

ALAT DETEKSI POLUSI UDARA DALAM RUANGAN BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IOT)

Yunita Sari¹, Aldy Waliyuddin²

¹sari.nita.ys@gmail.com, ²aldy7waliyuddin@gmail.com

Abstrak

Polusi udara tidak hanya terdapat di luar ruangan. Saat kita di dalam ruangan, bukan berarti terbebas dari polusi udara. Karena di dalam ruangan terdapat berbagai macam faktor yang dapat menimbulkan polusi udara. Untuk mengatasi hal tersebut dibuatlah alat untuk mendeteksi polusi udara dalam ruangan. Namun masih terdapat kendala dari alat yang sudah ada dimana kurangnya fleksibilitas untuk pihak yang bertanggung jawab mengawasi ruangan tertutup atau ber-AC agar terbebas dari polusi udara. Karena hanya dapat diawasi dalam ruang lingkup jaringan lokal. Dari permasalahan tersebut dirancanglah alat untuk mendeteksi polusi udara dalam ruangan yang dapat diakses di manapun dan kapanpun. Pada penelitian ini menggunakan 6 (enam) komponen utama untuk perancangan alat berupa Wemos D1 R1, Arduino Uno, Sensor MQ2, Buzzer, LCD I2C, ESP32-CAM. Semua komponen tersebut dirangkai dan diprogram agar bisa melakukan deteksi polusi udara dalam ruangan tertutup atau ber-AC. Saat polusi terdeteksi kamera akan mengambil gambar, selanjutnya dikirim dan ditampilkan dalam Telegram.

Kata Kunci : *Polusi udara, ESP32-CAM, Arduino, IoT, Telegram*

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Hidup di kota besar yang serba modern seperti sekarang banyak hal positif yang dapat kita ambil. Selain dampak positif, ada juga dampak negatifnya. Seperti lengkapnya fasilitas umum, kemudahan dalam akses berkendara, kantor yang berpendingin Air Conditioner(AC), serta kenyamanan dan kemudahan lainnya, Sehingga terkadang kita melupakan dampak atau bahaya polusi yang ditimbulkannya. Diluar ruangan kita dihadapkan pada berbagai polusi dan jenis kendaraan bermotor, polusi udara, debu dan polusi lainnya. Sedangkan di dalam ruangan berpendingin ternyata tidak seratus persen aman dari polusi, karena dapat berpotensi menimbulkan penyakit. Dalam beberapa dekade terakhir, peluang manusia terpapar polusi udara dalam ruangan diyakini meningkat, akibat beberapa faktor. Beberapa faktor tersebut diantaranya seperti konstruksi bangunan yang tertutup rapat, penggunaan formula material sintesis untuk perabot dan bangunan, penggunaan formula kimia untuk berbagai produk perawatan, insektisida, pestisida, rodentisida, hingga asap rokok.

Dengan perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan yang semakin meningkat, hal ini tentunya dapat dimanfaatkan untuk mengatasi permasalahan bahaya polusi udara dalam ruangan tertutup atau ber-AC, salah satunya dengan alat deteksi polusi udara. Dalam hal ini penulis menuangkan solusi tersebut ke dalam penelitian yang berjudul “ALAT DETEKSI POLUSI UDARA DALAM RUANGAN BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)”. Alat ini akan diimplementasikan dalam ruangan tertutup atau ber-AC untuk memantau agar ruangan terhindar dari polusi udara. Ketika terdapat polusi udara dalam suatu ruangan maka sensor akan mendeteksinya, kemudian kamera akan mengambil gambar dan mengirimkan data-data tersebut ke telegram melalui jaringan internet sehingga bisa ditampilkan di smartphone ataupun desktop.

1.2 Rumusan Masalah

Perumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana merancang alat pendeteksi polusi udara dalam ruangan tertutup atau ber-AC yang terhubung dengan smartphone ataupun desktop melalui jaringan internet dan dapat diakses dari manapun.

1.3 Batasan Masalah

Berikut batasan yang penulis terapkan agar pembahasan tidak melebar atau menyimpang dari permasalahan :

- 1 Alat deteksi polusi udara diimplementasikan di dalam ruangan tertutup atau ber-AC.
- 2 Alat ini mendeteksi udara yang tercemar dan mengambil gambar melalui kamera untuk dikirim ke smartphone ataupun desktop melalui jaringan internet.
- 3 Alat ini terintegrasi dengan sistem pada telegram yang dapat menampilkan dan menyimpan data.
- 4 Alat ini berbasis IoT..

1.4 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat alat pendeteksi polusi ruangan yang dapat dipantau dengan smartphone ataupun desktop melalui jaringan internet, sehingga memudahkan dalam melakukan pendeteksian polusi udara di ruangan tertutup atau ber-AC yang dapat diakses di manapun dan kapanpun. Dengan adanya alat pendeteksi polusi udara ini diharapkan ruangan tertutup atau ber-AC terbebas dari polusi udara.

1.5 Metodologi Pengumpulan Data

Metode yang dilakukan dalam penelitian adalah sebagai berikut :

1. Perencanaan (*Planning*) Mengumpulkan bahan-bahan dan sumber informasi serta data yang diperlukan untuk membangun alat pendeteksi polusi udara.
2. Analisis (*Analysis*) Melakukan analisis kebutuhan alat yang akan dibangun.
3. Desain dan Implementasi (*Design and Implementation*) Melakukan perancangan dan pembuatan alat untuk dapat mendeteksi polusi udara.
4. Pengujian (*Testing*) Melakukan pengujian (uji coba) terhadap alat yang dibuat, apakah sudah berjalan sesuai dengan tujuan, dan sejauh mana alat itu bekerja.

2. Landasan Teori

2.1 Polusi Udara

Pencemaran udara (polusi udara) yaitu bercampurnya berbagai macam gas yang tidak tetap maka dari itu berbagai macam gas tersebut akan mengganggu kehidupan atau sterial udara. Udara juga menjadi sebagian atmosfer yang ada di sekeliling bumi yang berfungsi sangat penting untuk kehidupan. (Wardhana, 1995)

Menurut UU No. 23 Tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup, polusi udara adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi atau berubahnya tatanan lingkungan oleh kegiatan atau aktivitas manusia atau proses alam sehingga kualitas lingkungan turun sampai tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan menjadi kurang atau tidak berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya

Pencemaran udara dibagi menjadi dua yaitu pencemaran udara luar ruangan dan polusi udara dalam ruangan. Polusi udara dalam ruang merupakan masalah kesehatan yang sangat serius dalam berbagai lingkungan non industry. (Anies, 2004)

Berdasarkan sumbernya, polusi udara dalam ruang dibagi menjadi enam kelompok, yaitu : (Kusnoputranto, 1997)

1. Polusi dalam ruangan (bahan-bahan sintesis dan beberapa bahan alamiah yang digunakan sebagai perabotan rumah tangga seperti karpet, busa, pelapis dinding, furniture, dan lain-lain).
2. Pembakaran bahan bakar (pembakaran bahan bakar dalam rumah yang digunakan untuk memasak dan pemanas ruangan menghasilkan nitrogen oksida, karbon monoksida, sulfur dioksida, hidrokarbon, partikulat).

3. Gas-gas toksik yang terlepas ke dalam ruangan yang berasal dari dalam tanah (radon).
4. Produk konsumsi, seperti pengkilap perabot, perekat, kosmetik, pestisida/insektisida.
5. Polusi tembakau.
6. Mikroorganismenya.

2.2 Internet

Internet adalah sekumpulan jaringan komputer yang saling terhubung secara fisik dan memiliki kemampuan untuk membaca dan menguraikan protokol komunikasi tertentu yang disebut Internet Protocol (IP) dan Transmission Control Protocol (TCP). Protokol adalah spesifikasi sederhana mengenai bagaimana komputer saling bertukar informasi. (Allan, 2005)

2.3 Internet of Things (IoT)

Internet berkembang jauh lebih pesat dibandingkan dengan teknologi lain. Bermula dari hanya beberapa komputer yang terhubung satu dengan yang lain hingga saat ini internet dapat diakses oleh hampir semua orang di dunia dan telah menjadi bagian penting dalam kehidupan manusia. Internet dapat menghubungkan kita, peralatan, perangkat lunak, mesin, dan hal-hal di sekitar kita. Rancangan jaringan ini disebut IoT.

Secara umum Internet of Things merupakan sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus-menerus. Yang memungkinkan daya pengendalian, komunikasi, kerja sama dengan berbagai perangkat keras, berbagi data, memvirtualisasikan segala hal nyata ke dalam bentuk internet, melalui jaringan internet atau disebut juga M2M (machine to machine). (Aston, 2009)

2.4 Arduino IDE

Integrated Development Environment (IDE) merupakan lingkungan terintegrasi yang digunakan untuk melakukan pengembangan. Disebut sebagai lingkungan karena melalui software inilah Arduino dilakukan pemrograman untuk melakukan fungsi-fungsi yang dinamakan melalui sintaks pemrograman. Arduino menggunakan bahasa pemrograman sendiri yang menyerupai bahasa C. Bahasa pemrograman Arduino (Sketch) sudah dilakukan perubahan untuk memudahkan pemula dalam melakukan pemrograman dari bahasa aslinya. Sebelum dijual ke pasaran, IC mikrokontroler Arduino telah ditanamkan suatu program bernama Bootloader yang berfungsi sebagai penengah antara compiler Arduino dengan mikrokontroler.

Arduino IDE dibuat dari bahasa pemrograman JAVA. Arduino IDE juga dilengkapi dengan library C/C++ yang biasa disebut Wiring yang membuat operasi input dan output menjadi lebih mudah. Arduino IDE ini dikembangkan dari software processing yang dirombak menjadi Arduino IDE khusus untuk pemrograman dengan Arduino.



Gambar 2.4 Software Arduino IDE

2.5 Mikrokontroler

2.5.1 Definisi Mikrokontroler

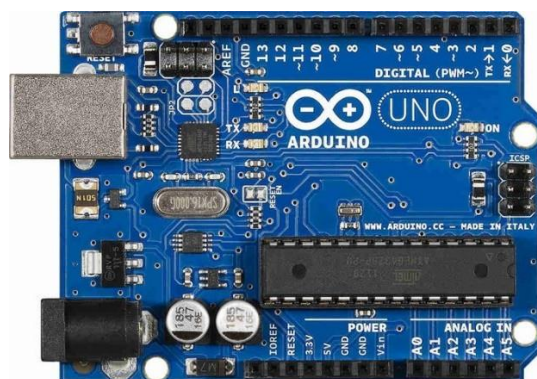
Mikrokontroler adalah sebuah komputer kecil yang dikemas dalam bentuk chip IC (Integrated Circuit) dan dirancang untuk melakukan tugas atau operasi tertentu. Pada dasarnya, sebuah IC Mikrokontroler terdiri dari satu atau lebih Inti prosesor (CPU), memori (RAM dan ROM) serta perangkat input dan output yang dapat diprogram.

Dalam pengaplikasiannya, pengendali mikro yang dalam bahasa Inggris disebut dengan Microcontroller ini digunakan dalam produk ataupun perangkat yang dikendalikan secara otomatis seperti sistem kontrol mesin mobil, perangkat medis, pengendali jarak jauh, mesin, peralatan listrik, mainan dan perangkat-perangkat yang menggunakan sistem tertanam lainnya.

2.5.2 Arduino Uno

Arduino Uno adalah suatu papan elektronik yang mengandung mikrokontroler ATmega328, pengendali mikro single-board yang bersifat open-source, diturunkan dari wiring platform, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Perangkat kerasnya memiliki prosesor Atmel AVR dan perangkat lunaknya memiliki Bahasa pemrograman sendiri.

Dengan kata lain Arduino adalah kit elektronik atau papan rangkaian elektronik open source yang di dalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah chip mikrokontroler dengan jenis AVR. Mikrokontroler itu sendiri adalah chip atau Integrated Circuit (IC) yang bisa di program menggunakan komputer. Tujuan program pada mikrokontroler adalah agar rangkaian elektronik dapat membaca input,memproses input tersebut dan kemudian menghasilkan output sesuai yang diinginkan jadi mikrokontroler bertugas sebagai otak yang mengendalikan input proses dan output sebuah rangkaian elektronik.



Gambar 2.5 Arduino Uno

2.5.3 Wemos D1 R1 Wifi ESP8266

Mikrokontroler ini berbasis ESP8266 yaitu sebuah modul mikrokontroler nirkabel (Wifi) 802.11 yang kompatibel dengan Arduino IDE. Tata letak mikrokontroler ini didasarkan pada desain hardware Arduino standar dengan proporsi yang sama dengan Arduino Uno dan Lonardo. (Setiawan, 2017)

Wemos berbeda dari modul Wi-Fi yang lainnya, ini dikarenakan wemos dilengkapi dengan mikrokontroler yang dapat diprogram melalui serial port sehingga wemos dapat diprogram tanpa ada modul tambahan untuk melengkapinya.

Wemos memiliki 2 buah chipset yang digunakan sebagai otak kerjanya, antara lain:

1. Chipset CH340

CH340 adalah chipset yang mengubah Universal Serial Bus (USB) serial menjadi serial interface, contohnya adalah aplikasi converter to IrDA atau aplikasi USB converter to printer. Dalam mode serial interface, CH340 mengirimkan sinyal penghubung yang umum digunakan pada modem. CH340 digunakan untuk mengubah perangkat serial interface umum untuk berhubungan dengan bus USB secara langsung.

2. Chipset ESP8266

ESP8266 merupakan sebuah chipset yang memiliki fitur Wi-Fi dan mendukung stack Transmission Control Protocol/Internet Protocol (TCP/IP) sehingga memungkinkan sebuah mikrokontroler terhubung kedalam jaringan Wi-Fi dan membuat koneksi TCP/IP hanya dengan menggunakan command yang sederhana. Dengan clock 80 MHz chip ini dibekali dengan 4MB eksternal Random Access Memory (RAM) serta mendukung format IEEE 802.11 b/g/n sehingga tidak menyebabkan gangguan bagi yang lain.

2.6 Sensor MQ2

Sensor Polusi MQ2 dengan Arduino di gunakan sebagai sensor deteksi Alkohol, H₂, LPG, CH₄, CO, Polusi, dan Propana. Sensor ini sangat cocok di gunakan untuk alat emergency sebagai deteksi gas-gas, seperti deteksi kebocoran gas, deteksi polusi untuk pencegahan kebakaran dan lain lain.

Sensor gas ini tersusun oleh senyawa SnO₂, dengan sifat conductivity rendah pada udara yang bersih, atau sifat penghantar yang tidak baik. Sifat conductivity semakin naik jika konsentrasi gas polusi semakin tinggi di sekitar sensor gas.

Untuk fitur sensor gas MQ2 antara lain adalah:

1. Sangat sensitif dengan jangkauan luas.
2. Sangat sensitif untuk gas LPG, Propane, dan gas hidrogen.
3. Umurnya yang panjang dengan harga yang sangat murah.
4. Rangkaian yang sangat simple

2.7 ESP32CAM

ESP32-CAM memiliki modul kamera ukuran kecil yang sangat kompetitif yang dapat beroperasi secara sendiri dengan sistem minimum dengan diameter 27x40.5 x4.5mm dan arus hingga 6mA. ESP32-CAM dapat digunakan secara luas di berbagai aplikasi IoT. Sangat cocok untuk perangkat rumah pintar, kontrol nirkabel industri, pemantauan nirkabel, identifikasi nirkabel QR, sinyal sistem penentuan posisi nirkabel dan aplikasi IoT lainnya. ini adalah solusi ideal untuk aplikasi IoT. ESP32-CAM mengadopsi paket DIP dandapat langsung dimasukkan ke dalam backplane untuk mewujudkan produksi produk yang cepat, menyediakan pelanggan dengan mode koneksi keandalan tinggi, yang nyaman untuk aplikasi di berbagai terminal perangkat keras IoT.

Tabel 2.8 Spesifikasi ESP32-CAM

Module Model	ESP32-CAM
Package	DIP-16
SPI FLASH	Default 32 bit
RAM	520KB SRAM + 4M PSRAM
Bluetooth	Bluetooth 4.2 BR/EDR and BLE
Wi-Fi	802.11 b/g/n
Support Interface	UART, SPI, I2C, PWM
Support TF card	MAX Support 4G
IO Port	9

2.8 Buzzer

Buzzer merupakan sebuah komponen elektronika yang masuk dalam keluarga transduser, yang dimana dapat mengubah sinyal listrik menjadi getaran suara. Nama lain dari komponen ini disebut dengan beeper.

Dalam kehidupan sehari-hari, umumnya digunakan untuk rangkaian alarm pada jam, bel rumah, perangkat peringatan bahaya, dan lain sebagainya.

Jenis-jenis yang sering ditemukan di pasaran yaitu tipe piezoelectric. Dikarenakan tipe ini memiliki kelebihan seperti harganya yang relatif murah, mudah diaplikasikan ke dalam rangkaian elektronika.

2.9 Telegram

Telegram adalah sebuah aplikasi chatting yang memungkinkan Anda mengirimkan pesan, berbagi foto, video dan audio serta bertukar file yang ter-enkripsi. Selain itu Telegram juga dapat Anda gunakan di berbagai platform atau sistem operasi seperti Android, iOS, MacOS, Windows OS dan Linux OS (versi desktop) secara bersamaan.

2.10 LCD I2C

Inter Integrated Circuit atau sering disebut I2C adalah standar komunikasi serial dua arah menggunakan dua saluran yang didesain khusus untuk mengirim maupun menerima data. Sistem I2C terdiri dari saluran SCL (Serial Clock) dan SDA (Serial Data) yang membawa informasi data antara I2C dengan pengontrolnya. Piranti yang dihubungkan dengan sistem I2C Bus dapat dioperasikan sebagai Master dan Slave. Master adalah piranti yang melalui transfer pada data I2C Bus dengan membentuk sinyal start, mengakhiri transfer data dengan membentuk sinyal stop, dan membangkitkan sinyal clock. Slave adalah piranti yang dialamati master.

LCD (Liquid Cristal 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. LCD berfungsi sebagai penampil data baik dalam bentuk karakter, huruf, angka ataupun grafik.

3. Metodologi Penelitian

3.1 Metodologi Penelitian

Dalam penelitian ini penulis menggunakan metode-metode penelitian sebagai berikut:

1. Perencanaan (*Planning*)
Mengumpulkan bahan-bahan dan sumber informasi serta data yang diperlukan untuk membangun alat pendeteksi polusi udara.
2. Analisis (*Analysis*)
Melakukan analisis kebutuhan alat yang akan dibangun.
3. Desain dan Implementasi (*Design and Implementation*).
Melakukan perancangan dan pembuatan alat untuk dapat mendeteksi polusi udara.
4. Pengujian (*Testing*)
Melakukan pengetesan (uji coba) terhadap alat yang dibuat, apakah sudah berjalan sesuai dengan tujuan, dan sejauh mana alat itu bekerja.

3.2 Analisis Alat Deteksi Polusi Udara Saat Ini

Untuk mendeteksi polusi udara dalam ruangan tertutup atau ber-AC di beberapa gedung dan tempat umum masih menggunakan cara manual dengan menegur perokok dan melaporkannya ke pihak yang bertanggung jawab.

Ada di beberapa tempat yang telah menggunakan alat untuk mendeteksi polusi udara, dimana ketika ada polusi udara yang terdeteksi alat akan berbunyi dan mengirimkan notifikasi melalui Short Message Service (SMS) atau melalui Electronic Mail (Email).

Ada juga alat pendeteksi polusi udara yang lebih unggul, yaitu Ketika polusi udara terdeteksi selain akan berbunyi alat juga bisa mengambil gambar dengan kamera, kemudian data berupa nilai polusi udara yang terdeteksi oleh sensor dan hasil pengambilan gambar dari kamera akan dikirim ke jaringan lokal untuk diakses dalam jaringan tersebut.

3.3 Identifikasi Permasalahan Alat Deteksi Polusi Udara Saat Ini

Berdasarkan hasil analisis alat deteksi polusi udara yang paling unggul saat ini masih terdapat permasalahan, yaitu berupa kurangnya fleksibilitas untuk pihak yang bertanggung jawab mengawasi ruangan tertutup atau ber-AC agar terbebas dari polusi udara, dimana untuk mengawasi ruangan hanya dapat diakses melalui jaringan secara lokal. Selain itu, untuk menyimpan data hasil dari deteksi membutuhkan memori dari perangkat. Hal inilah yang mendorong penulis untuk memberikan solusi dengan merancang alat deteksi polusi udara yang dapat diakses dari manapun asalkan terhubung dengan internet.

3.4 Desain Alat dan Sistem Yang Diusulkan

3.4.1 Desain Alat Deteksi Polusi Udara

Melihat dari permasalahan yang ada dan berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, maka penulis merancang suatu alat yang dapat mendeteksi polusi udara dalam ruangan tertutup atau ber-AC dengan menggunakan teknologi berupa Wemos D1 R1, Arduino Uno, Sensor MQ2, Buzzer, LCD I2C, ESP32-CAM, Arduino IDE dan Telegram. Merancang perangkat-perangkat tersebut agar dapat mendeteksi polusi udara dan mengambil gambar untuk dijadikan data, yang kemudian data-data tersebut dikirim ke telegram melalui jaringan internet untuk diakses melalui smartphone ataupun desktop.

3.4.2 Kebutuhan Non Fungsional

Analisis non Fungsional adalah batasan layanan kemampuan dari alat. Kebutuhan non fungsional pada alat deteksi polusi udara ini adalah :

1. Sensor MQ2 akan mendeteksi tingkat kepekatan polusi yang ada di sekitar.
2. Buzzer akan berbunyi beep saat kepekatan polusi bernilai >380 ppm (parts per million).
3. ESP32-CAM bertugas sebagai client meminta dan mengambil data nilai polusi dari Wemos D1 R1, dan akan mengambil gambar saat polusi bernilai >380 ppm. Selain itu ESP32-CAM bertugas mengirim data nilai polusi dan gambar ke Telegram.
4. LCD I2C berfungsi menampilkan nilai polusi dalam satuan ppm serta keterangan terdeteksi tidaknya polusi udara.
5. Wemos D1 R1 bertugas mengontrol MQ2, Buzzer, dan LCD I2C, serta mengirim data sensor MQ2 ke ESP32-CAM.
6. Arduino Uno berfungsi agar ESP32-CAM dapat upload kode program dan sebagai penghubung daya untuk ESP32-CAM.
7. Telegram berfungsi untuk menampilkan data yang diterima berupa gambar dan keterangan nilai polusi udara.

3.4.3 Kebutuhan Fungsional

Analisis fungsional merupakan paparan mengenai fitur-fitur yang ada pada alat deteksi polusi udara, berupa :

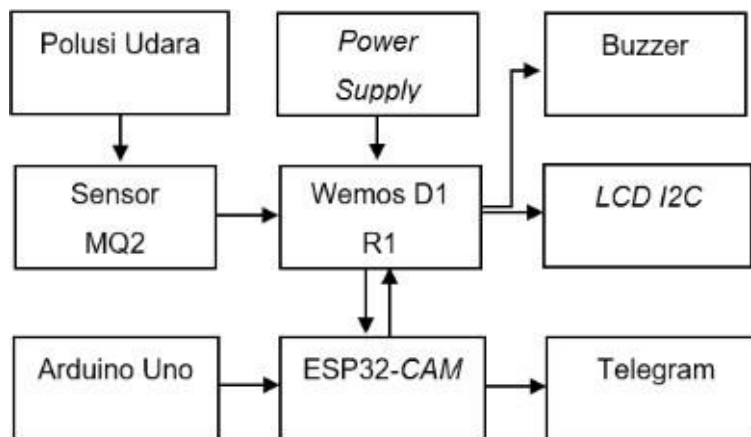
1. Alat dapat mendeteksi polusi udara dalam ruang tertutup atau ber-AC.
2. Alat berbunyi beep saat polusi udara terdeteksi dan mengambil gambar.
3. Dapat menampilkan data yang ditangkap oleh alat ke dalam aplikasi telegram.

3.4.4 Kebutuhan Hardware dan Software

Dalam proses pembuatan alat dan Log hasil untuk menyortir daun teh dengan menggunakan Raspberry pi 3 dan Arduino dibutuhkan sebagai berikut :

1. Kebutuhan perangkat keras (hardware)
 - a. Laptop dengan spesifikasi sebagai berikut :
 - Processor : Intel Core i7-7180U CPU @ 2.70GHz
 - RAM : 8 GB
 - HDD : 1 TB
 - b. Wemos D1 R1
 - c. Arduino Uno
 - d. Sensor MQ2
 - e. Buzzer
 - f. LCD I2C
 - g. ESP32-CAM
 - h. Kabel jumper
 - i. Smartphone Android Nougat 7.0.
2. Kebutuhan perangkat lunak (Software)
 - a. Sistem Operasi Windows 10
 - b. Arduino IDE 1.8.12
 - c. Telegram

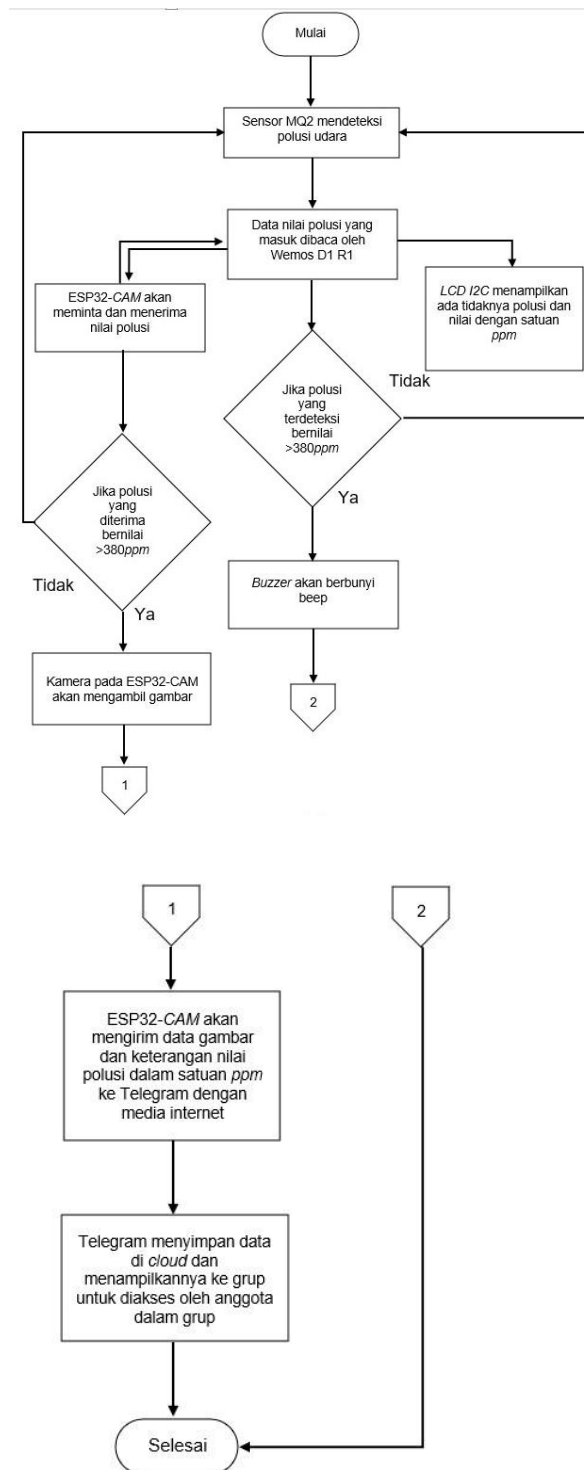
3.4.5 Diagram Blok



Gambar 3.1 Diagram Blok Cara Kerja Alat

Pada Gambar 3.1 merupakan gambaran cara kerja dari alat, dimulai dengan polusi yang terdeteksi oleh sensor MQ2, dimana sensor ini berguna untuk mendeteksi kualitas udara. Kemudian hasil dari deteksi sensor akan dibaca oleh Wemos D1 R1 yang mendapat daya dari power supply untuk diidentifikasi apakah nilai polusi yang terdeteksi sudah melebihi batas nilai atau tidak. Kemudian hasil dari pengolahan Wemos D1 R1 akan dikirim ke buzzer, LCD I2C dan ESP32-CAM, dimana buzzer akan berbunyi beep bila nilai polusi >380ppm. LCD I2C akan menampilkan keterangan terdeteksi tidaknya polusi dan keterangan nilainya dalam satuan ppm. ESP32-CAM bertugas meminta dan mengambil data nilai polusi dari Wemos D1 R1, bila nilai polusi yang diterima >380ppm maka kamera pada ESP32-CAM akan mengambil gambar dan mengirim data berupa nilai polusi dan gambar ke telegram.

3.4.6 Diagram Flow Proses Deteksi Polusi Udara



Gambar 3.2 Diagram Flow Proses Kerja

Dari diagram flow pada Gambar 3.2 sensor MQ2 mendeteksi polusi udara, kemudian hasil dari tangkapan sensor dibaca oleh Wemos D1 R1 yang sudah mendapat daya dari Power Supply atau Adapter, setelah itu Wemos D1 R1 akan mengolah data yang diterima dan mengirimkan datanya ke LCD I2C untuk ditampilkan dan ke ESP32-CAM, bila data yang diterima >380ppm maka Wemos D1 R1 akan memberi perintah pada buzzer untuk

berbunyi beep. Jika tidak, maka akan menunggu masukan nilai polusi kembali. ESP32-CAM akan meminta dan menerima nilai polusi dari Wemos D1 R1, jika nilai yang diterima >380ppm maka ESP32-CAM akan mengaktifkan kamera untuk mengambil gambar. Jika tidak, maka akan menunggu data nilai polusi yang diterima dari Wemos D1 R1. Setelah mengambil gambar dengan kamera maka ESP32-CAM akan mengirimkannya bersamaan dengan nilai polusi ke Telegram melalui media internet. Setelah itu telegram akan menyimpan data tersebut ke dalam cloud dan menampilkannya di grup Telegram untuk diakses oleh anggota dalam grup.

4. Pembahasan

4.1 Implementasi Sistem

Implementasi dilakukan terhadap tiap-tiap bagian pendukung sistem sebelum dilakukan pengujian terhadap sistem secara keseluruhan. Berikut ini akan diuraikan implementasi dan hasil-hasil pengujian yang telah dilakukan pada tiap blok yang membangun sistem.

4.1.1 Implementasi Cara Kerja Alat

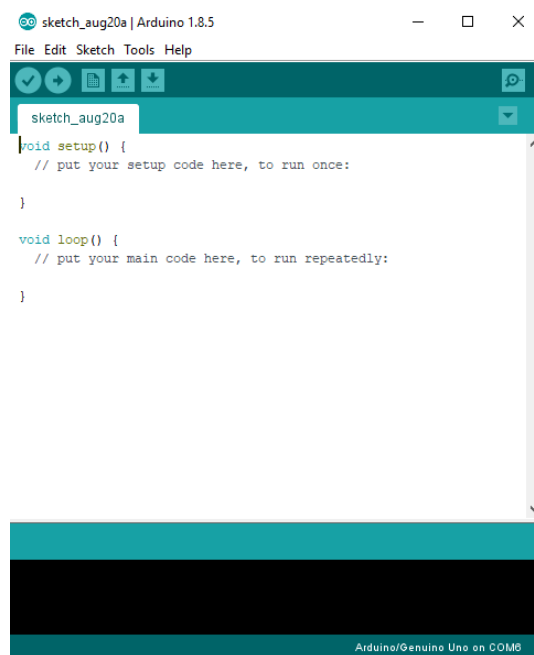
Terdapat beberapa cara kerja alat untuk mendeteksi polusi udara berbasis IoT, berikut Langkah yang diperlukan :

1. Hubungkan mikrokontroler Wemos D1 R1 ke laptop dengan menggunakan kabel USB micro. Apabila sudah terhubung, lampu led pada Wemos D1 R1 akan menyala.
2. Hubungkan ESP32-CAM dengan Arduino Uno kemudian sambungkan dengan laptop menggunakan USB Arduino Uno agar ESP32-CAM dapat meminta dan menerima data dari Wemos D1 R1.
3. Sensor MQ2 mendeteksi polusi yang ada disekitar dengan rentan nilai 0 – 1024 ppm.
4. Wemos D1 R1 akan menerima data dari sensor MQ2 dan mengirimkannya pada LCD I2C dan ESP32-CAM, jika data bernilai >380ppm maka Wemos D1 R1 akan menyalakan buzzer.
5. LCD I2C akan menampilkan keterangan berupa nilai polusi dalam satuan ppm dan status polusi terdeteksi atau tidak.
6. Komunikasi yang digunakan antara Wemos D1 R1 dengan ESP32-CAM adalah model client – server. Setiap 1 detik ESP32-CAM akan meminta data nilai sensor dari Wemos D1 R1. Data dari Wemos D1 R1 akan dikirim ke ESP32-CAM setelah 1 detik.
7. ESP32-CAM akan mengambil gambar ketika data sensor yang diterima bernilai >380ppm. Kemudian mengirimkan gambar dan data yang diterima ke Telegram.
8. Telegram akan menyimpan data yang diterima berupa nilai polusi dan gambar ke cloud dan menampilkannya di grup Telegram.

4.1.2 Implementasi Software Arduino IDE

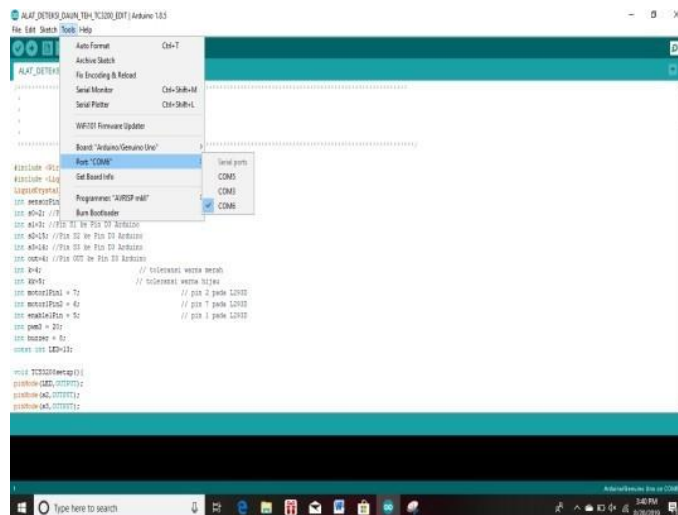
Untuk mengetahui apakah mikrokontroler sudah terkoneksi dengan baik maka diperlukan langkah sebagai berikut :

1. Hubungkan mikrokontroler arduino ke pc atau komputer dengan menggunakan USB Arduino. Apabila sudah terhubung lampu led pada arduino akan menyala.



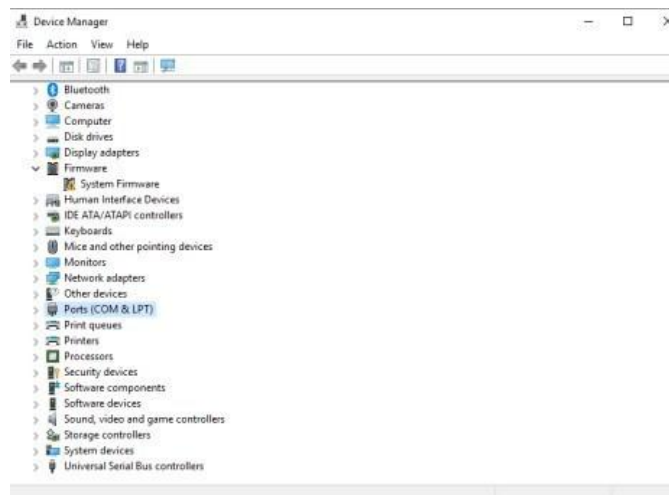
Gambar 4.1 Tampilan awal *Software Arduino IDE*

2. Selanjutnya buka aplikasi Arduino IDE, lalu klik Tools kemudian lihat pada pilihan Port, driver atau COM berapa yang digunakan oleh Arduino seperti gambar berikut.



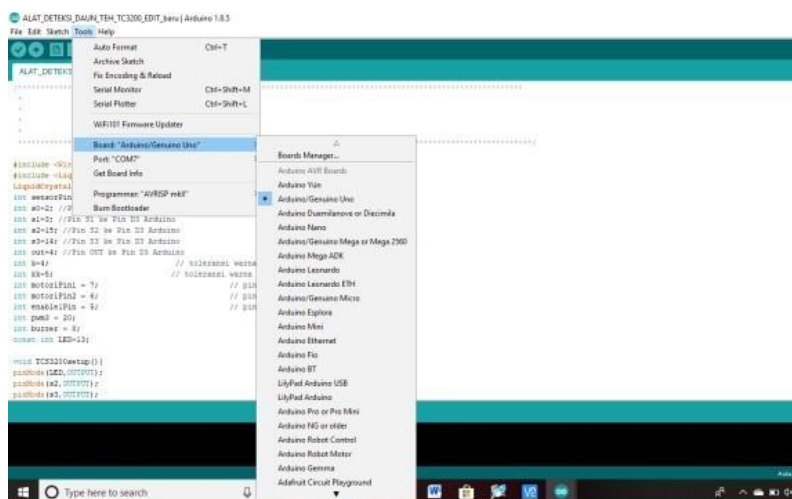
Gambar 4.2 Tampilan pemilihan Port, driver atau COM

3. Apabila Port sudah ditemukan maka mikrokontroler Arduino sudah terhubung, apabila driver belum ditemukan maka kita dapat pergi ke Control Panel dan masuk ke menu System and Security, lalu klik system, pilih Device Manager. lihat pada Ports (COM & LPT) bila tidak terdeteksi klik kanan pada *Unknown device* dan pilih *Update Driver Software*.



Gambar 4.3 Tampilan Port sudah terinstal

4. Setelah memilih port kemudian tentukan jenis Arduino yang digunakan seperti berikut.



Gambar 4.4 tampilan pilihan Board Arduino

5. Selanjutnya upload skrip Arduino

4.2 Hasil Pengujian

Setelah semua komponen telah terpasang secara keseluruhan mulai dari Wemos D1 R1, sensor MQ2, LCD I2C, Buzzer, Arduino Uno dan ESP32-CAM maka proses pengujian secara keseluruhan dapat dilakukan dengan meng-upload kode inti dari Wemos D1 R1 dan ESP32-CAM.

Apabila proses berjalan dengan baik maka nilai data dari sensor dan gambar akan ditampilkan di Telegram. Berikut tampilan hasil uji coba yang dilakukan :

Tabel 4.1 Pengujian Alat dan Sistem

No	Pengujian	Hasil Yang Diterapkan	Hasil Pengujian	Keterangan
1	Sensor MQ2 mendeteksi kualitas udara	Sensor MQ2 aktif untuk mendeteksi kualitas udara sekitar	Sesuai dengan yang diharapkan	Berhasil
2	LCD I2C	LCD I2C menampilkan keterangan terdeteksi tidaknya polusi dan nilai polusi	Sesuai dengan yang diharapkan	Berhasil
3	ESP32-CAM meminta data	ESP32-CAM setiap satu detik selalu meminta data	Sesuai dengan yang diharapkan	Berhasil
4	Wemos D1 R1 mengirim data	Wemos D1 R1 setiap detik selalu meminta data	Sesuai dengan yang diharapkan	Berhasil
5	ESP32-CAM menerima data	ESP32-CAM setiap detik selalu menerima data	Sesuai dengan yang diharapkan	Berhasil
6	Buzzer berbunyi	Buzzer berbunyi ketika nilai polusi yang terdeteksi >380ppm	Sesuai dengan yang diharapkan	Berhasil



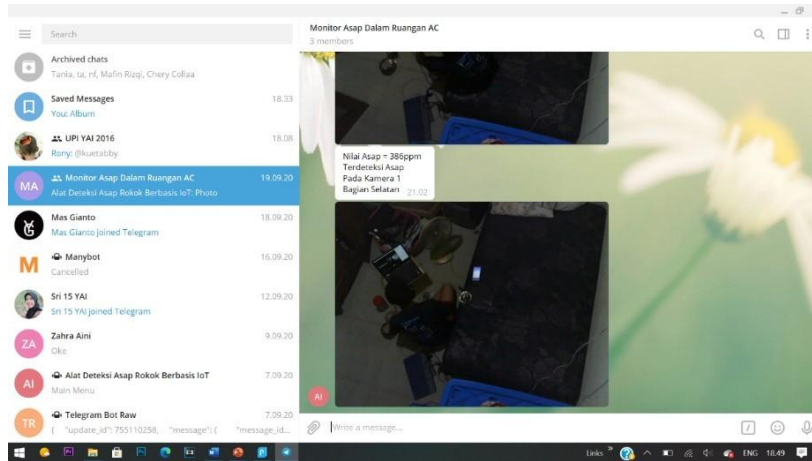
Gambar 4.5 Wemos D1, Sensor MQ2, Buzzer, LCD I2C (Server)



Gambar 4.6 ESP32-CAM, Arduino Uno (Client)



Gambar 4.7 Hasil Monitoring Telegram Dengan Smartphone



Gambar 4.8 Hasil Monitoring Telegram Dengan Desktop

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dari tahap awal hingga proses pengujian, maka penulis dapat mengambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Alat ini dapat digunakan untuk mendeteksi polusi udara dalam ruangan tertutup atau ber-AC.
2. Alat ini dapat mendeteksi polusi udara sampai jangkauan 300cm.
3. Alat ini dapat mengambil gambar dan mengirimkannya ke Telegram.
4. Alat ini dapat menampilkan informasi berupa keterangan dan gambar dalam Telegram.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka untuk alat deteksi polusi udara ini, penulis memberikan beberapa saran sebagai berikut :

1. Menggunakan modul kamera yang lebih berkualitas agar lebih mudah saat diprogram dan minim eror.
2. Menambahkan jumlah alat untuk ruangan yang luasnya lebih dari 3x3 meter.
3. Memberikan tambahan fungsi pada alat untuk menetralkan udara.

6. Daftar Pustaka

- [1] Allan. (2005). *Pengertian Internet dan asal usul dari kata internet*. Surabaya: Indah.
- [2] Anies. (2004). *Polusi Udara*.
- [3] Aston. (2009). *Internet of Things (IoT) Technologies*. Postscapes.
- [4] Kusnopranto, H. (1997). *Air Limbah dan Ekstrata Manusia*. Direktorat Pembinaan Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Jakarta.
- [5] Putri, D. M. (2008). *Mengenal Wemos D1 Mini Dalam Dunia IoT*. *ilmuti.org*.
- [6] Setiawan, F. S. (2017). *Rancang Bangun IOT Temperature Controller untuk Enclosure BTS Berbasis Mikrokontroler Wemos dan Android*. *Jurnal Teknologi Elektro*.
- [7] Somayya Madakam, R. R. (2015). *Internet of Things (IoT): A Literature Review*. *Journal of Computer and Communications*.