

-  **คู่มือการประกอบระบบ Air Quality AI**
 -  **รายการอุปกรณ์ที่ต้องใช้**
 - ชาร์ดแวร์หลัก
 - อุปกรณ์เซริม
 - เครื่องมือ
 -  **แผนผังการเชื่อมต่อ**
 -  Schematic Diagram
 -  Connection Summary
 -  **ขั้นตอนการประกอบ**
 - ขั้นตอนที่ 1: เตรียมพื้นฐาน
 - ขั้นตอนที่ 2: การติดตั้ง Power Supply
 - ขั้นตอนที่ 3: การเชื่อมต่อ ESP32
 - ขั้นตอนที่ 4: การเชื่อมต่อ DHT22
 - ขั้นตอนที่ 5: การเชื่อมต่อ MQ-135
 - ขั้นตอนที่ 6: การเชื่อมต่อ SDS011
 -  **การตรวจสอบและทดสอบ**
 - Checklist การต่อสาย
 - การทดสอบเบื้องต้น
 -  **การแก้ปัญหา**
 - ปัญหาที่พบบ่อย
 - Emergency Shutdown
 -  **การติดตั้งซอฟต์แวร์**
 - 1. เตรียม Jetson Nano
 - 2. เตรียม ESP32
 - 3. อัปโหลดโคด ESP32
 - 4. ทดสอบระบบ
 -  **การใช้งาน**
 - เริ่มต้นระบบ
 - เข้าถึงเว็บไซต์
 - ข้อมูลที่แสดง
 -  **เอกสารเพิ่มเติม**
 -  **การขอความช่วยเหลือ**

คู่มือการประกอบระบบ Air Quality AI



รายการอุปกรณ์ที่ต้องใช้

สาร์ดแวร์หลัก

- NVIDIA Jetson Nano (4GB Developer Kit)
- ESP32 Development Board
- SDS011 PM2.5/PM10 Sensor (เซ็นเซอร์ฝุ่นละออง)
- DHT22 (เซ็นเซอร์อุณหภูมิและความชื้น)
- MQ-135 (เซ็นเซอร์แก๊สคุณภาพอากาศ)
- Breadboard Power Supply Module (3.3V/5V)

อุปกรณ์เสริม

- Jumper Wires (สายไฟต่อ)
- USB Cable (Micro USB สำหรับ ESP32)
- Breadboard (ถ้าต้องการ)
- ตัวต้านทาน 10kΩ (สำหรับ DHT22)

เครื่องมือ

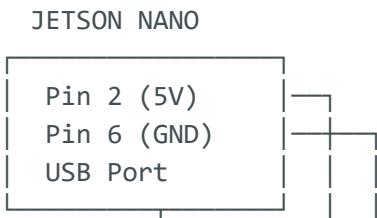
- ไขควงขนาดเล็ก
- คีมปอกสาย
- มัลติมิเตอร์ (สำหรับตรวจสอบ)

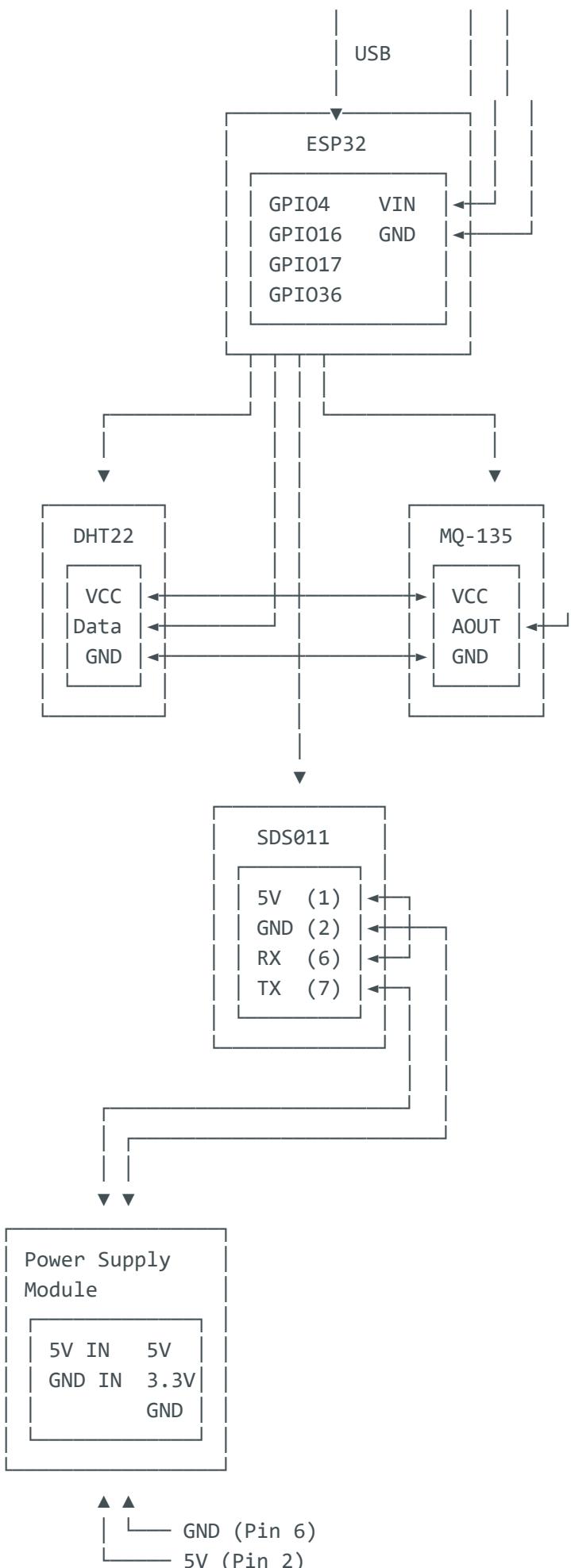


แผนผังการเชื่อมต่อ



Schematic Diagram





Connection Summary

ESP32 GPIO Pinout:

ESP32 Pin	→	Connected To
GPIO4	→	DHT22 Data Pin
GPIO16	→	SDS011 RX (Pin 6)
GPIO17	→	SDS011 TX (Pin 7)
GPIO36	→	MQ-135 AOUT
VIN	→	5V Power Rail
GND	→	Ground Rail
USB	→	Jetson Nano USB Port

Power Distribution:

Source	→	Destination
Jetson Pin 2	→	Power Module 5V IN
Jetson Pin 6	→	Power Module GND IN
Power 5V OUT	→	SDS011 Pin 1, ESP32 VIN
Power 3.3V OUT	→	DHT22 VCC, MQ-135 VCC
Power GND OUT	→	All GND connections

🔧 ขั้นตอนการประกอบ

ขั้นตอนที่ 1: เตรียมพื้นฐาน

1.1 ตรวจสอบอุปกรณ์

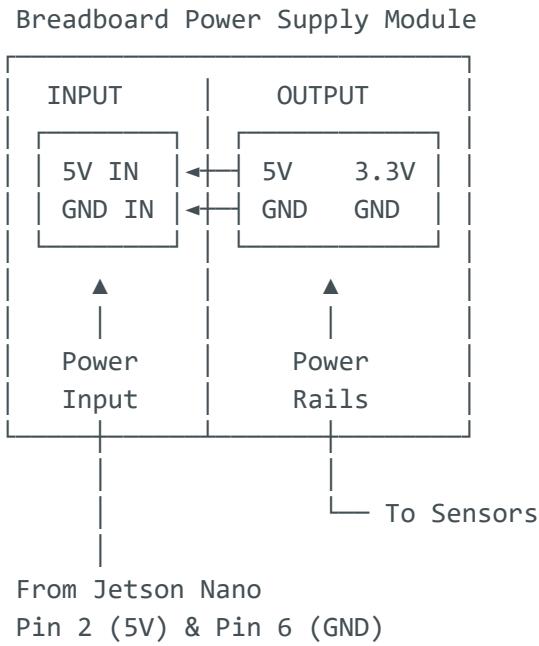
- ตรวจสอบอุปกรณ์ครบตามรายการ
- ตรวจสอบสายไฟไม่ขาดหรือเสียหาย
- เตรียมพื้นที่ทำงานที่สะอาดและปลอดไฟฟ้าสถิต

1.2 เตรียม Jetson Nano

- ติดตั้ง JetPack OS บน microSD card
- เสียบ microSD card เข้า Jetson Nano
- เชื่อมต่อ keyboard, mouse, monitor
- เชื่อมต่อ Ethernet หรือ WiFi

ขั้นตอนที่ 2: การติดตั้ง Power Supply

2.1 Power Supply Module Diagram



Jetson Nano GPIO Pinout (40-pin):

1o	o2	← Pin 2 (5V)
3o	o4	
5o	o6	← Pin 6 (GND)
7o	o8	
9o	o10	
11o	o12	
13o	o14	
15o	o16	
17o	o18	
19o	o20	
21o	o22	
23o	o24	
25o	o26	
27o	o28	
29o	o30	
31o	o32	
33o	o34	
35o	o36	
37o	o38	
39o	o40	

2.2 เชื่อมต่อ Breadboard Power Supply

Jetson Nano → Power Supply Module
|— Pin 2 (5V) → Input VIN

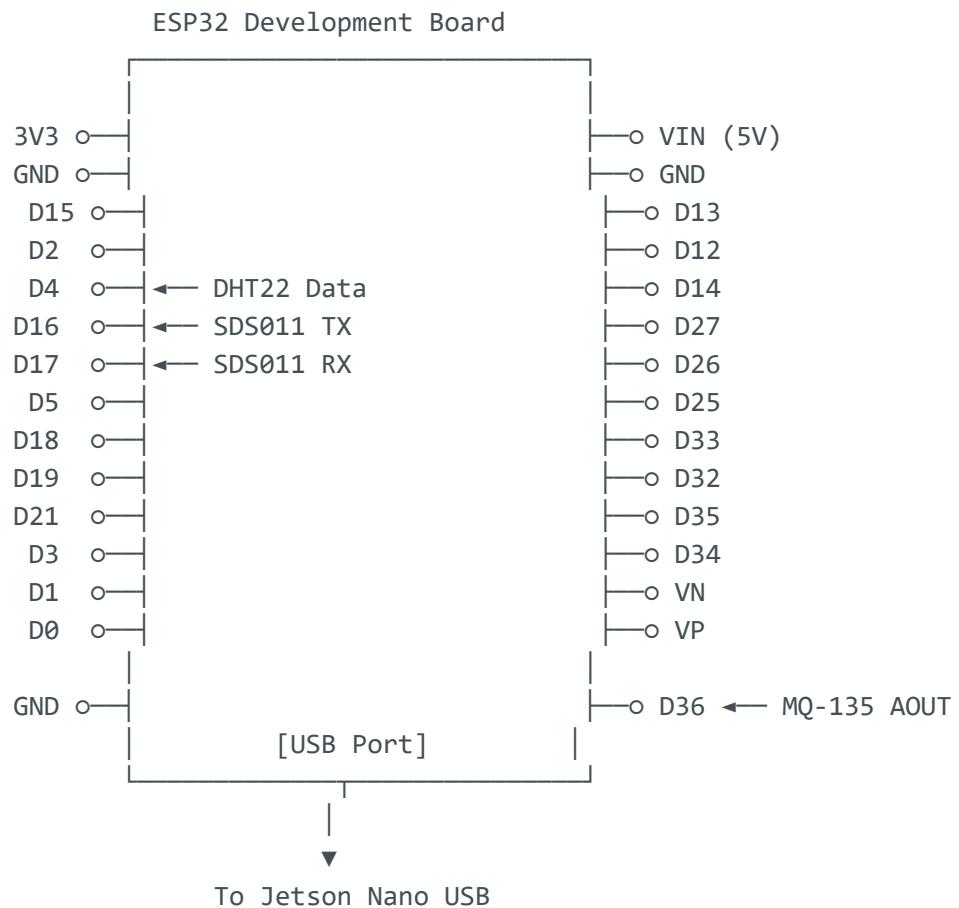
└─ Pin 6 (GND) → Input GND
└─ ตรวจสอบ LED สีเขียวติด

2.2 ทดสอบแรงดันไฟฟ้า

- ใช้มัลติมิเตอร์วัด 5V rail = $5.0V \pm 0.2V$
- ใช้มัลติมิเตอร์วัด 3.3V rail = $3.3V \pm 0.1V$
- ตรวจสอบ GND ต่อเนื่องกัน

ขั้นตอนที่ 3: การเชื่อมต่อ ESP32

3.1 ESP32 Pinout Diagram



3.2 Power Connection

ESP32 ← Power Rails
└─ VIN ← 5V Rail (สายแดง)
└─ GND ← GND Rail (สายดำ)
└─ ตรวจสอบ LED บน ESP32 ติด

3.2 USB Connection

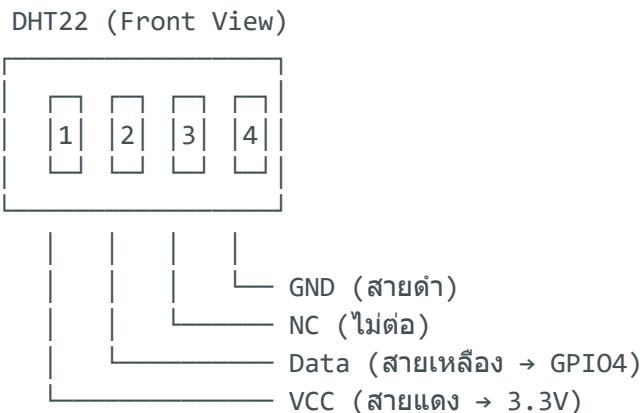
```
ESP32 ← USB Cable → Jetson Nano  
└─ Micro USB ← USB Type-A Port
```

3.3 ทดสอบการเชื่อมต่อ

```
# ตรวจสอบ ESP32 ถูกต้อง与否  
ls /dev/ttyUSB* /dev/ttyACM*  
# ควรเห็น /dev/ttyUSB0 หรือ /dev/ttyACM0
```

ขั้นตอนที่ 4: การเชื่อมต่อ DHT22

4.1 DHT22 Pin Diagram



4.1 Pin Identification

DHT22 Pinout (มองจากด้านหน้า):

- └─ Pin 1: VCC (3.3V-5V)
- └─ Pin 2: Data
- └─ Pin 3: NC (ไม่ใช้)
- └─ Pin 4: GND

4.2 Wiring

DHT22 → ESP32/Power

- └─ Pin 1 (VCC) → 3.3V Rail (สายแดง)
- └─ Pin 2 (Data) → ESP32 GPIO4 (สายเหลือง)

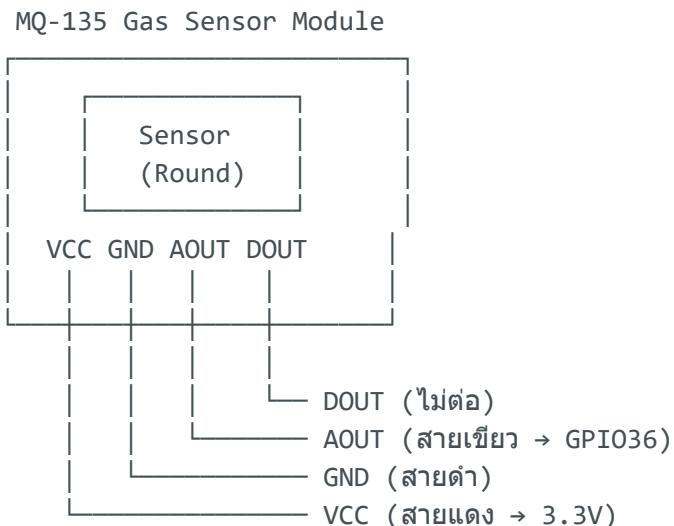
- Pin 3 (NC) → ไม่ต่อ
- Pin 4 (GND) → GND Rail (สายดำ)

4.3 Pull-up Resistor (แนะนำ)

- ต่อตัวต้านทาน $10k\Omega$ ระหว่าง VCC และ Data pin
- ช่วยให้สัญญาณเสถียรขึ้น

ขั้นตอนที่ 5: การเชื่อมต่อ MQ-135

5.1 MQ-135 Module Diagram



5.1 Module Identification

- MQ-135 Module Pins:
- VCC: Power Input (3.3V-5V)
 - GND: Ground
 - AOUT: Analog Output
 - DOUT: Digital Output (ไม่ใช้)

5.2 Wiring

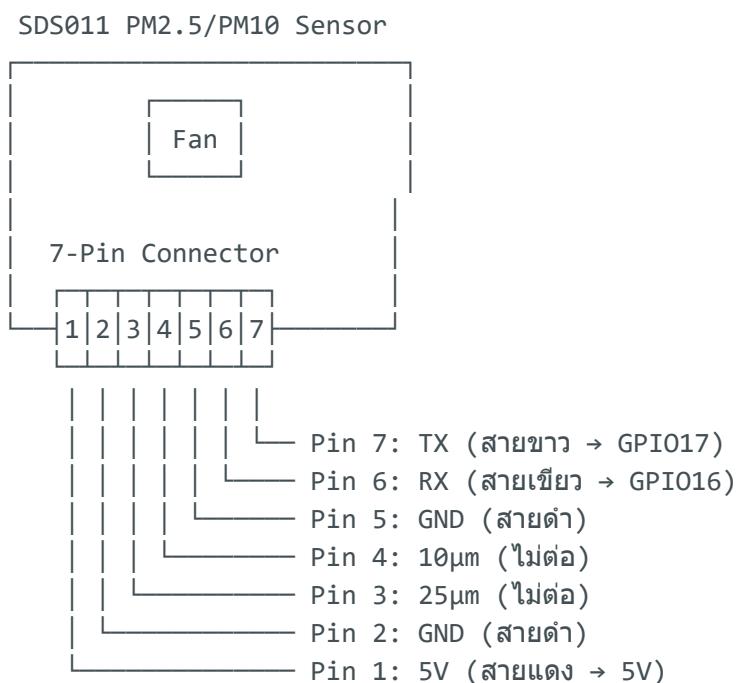
- MQ-135 → ESP32/Power
- VCC → 3.3V Rail (สายแดง)
 - GND → GND Rail (สายดำ)
 - AOUT → ESP32 GPIO36 (สายเขียว)
 - DOUT → ไม่ต่อ

5.3 หมายเหตุ

- MQ-135 ต้องอุ่นเครื่อง 24-48 ชั่วโมงเพื่อความแม่นยำ
- ในช่วงแรกค่าอาจไม่เสถียร

ขั้นตอนที่ 6: การเชื่อมต่อ SDS011

6.1 SDS011 Connector Diagram



6.1 Pin Identification

SDS011 7-Pin Connector:

- Pin 1: 5V (แดง)
- Pin 2: GND (ดำ)
- Pin 3: 25 μ m (ไม่ใช้)
- Pin 4: 10 μ m (ไม่ใช้)
- Pin 5: GND (ดำ)
- Pin 6: RX (เขียว)
- Pin 7: TX (ขาว)

6.2 Wiring

SDS011 → ESP32/Power

- Pin 1 (5V) → 5V Rail (สายแดง)
- Pin 2 (GND) → GND Rail (สายดำ)
- Pin 5 (GND) → GND Rail (สายดำ)

- └─ Pin 6 (RX) → ESP32 GPIO16 (สายเขียว)
- └─ Pin 7 (TX) → ESP32 GPIO17 (สายขาว)

6.3 ทดสอบ

- ▢ ตรวจสอบพัดลมใน SDS011 หมุน
- ▢ ไม่มีเสียงผิดปกติ
- ▢ LED สถานะ (ถ้ามี) ติดปกติ

🔍 การตรวจสอบและทดสอบ

Checklist การต่อสาย

- ✓ Power Connections:
 - 5V Rail: $5.0V \pm 0.2V$
 - 3.3V Rail: $3.3V \pm 0.1V$
 - GND: ต่อเนื่องทุกจุด
- ✓ ESP32:
 - Power LED ติด
 - USB ตรวจสอบใน `/dev/`
 - GPIO pins ไม่สัมภ์
- ✓ DHT22:
 - VCC = $3.3V$
 - Data → GPIO4
 - Pull-up resistor ติดตั้ง
- ✓ MQ-135:
 - VCC = $3.3V$
 - AOUT → GPIO36
 - ไม่มีกีลินใหม້ວ
- ✓ SDS011:
 - VCC = $5V$
 - พัดลมหมุน
 - Serial pins ถูกต้อง

การทดสอบเบื้องต้น

1. ทดสอบ Power Supply

```
# ใช้แมลติมิเตอร์วัดแรงดัน  
# 5V rail ควรได้ 4.8-5.2V  
# 3.3V rail ควรได้ 3.2-3.4V
```

2. ทดสอบ ESP32

```
# ตรวจสอบ Serial Port  
ls /dev/ttyUSB* /dev/ttyACM*  
  
# ทดสอบการสื่อสาร  
screen /dev/ttyUSB0 115200  
# หรือ  
minicom -D /dev/ttyUSB0 -b 115200
```

3. ทดสอบเซ็นเซอร์

```
# รันสคริปต์ทดสอบ  
python sensor_interface.py  
  
# ควรเห็นข้อมูลแบบนี้:  
# DHT22: Temperature=25.4°C, Humidity=65.2%  
# MQ-135: Gas Level=150  
# SDS011: PM2.5=12.5µg/m³, PM10=18.3µg/m³
```

💡 การแกะปืนหา

ปืนหาที่พบบ่อย

1. ESP32 ไม่ตรวจพบ

สาเหตุ:

- สาย USB เสียหาย
- Driver ไม่ถูกต้อง
- พورต์ USB ไม่มีไฟ

วิธีแก้:

- เปลี่ยนสาย USB
- ติดตั้ง CH340/CP2102 driver
- ลองพอร์ต USB อื่น

2. เชื่อมต่อไม่มีข้อมูล

DHT22:

- ตรวจสอบสาย Data และ Pull-up resistor
- ตรวจสอบแรงดันไฟฟ้า 3.3V

MQ-135:

- รอให้อุ่นเครื่อง 5-10 นาที
- ตรวจสอบ AOUT connection

SDS011:

- ตรวจสอบลิมิตเน้นหรือไม่
- ตรวจสอบ Serial connection (RX/TX)
- ตรวจสอบแรงดันไฟฟ้า 5V

3. ค่าผิดปกติ

อุณหภูมิ/ความชื้น:

- DHT22 อาจเสียหาย
- การต่อสายผิด
- สัญญาณรับกวน

PM2.5/PM10:

- SDS011 ต้องอุ่นเครื่อง 30 วินาที
- ทำความสะอาดเชื้อเพลิง
- ตรวจสอบส่วนสภาพแวดล้อม

Gas Level:

- MQ-135 ต้องอุ่นเครื่อง 24-48 ชั่วโมง
- Calibration ในอากาศสะอาด
- ตรวจสอบ ADC connection

Emergency Shutdown

หากเกิดปัญหา:

1. ทดสอบสาย USB ESP32 ทันที
2. ปิดไฟ Jetson Nano
3. ตรวจสอบการต่อสายทั้งหมด
4. ใช้มัลติเมเตอร์ตรวจสอบ short circuit
5. เริ่มต้นใหม่ทีละขั้นตอน



การติดตั้งซอฟต์แวร์

1. เตรียม Jetson Nano

```
# อัปเดตระบบ  
sudo apt update && sudo apt upgrade -y  
  
# ติดตั้ง Python dependencies  
sudo apt install python3-pip python3-venv git -y  
  
# โคลนโปรเจค  
git clone <repository-url>  
cd air_quality_ai  
  
# สร้าง virtual environment  
python3 -m venv venv  
source venv/bin/activate  
  
# ติดตั้ง Python packages  
pip install -r requirements.txt
```

2. เตรียม ESP32

```
# ติดตั้ง Arduino IDE  
# ดาวน์โหลดจาก: https://www.arduino.cc/en/software  
  
# เพิ่ม ESP32 Board Manager:  
# File → Preferences → Additional Board Manager URLs  
# เพิ่ม: https://dl.espressif.com/dl/package\_esp32\_index.json  
  
# ติดตั้งไลบรารี:  
# - ArduinoJson  
# - DHT sensor library  
# - EspSoftwareSerial
```

3. อัปโหลดโค้ด ESP32

1. เปิดไฟล์ esp32_sensor_code.ino
2. เลือกบอร์ด: "ESP32 Dev Module"
3. เลือกพอร์ต: /dev/ttyUSB0
4. กด Upload
5. รอนจนเสร็จ (ประมาณ 1-2 นาที)

4. ทดสอบระบบ

```
# ทดสอบเซ็นเซอร์
python sensor_interface.py

# รันระบบเต็มรูปแบบ
python main.py

# รันเฉพาะเว็บไซต์
python start_website.py
```

🎯 การใช้งาน

เริ่มต้นระบบ

```
# วิธีที่ 1: เมนูแบบอินเทอร์แอคทีฟ
python run_system.py

# วิธีที่ 2: รันโดยตรง
python main.py          # ระบบเต็มรูปแบบ
python main.py --mock    # โหมดทดสอบ
python main.py --dashboard-only # เฉพาะเว็บไซต์

# วิธีที่ 3: เว็บไซต์อย่างเดียว
python start_website.py
```

เข้าถึงเว็บไซต์

- **Local:** <http://localhost:8050>
- **Network:** [http://\[jetson-ip\]:8050](http://[jetson-ip]:8050)
- อัปเดตอัตโนมัติ: ทุก 30 วินาที

ข้อมูลที่แสดง

- **ค่าปัจจุบัน:** PM2.5, PM10, อุณหภูมิ, ความชื้น
- **กราฟแนวโน้ม:** 24 ชั่วโมงย้อนหลัง

- 🌟 การพยากรณ์: 1-6 ชั่วโมงข้างหน้า
- 🎯 ความแม่นยำ: ประสิทธิภาพโมเดล AI

เอกสารเพิ่มเติม

- [README.md](#) - ข้อมูลโครงการโดยรวม
- [esp32_sensor_code.ino](#) - โค้ด Arduino
- [config.py](#) - การตั้งค่าระบบ
- [requirements.txt](#) - Python dependencies

SOS การขอความช่วยเหลือ

หากพบปัญหา:

1. ตรวจสอบ [การแก้ปัญหา](#) ในเอกสารนี้
2. ดูไฟล์ log ใน [logs/](#) directory
3. ตรวจสอบการต่อสายตาม checklist
4. รันคำสั่งทดสอบทีละขั้นตอน

ข้อมูลที่ควรรวมเมื่อรายงานปัญหา:

- รุ่น Jetson Nano และ JetPack version
- ข้อความ error แบบเต็ม
- ขั้นตอนที่ทำก่อนเกิดปัญหา
- ผลการทดสอบแต่ละเซ็นเซอร์

สร้างด้วย ❤ เพื่ออากาศที่สะอาดและสุภาพที่ดีขึ้น