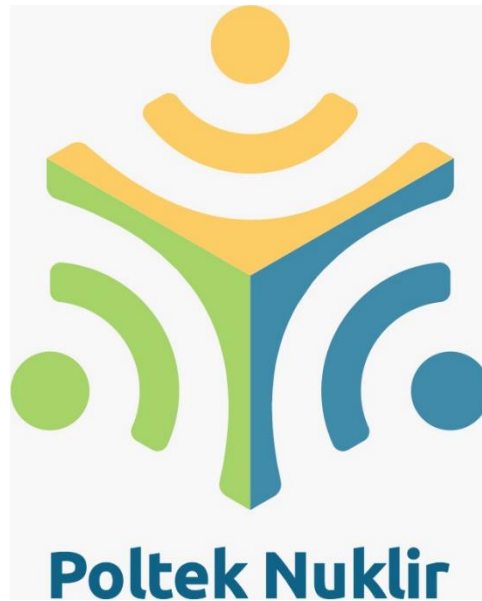


**LAPORAN AKHIR PROYEK SPESIAL**

**RANCANG BANGUN DETEKTOR SAKU POLUSI UDARA  
BERBASIS ARDUINO NANO TERKONEKSI BLUETOOTH  
ANDROID**



Diusulkan oleh :

|                             |           |
|-----------------------------|-----------|
| Alifuddin Akhsan Sulistiono | 022100006 |
| David Irfan Jasir           | 022100010 |
| Dimas Bagus Ahmad Badawi    | 022100011 |
| Wandre Sianturi             | 022100027 |

**PROGRAM STUDI ELEKTRONIKA INSTRUMENTASI  
POLITEKNIK TEKNOLOGI NUKLIR INDONESIA – BRIN  
YOGYAKARTA**

**2024**

# DAFTAR ISI

|   |    |
|---|----|
| DAFTAR ISI.....   | 2  |
| ABSTRAK .....   | 1  |
| BAB 1 : PENDAHULUAN .....   | 2  |
| 1.1 Latar Belakang .....  | 2  |
| 1.2 Rumusan Masalah .....   | 2  |
| 1.3 Tujuan .....  | 3  |
| 1.4 Manfaat .....   | 3  |
| BAB 2 : TINJAUAN PUSTAKA .....  | 4  |
| 2.1 Penelitian dan Pengembangan Sebelumnya .....                          | 4  |
| 2.2 Polusi Udara dan Penentuan Kualitas Udara. ....                       | 4  |
| 2.3 Perangkat Pendeteksi Polusi Udara.....                                | 8  |
| BAB 3 : METODE PENELITIAN .....   | 15 |
| 3.1 Tahapan Penelitian.....   | 15 |
| 3.2 Flowchart Operasi Hardware & Software.....                            | 18 |
| 3.3 Rancangan Hardware & Software Detektor Polusi Udara.....              | 20 |
| BAB 4 : HASIL & PEMBAHASAN .....  | 21 |
| 4.1 Deskripsi Langkah Kerja Hardware & Software Detektor Polusi Udara. .. | 21 |
| 4.2 Hasil Pengujian Pengukuran Detektor Polusi Udara .....                | 21 |
| BAB 5 : KESIMPULAN & SARAN .....  | 25 |
| 5.1 Kesimpulan .....  | 25 |
| 5.2 Evaluasi dan Saran pengembangan.....                                  | 25 |
| DAFTAR PUSTAKA .....  | 26 |
| LAMPIRAN 1 BARIS PROGRAM ARDUINO NANO .....                               | 28 |
| LAMPIRAN 2 BARIS PROGRAM SOFTWARE MIT APP INVENTOR.....                   | 30 |



# ABSTRAK

## RANCANG BANGUN DETEKTOR SAKU POLUSI UDARA BERBASIS ARDUINO NANO TERKONEKSI BLUETOOTH ANDROID

Politeknik Teknologi Nuklir Indonesia – BRIN  
Elektronika Instrumentasi  
Alifudin Akhsan Sulistiono (022100006)  
David Irfan Jasir (022100010)  
Dimas Bagus Ahmad Badawi (022100011)  
Wandre Sianturi (022100027)

**Abstrak.** Beraktivitas di luar ruangan di tempat dengan kadar polusi udara yang tinggi dapat berakibat pada menurunnya tingkat kesehatan. Sehingga, untuk mengetahui kadar polusi udara yang diterima oleh setiap orang, diperlukan alat ukur berupa detektor polusi udara yang bersifat portabel, personal dan terintegrasi dengan perangkat telepon genggam Android. Perangkat ini tersusun dari sensor gas MiCS-5524, Arduino Nano, HC-05 serta *power supply* dengan desain tertentu dan dipasang pada PCB dengan teknik solder. Detektor ini dirancang untuk dapat melakukan pengukuran kandungan polutan udara, khususnya karbon monoksida, selama beraktivitas di luar ruangan. Hasil pengukuran polutan akan diolah dengan berpedoman pada Indeks Standar Pencemar Udara pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 14 Tahun 2020. Hasil pengukuran dan pengolahan data akan dikirim ke perangkat *smartphone* Android pengendara sepeda motor melalui jaringan Bluetooth pada aplikasi Android yang dirancang menggunakan sarana MIT App Inventor. Di aplikasi ini, akan tertampil kadar polutan karbon monoksida yang diterima dan tingkatan bahaya paparan polusi udara. Pengujian perangkat dilakukan dalam dua tahapan, yaitu pengujian rangkaian dan pengujian operasional. Hasil pengujian menunjukkan hasil pengukuran yang terlampau tinggi sehingga ada kemungkinan kerusakan dikarenakan metode penyolderan yang tidak baik. Pada aplikasi MIT, data hasil pengukuran dapat disimpan sebagai riwayat hasil pengukuran.

**Kata kunci :** *Android, Detektor Polusi Udara, Karbon Monoksida.*

# BAB 1 : PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Beraktivitas di luar ruangan di tempat dengan kadar polusi udara yang tinggi dapat berakibat pada menurunnya tingkat kesehatan. Polusi udara dapat berasal dari gas buang kendaraan bermotor, aktivitas industri, pembakaran sampah, dan lainnya. Kandungan polusi udara terdiri dari berbagai zat, seperti Karbon Monoksida (CO). Berbagai kota besar di Indonesia, termasuk juga di Yogyakarta, terkandung sejumlah zat CO yang mempengaruhi kualitas udara. Sejumlah penelitian yang melakukan pengukuran kandungan CO di beberapa tempat di Yogyakarta menunjukkan bahwa pada waktu dan tempat tertentu, kandungan CO yang terukur kurang baik. Apabila seseorang terpapar zat ini secara terus-menerus selama beraktivitas di luar ruangan, maka dapat mempengaruhi kesehatannya dikarenakan senyawa ini memiliki berbagai dampak negatif terhadap kesehatan manusia, khususnya kesehatan pernapasan.

Untuk memantau kandungan polutan udara, diperlukan suatu alat ukur polusi udara. Namun, perangkat alat ukur ini tidak selalu ada di berbagai tempat. Begitu pun juga dengan detektor alat ukur polusi udara personal yang bersifat personal dan portabel yang dapat dipasang di saku belum tersedia secara luas. Oleh karena itu, dirancang suatu alat ukur deteksi polusi udara yang dikhususkan untuk mendeteksi polutan CO. Alat ukur detektor ini dirancang bersifat portabel dan dapat dipasang pada saku. Rancangan alat ini juga mampu mengirim data secara *real time* ke perangkat Android penggunanya melalui jaringan BT.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, permasalahan dalam penelitian ini dirumuskan sebagai berikut.

1. Bagaimana merancang *hardware* dan *software* Detektor Saku Polusi Udara yang dapat dipasang pada saku perorangan?
2. Bagaimana kinerja operasional *hardware* dan *software* dari Detektor Saku Polusi Udara?

Rumusan masalah tersebut dibatasi pada lingkup sebagai berikut.

1. Hanya mengukur salah satu kandungan polusi udara, yaitu Karbon Monoksida.
2. Percobaan sistem alat dilakukan di luar ruangan, yaitu di daerah dengan kadar polusi yang tinggi seperti di jalan raya pada waktu tertentu.
3. Menggunakan sensor MICS-5524 dan Arduino Nano dengan data pengukuran dikirim dengan metode via Bluetooth melalui perangkat modul HC-05.
4. Hasil Pengukuran tertampil melalui aplikasi android yang dirancang melalui MIT App Inventor.

### 1.3 Tujuan

Penelitian ini dilaksanakan untuk,

1. Menghadirkan alat untuk mengukur jumlah paparan polusi udara perorangan.

### 1.4 Manfaat

1. Bagi perancang, sebagai sarana penerapan ilmu pengetahuan mengenai IoT di lingkungan masyarakat.
2. Bagi Masyarakat sebagai target pengguna, perangkat ini dapat digunakan salah satu alat untuk memantau kesehatan dengan mengetahui jumlah paparan polusi udara yang diterimanya.

## **BAB 2 : TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Penelitian dan Pengembangan Sebelumnya.**

Perancangan ini didasarkan pada beberapa penelitian dan pengembangan yang telah dilakukan sebelumnya oleh berbagai pihak, terutama yang terkait dengan pengukuran polusi udara berteknologi IoT menggunakan perangkat sensor dan mikrokontroller.

Pada penelitian yang dilakukan Gessal dkk (2019) telah dirancang perangkat pengukuran gas CO dengan menggunakan Arduino Uno, Sensor MQ-135, dan LCD. Hasil pengukuran diolah menggunakan ketentuan dari Standar ISPU dan ditampilkan di LCD dan aplikasi berbasis Android. Perangkat tersebut dapat mengukur kadar CO di Lapangan Sparta Tikala Kota Manado dengan nilai mencapai 0,2 PPM.

Hariyanto dkk (2017) telah merancang prototipe helm pengukur kualitas udara bagi pengendara sepeda motor. Perangkat tersebut mengukur polusi udara di jalan raya secara real time dan memberikan peringatan berupa suara. Sensor yang digunakan adalah TGS 2600 dan TGS 4161 yang terhubung dengan komponen mikrokontroller ATmega 16. Komponen-komponen tersebut disusun dalam rangkaian PCB dan disusun keluaran berupa LCD dan audio. Rangkaian disusun sedemikian rupa pada helm dan disesuaikan untuk kenyamanan pengguna helm.

Pengembangan alat ukur polusi udara juga telah dilakukan oleh Yulianto dkk (2022) dengan menggunakan sensor MQ-7, NodeMCU ESP8266, Sensor DHT11, dan LCD. Hasil pengukuran polusi udara berupa CO dari MQ-7 dibandingkan dengan alat CO meter dan diperoleh hasil tingkat akurasi yang cukup tinggi dengan nilai error sekitar 1,72%. Hasil pengukuran disimpan dalam database dan juga dapat ditampilkan dalam aplikasi android.

### **2.2 Polusi Udara dan Penentuan Kualitas Udara.**

Polusi udara didefinisikan sebagai tercampurnya berbagai zat berbahaya ke atmosfer yang berdampak pada menurunnya kualitas udara di lingkungan dan berdampak pada kesehatan manusia. Salah satu sumber polusi udara adalah

aktivitas transportasi. Umumnya di kota – kota besar, sekitar 70% kandungan polusi udara dihasilkan dari kendaraan bermotor.

Polusi udara dari kendaraan bermotor di jalan raya tersusun dari berbagai zat polutan, salah satu di antaranya yaitu karbon monoksida (CO). Zat ini dalam bentuk gas nya bersifat tidak berwarna, tidak berasa, tidak mengiritasi, dan tidak berbau. Sumber dari karbon monoksida sebagian besar berasal dari gas buangan hasil pembakaran bahan bakar kendaraan bermotor. Senyawa ini memiliki berbagai dampak berbahaya bagi kesehatan manusia tergantung pada konsentrasi CO yang dihirup, dimulai dari kepala pusing (kandungan CO 10%), mual dan sesak napas (kandungan CO 20%), gangguan penglihatan dan penurunan konsentrasi (kandungan CO 30%), koma (40% - 50%), bahkan hingga kematian. Daya ikat CO terhadap Hemoglobin darah juga 240 kali lebih kuat dibandingkan daya ikat O<sub>2</sub> terhadap Hemoglobin darah.

Kualitas udara suatu daerah diketahui dari jumlah atau konsentrasi polutan berbahaya yang terdapat pada daerah tersebut. Penentuan kualitas udara dari pengukuran konsentrasi polutan udara berpedoman pada standar pengukuran dan penilaian kualitas udara. Di Indonesia, standar tersebut dinamakan sebagai Indeks Standar Pencemaran Udara. Ketentuan standar indeks ini terdapat dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 14 Tahun 2020 tentang Indeks Standar Pencemaran Udara. Berdasarkan peraturan tersebut, kualitas udara ditentukan dari analisis data konsentrasi partikel polutan udara serta menghitung nilai ISPU dengan persamaan berikut

$$I = \frac{(I_a - I_b)}{(X_a - X_b)} (X_a - X_b) + I_b \quad (1)$$

Dengan,

I = ISPU terhitung

I<sub>a</sub> = ISPU batas atas

I<sub>b</sub> = ISPU batas bawah

X<sub>a</sub> = Konsentrasi ambien batas atas (µg/m<sup>3</sup>)

X<sub>b</sub> = Konsentrasi ambien batas



Nilai  $I_a$ ,  $I_b$ ,  $X_a$ ,  $X_b$  sudah ditetapkan dalam Tabel Konversi Nilai Konsentrasi Parameter ISPU Tabel 1 berikut.

*Tabel 1 Tabel Konversi Nilai Konsentrasi Parameter ISPU*

| ISPU      | 24 Jam<br>partikula<br>t<br>(PM <sub>10</sub> )<br>μg/m <sup>3</sup> | 24 Jam<br>partikula<br>t<br>(PM <sub>2.5</sub> )<br>μg/m <sup>3</sup> | 24 Jam<br>sulfur<br>dioksida<br>(SO <sub>2</sub> )<br>μg/m <sup>3</sup> | 24 Jam<br>karbo<br>n<br>monoksida<br>(CO)<br>μg/m <sup>3</sup> | 24 Jam<br>ozon (O <sub>3</sub> )<br>μg/m <sup>3</sup> | 24<br>jam<br>nitroge<br>n<br>dioksi<br>da<br>(NO <sub>2</sub> )<br>μg/m <sup>3</sup> | 24 Jam<br>hidrokarb<br>on<br>(HC)<br>μg/m <sup>3</sup> |
|-----------|--|---|---|--|---|--|--|
| 0 - 50    | 50   | 15,5  | 52  | 4000   | 120   | 80   | 45   |
| 51 - 100  | 150  | 55,4  | 180   | 8000   | 235   | 200  | 100  |
| 101 - 200 | 350  | 150,4   | 400   | 15000  | 400   | 1130   | 215  |
| 201 - 300 | 420  | 250,4   | 800   | 30000  | 800   | 2260   | 432  |
| >300      | 500  | 500   | 1200  | 45000  | 1000  | 3000   | 648  |

Hasil perhitungan ISPU yang diperoleh akan dikategorikan paparan polusi udara yang diterima pengguna dalam warna-warna sebagaimana terdapat dalam Tabel 2 berikut.

*Tabel 2 Tabel Kategorisasi Nilai ISPU*

| Kategori           | Status warna | Rentang nilai ISPU |
|--------------------|--------------|--------------------|
| BAIK               | Hijau        | 1 – 50             |
| SEDANG             | Biru         | 51 – 100           |
| TIDAK SEHAT        | Kuning       | 101 – 200          |
| SANGAT TIDAK SEHAT | Merah        | 201 – 300          |
| BERBAHAYA          | Hitam        | >= 301             |

Tiap kategori nilai ISPU memiliki penjelasan masing-masing terkait tingkatan kualitas udara dan bahayanya yang dapat dilihat pada tabel 3 berikut.

*Tabel 3 Tabel Penjelasan Kategori ISPU*

| Kategori | Keterangan | Apa yang harus dilakukan |
|----------|------------|--------------------------|
|----------|------------|--------------------------|

|             |   |  |
|-------------|---|--|
| Baik        | Tingkat kualitas udara yang sangat baik, tidak memberikan efek negatif terhadap manusia, hewan, tumbuhan. | Sangat baik melakukan kegiatan di luar   |
| Sedang      | Tingkat kualitas udara masih dapat diterima pada kesehatan manusia, hewan dan tumbuhan.                   | <p><b>Kelompok sensitif:</b></p> <p>Kurangi aktivitas fisik yang terlalu lama atau berat.</p> <p><b>Setiap orang:</b></p> <p>Masih dapat beraktivitas di luar</p>  |
| Tidak sehat | Tingkat kualitas udara yang bersifat merugikan pada manusia, hewan dan tumbuhan.                          | <p><b>Kelompok sensitif:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Boleh melakukan aktivitas di luar, tetapi mengambil rehat lebih sering dan melakukan aktivitas ringan. Amati gejala berupa batuk atau nafas sesak.</li> <li>• Penderita asma harus mengikuti petunjuk kesehatan untuk asma dan menyimpan obat asma.</li> <li>• Penderita penyakit jantung: gejala seperti <i>palpitasi</i>/jantung berdetak lebih cepat, sesak nafas, atau kelelahan yang tidak biasa mungkin mengindikasikan masalah serius.</li> </ul> <p><b>Setiap orang:</b></p> |

|                    |  |   |
|--------------------|--|---|
|                    |  | Mengurangi aktivitas fisik yang terlalu lama di luar ruangan.   |
| Sangat Tidak Sehat | Tingkat kualitas udara yang dapat meningkatkan resiko kesehatan pada sejumlah segmen populasi yang terpapar. | <b>Kelompok sensitif:</b><br>Hindari semua aktivitas di luar. Perbanyak aktivitas di dalam ruangan atau lakukan penjadwalan ulang pada waktu dengan kualitas udara yang baik.<br><b>Setiap orang:</b><br>Hindari aktivitas fisik yang terlalu lama di luar ruangan, pertimbangkan untuk melakukan aktivitas di dalam ruangan. |
| Berbahaya          | Tingkat kualitas udara yang dapat merugikan kesehatan serius pada populasi dan perlu penanganan cepat.       | <b>Kelompok sensitif:</b><br>Tetap di dalam ruangan dan hanya melakukan sedikit aktivitas<br><b>Setiap orang:</b><br>Hindari semua aktivitas di luar  |

## 2.3 Perangkat Pendeteksi Polusi Udara

Untuk mengetahui kualitas udara berdasarkan kandungan polutan udara di suatu tempat, maka diperlukan perangkat detektor alat ukur polusi udara. Di dalam perangkat tersebut, terdapat berbagai komponen untuk mengukur dan mengolah data hasil pengukuran tersebut. Jenis – jenis komponen yang terdapat dalam perangkat alat ukur detektor polusi udara, diantaranya

### 1. Sensor gas MiCS-5524.

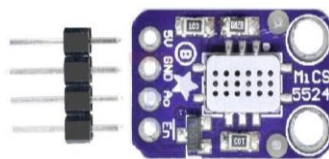
Sensor MiCS-5524 merupakan perangkat sensor MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) dari jenis MOS (Metal Oxide Semiconductor) yang mampu melakukan pengukuran kandungan berbagai jenis gas untuk memonitor

kualitas udara. Jenis gas yang dapat dideteksi dan rentang pengukurannya meliputi Carbon Monoxide (CO) sebanyak 1-1000 ppm, Ethanol (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>OH) sebanyak 10-500 ppm, Hydrogen (H<sub>2</sub>) sebanyak 1-1000 ppm, Amonia (NH<sub>3</sub>) sebanyak 1-500 ppm, dan Metana (CH<sub>4</sub>) sebanyak lebih dari 1000 ppm.

Sensor ini banyak digunakan dalam aplikasi keamanan dan kesehatan, seperti deteksi kebocoran gas dan pemantauan kualitas udara, karena kemampuannya untuk memberikan pengukuran yang akurat dan respons cepat terhadap perubahan konsentrasi gas.

Spesifikasi teknis dari MICS-5524 mencakup tegangan operasi 5V, konsumsi daya rendah sekitar 56 mW, dan rentang suhu operasi dari -20°C hingga 50°C. Sensor ini menggunakan teknologi Metal Oxide Semiconductor (MOS) untuk mendeteksi gas, di mana permukaan sensor akan mengalami perubahan resistansi saat terpapar gas yang terdeteksi. Sensor ini juga dilengkapi dengan pemanas internal untuk memastikan kinerja yang stabil dalam berbagai kondisi lingkungan.

Cara kerja sensor MICS-5524 dimulai dengan pemanasan elemen sensor hingga suhu operasi yang diperlukan. Ketika gas target terdeteksi, molekul gas akan berinteraksi dengan permukaan sensor, menyebabkan perubahan resistansi. Perubahan ini diukur dan dikonversi menjadi sinyal listrik yang dapat dibaca oleh mikrokontroler atau perangkat pengolah data lainnya. Dengan cara ini, konsentrasi gas di lingkungan dapat dipantau secara kontinu dan akurat.



*Gambar 1 Sensor Gas MICS-5524*

## 2. Embedded system mikrokontroler Arduino Nano.

Arduino Nano adalah sebuah papan mikrokontroler kecil dan fleksibel yang dirancang untuk memudahkan pengembangan proyek-proyek elektronik dan embedded systems. Berbasis pada mikrokontroler ATmega328, Arduino Nano memiliki ukuran yang kompak sehingga cocok untuk digunakan dalam proyek-

proyek dengan ruang terbatas. Papan ini sering digunakan oleh penggemar elektronik, insinyur, dan pelajar untuk membuat prototipe cepat.

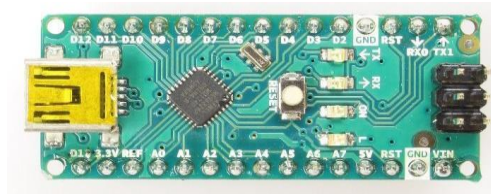
Spesifikasi dari Arduino Nano mencakup tegangan operasi 5V, dengan tegangan input yang bervariasi antara 7-12V. Papan ini dilengkapi dengan 14 pin digital input/output, di mana 6 di antaranya dapat digunakan sebagai output PWM, dan 8 pin analog input. Arduino Nano memiliki memori flash sebesar 32 KB, SRAM sebesar 2 KB, dan EEPROM sebesar 1 KB. Frekuensi clock dari papan ini adalah 16 MHz, yang memberikan kecepatan pemrosesan yang cukup untuk banyak aplikasi sederhana.

Kemampuan Arduino Nano meliputi berbagai fungsi seperti pembacaan sensor, kontrol motor, dan komunikasi serial dengan perangkat lain. Papan ini mendukung berbagai protokol komunikasi seperti UART, SPI, dan I2C, memungkinkan integrasi dengan berbagai sensor dan modul tambahan.

Kelebihan dari Arduino Nano adalah ukurannya yang kecil, kemudahan pemrograman menggunakan software Arduino IDE, dan dukungan komunitas yang luas. Hal ini membuatnya sangat cocok untuk digunakan dalam proyek-proyek yang memerlukan mikrokontroler dengan footprint kecil namun tetap memiliki kemampuan yang cukup lengkap.

Komponen-komponen utama dari Arduino Nano termasuk mikrokontroler ATmega328, regulator tegangan, kristal oscillator 16 MHz, pin header untuk koneksi input/output, dan port USB Mini-B untuk pemrograman dan komunikasi. Papan ini juga memiliki beberapa LED indikator untuk daya dan status pin digital tertentu.

Cara kerja Arduino Nano dimulai dengan pemrograman mikrokontroler menggunakan Arduino IDE. Program, atau sketch, diunggah ke papan melalui port USB. Setelah diunggah, mikrokontroler menjalankan program tersebut secara otomatis. Program ini dapat membaca input dari sensor, memproses data, dan menghasilkan output yang sesuai, seperti menggerakkan motor atau mengaktifkan LED. Dengan cara ini, Arduino Nano memungkinkan pengembangan berbagai aplikasi interaktif dan otomatisasi dengan mudah.



*Gambar 2 Arduino Nano*

### 3. HC-05.

Modul Bluetooth HC-05 adalah sebuah modul komunikasi nirkabel yang dirancang untuk menyediakan konektivitas Bluetooth antara perangkat mikrokontroler seperti Arduino atau Raspberry Pi dengan perangkat lain yang mendukung Bluetooth, seperti smartphone atau komputer. Modul ini banyak digunakan dalam proyek-proyek Internet of Things (IoT) dan automasi karena kemudahan penggunaannya dan kemampuan untuk menghubungkan berbagai perangkat secara nirkabel.

Spesifikasi dari modul HC-05 meliputi tegangan operasi 3.6V hingga 5V, kecepatan transmisi data hingga 3 Mbps, dan jangkauan komunikasi hingga 10 meter di ruang terbuka. Modul ini mendukung profil komunikasi Serial Port Profile (SPP) dan dilengkapi dengan LED indikator yang menunjukkan status koneksi Bluetooth. Modul HC-05 juga memiliki fitur mode Master dan Slave yang dapat diatur sesuai kebutuhan, serta pin antarmuka UART (TX, RX) untuk komunikasi serial dengan mikrokontroler.

Cara kerja modul HC-05 cukup sederhana. Setelah modul dihubungkan ke mikrokontroler dan diberi daya, modul akan memulai dalam mode pengaturan default sebagai Slave, menunggu perangkat lain untuk menghubungkannya. Mikrokontroler dapat mengirim perintah AT melalui antarmuka serial untuk mengonfigurasi modul, seperti mengubah nama Bluetooth, PIN, atau mode operasi. Setelah konfigurasi, modul dapat digunakan untuk mengirim dan menerima data secara nirkabel, memungkinkan mikrokontroler untuk berkomunikasi dengan perangkat Bluetooth lainnya tanpa perlu kabel fisik.



Gambar 3 Modul Bluetooth HC-05

#### 4. Perangkat lunak (*software*).

Perangkat lunak yang diperlukan meliputi perangkat lunak untuk pemrograman *hardware* rangkaian Arduino serta perangkat lunak penampilan data di perangkat android. Pemrograman *hardware* rangkaian Arduino Uno melalui aplikasi Arduino IDE. Pemrograman ini untuk menyusun alur kerja pengukuran dan penampilan data dari sensor, melalui Arduino Uno, hingga ditampilkan di aplikasi Android.

Perancangan aplikasi Android untuk menampilkan data hasil pengukuran sensor menggunakan sarana MIT App Inventor. Sarana ini merupakan sarana pemrograman untuk menciptakan aplikasi android berbasis sistem operasi Android yang dikembangkan oleh Google dan dikelola oleh Massachusetts Institute of Technology (MIT). Dengan sarana MIT App Inventor, perancangan aplikasi Android dilakukan dengan perancangan GUI (Graphic User Interface) dengan langkah *drag-and-drop* objek visual perangkat Android. Kehadiran sarana ini dalam perancangan aplikasi android memfokuskan pengembang aplikasi Android pada desain dan pemrograman logika tanpa fokus pada pemrograman berbasis sintaks bahasa. Untuk mengakses sarana ini melalui <https://appinventor.mit.edu/>.

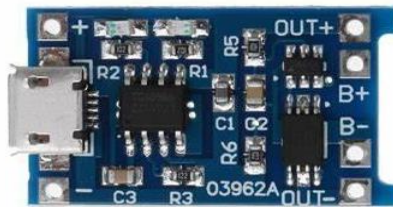


Gambar 4 Laman Utama MIT App Inventor

#### 5. Komponen Pendukung Lainnya.

Komponen ini meliputi komponen sumber daya, yaitu Modul Charger, Modul Step-Up, dan Baterai.

Modul charger TP4056 merupakan modul dukungan untuk mengisi daya baterai, umumnya baterai Li-Ion. Modul ini menerima tegangan input dari port input Micro USB bertegangan 4,5 – 5,5 V hingga mengisi daya penuh suatu baterai hingga 4,2 V. Modul ini telah dilengkapi dengan lampu indikator pengisian data berwarna merah saat sedang proses pengisian dan warna hijau saat sudah selesai pengisian daya nya. Modul varian E telah dilengkapi dengan sistem proteksi pengisian daya untuk baterai. Pada saat pemasangan pin baterai dan pin output daya baterai, perlu diperhatikan polaritas positif-negatif dari baterai dan komponen output.



*Gambar 5 Modul Charger TP4056*

Baterai Li-Polymer digunakan untuk menyimpan daya listrik dengan menggunakan baterai bertegangan 3,7 V dan kapasitas hingga 1200 mAh. Baterai telah dilengkapi dengan modul proteksi pengisian daya.



*Gambar 6 Baterai Lithium-Polymer*



Step Up DC-DC yang digunakan adalah modul MT3608. Modul ini dapat mengubah nilai tegangan input 2V – 9V menjadi tegangan output bernilai hingga 26 V. Arus output maksimum sebesar 2A. Penyesuaian nilai tegangan output dengan memutar potentiometer yang terdapat di modul hingga diperoleh tegangan yang diinginkan.



*Gambar 1 Modul Step-Up*

## BAB 3 : METODE PENELITIAN

### 3.1 Tahapan Penelitian.

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan dengan metode *trial & error*, yaitu melakukan beberapa kali pengujian disertai evaluasi dan perbaikan dalam tiap pengujiannya. Hasil penelitian dijelaskan dengan metode deskriptif untuk menjelaskan kinerja operasional perangkat. Metode tersebut dilakukan dalam tahapan-tahapan berikut.

1. Analisis permasalahan dan kebutuhan.

Tahapan analisis permasalahan dan kebutuhan berupa pengamatan terhadap keadaan di lingkungan sekitar beserta mencari berbagai informasi dan berita di media massa terkait dengan permasalahan yang ditemukan dari pengamatan tersebut. Dasar permasalahan dan kebutuhan dari penelitian ini adalah tidak tersedianya sarana penampil pengukuran kandungan polusi udara di beberapa jalan raya di Yogyakarta serta belum adanya perangkat pengukur kandungan polusi udara terintegrasi dengan perangkat Android yang bersifat portabel, personal, dan dapat dipakai di saku pengguna.

2. Studi Pustaka.

Tahapan studi Pustaka berupa mencari literatur terkait, berupa artikel ilmiah di jurnal-jurnal ilmiah yang membahas tentang polusi udara dan perkembangan perangkat detektor polusi udara terintegrasi dengan IoT.

3. Persiapan awal.

Tahapan ini menentukan jenis *hardware* dan *software* yang akan digunakan, metode pengujian, waktu dan lokasi pengujian, serta metode analisis dan perhitungan data.

4. Perancangan.

Tahapan perancangan meliputi perancangan susunan rangkaian *hardware*, perancangan *flowchart* atau alur kerja dari *hardware* dan *software*, dan perancangan desain aplikasi Android.

## 5. Pengujian.

Tahapan pengujian berupa pengujian rangkaian dan pengujian operasional. Pengujian rangkaian dilakukan untuk mengetahui kemampuan awal dari rangkaian *hardware* beserta program Arduino-nya yang telah disusun pada papan percobaan. Kemampuan rangkaian yang diuji meliputi pengujian program Arduino untuk mengukur gas karbon monoksida beserta pengiriman data sensor via bluetooth. Pengujian ini dilakukan di dalam Laboratorium Kendali, Politeknik Teknologi Nuklir Indonesia.

Pengujian operasional berupa pengujian kemampuan hardware yang telah disusun sedemikian rupa pada PCB beserta pengujian kemampuan rancangan *software* aplikasi Android untuk menerima dan menampilkan data hasil pengukuran dari *hardware*.

Metode pengujiannya berupa alat akan dipaparkan pada asap dari kertas yang dibakar. Pengujian operasional akan mengukur variabel jumlah kandungan polutan CO di udara yang terukur.

Pengujian operasional dilakukan dengan dua cara yaitu dengan menggunakan aplikasi Android Serial Bluetooth Terminal untuk menguji kemampuan transfer data ke perangkat Android dan pengujian dengan aplikasi yang dirancang dari MIT App Inventor untuk menguji kemampuan transfer data ke aplikasi yang sudah dirancang.

## 6. Analisis Data.

Hasil pengukuran sensor akan dicatat dan disimpan dengan menghitung rata-rata pengukuran selama 1 menit. Data pengukuran diolah berdasarkan pada ketentuan dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 14 Tahun 2020 tentang Indeks Standar Pencemaran Udara.

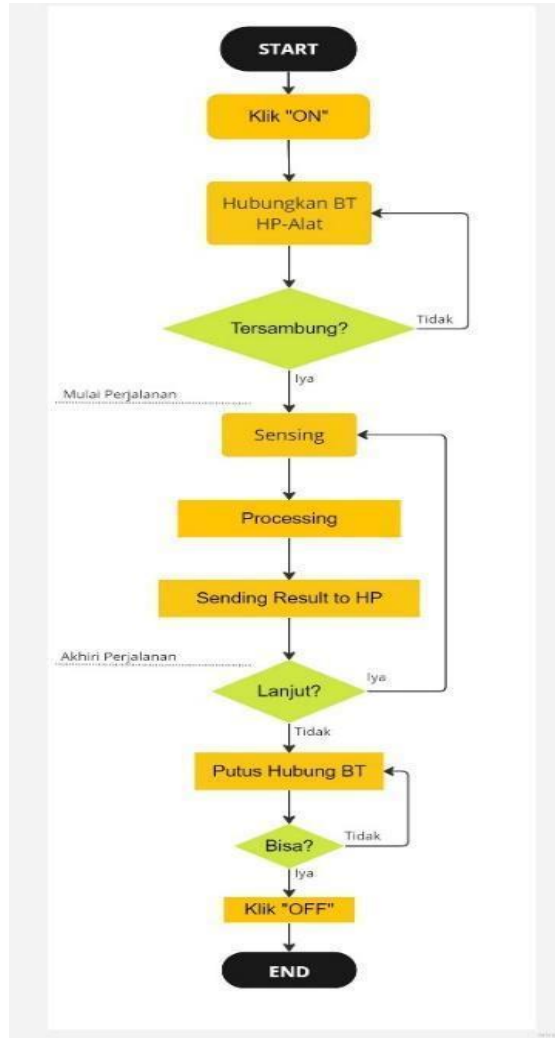
Kinerja operasional perangkat akan dianalisis terkait tampilan hasil pengukuran pada aplikasi Android Serial Bluetooth Terminal dan aplikasi rancangan MIT App Inventor sejak sebelum perjalanan hingga selesai perjalanan.

## 7. Perumusan kesimpulan.

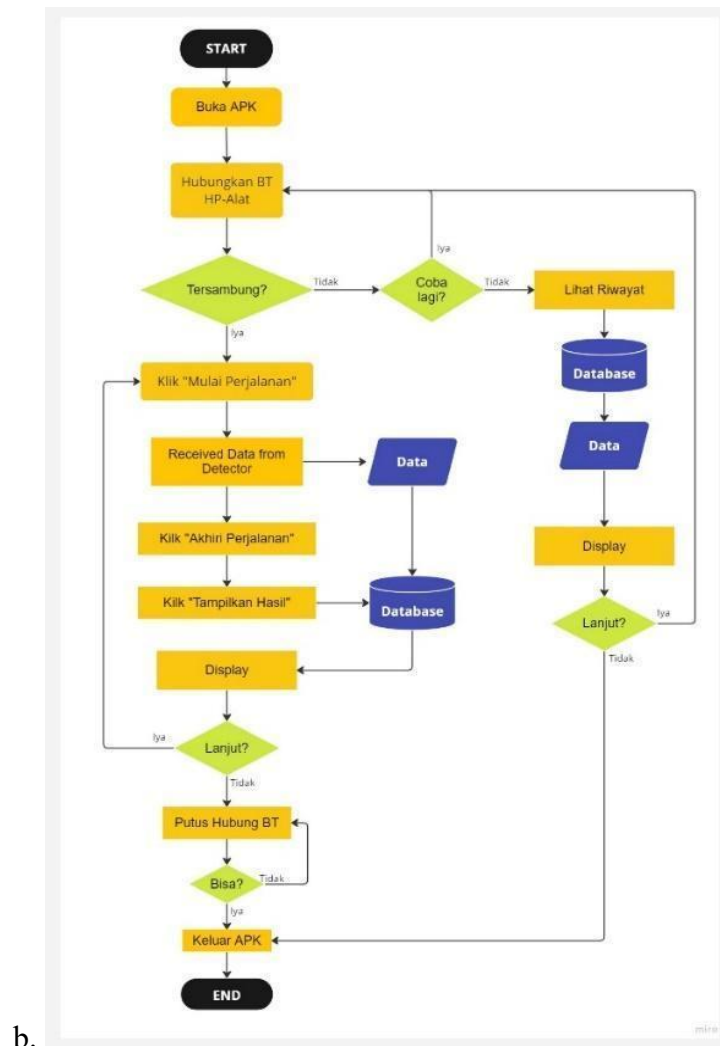
Perumusan kesimpulan hasil pengajian berupa penilaian capaian operasi perangkat, yaitu mampu menampilkan angka hasil pengukuran kandungan CO di udara dan menampilkan kategori ISPU hasil pengukuran pada aplikasi Android. Hasil kesimpulan tersebut dapat menjadi pertimbangan dalam pengembangan perangkat kedepannya.

### 3.2 Flowchart Operasi Hardware & Software

Alur kerja atau *flowchart* dari pengoperasian *software* dan *hardware* detektor polusi udara dapat dilihat pada gambar dibawah ini



a.



Gambar 4 Flowchart operasi perangkat

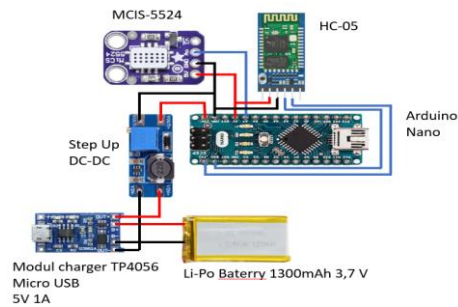
a. Hardware, dan b. Software

Berdasarkan kedua *flowchart* tersebut, prosedur kerja dari perangkat adalah

1. *Hardware* dinyalakan saat menekan switch..
2. Buka aplikasi Detektor Polusi di perangkat android
3. Hubungkan aplikasi dengan hardware dengan jaringan Bluetooth.
4. Setelah tersambung, aplikasi mulai menampilkan data.
5. Apabila sudah selesai, putuskan hubungan Bluetooth.
6. Untuk melihat riwayat data hasil pengukuran, tekan tombol Riwayat.
7. Matikan sumber daya untuk mematikan perangkat *hardware*.
8. Untuk melihat data riwayat paparan polusi udara, klik tombol “Lihat Riwayat” di aplikasi android.

### 3.3 Rancangan Hardware & Software Detektor Polusi Udara

Perangkat *hardware* dirangkai dengan susunan sebagai berikut



Gambar 5 Rangkaian Perangkat Hardware

Susunan perangkat hardware meliputi rangkaian power supply dan rangkaian akuisisi data. Rangkaian power supply berupa 1 unit baterai Lithium-Polymer 3,7 V yang terhubung dengan modul pengisian daya TP4056 dan modul Step-Up DC-DC MT3608. Rangkaian akuisisi data berupa sensor gas MICS-5524, Arduino Nano, dan module Bluetooth HC-05. Berbagai komponen tersebut disusun dan dipasang pada papan PCB dan disolder. Sambungan antarkomponen melalui pin-pin berikut.

| Baterai Li-Po         | TP4056 Charger Module  |
|-----------------------|------------------------|
| (+)                   | B+                     |
| (-)                   | B-                     |
| TP4056 Charger Module | MT3608 Step-Up DC-DC   |
| OUT+                  | VIN+                   |
| OUT-                  | VIN-                   |
| MT3608 Step-Up DC-DC  | Arduino Nano           |
| VOUT+                 | VIN                    |
| VOUT-                 | GND                    |
| Arduino Nano          | MICS-5524 gas sensor   |
| 5V                    | VCC                    |
| GND                   | GND                    |
| A7                    | AO                     |
| Arduino Nano          | HC-05 Bluetooth module |
| 5V                    | VCC                    |
| GND                   | GND                    |
| TX                    | RX                     |
| RX                    | TX                     |

## **BAB 4 : HASIL & PEMBAHASAN**

### **4.1 Deskripsi Langkah Kerja Hardware & Software Detektor Polusi Udara.**

Detektor menggunakan daya dari baterai Li-Po. Baterai terhubung ke modul charging TP4056 untuk fungsi pengisian daya dan pengiriman energi listrik ke komponen lainnya. Dengan adanya switch, perangkat detektor dapat dihidupkan dan dimatikan. Perangkat dimatikan saat pengisian daya baterai. Apabila sudah terisi dan akan digunakan, maka switch dapat dinyalakan.

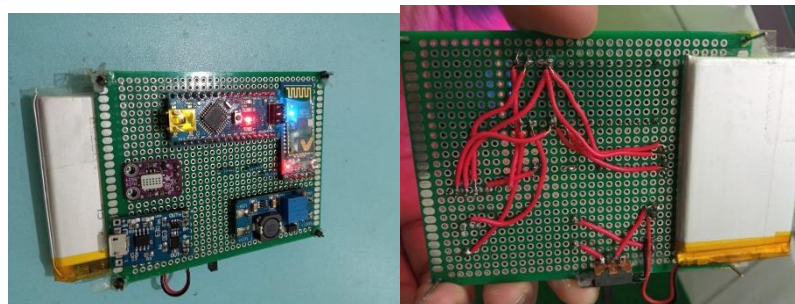
Dikarenakan tegangan baterai terukur sebesar 4 V. Maka, diperlukan penambahan tegangan melalui modul transformator MT3608 Step-Up DC-DC hingga 6 V sebagai sumber tegangan bagi Arduino Nano. Arduino Nano selanjutnya sebagai sumber tegangan bagi sensor dan modul Bluetooth.

Gas akan mengenai bagian sensitif dari sensor MICS-5524. Sinyal dari sensor berupa nilai voltase dan diterima pada pin analog Arduino Nano. Arduino Nano telah diprogramkan untuk menghitung sinyal masukan yang diterima serta mengirim data nya melalui pin TX-RX ke modul bluetooth.

Perangkat dapat menyimpan data pengukuran dengan menyimpan di google sheet. Pada program aplikasi MIT, telah diatur akses penyimpanan data melalui link google sheet. Data tersimpan setiap satu menit. Data-data tersebut dapat juga diakses untuk dilihat hasil pengukuran beberapa waktu yang lalu melalui tombol Riwayat yang tersedia.

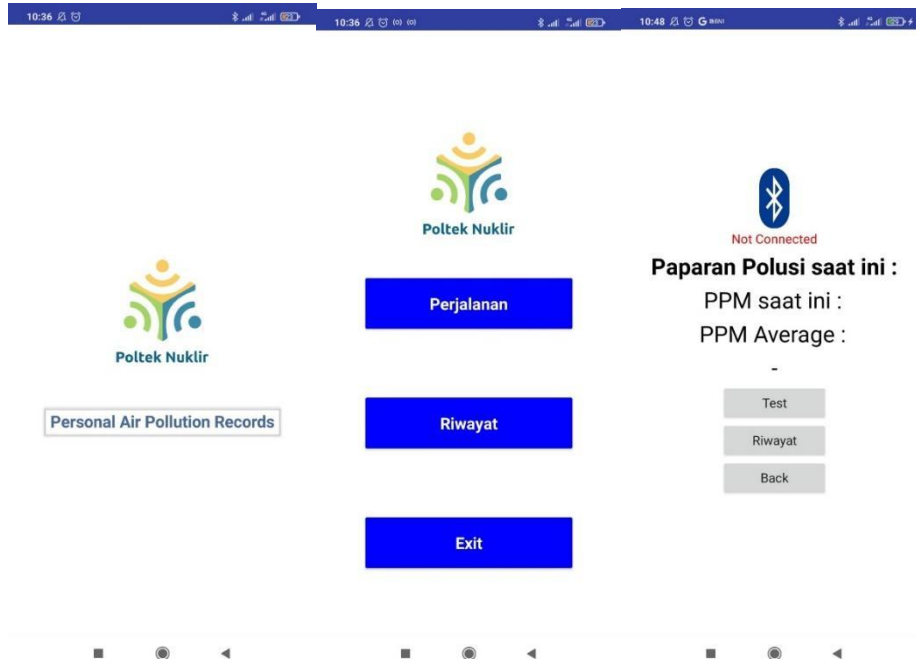
### **4.2 Hasil Pengujian Pengukuran Detektor Polusi Udara**

Berikut adalah tampilan sperangkat yang telah terpasang pada PCB.

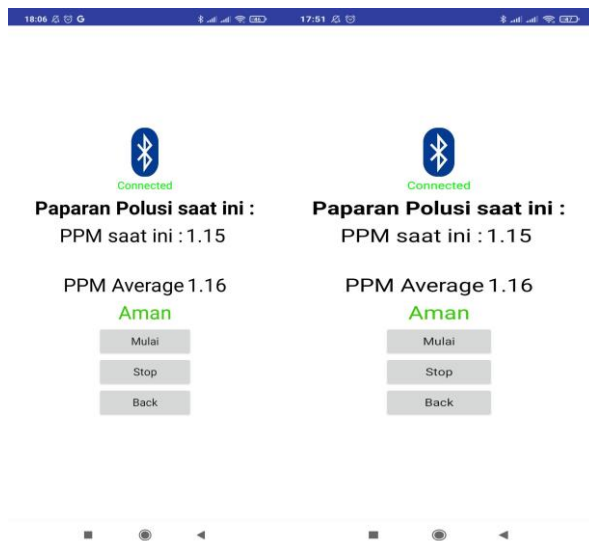




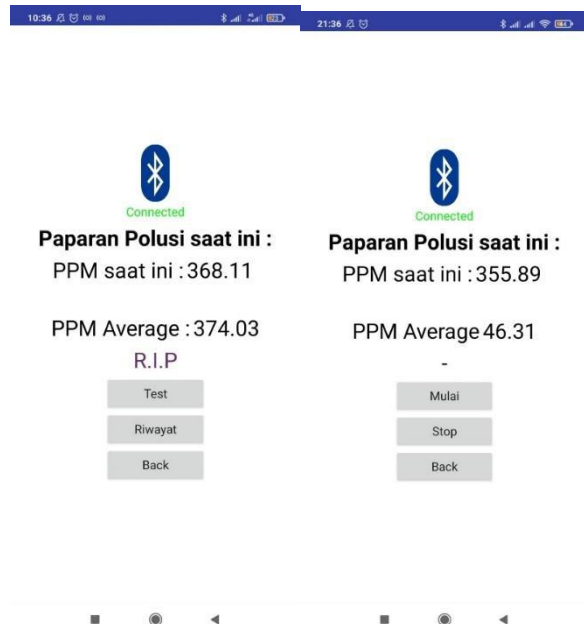
Berikut adalah tampilan aplikasi MIT.



Berikut adalah tampilan aplikasi MIT saat pengujian perangkat.



Tampilan tersebut merupakan hasil pengujian sebelum dipasang pada PCB.



Pada pengujian perangkat yang telah terpasang pada PCB, perangkat mengirim data nilai ukur yang sangat tinggi, melebihi batas normal yang wajar. Diperkirakan dikarenakan proses perangkaian dan penyolderan yang tidak baik dan tidak mengikuti prosedur yang dianjurkan. Karena tidak menggunakan teknik penyolderan yang dianjurkan, maka resistor pada sensor mengalami gangguan, sehingga hasil pengukuran sensor tidak akurat. Dari pengamatan yang kami lakukan, resistor dapat kembali menjadi normal setelah beberapa hari. Walaupun begitu sensor masih merespon dengan adanya gas CO, meskipun pengukurannya tidak akurat.

Perangkat dapat mengirim data hasil pengukuran ke perangkat android melalui aplikasi yang dirancang dari MIT App Inventor. Aplikasi tersebut juga dapat menyimpan data hasil pengukuran dan juga menampilkan data riwayat hasil pengukuran.

Berikut adalah tampilan Riwayat pada aplikasi MIT



## **BAB 5 : KESIMPULAN & SARAN**

### **5.1 Kesimpulan**

1. Perangkat detektor pada PCB dapat beroperasi namun menghasilkan nilai ukur yang terlampaui tinggi.
2. Aplikasi android dapat menampilkan hasil ukur sekaligus menyimpan data dan menampilkan riwayat data hasil pengukuran.

### **5.2 Evaluasi dan Saran pengembangan**

1. Memperbaiki metode penyolderan dan merapikan kualitas solderan dan susunan rangkaian pada PCB untuk meminimalkan kerusakan pada komponen.
2. Melakukan pengujian keakuratan dan kalibrasi alat dalam pengukuran gas dengan peralatan yang terstandar.
3. Menambah indikator kapasitas baterai untuk memantau pemakaian baterai pada sistem.
4. Mengembangkan perangkat untuk pengukuran berbagai jenis gas lainnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Simandjuntak, A. G. (2013). Pencemaran udara. *Buletin Limbah*, 11(1).
- Rampling, V. V., Umboh, J. M., & Warouw, F. (2022). Literature Review: Gambaran Risiko Kesehatan pada Masyarakat akibat Paparan Gas Karbon Monoksida (CO). *KESMAS: Jurnal Kesehatan Masyarakat Universitas Sam Ratulangi*, 11(3).
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 14 Tahun 2020 tentang Indeks Standar Pencemaran Udara
- Putra, E. B. D., & Sudibyakto, H. A. (2013). Pengaruh Kepadatan Kendaraan Bermotor terhadap Konsentrasi Karbon Monoksida Ambien (Studi Kasus Jalan Taman Siswa YOGYAKARTA). *Jurnal Bumi Indonesia*, 2(4).
- Atsnaita Safina, A. (2022). Peta Sebaran Kadar Karbon Monoksida (Co) Yang Dihubungkan Dengan Jarak Jalan Raya, Jumlah Kendaraan Dan Meteorologi Di Kota Yogyakarta (Doctoral dissertation, Poltekkes Kemenkes Yogyakarta).
- Gessal, C. I., Lumenta, A. S., & Sugiarto, B. A. (2019). Kolaborasi Aplikasi Android Dengan Sensor MQ-135 Melahirkan Detektor Polutan Udara. *Jurnal Teknik Informatika*, 14(1), 109-120.
- Hasairin, A. (2018). Deteksi Kandungan Gas Karbon Monoksida (CO) Hubungan Dengan Kepadatan Lalu-Lintas Di Medan Sunggal, Kota Medan. *Jurnal Biosains Unimed*, 4(1), 62-68.
- LAHAL, A., & Suharyanto, C. E. (2021). Rancang Bangun Alat Monitoring Polusi Udara Berbasis Arduino. *Computer and Science Industrial Engineering (COMASIE)*, 5(1), 54-63.
- Sari, M. W., & Hardyanto, H. (2016). Implementasi aplikasi monitoring pengendalian pintu gerbang rumah menggunakan app inventor berbasis android. *Jurnal Eksplorasi Karya Sistem Informasi dan Sains*, 9(1).

- Gessal, C., Lumenta, A., & Sugiarto, B. (2019). Kolaborasi Aplikasi Android dengan Sensor MQ-135 Melahirkan Detektor Polutan Udara. *Jurnal Teknik Informatika*, 14(1), 109–120.
- Hariyanto, E., Lubis, S. A., & Sitorus, Z. (2017). PERANCANGAN PROTOTIPE HELM PENGUKUR KUALITAS UDARA. *KOMIK (Konferensi Nasional Teknologi Informasi dan Komputer)*, 1(1), 145–148.
- Rosa, A. A., Simon, B. A., & Lieanto, K. S. (2020). Sistem Pendeteksi Pencemar Udara Portabel Menggunakan Sensor MQ-7 dan MQ-135. *ULTIMA Computing*, XII(1), 23–28.
- Yulianto, B. D. M., Utomo, A. D. N., & Wijayanto, A. (2022). Perancangan Alat Monitoring Suhu dan Polusi Karbon Monoksida (Co) di Udara Berbasis Internet Of Things (Iot). *OPEN ACCESS*, 1(4), 195–205.

# LAMPIRAN 1 BARIS PROGRAM ARDUINO

## NANO

```
#include <AverageValue.h>

int senpin = A7;
const long MAX_VALUES_NUM = 60;
AverageValue<float> averageValue(MAX_VALUES_NUM);

int An;
float zero = 0;
int callibration;
float volt;
float res;
float expval;
float ppm;
float ppmavr;

void setup() {
    Serial.begin(9600);
    for(callibration = 180; callibration > 0; callibration--){
        delay(1000);
    }
}

void loop() {
    An = analogRead(senpin);
    volt = An*5.0/1023.0;
    expval = (volt*3.0)/5.0;
    ppm = pow(10.0,expval);
    averageValue.push(ppm);
    ppmavr = averageValue.average();
    Serial.println(ppm);
    Serial.print("|");
    Serial.print(ppmavr);
    delay(1000);
}
```

}



## LAMPIRAN 2 BARIS PROGRAM SOFTWARE MIT APP INVENTOR

