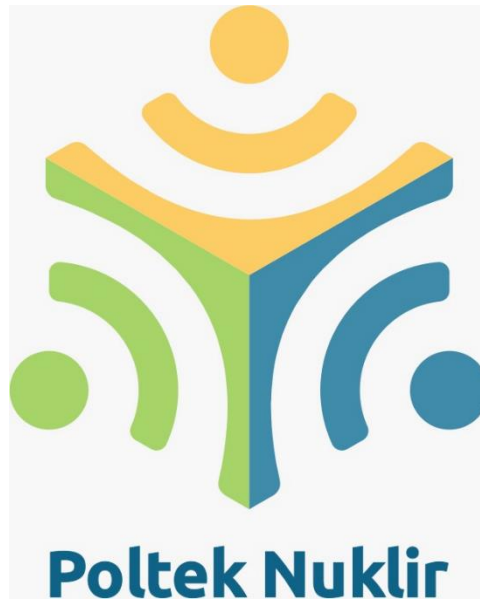


PROPOSAL PROYEK SPESIAL

**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

LEMBAR PENGESAHAN
PROPOSAL PROYEK SPESIAL
PROGRAM STUDI ELEKTRONIKA INSTRUMENTASI

1. Judul Proyek Spesial : RANCANG BANGUN DETEKTOR SAKU
POLUSI UDARA BERBASIS ARDUINO
NANO TERKONEKSI BLUETOOTH
ANDROID
2. Ketua Tim
 - a. Nama Lengkap : David Irfan Jasir
 - b. NIM : 022100010
3. Anggota
 - a. Nama Lengkap : Alifuddin Akhsan Sulistiono
 - b. NIM : 022100006
4. Anggota
 - a. Nama Lengkap : Dimas Bagus Ahmad Badawi
 - b. NIM : 022100011
5. Anggota
 - a. Nama Lengkap : Wandre Sianturi
 - b. NIM : 022100027
6. Biaya yang diajukan : Rp1.1365.000
7. Waktu pelaksanaan : Maret – Juni 2024
8. Dosen pendamping
 - a. Nama lengkap dan Gelar : Ir. Djiwo Harsono, M. Eng
 - b. NIDN : 3202025901

Yogyakarta, 14 Maret 2024

Dosen Pendamping

Ketua Tim

Ir. Djiwo Harsono, M. Eng
NIP. 195902021985121001

David Irfan Jasir
NIM. 022100010

Ketua Prodi Elektronika Instrumentasi

Dr. Eng. Sutanto, M.Eng
NIP. 198202182006041016

DAFTAR ISI

| | |
|--|-----|
| DAFTAR ISI..... | iii |
| 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 |
| 2.2 Detektor Polusi Udara..... | 8 |
| BAB 3 : METODE PENELITIAN | 12 |
| 3.1 Tahapan Penelitian..... | 12 |
| 3.2 Flowchart Operasi Hardware & Software..... | 15 |
| 3.3 Rancangan Hardware & Software Detektor Polusi Udara..... | 15 |
| DAFTAR PUSTAKA | 17 |
| LAMPIRAN 1 ANGGARAN KEBUTUHAN PERALATAN DAN BAHAN ... | 19 |

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 yang dapat dipasang pada saku setiap orang. 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.

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 O₂ 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

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

Dengan,

I = ISPU terhitung

I_a = ISPU batas atas

I_b = ISPU batas bawah

X_a = Konsentrasi ambien batas atas (µg/m³)

X_b = 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 partikulat (PM ₁₀) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 24 Jam partikulat (PM _{2.5}) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 24 Jam sulfur dioksida (SO ₂) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 24 Jam karbon monoksida (CO) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 24 Jam ozon (O ₃) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 24 jam nitrogen dioksida (NO ₂) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 24 Jam hidrokarbon (HC) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
|-----------|--|--|---|--|--|--|---|
| 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 | Sangat baik melakukan kegiatan di luar |

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

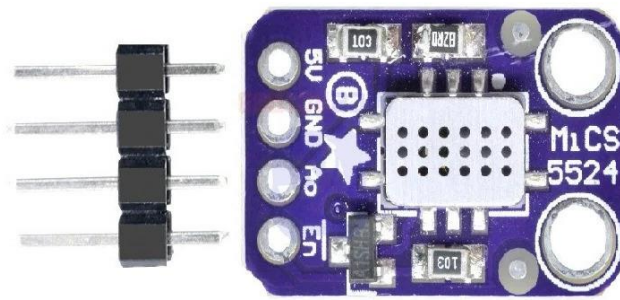
| | | |
|-------------|--|--|
| Tidak Sehat | yang dapat meningkatkan resiko kesehatan pada sejumlah segmen populasi yang terpapar. | Hindari semua aktivitas di luar. Perbanyak aktivitas di dalam ruangan atau lakukan penjadwalan ulang pada waktu dengan kualitas udara yang baik. Setiap orang: Hindari 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. | Kelompok sensitif: Tetap di dalam ruangan dan hanya melakukan sedikit aktivitas Setiap orang: Hindari semua aktivitas di luar |

2.2 Detektor 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 (C₂H₆OH) sebanyak 10-500 ppm, Hydrogen (H₂) sebanyak 1-1000 ppm, Amonia (NH₃) sebanyak 1-500 ppm, dan Metana (CH₄) sebanyak lebih dari 1000 ppm.

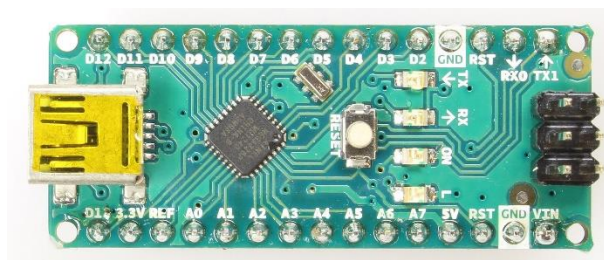


Gambar 1 Sensor Gas MiCS-5524

2. Embedded system mikrokontroller Arduino Nano.

Embedded System Microcontroller berupa perangkat mikrokontroller disertai pin input-output dan beberapa perangkat lain yang tersusun dalam satu papan (board). Perangkat ini berfungsi sebagai pengolah data berdasarkan pada instruksi pemograman yang diinput ke dalam perangkat tersebut. Terdapat berbagai macam perangkat jenis ini, salah satunya yaitu Arduino Nano.

Arduino Nano dikembangkan oleh Arduino sebagai versi kecil dari Arduino Uno, berukuran sekitar 45x18 mm, dengan spesifikasi hampir sama. Dilengkapi dengan 30 pin input-output dan dapat dihubungkan dengan mini-USB kabel serta menggunakan mikrokontroller ATmega328p. Arduino Nano beroperasi pada tegangan 5 V dari port mini-USB ataupun pin volt input. Memori Flash berukuran 32 KB, SRAM = 2 KB, dan EEPROM = 1 KB. Penggunaan Arduino Nano cukup banyak dalam berbagai bidang sebagai bagian dari teknologi IoT.



Gambar 2 Arduino Nano

3. HC-05.

Penggunaan beberapa perangkat tambahan diperlukan untuk menambah beberapa fungsi yang tidak tersedia dalam perangkat sensor dan

mikrokontroler, seperti perangkat koneksi dan pengirim data ke perangkat smartphone android. Tersedia beberapa jenis perangkat koneksi, salah satunya yaitu perangkat koneksi Bluetooth HC-05

Perangkat HC-05 merupakan perangkat komunikasi wireless antar perangkat elektronik berdasarkan versi Bluetooth 2.0 untuk keandalan dan kestabilan koneksi. Jangkauan komunikasi koneksi dan pertukaran data mencapai 10 meter pada ruang terbuka. Tegangan listrik untuk operasinya berada pada nilai 3,3 V hingga 5 V. Perangkat ini dapat mengirim data dengan laju hingga 38400 bit per second. Perangkat modul Bluetooth ini memungkinkan untuk melakukan pertukaran data dan mengendalikan perangkat jarak jauh.

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 3 Laman Utama MIT App Inventor

Komponen-komponen tersebut tersusun pada rangkaian tertentu sehingga dapat melakukan proses pengukuran hingga penampilan data hasil pengukuran.

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 meliputi 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 dioksida 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 suatu wadah beserta pengujian kemampuan rancangan *software* aplikasi Android untuk menerima dan menampilkan data hasil pengukuran dari *hardware*.

Metode pengujiannya berupa alat akan dioperasikan dalam suatu perjalanan, baik dengan sepeda motor menempuh jalan raya maupun jalan kaki pada tempat dan waktu tertentu. 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.

Pengujian operasional dilaksanakan dengan beraktivitas di luar ruangan, yaitu dengan berkendara sepeda motor di jalan raya.

6. Analisis Data.

Hasil pengukuran sensor akan dicatat dalam selang waktu setiap dua detik selama perjalanan. Data pengukuran diolah berdasarkan pada ketentuan dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 14 Tahun 2020 tentang Indeks Standar Pencemaran Udara.

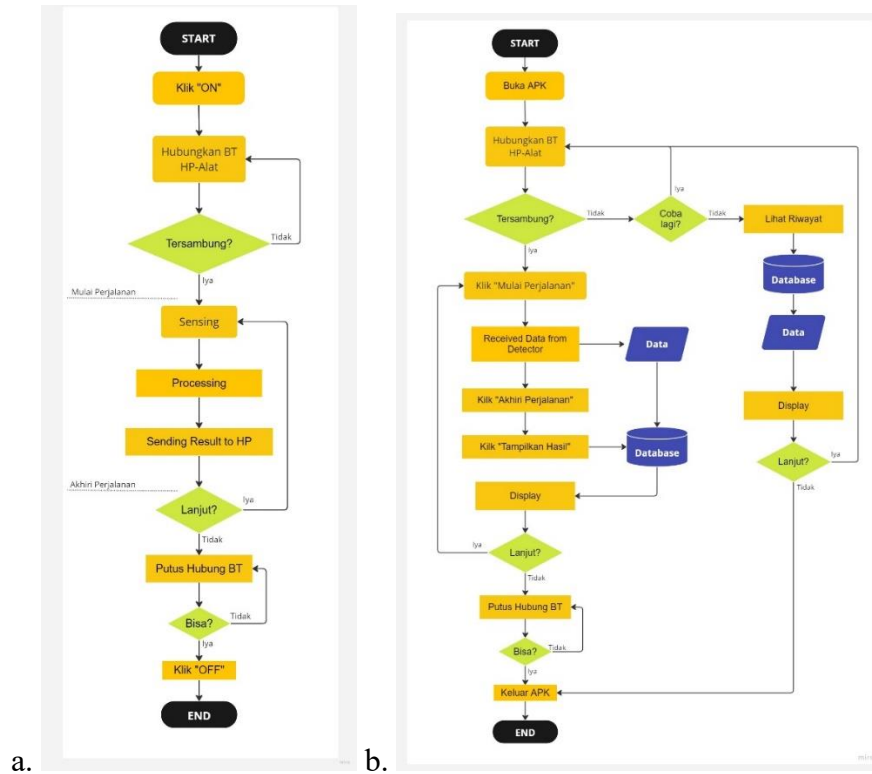
Kinerja operasional perangkat akan dianalisis terkait tampilan hasil pengukuran pada aplikasi Android Serial Bluetooth Terminal dan aplikasi ranangan MIT App Inventor sejak sebelum perjalanan hingga selesai perjalanan.

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



Gambar 4 Flowchart operasi perangkat

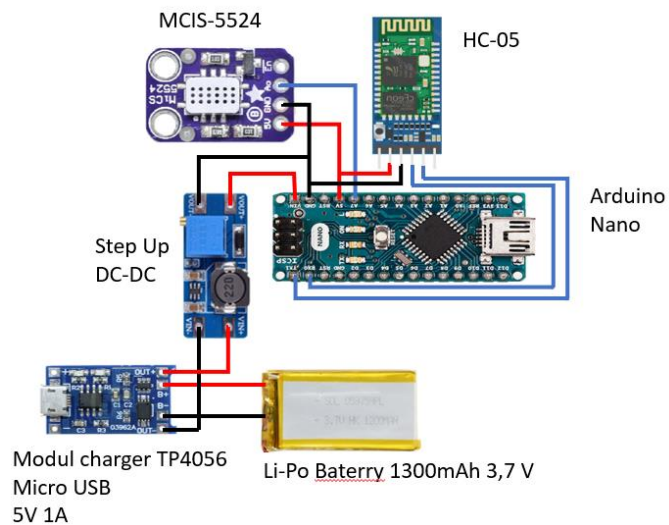
a. Hardware, dan b. Software

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. Matikan sumber daya untuk mematikan perangkat *hardware*.
7. Untuk melihat data riwayat paparan polusi udara, klik tombol "Lihat Riwayat" di aplikasi android.

3.3 Rancangan Hardware & Software Detektor Polusi Udara

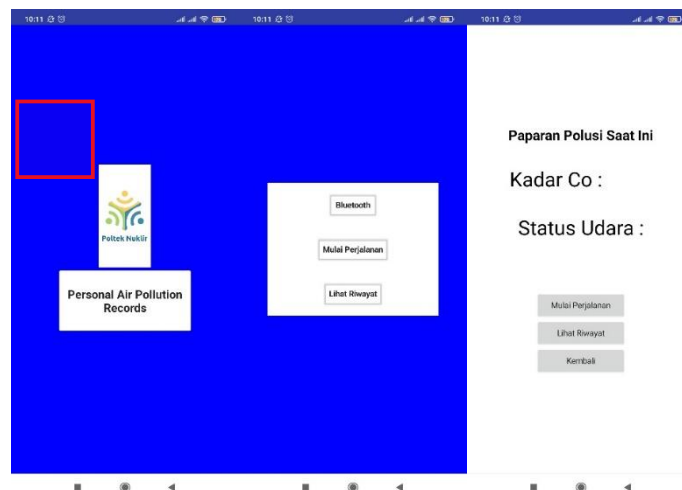
Perangkat *hardware* dirangkai dengan susunan sebagai berikut



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.

Desain aplikasi android yang dirancang dari sarana MIT App Inventor dapat dilihat pada gambar-gambar berikut.






Gambar 6 Desain Aplikasi Rancangan MIT App Inventor




DAFTAR PUSTAKA




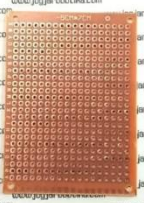
- Simandjuntak, A. G. (2013). Pencemaran udara. *Buletin Limbah*, 11(1).
- Rambling, V. V., Umboh, J. M., & Warouw, F. (2022). Literature Review: Gambaran Risiko Kesehatan pada Masyarakat akibat Paparan Gas Karbon Monoksida (CO). *KESMAS: Jurnal Kesehatan Masyarakat Universitas Sam Ratulangi*, 11(3).
- 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 ANGGARAN KEBUTUHAN PERALATAN DAN BAHAN

| No | Nama Barang | Harga Satuan | Jumlah | Total | Link |
|--------------------|---|--------------|--------|-----------|---|
| Toko ICHIBOT | | | | | |
| 1 | Sensor Gas MICS 5524 Air Quality Gas Sensor Carbon Monoxide Methane MICS- 5524 | Rp170.000 | 2 | Rp340.000 |  https://www.tokopedia.com/ichibot/mics-5524-air-quality-gas-sensor-carbon-monoxide-methane-mics-5524 |
| 2 | Modul Charger Baterai TP-4056 18650 Lithium Battery 3.7v 3.6v 4.2V Charger 1A - Micro USB | Rp9.000 | 2 | Rp18.000 |  https://www.tokopedia.com/ichibot/tp4056-18650-lithium-battery-3-7v-3-6v-4-2v-charger-1a-micro-usb |
| Toko JOGJAROBOTIKA | | | | | |
| 3 | Arduino Nano | Rp110.000 | 2 | Rp220.000 |  https://www.tokopedia.com/jogjarobotika/arduino-nano-ft232rl-ftdi-kabel-data-mini-usb-ic-atmega328pb-u-mega328pb-u |

| | | | | | |
|---|--|----------|--|-----------|--|
| | | | | | nano-ft232rl-ftdi-kabel-data-mini-usb-ic-atmega328pb |
| 4 | Module Bluetooth HC-05 | Rp65.000 | 2 | Rp130.000 |  <p>Modul Bluetooth HC-05</p> <p>*Harga Untuk 1pcs</p> <p>JOGJAROBOTIKA Electronics & Robotic store, Easy & Fun</p> <p>https://www.tokopedia.com/jogjarobotika/module-bluetooth-hc-05</p> |
| 5 | KABEL JUMPER TUNGGAL PEJAL ENGKEL BREADBOARD 1X0.6MM | Rp4.000 | 3 (1 merah, 1 putih, 1 hitam) | Rp12.000 |  <p>Kabel 1x0.6mm Pejal Single Wire - Merah</p> <p>*Harga Untuk 1 Meter</p> <p>JOGJAROBOTIKA Electronics & Robotic store, Easy & Fun</p> <p>https://www.tokopedia.com/jogjarobotika/kabel-jumper-tunggal-pejal-engkel-breadboard-1x0-6mm-pilih-warna-hitam</p> |
| 6 | MT3608 DC-DC Step Up 2A Power Booster Modul | Rp6.000 | 2 | Rp12.000 |  <p>DC-DC Step Up 2A Boost Converter Module MT3608</p> <p>Tes Max. Input 9V (bisa lebih kalo beruntung), Max. Output 20V (bisa sampai 25V, kalo beruntung)</p> <p>*Harga Untuk 1pc</p> <p>JOGJAROBOTIKA Electronics & Robotic store, Easy & Fun</p> <p>https://www.tokopedia.com/jogjarobotika/dc-dc-step-up-2a-boost-converter-module-mt3608</p> |

| | | | | | |
|----|--|----------|---|----------|---|
| 7 | Pin Header Male | Rp3.000 | 2 | Rp6.000 |  https://www.tokopedia.com/jogjarobotika/1x40-pin-header-male-h-17mm |
| 8 | Timah Solder 0,8 mm panjang 10 m | Rp25.000 | 1 | Rp25.000 |  https://www.tokopedia.com/jogjarobotika/timah-solder-tenol-paragon-10m |
| 9 | SS12F15 1P2T SPDT Micro Slide Switch | Rp2.500 | 2 | Rp5.000 |  https://www.tokopedia.com/jogjarobotika/ss12f15-1p2t-spd-micro-slide-switch |
| 10 | PCB Lubang IC Single Layer 5x7 Cm Pertinax | Rp4.000 | 3 | Rp12.000 |  https://www.tokopedia.com/jogjarobotika/pcb |

| | | | | | |
|----|---|-----------|---|-------------|--|
| | | | | | lubang-ic-single-layer-5x7-cm-pertinax |
| 11 | BATERAI LITHIUM POLYMER 3.7V 1200mAh | Rp150.000 | 2 | Rp300.000 |  https://www.tokopedia.com/websong/battery-li-polymer-3-7v-1200mah-053759?src=topads |
| 12 | Power Adaptor Charger Robot RT-K7 micro- usb | Rp72.000 | 1 | Rp72.000 |  https://www.tokopedia.com/marsistore55/jaminan-ori-robot-rt-k7-charger-android-kabel-micro-usb-5v-1a-casan |
| | Total | | | Rp1.152.000 | |

Bahan/alat lainnya

1. Solder
2. Resistor
3. casing