap ini adalah menghasilkan prototipe awal sistem pemantauan kualitas udara yang siap untuk diuji.

5. Implementasi

Setelah alat selesai dirancang, sistem diimplementasikan pada sebuah prototipe rumah sebagai representasi lingkungan nyata. Tahap ini mencakup proses instalasi alat di lokasi pemantauan, penyambungan ke jaringan internet, serta pengaturan platform *ThingSpeak* sebagai tempat penyimpanan dan tampilan data. Selain itu, dilakukan pengujian awal untuk memastikan seluruh komponen bekerja dengan baik.

6. Pengujian

Pada tahap ini dilakukan pengujian untuk memastikan fungsi dari perangkat keras berjalan sebagaimana mestinya. Pengujian dilanjutkan dengan mengevaluasi performa sistem dalam mengirimkan data secara *real-time* ke platform *ThingSpeak*. Selain itu, dilakukan juga analisis hasil pengukuran dengan membandingkan data dari sistem dengan alat referensi guna validasi akurasi pembacaan.

7. Revisi dan Penyempurnaan Produk

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, penulis melakukan analisa terhadap kekurangan atau kesalahan sistem untuk kemudian

dilakukan perbaikan. Tahap ini bertujuan untuk menyempurnakan sistem agar dapat berfungsi secara optimal dan siap digunakan dalam pemantauan kualitas udara secara berkelanjutan.

3.2 Rencana Jadwal Penelitian

3.2.1 Waktu

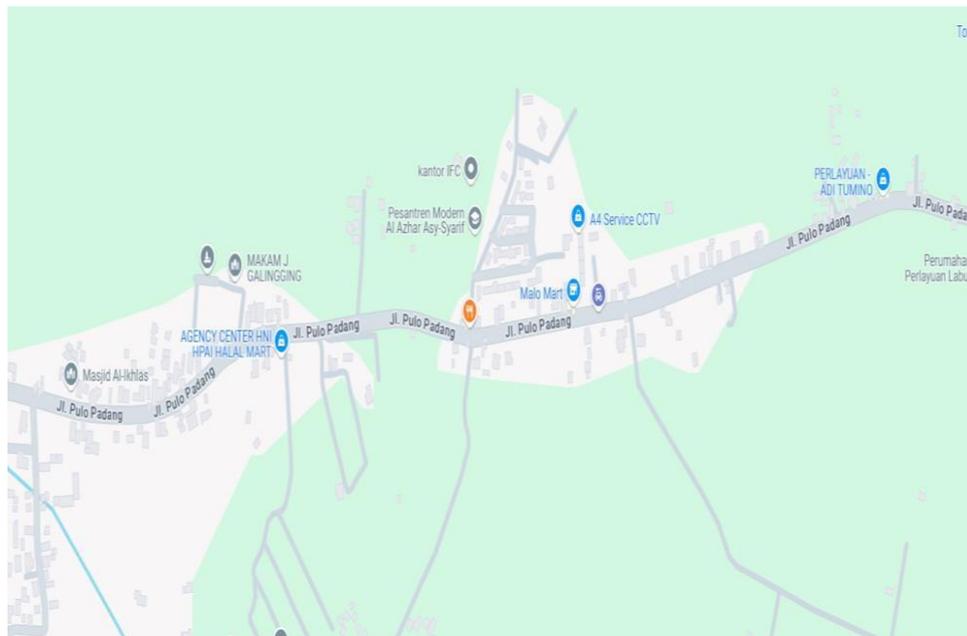
Waktu penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari 2025 sampai dengan bulan Februari 2025.

Tabel 3. 1 Tabel Penelitian

No	Nama Kegiatan	Tahun 2024			Tahun 2025			
		Okt	Nov	Des	Jan	Feb	Mar	Apr
1	Mengidentifikasi Potensi dan Masalah	■	■	■				
2	Mengumpulkan Data dan Informasi		■	■				
3	Analisa Kebutuhan dan Perancangan			■				
4	PerancanganAlat				■	■		
5	Implementasi				■	■	■	
6	Pengujian				■	■	■	
7	RevisidanPenyempurnaanProduk				■	■		■

3.2.2 Tempat

Pada tahapan pemilihan tempat penulis memilih untuk melaksanakan kegiatan penelitian di Pulo Padang Kelurahan Pulo PadangBatu Kecamatan Rantau Utara Kabupaten Labuhanbatu.



Gambar 3. 2 Alamat Penelitian

3.3 Alat dan Bahan

Penelitian ini memerlukan beberapa alat dan bahan yang digunakan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem pemantauan kualitas udara berbasis IoT.

Alat yang diperlukan:

Tabel 3. 2 Alat

NO	ALAT	JUMLAH
1.	LAPTOP	1
2.	SmartphoneAndroid	1
3.	Breadboard	1
4.	KabelUSB	1
5.	KabelJumper	Secukupnya
6.	ArduinoIDE	1
7.	PlatformThinkspeak	1

Bahan yang diperlukan:

Tabel 3. 3 Bahan

NO	BAHAN	JUMLAH
1	NodeMCU ESP8266	1
2	Sensor gas MQ-2	1
3	Sensor DHT-11	1
4	LCD I2C	1
5	Sensor gas MQ-135	1
6	Sensor debu	1

3.4 Tahap Perancangan Alat dan Sistem

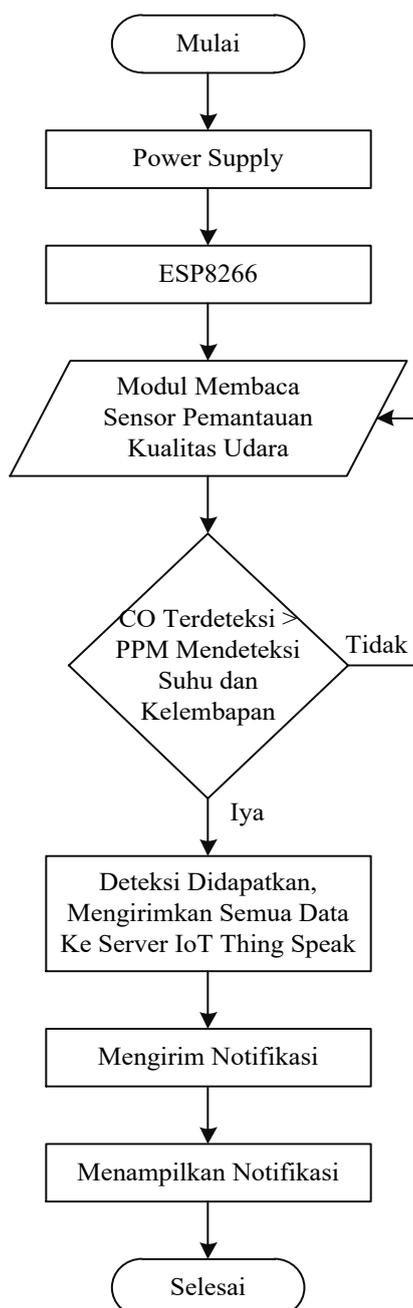
Pada perancangan perangkat ini akan dilakukan dengan menggunakan dua alur, yaitu perancangan perangkat keras (*hardware*) serta perancangan perangkat lunak (*software*). Hal ini dilakukan agar perancangan sistem *prototype* ini dapat bekerja sesuai dengan perencanaan, yang meliputi rangkaian dan realisasi rangkaian dengan prinsip kerja dari masing-masing rangkaian yang telah dirancang.

3.4.1 *Flowchart* Sistem Pengiriman Data Pengukuran

Flowchart pada Gambar 3.3 menggambarkan alur sistem pengiriman data pengukuran dengan menggunakan sensor *MQ-2* dan *DHT-11*. Sistem dimulai dengan inisialisasi untuk mempersiapkan semua komponen. Setelah itu, sistem membaca data dari sensor *MQ-2* untuk mendeteksi kualitas udara, seperti tingkat gas berbahaya.

Selanjutnya, data dari sensor *DHT-11* dibaca untuk mendapatkan informasi suhu dan kelembapan udara. Hasil pengukuran suhu dan kelembapan ditampilkan, kemudian sistem memeriksa apakah waktu pengukuran sudah melebihi 10 detik.

Jika belum, proses kembali mengulang pembacaan sensor. Jika waktu sudah mencapai atau melebihi 10 detik, data terbaru mengenai suhu dan kualitas udara diperbarui dan dikirimkan. Setelah itu, sistem kembali ke awal untuk melakukan pengukuran berikutnya secara periodik.

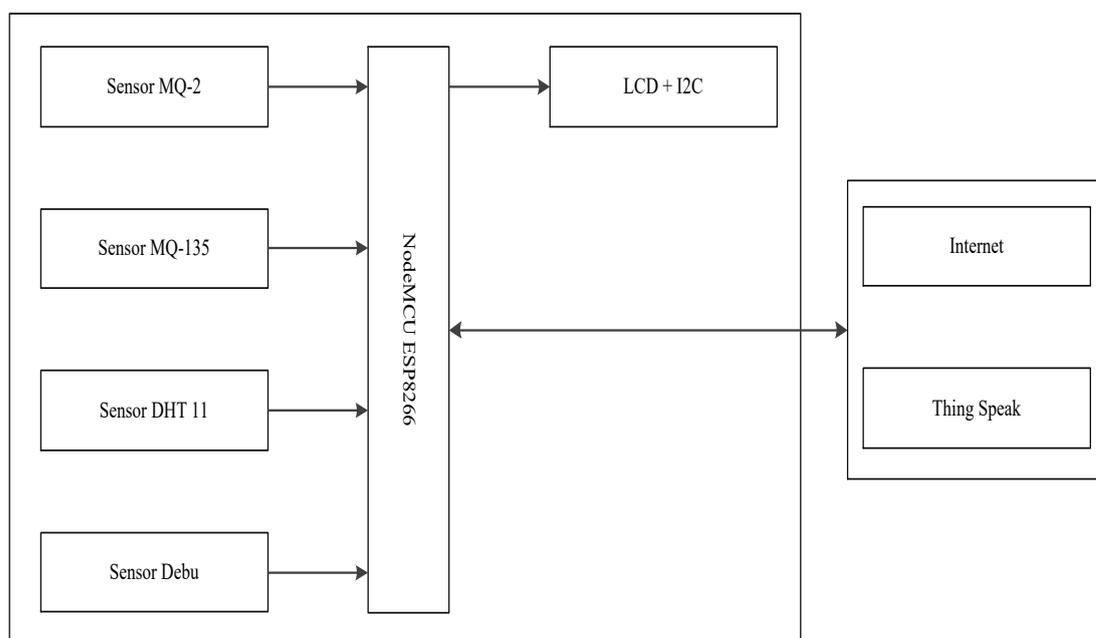


Gambar 3. 3 *Flowchart* Sistem Pengiriman Data Pengukuran

3.4.2 Perancangan Diagram Blok

Diagram blok pada Gambar 3.4 menunjukkan bahwa sensor *DHT-11* digunakan untuk mengukur suhu dan kelembapan udara, sedangkan sensor *MQ-2* mendeteksi kualitas udara dengan mengidentifikasi keberadaan gas seperti asap, hidrogen, atau *LPG*. Data dari kedua sensor dikirim ke *ESP8266*, yang berfungsi sebagai pusat pengendalian sistem. *ESP8266* mengolah data dari sensor untuk ditampilkan pada modul *LCD I2C* dan juga mengontrol perangkat lainnya, seperti *relay* dan kipas *DC*. *Relay* digunakan untuk menghidupkan atau mematikan kipas *DC* berdasarkan logika tertentu, misalnya jika suhu terlalu tinggi atau gas berbahaya terdeteksi.

Selain itu, *ESP8266* juga terhubung ke internet untuk mengirimkan data ke platform *ThingSpeak*, sehingga informasi suhu, kelembapan, dan kualitas udara dapat dipantau secara *real-time* melalui internet. Sistem ini dirancang untuk memberikan pemantauan dan respons otomatis terhadap kondisi lingkungan.



Gambar 3. 4 Perancangan Diagram Blok

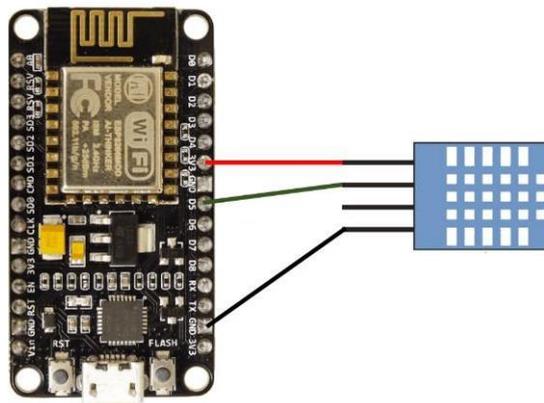
3.4.3 Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras dilakukan untuk mengintegrasikan seluruh komponen elektronik yang dibutuhkan dalam sistem pemantauan kualitas udara.

1. Rangkaian Sensor DHT-11

Rangkaian ESP8266 dengan DHT-11 digunakan untuk membaca data suhu dan kelembapan, kemudian mengirimkan data tersebut ke platform IoT seperti ThingSpeak melalui koneksi Wi-Fi.

- a. ESP8266 berfungsi sebagai mikrokontroler. Modul ini memproses data dari sensor dan mengirimkan data ke server melalui koneksi internet.
- b. DHT-11 mengirimkan data ke mikrokontroler. Sensor ini bekerja dalam rentang suhu 0–50°C dan kelembapan 20–90% RH.



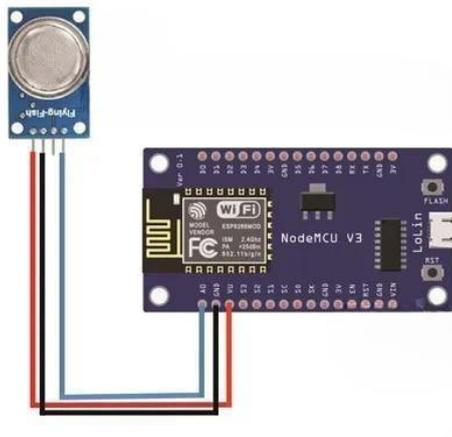
Gambar 3. 5 Rangkaian Sensor DHT-11

Pinout rangkaian sensor DHT-11:

- a. GPIO2 (*ESP8266*) → Pin *Data* pada *DHT-11*
- b. 3.3V (*ESP8266*) → VCC pada *DHT-11*
- c. GND (*ESP8266*) → GND pada *DHT-11*

2. Rangkaian Sensor MQ-2

Rangkaian ESP8266 dengan sensor gas digunakan untuk mendeteksi keberadaan gas tertentu di lingkungan dan mengirimkan data tersebut ke platform IoT untuk pemantauan secara real-time. Sensor gas yang umum digunakan mencakup seri MQ, seperti MQ-2 yang dapat mendeteksi gas seperti LPG, karbon monoksida (CO), metana, dan lainnya. ESP8266 berfungsi sebagai mikrokontroler dan modul Wi-Fi. Modul ini membaca data dari sensor gas dan mengirimkannya ke platform IoT melalui koneksi internet.



Gambar 3. 6 Rangkaian Sensor MQ-2

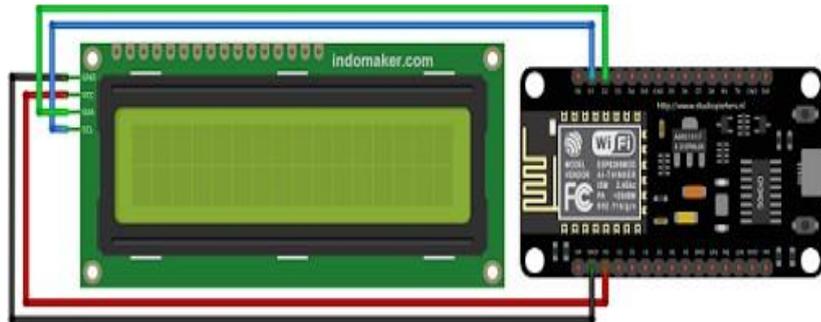
Pinout rangkaian sensor MQ-2:

- a. A0 (*ESP8266*) → Pin *Analog Output* pada *MQ-2*
- b. 3.3V (*ESP8266*) → VCC pada *MQ-2*
- c. GND (*ESP8266*) → GND pada *MQ-2*

3. Rangkaian LCD+I2C

Rangkaian *LCD I2C* dengan *ESP8266* digunakan untuk menampilkan data pada layar *LCD (Liquid Crystal Display)* menggunakan protokol komunikasi *I2C (Inter-Integrated Circuit)*. Modul *I2C* pada *LCD* memungkinkan koneksi yang

lebih sederhana, hanya memerlukan dua pin data (*SDA* dan *SCL*), dibandingkan dengan koneksi paralel standar yang membutuhkan banyak pin. *ESP8266* bertindak sebagai mikrokontroler yang mengontrol tampilan data pada *LCD*. *LCD I2C* adalah layar *LCD* yang dilengkapi dengan modul ekspander *I2C* (menggunakan chip seperti *PCF8574*), yang mengurangi kebutuhan jumlah pin.



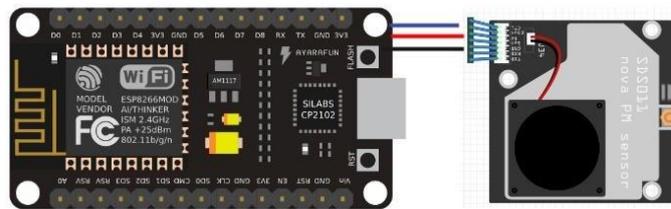
Gambar 3. 7 Rangkaian LCD I2C

Pinout rangkaian LCD I2C:

- a. GPIO4 (*ESP8266*) → *SDA* pada *LCD I2C*
- b. GPIO5 (*ESP8266*) → *SCL* pada *LCD I2C*
- c. 3.3V (*ESP8266*) → *VCC* pada *LCD I2C*
- d. GND (*ESP8266*) → *GND* pada *LCD I2C*

4. Rangkaian Sensor Debu

Rangkaian sensor debu digunakan untuk mendeteksi konsentrasi partikel debu di udara. Sensor ini bekerja dengan prinsip deteksi optik menggunakan cahaya inframerah. Sensor debu seperti GP2Y1010AU0F atau DSM501A dapat memberikan output analog atau digital yang dapat dibaca oleh mikrokontroler seperti *ESP8266* untuk menentukan tingkat polusi udara. Sensor ini sangat berguna dalam sistem pemantauan kualitas udara berbasis IoT.



Gambar 3. 8 Rangkaian Sensor Debu

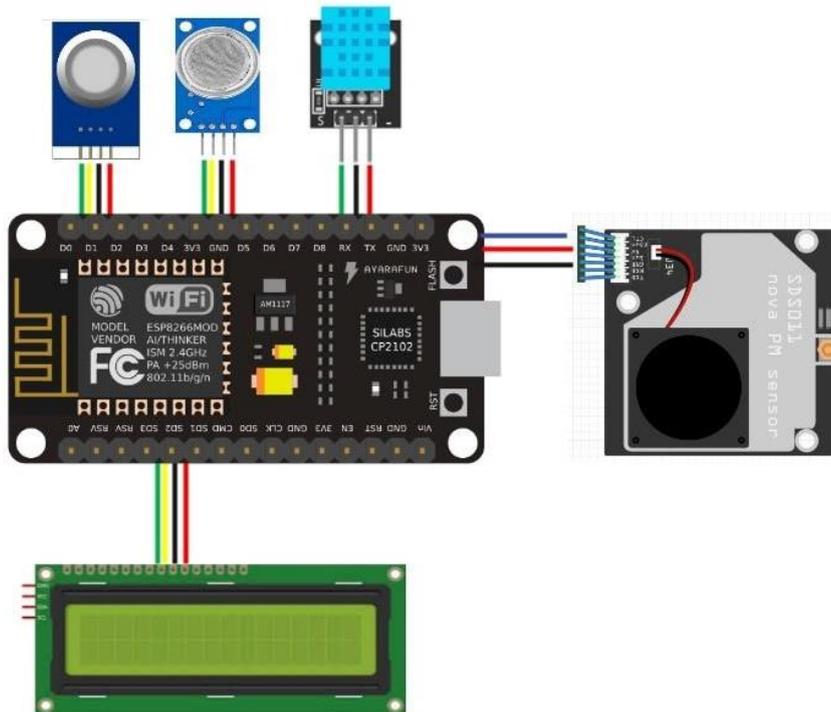
Pinout rangkaian sensor debu:

- a. VCC (Sensor Debu) → 5V
 - b. GND (Sensor Debu) → GND pada ESP8266
 - c. OUT (Data Output) → GPIO5 pada ESP8266
5. Perancangan Sistem

Rangkaian sistem pemantauan kualitas udara ini menggunakan ESP8266 sebagai mikrokontroler utama yang terhubung dengan sensor DHT-11, sensor gas MQ-2, relay, kipas DC, dan LCD I2C. Sensor DHT-11 berfungsi untuk mengukur suhu dan kelembapan udara, sedangkan sensor gas MQ-2 mendeteksi keberadaan gas berbahaya seperti karbon monoksida, LPG, dan asap.

Data yang diperoleh dari sensor dikirim ke ESP8266 untuk diproses. Jika konsentrasi gas atau parameter lingkungan lainnya melebihi ambang batas yang ditentukan, ESP8266 akan mengaktifkan relay untuk menyalakan kipas DC sebagai langkah pengendalian. LCD I2C digunakan untuk menampilkan data suhu, kelembapan, konsentrasi gas, dan status kipas secara real-time.

Semua komponen terhubung secara terorganisasi, di mana ESP8266 juga dapat mengirim data ke platform IoT seperti ThingSpeak untuk pemantauan jarak jauh. Rangkaian ini dirancang untuk memberikan solusi otomatis dalam menjaga kualitas udara dan memudahkan pemantauan melalui platform IoT.



Gambar 3. 9 Rangkaian Sistem

3.4.4 Perancangan Perangkat Lunak

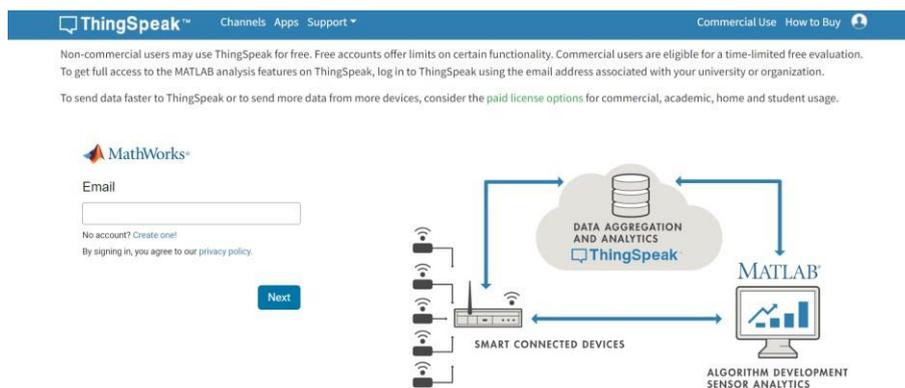
Perancangan perangkat lunak sistem pemantauan kualitas udara berbasis *IoT* ini menggunakan *Arduino IDE* untuk membuat baris kode pemrograman berdasarkan rancangan alat. Selain untuk membuat baris kode, *Arduino IDE* juga berperan dalam proses *compiling* dan *upload* kode ke dalam *ESP8266*. Platform *ThingSpeak* digunakan sebagai platform *Internet of Things (IoT)*. *ThingSpeak* dimanfaatkan untuk *monitoring* data dan hasil pengukuran tingkat pencemaran udara secara *real-time*.

1. Konfigurasi *ThingSpeak*



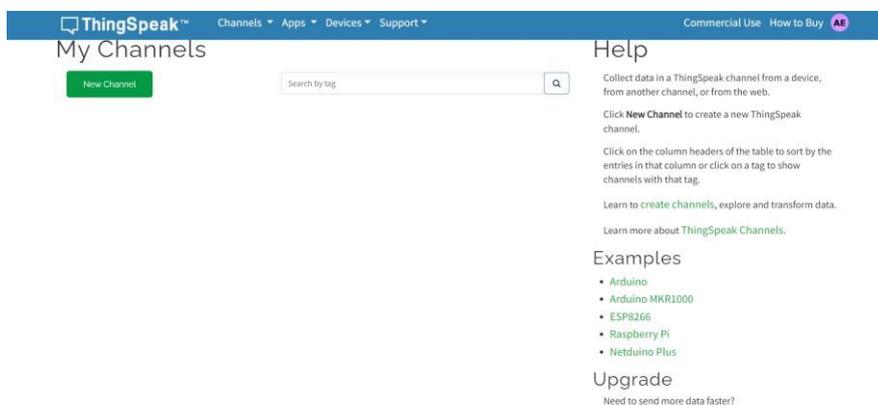
Gambar 3. 10 Tampilan Utama ThingSpeak

2. Membuat Akun *ThingSpeak*



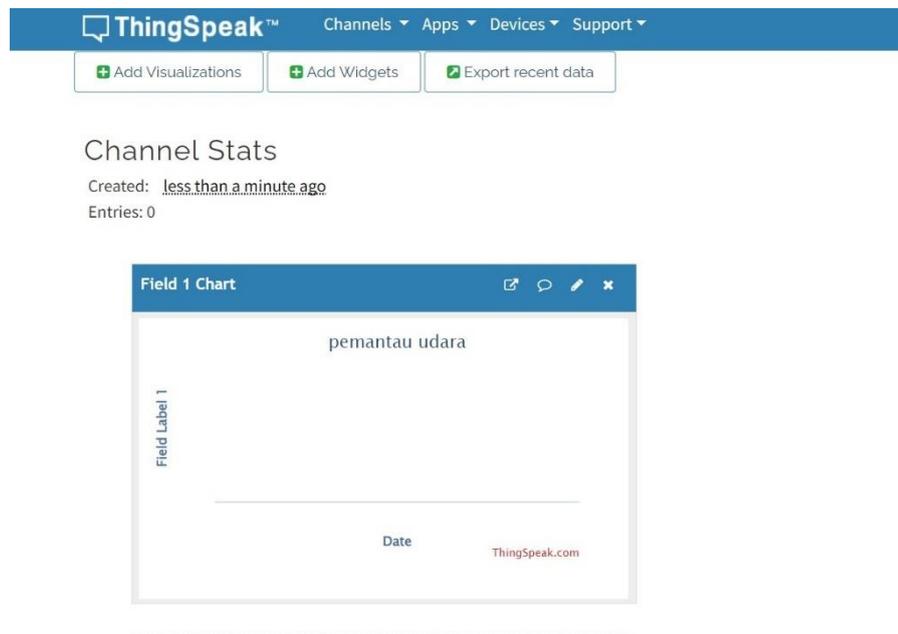
Gambar 3. 11 Membuat Akun ThingSpeak

3. Membuat *New Channel*



Gambar 3. 12 Membuat Channel Baru

4. *Setting Field Channels*



Gambar 3. 13 Perancangan Air Quality Monitoring Channels