

Kolaborasi Aplikasi *Android* Dengan Sensor MQ-135 Melahirkan Detektor Polutan Udara

Costantien I.Y. Gessal¹⁾, Arie S.M. Lumenta²⁾, Brave A. Sugiarso³⁾
 Teknik Elektro, Universitas Sam Ratulangi Manado, Jl. Kampus Bahu-Unsrat Manado, 95115
 costantiengessal@gmail.com, al@unsrat.ac.id, brave@unsrat.ac.id

Abstrak — Polusi udara menjadi masalah yang dapat mengancam kehidupan makhluk hidup di muka bumi ini. Banyak aktivitas yang terjadi baik dalam bentuk alam, ataupun buatan manusia yang dapat menyebabkan terjadinya polusi udara. Asap kendaraan bermotor, asap rokok, sampah dapur, dan lainnya. Oleh sebab itu, diperlukan suatu alat dan aplikasi berbasis android untuk memonitoring tingkat polusi yang ada pada satu lingkungan tertentu. Pengambilan data dilakukan di dua tempat, untuk pengambilan data pertama dilakukan di Lapangan Sparta Tikala Kota Manado dengan parameter yang diukur adalah CO (Karbon Monoksida), dan pengambilan data yang kedua, bertempat di ruang kelas JTE-02 Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado dengan parameter yang diukur adalah CO₂ (Karbon Dioksida).

Penelitian ini menggunakan sensor MQ-135 untuk mendeteksi polusi udara, arduino uno sebagai mikrokontroler, dan untuk tampilan nilai polutan menggunakan LCD 2x16. Status yang nantinya keluar pada LCD (Liquid Crystal Display) akan ditampilkan juga melalui aplikasi berbasis Android. Indikator yang digunakan pada penelitian ini adalah Standart ISPU (Indeks Standar Pencemaran Udara) untuk mengetahui tingkat polutan CO (Karbon Monoksida) yang ada di udara terbuka, dan PMK (Peraturan Menteri Kesehatan) No. 1077 Thn. 2011 mengenai pedoman penyehatan udara dalam ruangan, dan untuk polutan yang diukur adalah CO₂ (Karbon dioksida).

Aplikasi Sensor Polusi Udara Menggunakan Sensor MQ-135 telah berhasil dibuat, dan setelah dilakukan pengambilan data CO (Karbon Monoksida), kadar udara yang paling tinggi terdapat pada jam 3-4 sore. Banyaknya kendaraan roda dua sebanyak 528 kendaraan/jam, kendaraan roda 4 sebanyak 301 kendaraan/jam, dan kendaraan di atas roda 4 sebanyak 5 kendaraan/jam, dengan kadar udara mencapai 0.200 PPM. Untuk pengambilan data CO₂ (Karbon Dioksida), kadar udara paling tinggi terdapat pada jam 1-3 sore dengan kadar udara mencapai 155 PPM.

Kata kunci — *Android; CO; CO₂; ISPU; LCD; MQ-135; PMK; Sensor.*

Abstract — Air pollution is a problem that can threaten the lives of living things on this earth. Many activities that occur either in the form of nature, or man-made that can cause air pollution. Motor vehicle fumes, cigarette smoke, kitchen waste, and other. Therefore, a tool is needed to monitoring the level of pollution in a particular environment. Data collection was taken in two places, for the first data collection taken in Manado's Sparta Tikala Field with the parameters measured were CO (Carbon Monoxide), and the second data collection, located in the JTE-02 class room at the

Faculty of Engineering, Sam Ratulangi University Manado with parameters measured is CO₂ (Carbon Dioxide).

This research is using the MQ-135 sensor that can detect air pollution, using an Arduino Uno as a microcontroller, and to show pollutant values using 2x16 LCD. The result that will shows on LCD (Liquid Crystal Display) and also Android application. The indicator that is used in this research is the ISPU Standard (Air Pollution Standard Index) to discover level of pollutant of CO (Carbon Monoxide) which are in the open air, and also using PMK (Regulation of the Minister of Health) Number 1077 Year. 2011 regarding guidelines for healthy indoor air, and for measure the Pollutant is CO₂ (Carbon Dioxide).

Air Pollution Sensor Application Using MQ-135 Sensor has been successfully made, and after CO (Carbon Monoxide) data collection, the highest air content is at 3-4 pm. The number of two-wheeled vehicles is 528 vehicles / hour, 4-wheeled vehicles as much as 301 vehicles / hour, and vehicles on four wheels as many as 5 vehicles / hour, with air content reaching 0.200 PPM. To collect CO₂ (Carbon Dioxide) data, the highest air content is at 1-3 pm with air content reaching 155 PPM.

Keywords — *Android; CO; CO₂; ISPU; LCD; MQ-135; PMK; Sensor.*

I. PENDAHULUAN

Udara begitu penting bagi seluruh makhluk di bumi ini sehingga udara merupakan sumber daya alam yang harus dilindungi untuk kehidupan manusia dan makhluk yang lainnya. Perkembangan teknologi yang begitu pesat saat ini membuat manusia sangat dimudahkan dalam berbagai aktivitasnya, seperti jika ingin melakukan perjalanan dari tempat A ke tempat B hanya dapat dihitung dengan jam saja atau ingin memperbanyak produk dengan alat canggih yang dalam sehari dapat memproduksi lebih dari 1000 produk.

Teknologi dibidang transportasi dan perindustrian semakin berkembang, namun terkadang manusia juga kurang melihat dari segi lingkungan. Masih ada teknologi baik transportasi maupun industri yang kurang memperhatikan masalah lingkungan. Seperti dari asap dari industri pabrik, asap kendaraan bermotor, dan yang lain sebagainya yang juga mengeluarkan polusi yang dapat mengakibatkan kerusakan lingkungan sekitar. Selain itu juga, kurangnya kesadaran dari masyarakat sendiri mengenai kebersihan lingkungan (dalam hal udara) sangat minim. Polusi udara ditimbulkan dari hasil pembakaran yang tidak sempurna, proses pembakaran tersebut menghasilkan gas-gas yang berbahaya bagi lingkungan.

Beberapa contoh gas-gas yang berbahaya dan yang paling sering kita temui dalam lingkungan kita adalah gas CO (Karbon Monoksida), CO₂ (Karbon Dioksida), NO (Nitrogen Monoksida), NO₂ (Nitrogen Dioksida), SO (Sulfur Oksida), SO₂ (Sulfur Dioksida), dan lain sebagainya. Polusi udara juga dapat ditimbulkan oleh alam, dan timbunan sampah dari masyarakat, ataupun kegiatan membakar sampah yang masih dilakukan oleh sebagian besar masyarakat.

Sensor MQ-135 adalah salah satu alat yang dapat mendeteksi pencemaran udara yang terjadi di dalam ruangan maupun di luar ruangan. Alat ini juga dapat mendeteksi gas amonia CO (Karbon Monoksida), CO₂ (Karbon Dioksida), NO, NO₂, SO, SO₂, dan gas-gas lainnya yang berada di udara. Penelitian ini juga menggunakan arduino *uno* sebagai rangkaian elektronik yang bersifat *Open Source* dan mempunyai komponen utama yaitu *chip microkontroler*. Keunggulan dari arduino *uno* sendiri adalah sebagai alat pengontrol, sebagai alat untuk memonitoring sesuatu, bahasa pemrograman yang relatif mudah dikarenakan dapat menggunakan bahasa pemrograman yang sederhana seperti bahasa pemrograman C, memiliki modul siap pakai (contoh *shield GPS, Ethernet*), yang terlebih lagi arduin uno harganya relatif terjangkau.

Namun masih sangat sedikit orang yang melakukan perancangan dan pembuatan alat beserta dengan aplikasi berbasis *android* untuk monitoring hasil dari gas-gas yang dapat dideteksi oleh sensor MQ-135. Berdasarkan latar belakang masalah yang telah penulis uraikan diatas maka penulis dalam hal ini mengambil judul “Sensor Polusi Udara Menggunakan Sensor MQ-135”.

A. Sensor

Sensor berasal dari kata *Sense* (merasakan atau mengindera), adalah mengidefinisikan sensor sebagai Piranti yang menerima sebuah stimulus dan meresponnya dengan sebuah sinyal listrik. Lebih jauh fraden mendefinisikan stimulus, atau rangsangan, sebagai kuantitas, sifat atau kondisi tertentu yang dapat dirasakan dan diubah menjadi sinyal listrik. Tujuan dari sebuah sensor adalah merespon sejenis masukan dan mengubah masukan tersebut menjadi sinyal listrik. Keluaran output dari sensor dapat berupa arus atau beda potensial. Setiap sensor pada prinsipnya adalah mengubah energi (*energy converter*). Sensor adalah jenis tranduser yang digunakan untuk mengubah besaran mekanis, magnetis, panas, sinar dan kimia menjadi tegangan dan arus listrik. Sensor sering digunakan untuk pendekstrian pada saat melakukan pengukuran dan pengendalian. Karakteristik sensor dilakukan adalah untuk mengetahui Performa dari sensor yang telah dirancan[1].



Gambar 1. Sensor MQ-135

B. Sensor MQ-135

Sensor MQ135 (lihat gambar 1) adalah *transducer* utama yang digunakan dalam rangkaian ini, yang merupakan sebuah sensor kimia atau gas sensor. Sensor ini mempunyai nilai resistansi *R_s* yang akan berubah bila terkena gas dan juga mempunyai sebuah pemanas (*heater*) digunakan untuk membersihkan ruangan sensor dari kontaminasi udara luar[2].

Sensor kualitas udara MQ-135 adalah sensor yang memonitor kualitas udara untuk mendeteksi gas amonia (NH₃), natrium-(di)oksida (NO₂), alkohol/ethanol (C₂H₅OH), benzena(C₆H₆), karbon dioksida (CO₂), gas belerang/sulfurhidroksida (H₂S) dan asap/gas-gas lainnya di udara. Sensor ini melaporkan hasil deteksi kualitas udara berupa perubahan nilai resistensi analog di pin keluarannya. Pin keluaran ini bisa disambungkan dengan pin ADC (*analog-to-digital converter*) pada mikrokontroler/pin *analog-input* Arduino dengan menambahkan satu buah resistor saja (berfungsi sebagai pembagi tegangan/*voltagedivider*). *Analog To Digital Converter* (ADC) adalah perangkat elektronika yang berfungsi untuk mengubah sinyal analog (sinyal kontinyu) menjadi sinyal digital. Perangkat ADC dapat berbentuk suatu modul atau rangkaian elektronika maupun suatu chip IC. ADC berfungsi sebagai jembatan pemrosesan sinyal analog oleh sistem digital[3].

C. PPM (Part Per Million)

PPM (*Part Per Million*) adalah satuan konsentrasi yang biasa digunakan dalam kimia analitik, dan berasal dari satuan yang sangat kecil. Misalnya larutan dengan konsentrasi 21 ppm = setiap 1.000.000 bagian larutan hanya ada 21 zat terlarut. Dalam pecahan maka konsentrasi ini adalah 21 / 1.000.000 atau 0.000021[4]

D. Udara

Udara adalah suatu campuran gas yang terdapat pada lapisan yang menelilingi bumi dan komponen campuran gas tersebut tidak dan komponen campuran gas tersebut tidak selalu konsisten. Udara juga merupakan atmosfer yang berada di sekeliling bumi yang fungsinya sangat penting bagi kehidupan manusia di dunia ini[5].

Udara di alam tidak pernah ditemukan bersih tanpa polutan. Namun, kualitas udara yang baik sangat diperlukan oleh manusia, karena dapat mempengaruhi kesehatan manusia itu sendiri. Menurunnya kualitas udara akibat terjadinya pencemaran di suatu wilayah sering kali baru dirasakan dampaknya menyebabkan gangguan kesehatan pada makhluk hidup, termasuk pada manusia[6].

E. Polusi Udara

Polusi atau pencemaran air dan udara adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi atau komponen lain ke dalam air/udara atau berubahnya tatanan (komposisi) air/udara oleh kegiatan manusia atau oleh proses alam, sehingga kualitas air/udara turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air/udara menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya[7]. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) Polusi adalah pengotoran (tentang air, udara, dan sebagainya); pencemaran[8].



Gambar 2. Logo Arduino

Gambar 3. LCD (*Liquid Crystal Display*) 2x16

F. CO (Karbon Monoksida)

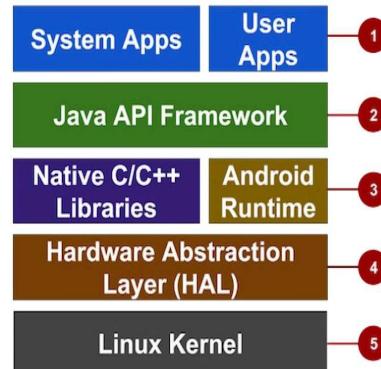
Karbon monoksida (CO) adalah suatu gas yang tidak berwarna, tidak berbau dan juga tidak berasa. Gas CO dapat berbentuk cairan pada suhu dibawa -129°C. Gas CO sebagian besar berasal dari pembakaran bahan fosil, pembakaran sampah, serta pembakaran bensin. Jika terpapar CO (karbon monoksida) terus menerus akan mengakibatkan gangguan pernapasan, gangguan denyut nadi, gangguan pada tekanan darar, serta refleks saraf berkurang[9].

G. CO₂ (Karbon Dioksida)

Kandungan karbon dioksida di udara bebas, bervariasi antara 0,03% (300ppm) sampai dengan 0,06% (600 ppm) tergantung pada lokasi pengambilan data. Paparan berkepanjangan terhadap konsentrasi karbon dioksida yang sedang dapat menyebabkan efek-efek merugikan pada metabolisme tubuh. Untuk paparan dalam jangka waktu pendek (di bawah 10 menit), batasan dari Institut Nasional untuk Kesehatan dan Keamanan Kerja Amerika Serikat (NIOSH) adalah 30.000 ppm (3%). NIOSH juga menyatakan bahwa konsentrasi karbon dioksida yang melebihi 4% adalah berbahaya bagi kesehatan. Dalam ruangan tertutup yang dipenuhi orang, konsentrasi karbon dioksida akan mencapai tingkat yang lebih tinggi daripada konsentrasi di udara bebas[10].

H. Arduino

Arduino adalah sebuah *Platform* dari *Physical computing* yang sifatnya *Open Source*. Arduino adalah kombinasi dari *hardware*, bahasa pemrograman dan *Integrated Development Environment* (IDE) yang canggih. IDE adalah sebuah *software* yang sangat berperan untuk menulis program, meng-*compile* menjadi kode biner dan meng-*upload* ke dalam *memory microcontroller*. Papan Arduino dapat membaca *input* sensor cahaya, jari pada tombol, atau pesan di sosial media dan mengubahnya menjadi *output* seperti contoh dapat mengaktifkan motor, menyalaikan LED, atau menerbitkan sesuatu secara online. Saat ini Arduino sangat populer di seluruh dunia. Banyak pemula yang belajar mengenal robotika dan elektronika lewat Arduino karena mudah dipelajari. Tapi tidak hanya pemula, para *hobbyist* atau profesional pun ikut senang mengembangkan aplikasi elektronik menggunakan Arduino[11]. Logo arduino dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 4. Arsitektur Andorid

I. LCD (*Liquid Crystal Display*)

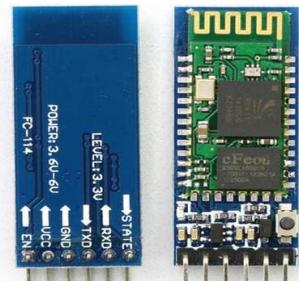
Display elektronik (lihat gambar 3) adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik. LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah salah satu jenis display elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS logic yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap *front-lit* atau mentransmisikan cahaya dari *back-lit*. Pada LCD *display* terdapat beberapa komponen yang disusun menjadi satu. Bahkan pada modul ini juga terdapat mikrokontroler sebagai pengadalinya. Tampilan LCD terdiri dari dua bagian, yakni bagian panel LCD yang terdiri dari banyak ‘titik’ LCD dan sebuah mikrokontroler yang menempel dipanel yang berfungsi mengatur ‘titik-titik’ LCD menjadi huruf atau angka yang terbaca. Huruf atau angka yang akan ditampilkan dikirim ke LCD dalam bentuk kode ASCII, kode ASCII ini diterima dan diolah oleh mikrokontroler di dalam LCD menjadi ‘titik-titik’ LCD yang terbaca sebagai huruf atau angka. Dengan demikian tugas mikrokontroler pemakai tampilan LCD hanyalah mengirimkan kode-kode ASCII untuk ditampilkan. Dalam display LCD terdapat 16 pin yang memiliki fungsi yang berbeda[2].

J. Android

Android (lihat gambar 4) adalah sistem operasi dan platform pemrograman yang dikembangkan oleh Google untuk ponsel cerdas dan perangkat seluler lainnya (seperti tablet). Android bisa berjalan di beberapa macam perangkat dari banyak produsen yang berbeda. *Android* menyertakan kit *development* perangkat lunak untuk penulisan kode asli dan perakitan modul perangkat lunak untuk membuat aplikasi bagi pengguna *Android*. *Android* adalah sebuah sistem operasi untuk perangkat mobile berbasis linux yang mencakup sistem operasi, middleware dan aplikasi. *Android* menyediakan platform terbuka bagi para pengembang untuk menciptakan aplikasi mereka[12].

K. Bluetooth HC-05

Bluetooth (lihat gambar 5) adalah sebuah teknologi komunikasi *wireless* (tanpa kabel) yang beroperasi dalam pita frekuensi 2,4 GHz *unlicensed ISM* (*Industrial, Scientific and Medical*) dengan menggunakan sebuah *frequency hopping transceiver* yang mampu menyediakan layanan komunikasi data dan suara secara *real-time* antara *host-host bluetooth* dengan jarak jangkauan layanan yang terbatas (sekitar 10 meter)[13].



Gambar 5. Bluetooth HC-05



Gambar 6. Buzzer

L. Buzzer

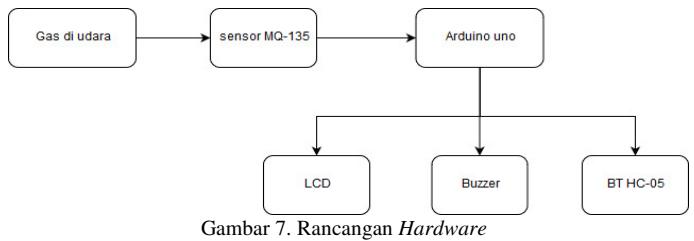
Buzzer (lihat gambar 6) adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. *Buzzer* terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi elektromagnet, kumparan tadi akan tertarik ke dalam atau keluar, tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya, karena kumparan dipasang pada diafragma maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara. *Buzzer* biasa digunakan sebagai indikator bahwa proses telah selesai atau terjadi suatu kesalahan pada sebuah alat (alarm)[2].

M. Standart ISPU (Indeks Standar Pencemaran Udara)

Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU) adalah laporan kualitas udara yang dibuat oleh BAPEDAL (Badan Pengendalian Dampak Lingkungan) pada tahun 1997, kepada masyarakat untuk menerangkan seberapa bersih atau tercemarnya kualitas udara dan bagaimana dampaknya terhadap kesehatan setelah menghirup udara tersebut selama beberapa jam/hari/bulan. Penetapan ISPU ini mempertimbangkan tingkat mutu udara terhadap kesehatan manusia, hewan, tumbuhan, bangunan dan nilai estetika. ISPU ditetapkan berdasarkan 5 parameter, yaitu : Karbon Monoksida (CO), Sulfur Dioksida (SO_2), Nitrogen Dioksida (NO_2), Ozon Permukaan (O_3), dan Partikel Debu (PM10)[14].

N. PMK (Peraturan Menteri Kesehatan) No. 1077 Thn. 2011

PMK (Peraturan Menteri Kesehatan) dibuat untuk mengetahui kualitas udara yang buruk dalam ruangan/rumah yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan. Terdapat beberapa parameter yang diukur dalam PMK No. 1077



Gambar 7. Rancangan Hardware

terlebih khusus untuk kadar kualitas kimia yang diukur yaitu : *Sulfur dioksida* (SO_2), *Nitrogen dioksida* (NO_2), *Karbon monoksida* (CO), *Karbon dioksida* (CO_2), *Timbal* (Plumbum=Pb), *Asap rokok* (*Environmental Tobacco Smoke/ETS*), *Asbes*, *Formaldehid* (HCHO), *Volatile Organic Compound* (VOC)[15].

II. METODE PENELITIAN

A. Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di ruang kelas JTE-02 Teknik Elektro Universitas Sam Ratulangi Manado untuk mengukur kadar polutan CO_2 (Karbon Dioksida) dan Lapangan Sparta Tikala Kota Manado untuk mengukur kadar polutan CO (Karbon Monoksida).

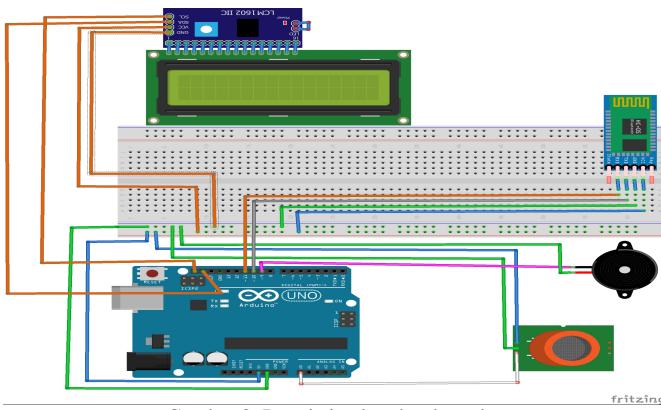
B. Rancangan Hardware

Penelitian ini dibuat agar kita dapat mengetahui kualitas udara yang baik untuk kesehatan lingkungan dimana kita berdomisili. Untuk gambar rangkaian seperti pada gambar 7.

Penjelasan dari gambar 7.

- 1) Gas yang berada di udara di deteksi oleh sensor MQ-135.
- 2) Setelah kadar udara diterima oleh sensor MQ-135, maka data yang terbaca akan diteruskan ke arduino uno.
- 3) Dari arduino uno akan mengontrol dan mengolah data analog yang dikirim oleh sensor, langsung diteruskan ke LCD, Buzzer, Bluetooth HC-05.
- 4) LCD berfungsi untuk menampilkan kualitas udara pada saat gas/asap terdeteksi oleh sensor.
- 5) Buzzer berfungsi ketika kadar gas/asap di udara sudah melebihi batas toleransi.
- 6) Bluetooth HC-05 berfungsi untuk mengirimkan data yang terdeteksi oleh sensor ke perangkat andorid.

Prinsip kerja alat adalah sensor MQ-135 akan membaca gas/udara disekitar sensor, kemudian data tersebut akan dikonversikan oleh arduino uno dan ditampilkan di LCD data yang terbaca oleh sensor MQ-135. Untuk parameter CO_2 , menggunakan Peraturan menteri kesehatan RI No. 1077 Tahun 2011. Dimana dalam peraturan tersebut hanya menggunakan 2 indikator, “Aman” dan “Berbahaya”. Nilai ambang batas dari PMK No. 1077 Thn 2011 ini untuk parameter CO_2 sebesar 1000 PPM. Untuk parameter CO (Karbon Monoksida) menggunakan 5 kondisi sesuai dengan Standart ISPU (Indeks



Gambar 8. Rangkaian keseluruhan alat

```

int adcRaw = analogRead(mqInput);
long rS = ((1024.0 * mqR) / adcRaw) - mqR;
float rSrO = (float)rS / (float)rO;
float ppm = a * pow((float)rS / (float)rO, b);

Nilai_PPM = ppm;

```

Gambar 9. Kode program untuk menampilkan nilai PPM CO₂

Standar Pencemaran Udara) yaitu : Baik, Sedang, Tidak Sehat, Sangat Tidak Sehat, Berbahaya. Dimana nilai batas dari masing-masing kategori adalah : Normal = ≥ 0 s/d < 51 . Sedang = > 50 s/d < 101 . Tidak Sehat = > 100 s/d < 199 . Sangat Tidak Sehat = > 200 s/d < 299 . Berbahaya = > 300 .s/d < 500 . Untuk gambar keseluruhan rangkaian alat, terlihat pada gambar 8.

C. Rancangan Software dan Flowchart

Setelah perancangan *Hardware* Selesai, yang dilakukan adalah membuat *Software* dari aplikasi berbasis *android* dan aplikasi untuk arduino untuk pembacaan sensor MQ-135 dengan parameter CO (Karbon Monoksida), dan CO₂ (Karbon Dioksida). Gambar 9 merupakan gambar kode program untuk memperoleh nilai ppm untuk CO₂ (Karbon Dioksida) dan gambar 10 merupakan gambar kode program untuk memperoleh nilai ppm untuk CO (Karbon Monoksida).

Untuk *flowchart* dari *software* dibagi menjadi 2 dikarenakan terdapat 2 program untuk 1 alat, yaitu *flowchart* untuk program untuk CO (karbon monoksida) dan *flowchart* untuk CO₂ (karbon dioksida).

Keterangan *Flowchart* CO (Karbon Monoksida) pada gambar 11:

- 1) Start awal program.
- 2) Sensor membaca input polutan.
- 3) Jika data yang dibaca ≥ 0 sampai dengan < 51 maka status yang keluar adalah “BAIK”
- 4) Jika data yang dibaca > 50 sampai dengan < 101 maka status yang keluar adalah “SEDANG”
- 5) Jika data yang dibaca > 100 sampai dengan < 199 , maka status yang keluar adalah “TIDAK SEHAT”

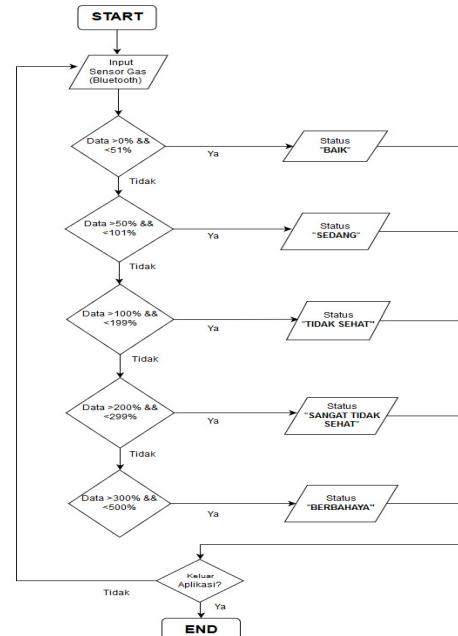
```

int adcRaw = analogRead(mqInput);
long rS = ((1024.0 * mqR) / adcRaw) - mqR;
float rSrO = (float)rS / (float)rO;
float ppm = a * pow((float)rS / (float)rO, b);

```

```
Nilai_PPM = ppm, rSrO, rS;
```

Gambar 10. Kode program untuk menampilkan nilai PPM CO



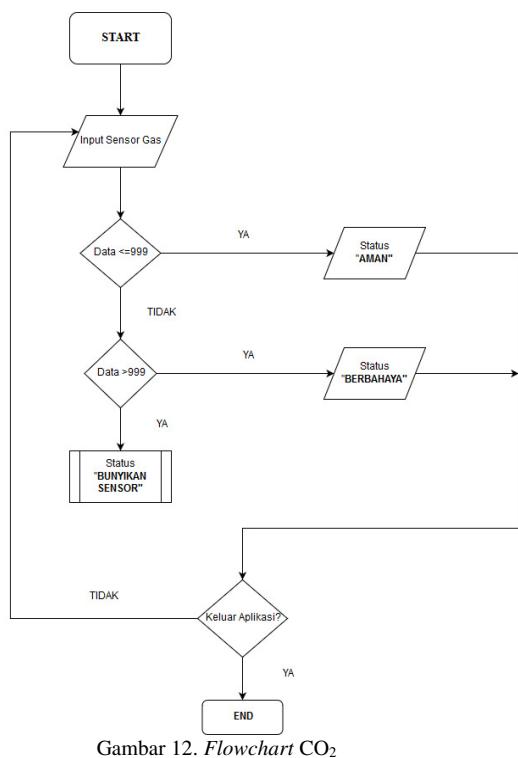
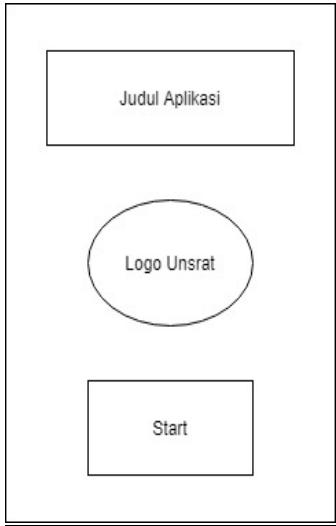
Gambar 11. Flowchart CO (Karbon Monoksida)

- 6) Jika data yang dibaca > 200 sampai dengan < 299 , maka status yang keluar adalah “SANGAT TIDAK SEHAT”
- 7) Jika data yang dibaca > 300 sampai dengan < 500 , maka status yang keluar adalah “BERBAHAYA”
- 8) Setelah selesai pembacaan input sensor apakah ingin keluar dari aplikasi?
- 9) Jika tidak, maka akan dikembalikan lagi untuk membaca input sensor yang berikutnya.
- 10) Jika ya, maka akan menutup aplikasi.

Flowchart ini sudah mengikuti standart ISPU.

Keterangan *Flowchart* CO₂ (Karbon Dioksida) pada gambar 12 :

- 1) Start, awal program.
- 2) Pembacaan input polutan
- 3) Jika data yang dibaca ≥ 999 , maka status yang keluar adalah “AMAN”
- 4) Jika data yang dibaca > 999 , maka status yang keluar adalah “BERBAHAYA”
- 5) Data yang dibaca > 999 , maka alat akan membunyikan sensor untuk menandakan bahwa kadar polutan sudah di status “BERBAHAYA”

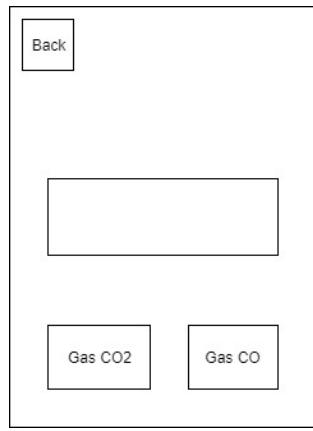
Gambar 12. Flowchart CO₂

Gambar 13. Storyboard Tampilan Awal

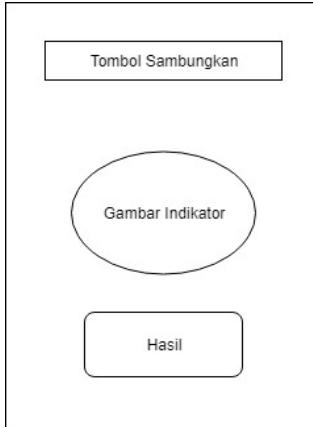
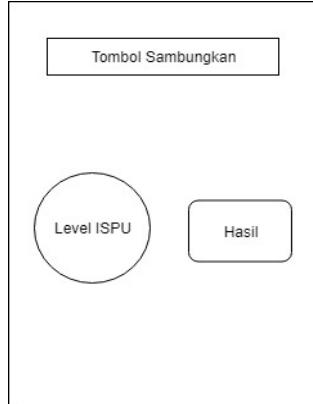
- 6) Setelah selesai pembacaan input sensor, apakah ingin keluar aplikasi?
 - 7) Jika tidak, maka akan dikembalikan lagi untuk membaca input sensor yang berikutnya.
 - 8) Jika ya, maka akan menutup aplikasi.
- Flowchart* ini mengikuti standart PMK No. 1077 tentang pedoman penyehatan udara dalam ruangan.

D.Rancangan Aplikasi

Berikut ini adalah gambaran rancangan aplikasi sensor polusi udara. Untuk merancang aplikasi berbasis *android*, menggunakan aplikasi *App Inventor* untuk membuat Aplikasi Sensor Polusi Udara.

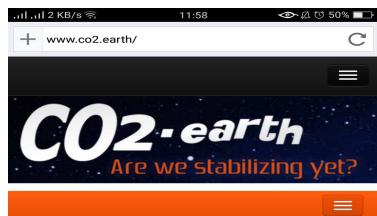
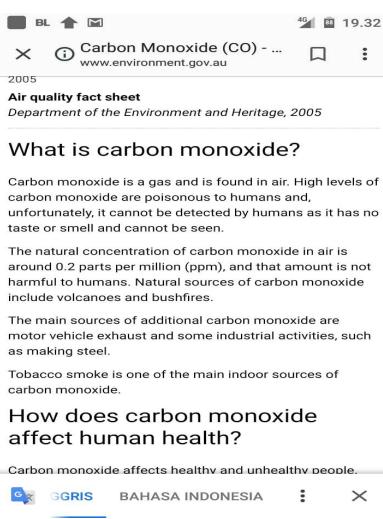


Gambar 14. Storyboard Menu Pilihan

Gambar 15. Storyboard Tampilan Layer CO₂

Gambar 16. Storyboard Tampilan Layer CO

- 1) Pada *storyboard* tampilan awal yang ditampilkan pada gambar 13, hanya memiliki 1 fitur *button*, yaitu *button* untuk mulai masuk ke tampilan pilih menu. Pada *storyboard* tampilan awal ini juga memiliki *background*, judul aplikasi, dan gambar logo Unsrat.
- 2) *Storyboard* "Menu Pilihan" pada gambar 14 terdapat 2 *button* yaitu *button* CO₂ dan *button* CO. Disini user akan memilih kadar gas apa yang akan dibaca.
- 3) *Storyboard* tampilan layer deteksi kadar CO₂ pada gambar 15, terdapat 1 tombol yang mengontrol untuk

Gambar 17. CO₂ yang ada di atmosfer saat ini

Gambar 18. CO yang ada di udara bebas

penyambungan data dari arduino uno ke ponsel melalui *Bluetooth*, gambar indikator, dan kolom hasil yang menunjukan data yang dikirim oleh modul *Bluetooth HC-05*.

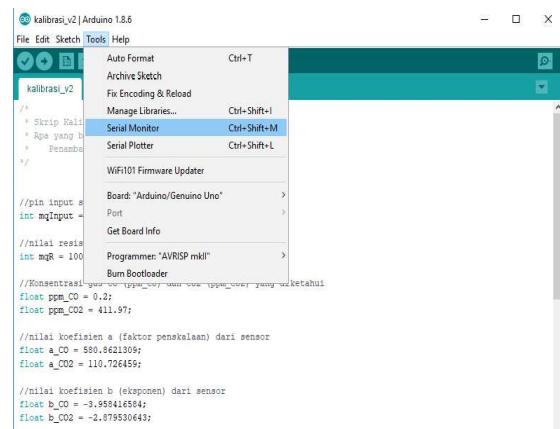
- 4) *Storyboard* tampilan layer CO pada gambar 16, terdapat 1 tombol yang mengontrol untuk penyambungan data antara dari arduino uno ke ponsel melalui *Bluetooth*, gambar indikator dalam level ISPU, dan kolom hasil yang menunjukan data yang dikirim oleh modul *Bluetooth HC-05*.

E. Melakukan Kalibrasi Alat

Melakukan Kalibrasi untuk parameter CO (Karbon Monoksida) dan CO₂ (Karbon Dioksida). Kalibrasi pada alat harus dilakukan agar alat dapat mendekripsi dengan baik parameter apa yang nantinya akan diukur. Langkah-langkah untuk melakukan kalibrasi alat sebelum melakukan pemrograman :

1) Mempersiapkan Kalibrasi

Cara yang dilakukan untuk melakukan kalibrasi alat dan pemrograman adalah dengan menggunakan referensi data gas CO₂ yang berada di atmosfer saat ini (data dilihat di



Gambar 19. Buka Tampilan Serial Monitor

```
ADC raw = 114
Rs = 7982 Ohm
Ro CO = 1064 Ohm
Ro CO2 = 12597 Ohm

ADC raw = 114
Rs = 7982 Ohm
Ro CO = 1064 Ohm
Ro CO2 = 12597 Ohm

ADC raw = 114
Rs = 7982 Ohm
Ro CO = 1064 Ohm
Ro CO2 = 12597 Ohm

ADC raw = 114
Rs = 7982 Ohm
Ro CO = 1064 Ohm
Ro CO2 = 12597 Ohm

ADC raw = 114
Rs = 7982 Ohm
Ro CO = 1064 Ohm
Ro CO2 = 12597 Ohm

ADC raw = 114
Rs = 7982 Ohm
Ro CO = 1064 Ohm
Ro CO2 = 12597 Ohm
```

Gambar 20. Nilai Ro yang sering muncul

<http://co2now.org/>. Dapat dilihat pada gambar 17. Untuk referensi gas CO (Karbon Monoksida) (dapat dilihat di www.environment.gov.au). Seperti pada gambar 18. Untuk melakukan kalibrasi, sebaiknya dilakukan saat :

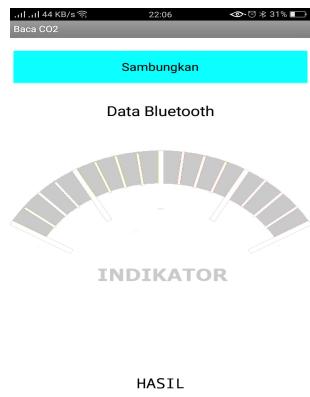
- Saat malam sampai pagi hari
 - Di luar ruangan (dekat jendela)
 - Di lingkungan yang bersih tanpa ada gas polutan seperti kendaraan bermotor dan yang lainnya.
 - Jika baru pertama kali digunakan sensor MQ-135 maka harus dipanaskan setidaknya 12-24 jam agar sensor dapat membaca data secara baik.
- 2) Melakukan Kalibrasi
- Setelah 12/24 jam sensor dipanaskan, lakukan kalibrasi dengan rangkaian yang sama namun kali ini dihubungkan ke PC/Laptop
 - Tempatkan sensor diudara terbuka/di luar ruangan (contoh di dekat jendela yang terbuka) dimana udara di sekitarnya bersih, tidak ada asap dan gas lainnya (seperti asap rokok, kendaraan, pembakaran dsb).
 - Buka aplikasi arduino IDE, lalu tampilkan serial monitor seperti gambar 19.
 - Lakukan pengamatan selama beberapa jam, perhatikan nilai RO yang ditampilkan di serial monitor.

- e) Catat berapa nilai RO yang sering muncul. Contoh nilai RO yang sering muncul terdapat pada gambar 20.
- f) Kalibrasi ini dianggap jauh dari gangguan apabila fluktuasi nilai RO-nya kecil.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pembuatan Aplikasi

Hasil pembuatan aplikasi sesuai dengan rancangan aplikasi pada gambar 13, gambar 14, gambar 15, dan gambar 16 yang terbagi menjadi 4 segmen. Hasil dari keempat segmen tersebut adalah sebagai berikut :



Gambar 23. Baca CO₂



Gambar 24. Baca CO

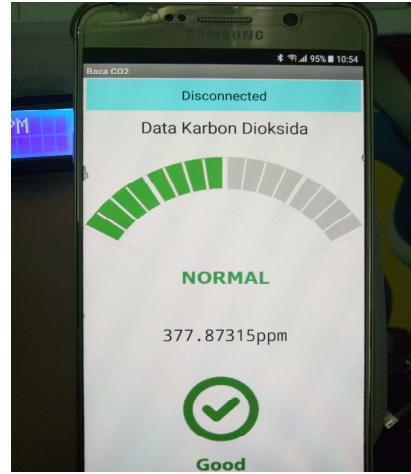
- 2) Untuk segemen CO pada gambar 24, terdapat 1 tombol untuk menyambungkan ke *Bluetooth*, terdapat level CO di bawah “Level CO ISPU” (sesuai dengan parameter ISPU), dan di sebelah kanan dari Level CO ISPU terdapat hasil yang menampilkan data dari arduino. Pada bagian bawah ditambahkan fitur untuk melihat status dari level yang terbaca.



Gambar 25. Pengujian alat di dalam ruangan.



Gambar 26. Pengujian alat di luar ruangan



Gambar 27. Udara Normal CO₂

- 1) Untuk segmen CO₂ (Karbon Dioksida) pada Gambar 23 terdapat 1 tombol, yaitu tombol untuk menyambungkan ke *Bluetooth*, Indikator untuk membaca apakah nilai yang dikirim dari arduino melewati ambang batas normal atau tidak (menggunakan parameter PMK No. 1077 Thn. 2011). Dan “Hasil” untuk membaca nilai yang dikirimkan dari arduino lewat modul *Bluetooth* HC-05. Pada bagian bawah dari status “Hasil” terdapat fitur yang akan memperhatikan status yang tertera pada indikator dari segmen Baca CO₂.

B. Pengujian Alat

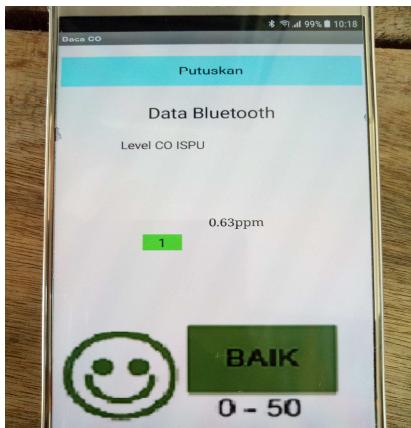
Sebelum alat digunakan untuk mendeteksi kadar polusi udara yang nantinya akan digunakan untuk pengambilan sampel data di ruang kelas JTE-02 Fakultas Teknik Elektro Universitas Sam Ratulangi Manado, dan Lapangan Sparta Tikala Kota Manado, lakukan pengujian alat terlebih dahulu. Pengujian alat dilakukan di dalam ruangan dan di luar ruangan.

Pengujian alat di dalam dan di luar ruangan (lihat gambar 25 dan gambar 26). Untuk gambar 25, pengujian dilakukan di dalam ruangan, dan gambar 26, pengujian alat dilakukan di luar ruangan.

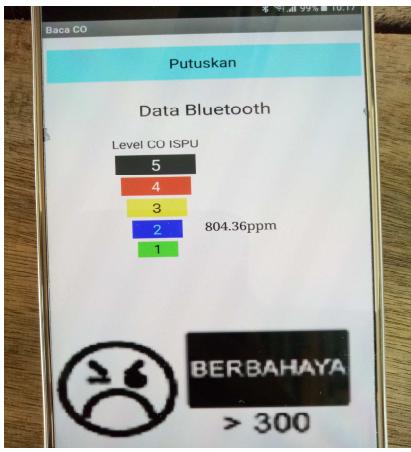
Data hasil uji coba alat, di kirim ke aplikasi *android* dapat dilihat pada gambar 27, gambar 28, gambar 29, dan gambar 30. Gambar tersebut adalah hasil data yang dibaca oleh alat dan di kirim ke aplikasi *andorid*.



Gambar 28. Udara berbahaya CO₂



Gambar 29. Udara normal CO



Gambar 30. Udara berbahaya CO

C. Data Hasil Pengujian

Hasil pengujian dibagi menjadi 2 parameter, yaitu parameter CO₂ dan parameter CO. Dimana pengambilan data untuk

parameter CO₂ dilaksanakan di ruangan kelas JTE-02 Fakultas Teknik Jurusan Elektro Program Studi Informatika. Untuk indikator, penulis menggunakan indikator PMK No. 1077 Pedoman Penyehatan Udara dalam Ruangan. Ambang batas kadar udara yang tertera pada PMK No. 177 untuk parameter CO₂ sebesar 1000 PPM dan pengukuran dilakukan selama 8 Jam. Tabel I adalah parameter yang diukur oleh PMK No. 1077 Thn. 2011

TABEL I.

PARAMETER CO₂ PMK NO. 1077 TAHUN. 2011

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar Maksimal yang dipersyaratkan	Keterangan
1	Sulfur dioksida	Ppm	0,1	24 jam
2	Nitrogen Dioksida	Ppm	0,04	24 jam
3	Karbon Dioksida	Ppm	9,00	8 jam
4	Karbon Monoksida	Ppm	1000	8 jam
5	Timbal	µg/m ³	1,5	15 menit

TABEL II.

PARAMETER CO STANDART ISPU

1	Kategori baik	Rentang	0 - 50 dengan warna hijau
2	Kategori sedang	Rentang	51 - 100 dengan warna biru
3	Kategori tidak sehat	Rentang	101 - 199 dengan warna kuning
4	Kategori sangat tidak sehat	Rentang	200 - 299 dengan warna merah
5	Kategori berbahaya	Rentang	300 - 500 dengan warna hitam

TABEL III.

DATA PARAMETER CO₂

Waktu	Kadar Udara	Keterangan
08.00 – 09.00	96 ppm	Keadaan ruangan sepi, cuaca di luar hujan.
09.00 – 10.00	80 ppm	Keadaan ruangan sepi, cuaca cerah
10.00 – 11.00	100 ppm	kegiatan belajar mengajar
11.00 – 12.00	88 ppm	Keadaan sepi
12.00 – 13.00	133 ppm	kegiatan belajar mengajar
13.00 – 14.00	155 ppm	Kegiatan belajar mengajar, jumlah siswa >50 orang
14.00 – 15.00	155 ppm	Kegiatan belajar mengajar, jumlah siswa >50 orang
15.00 – 16.00	149 ppm	Kegiatan dalam kelas.

Untuk pengambilan data dengan parameter CO dilaksanakan di Lapangan Sparta Tikala, Kecamatan Tikala, Kota Manado, Sulawesi Utara. Dimana untuk indikator, penulis menggunakan indikator ISPU sebagai acuan untuk mendeteksi kadar gas CO. Tabel II adalah tabel parameter untuk CO dalam standart ISPU.

- 1) Untuk parameter CO₂ pengambilan data dilakukan selama 8 jam, sesuai dengan indikator PMK (Peraturan Menteri Kesehatan) No. 1077 Thn. 2011 ditampilkan pada tabel III. Untuk mencari nilai rata-rata pada tabel III menggunakan rumus rata-rata yang tertera pada rumus (1)

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n} \quad (1)$$

Penjelasan dari rumus (1) :

x = dibaca x bar notasi untuk nilai rata-rata.

$X_1 \dots X_n$ = nilai data yang di dapat

n = banyaknya nilai data

TABEL IV.
DATA KESELURUHAN PENGUKURAN DENGAN PARAMETER CO

Waktu	R2	R4	>R4	Kadar udara
08.00 – 09.00	503	502	12	0.096
09.00 – 10.00	278	236	5	0.100
10.00 – 11.00	297	257	9	0.115
11.00 – 12.00	459	210	8	0.120
12.00 – 13.00	-	-	-	-
13.00 – 14.00	402	213	5	0.100
14.00 – 15.00	426	207	5	0.121
15.00 – 16.00	528	301	5	0.200

Untuk mencari nilai PPM selama 8 jam pada tabel III, dengan menggunakan rumus (1) didapat hasil sebagai berikut :

Nilai rata-rata = $96+80+100+88+133+155+155+149 / 8$

Nilai rata-rata = 119.75 (dibulatkan menjadi 120).

Nilai rata-rata = 120

Untuk nilai PPM dari pengambilan data di kelas JTE-02 sebesar 120 PPM.

Sesuai dengan indikator PMK No. 1077 thn. 2011 maka kadar udara yang ada dalam ruangan termasuk “AMAN”.

- 2) Untuk parameter CO (Karbon Monoksida), pengambilan data dilakukan selama 8 jam, sesuai dengan indikator ISPU. Data 8 jam tersebut dibagi sebanyak 4 bagian. Masing-masing per 15 menit. Untuk keterangan R2, R4, >R4 adalah data kendaraan untuk R2 = kendaraan roda 2, R4 = kendaraan roda 4, dan >R4 = kendaraan yang beroda diatas 4. Tabel IV adalah hasil dari nilai rata-rata R2, R4, >R4. Untuk “Kadar udara” masih data sementara dimana hasil dari nilai rata-rata “Kadar udara” akan dimasukan ke rumus nilai standart ISPU. Untuk mencari nilai rata-rata “Kadar udara” pada tabel 4 menggunakan rumus 1. Maka untuk mencari nilai PPM selama 8 jam, menggunakan rumus nilai rata-rata :

Nilai rata-rata =

$(0.96)+(0.100)+(0.115)+(0.120)+(0)+(0.100)+(0.121)+(0.200) / 8$

Nilai rata-rata = 0.2145

Untuk mencari nilai standart ISPU pada tabel IV, menggunakan rumus (2) :

$$I = \frac{I_a - I_b}{X_a - X_b} (X_x - X_h) + I_b \quad (2)$$

TABEL V.
BATAS INDEKS PENCEMARAN UDARA

Indeks Standar Pencemaran Udara	24 jam PM10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	8 jam SO2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	8 jam CO $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1 jam O3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1 jam NO2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
50	50	80	5	120	
100	150	365	10	253	
200	350	800	17	400	1130
300	420	1600	34	800	2260
400	500	2100	46	1000	3000
500	600	2620	57.5	1200	3750

Penjelasan rumus (2) :

I = ISPU terhitung

I_a = ISPU batas atas

I_b = ISPU batas bawah

X_a = Ambien batas atas

X_b = Ambien batas bawah

X_x = Kadar Ambien hasil pengukuran

Dimana untuk mengetahui jumlah nilai konsentrasi udara dengan jenis parameter CO dengan nilai rata-rata 8 jam dapat dilihat dari data tabel V Batas Indeks Standart Pencemaran Udara (Dalam Satuan SI) :

Maka :

X_x = Kadar ambien nyata nilai rata-rata hasil pengukuran = 0.2145

I_a = ISPU batas atas = 100

I_b = ISPU batas bawah = 50

X_a = Ambien batas atas = 10

X_b = Ambien batas bawah = 5

Sehingga angka-angka tersebut dimasukan dalam rumus (2) menjadi :

$$I = \frac{100 - 50}{10 - 5} (0.2145 - 5) + 50 = 2.145$$

Jadi konsentrasi untuk udara ambien CO rata-rata 0.2145 dirubah menjadi indeks standart pencemaran udara (ISPU) adalah = 2.145 maka kadar udara yang tercatat termasuk “BAIK”. Menurut Tabel 6 kadar yang didapatkan penulis adalah “Tidak Ada Efek”.

D.Analisa Hasil Pengujian

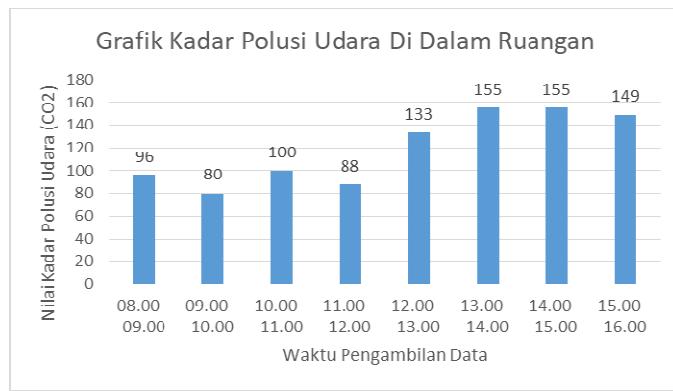
1) Analisa Hasil Pengujian CO₂ (Karbon Dioksida)

Hasil yang didapatkan dari data yang diambil pada tanggal 20 februari 2019 bertempat di ruangan kelas JTE-02 Jurusan Teknik Elektro Universitas Sam Ratulangi Manado, dinyatakan “AMAN”. Penelitian ini menggunakan indikator PMK No. 1077 Thn. 2011 dengan ketentuan bahwa untuk

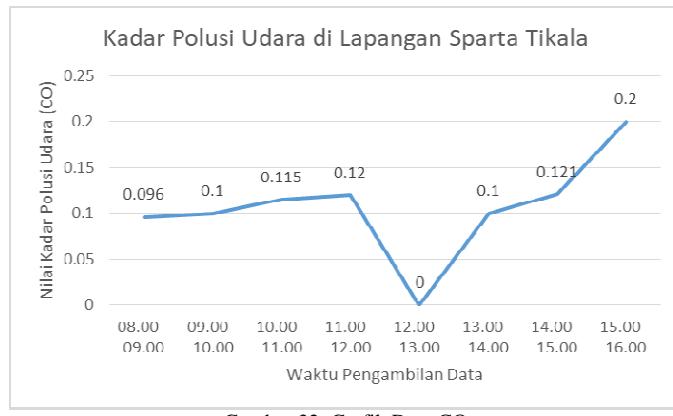
mengukur kadar kualitas udara dalam ruangan, meliputi persyaratan kimia dimana untuk parameter CO₂ (Karbon Dioksida) dengan satuan ppm, kadar maksimal yang dipersyaratkan sebesar 1000, dengan pengambilan sampel selama 8 jam. Hasil yang diperoleh sebesar “120 PPM”. Grafik yang diperoleh untuk kadar polusi udara yang terdapat di ruangan kelas JTE-02 Jurusan Teknik Elektro Universitas Sam Ratulangi Manado adalah sebagai berikut. Penjelasan pada Gambar 31 untuk kadar CO₂ yang paling tinggi terdapat

TABEL VI.
PENGARUH INDEKS STANDAR PENCEMARAN UDARA

Kategori	Rentang	Karbon Monoksida (CO)
Baik	0 – 50	Tidak ada efek
Sedang	51 – 100	Perubahan kimia darah tapi tidak terdeteksi
Tidak sehat	101 – 199	Peningkatan pada kardiovaskular pada perokok yang sakit jantung
Sangat tidak sehat	200 – 299	Meningkatnya kardiovaskular pada orang bukan perokok yang berpenyakit jantung, dan akan tampak beberapa kelemahan yang terlihat secara nyata
Berbahaya	300 – lebih	Tingkat yang berbahaya bagi semua populasi yang terpapar.



Gambar 31. Grafik Data CO₂



Gambar 32. Grafik Data CO

pada waktu 13.00 – 15.00. Pada waktu tersebut, diadakan kegiatan belajar mengajar. Untuk kadar CO₂ yang paling rendah, terdapat pada waktu 09.00 – 10.00.

2) Analisa Hasil Pengujian CO (Karbon Monoksida)

Hasil yang didapatkan dari data yang diambil pada tanggal 21 februari 2019 bertempat di Lapangan Sparta Tikala,

kecamatan Tikala, Kota Manado, Provinsi Sulawesi Utara, dinyatakan “BAIK”. Penelitian ini menggunakan indikator Standart ISPU dengan ketentuan bahwa untuk mengukur kadar kualitas udara dengan parameter CO, menggunakan angka dan kategori indeks standar pencemaran udara (ISPU). Pengambilan sampel dilakukan selama 8 jam, dan hasil yang diperoleh sebesar “2.145 PPM” dibulatkan menjadi “2 PPM”. Grafik yang diperoleh untuk kadar polusi udara yang terdapat di Lapangan Sparta Tikala Kota manado adalah sebagai berikut. Penjelasan pada Gambar 32 untuk kadar CO yang paling tinggi terdapat pada waktu 15.00 – 16.00. Pada waktu tersebut, untuk kendaraan R2 (roda 2) paling banyak dengan jumlah 528 kendaraan/jam, untuk kendaraan R4 (roda 4) dengan jumlah 301 kendaraan/jam, dan kendaraan >R4 (di atas roda 4) berjumlah 5 kendaraan/jam. Untuk kadar CO yang paling rendah, terdapat pada waktu 08.00 – 09.00.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dalam penelitian ini, telah berhasil merancang dan membangun aplikasi pedeteksi polusi udara. Sensor MQ-135 hanya dapat mendeteksi 1 kadar polusi saja. Aplikasi hanya dapat menampilkan data yang keluar dari perangkat arduino.

Untuk data kadar CO yang paling tinggi terdapat pada waktu 15.00 – 16.00. Pada waktu tersebut, untuk kendaraan R2 (roda 2) paling banyak dengan jumlah 528 kendaraan/jam, untuk kendaraan R4 (roda 4) dengan jumlah 301 kendaraan/jam, dan kendaraan >R4 (di atas roda 4) berjumlah 5 kendaraan/jam.

Untuk data kadar CO₂ yang paling tinggi terdapat pada waktu 13.00 – 15.00. Pada waktu tersebut, diadakan kegiatan belajar mengajar.

Dengan adanya alat dan aplikasi pendeteksi polusi udara ini, dapat membantu masyarakat agar dapat menjaga kesehatan lingkungan (Kualitas Udara).

B. Saran

Untuk pengembangan selanjutnya, sensor MQ-135 dapat diperbanyak atau ditambahkan dengan sensor yang lainnya, agar dapat mendeteksi kadar polusi udara dengan lebih efisien.

Untuk pengembangan selanjutnya, aplikasi sensor polusi udara kiranya dapat ditambah fitur seperti *database*-nya untuk menyimpan data yang terbaca dalam aplikasi.

Untuk pengembangan selanjutnya, aplikasi sensor polusi udara dapat ditambah fitur tambahan agar aplikasi dapat lebih interaktif dan menarik.

V. KUTIPAN

- [1] Yuliza, E., & Kalsum, T. U. (2015). Alat Keamanan Pintu Brankas Berbasis Sensor Sidik Jari Dan Password Digital Dengan Menggunakan Mikrokontroler Atmega 16. JURNAL MEDIA INFOTAMA, 11(1).
- [2] Novrian, D. (2014). “RANCANG BANGUN ALAT PENCEGAH KEBAKARAN DARI KEBOCORAN GAS MENGGUNAKAN SENSOR MQ135 BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA16”. Politeknik Negeri Sriwijaya.

- [3] RIDWAN, P. M. (2016). *ALAT UKUR KUALITAS UDARA BERBASIS MIKROKONTROLLER ATMega328* (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Padang).
- [4] Sumardjo, D. (2009). Pengantar Kimia Buku Panduan Kuliah Mahasiswa Kedokteran. EGC
- [5] Rahmatika, N. I. *Analisis risiko paparan nitrogen dioksida dari polutan ambien terhadap kesehatan masyarakat di kabupaten Magelang tahun 2015* (Bachelor's thesis, UIN Syarif Hidayatullah Jakarta: Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, 2017).
- [6] Fardiaz, S. (1992). *Polusi air dan udara*. Kanisius.
- [7] Indonesia, P. R. (1999). Peraturan Pemerintah No. 41 Tahun 1999 Tentang Pengendalian Pencemaran Udara. no, 41, 1-34.
- [8] Kamus Besar Bahasa Inodnesia. [Online] Tersedia : <https://kbbi.web.id/polusi> [Diakses : 30 Juli 2018]
- [9] NURFITRIYANA, Y. (2017). PENERAPAN MODEL PROBLEM BASED LEARNING UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN MENGELOLA IMPULSIVITAS SISWA PADA KONSEP PENCEMARAN LINGKUNGAN (Doctoral dissertation, FKIP Unpas).
- [10] Nebath, E., Pang, D., & Wuwung, J. O. (2014). Rancang Bangun Alat Pengukur Gas Berbahaya CO Dan CO2 di Lingkungan Industri. Jurnal Teknik Elektro dan Komputer, 3(4), 65-72.
- [11] Admin, "What Is Arduino". Arduino, [Online]. Tersedia : <https://www.arduino.cc/> [Diakses : 20 Juli 2018]
- [12] Makiolor, A. A. (2017). Rancang Bangun Pencarian Rumah Sakit, Puskesmas dan Dokter Praktek Terdekat di Wilayah Manado Berbasis Android. *Jurnal Teknik Informatika*, 10(1).
- [13] Faroqi, A., Halim, D. K., & WS, M. S. (2017). PERANCANGAN ALAT Pendeteksi Kadar Polusi Udara Menggunakan Sensor Gas MQ-7 Dengan Teknologi Wireless HC-05. *JURNAL ISTEK*, 10(2).
- [14] Keputusan Kepala Badan Pengendalian Dampak Lingkungan (KABAPEDAL) KEP-107 Tahun 1997 Tentang Indeks Standart Pencemar Udara (ISPU) [PDF].
- [15] Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 1077 Tahun 2011 Tentang Pedoman Penyehatan Udara Dalam Ruang Rumah [PDF]



Costantien Gessal lahir di Manado pada tanggal 10 Juni 1996. Anak ke – dua dari pasangan Wendy D.C. Gessal dan Silvana E.S. Lumeno.

Dengan latar belakang pendidikan di Taman Kanak-Kanak St. Anna Manado (2000-2001). Kemudian melanjutkan studi di Sekolah Dasar St. Paulus Bumi Beringin Manado (2001 - 2007). Kemudian melanjutkan studi ke Sekolah Menengah Pertama Pax Christy Manado (2007 - 2010) dan selanjutnya saya menempuh studi ke Sekolah Menengah Atas Fr. Don Bosco Manado (2010 - 2013). Setelah itu, di tahun 2013 saya melanjutkan pendidikan ke salah satu perguruan tinggi yang berada di Manado yaitu Universitas Sam Ratulangi Manado dengan mengambil Program Studi S-1 Teknik Informatika di Jurusan Elektro Fakultas Teknik. Pada Tahun 2018 bulan september, penulis membuat Skripsi demi memenuhi syarat Sarjana (S1) dengan penelitian berjudul Aplikasi Sensor Polusi Udara Menggunakan Sensor MQ-135, yang dibimbing oleh dua dosen pembimbing yaitu Ir. Arie S.M. Lumenta, ST., MT dan Brave A. Sugiarso, ST., MT sehingga pada tanggal 05 April 2019 penulis resmi lulus di Teknik Informatika Universitas Sam Ratulangi Manado menyandang gelar sarjana komputer dengan predikat sangat memuaskan.