

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Indonesia adalah negara yang memiliki sektor industri cukup besar karena perindustrian di Indonesia setiap tahunnya selalu bertambah. Dengan pesatnya perkembangan kawasan industri, hal ini pasti memiliki dampak negatif terhadap lingkungan, dan juga pada kesehatan manusia. Dampak negatif dari keberadaan pabrik industri yaitu polusi udara, meningkatnya kebutuhan akan kualitas udara yang sehat di dalam ruangan, terutama pada lingkungan perkantoran dan industri yang memiliki risiko tinggi terhadap polusi udara dalam ruangan. Udara yang tercemar dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan seperti iritasi mata, hidung, dan tenggorokan, sakit kepala, dan gangguan pernapasan. Oleh karena itu, perlu adanya sistem monitoring kualitas udara yang dapat membantu memantau dan menjaga kualitas udara yang sehat di dalam ruangan., kualitas udara yang tercemar dapat mengakibatkan gangguan kesehatan terutama pada sistem pernafasan pada manusia. Selain itu, kecelakaan yang tidak terduga juga biasa terjadi di dunia industri seperti terjadinya kebocoran gas yang berlebihan di dalam ruangan, pada ruangan pabrik terdapat beberapa gas yang dapat membahayakan kesehatan manusia apabila terjadi kebocoran, seperti gas amonia (NH_3) dan karbon dioksida (CO_2) yang mana hal ini memiliki dampak buruk terhadap lingkungan sehingga menjadi penyebab banyak-nya para pekerja yang terkena penyakit gangguan sistem pernafasan bahkan keracunan gas, penelitian ini mengembangkan alat yang memberikan informasi tentang kualitas udara dalam ruangan [1].

Kualitas udara pada tempat bekerja buruh pabrik menjadi faktor penting bagi kesehatan para pekerja karena bisa berdampak terhadap hasil produksi, sehingga kualitas udara di dalam ruangan perlu mendapatkan perhatian khusus, udara pada lingkungan para pekerja pastinya sudah terkontaminasi oleh gas-gas berbahaya dari hasil pembakaran ataupun proses pengolahan dan pencampuran bahan pembuatan urea, pembersih oksida pada permukaan logam sebelum proses pengelasan, pembuatan plastik akrilonitril-butadiena-stiren (ABS) dan polikarbonat, bahan pendingin dalam sistem pendingin udara dan pendingin kompresor. Ada beberapa

gas-gas berbahaya lain yang terdapat pada ruangan pekerja biasanya dihasilkan dari asap hasil pembakaran rokok, mesin, dan lain-lain. Sumber lain asal bahan polutan pada ruangan juga bisa berasal dari kotoran dan debu yang menempel pada perlengkapan seperti pakaian kerja, kaos kaki, alas kaki maupun dan barang lain yang dibawa ke dalam ruangan kerja [1].

Pabrik merupakan tempat di mana terdapat banyak limbah-limbah berbahaya, yang di mana limbah pabrik tersebut menghasilkan banyak sekali gas-gas yang dapat membahayakan kesehatan manusia apabila terlalu banyak dihirup, seperti contoh karbonmonoksida (CO), karbondioksida (CO₂), amonia (NH₃) dan lain-lain. Penelitian yang dilakukan ini bertujuan untuk mengetahui kadar kualitas udara pada ruangan, penulis menggunakan 3 parameter yang akan diukur yaitu karbonmonoksida (CO), karbondioksida (CO₂) dan amonia (NH₃). Karbonmonoksida (CO) adalah gas yang tak berwarna, tidak mempunyai bau, dan tidak berrasa, tetapi gas tersebut beracun bagi manusia, gas ini biasanya dihasilkan dari hasil pembakaran yang tidak sempurna seperti pembakaran yang dilakukan pada kayu, batu bara, minyak tanah dan lain lain. Meningkatnya kadar gas Karbon monoksida (CO) dalam ruangan memiliki dampak buruk bagi kesehatan manusia hal ini bisa disebabkan oleh beberapa faktor seperti kurangnya ventilasi udara, adanya kontaminasi gas di dalam ruangan, gas dari bahan-bahan kimia, material bangunan, debu dari material produksi, gas hasil pembakaran, mikroba dan lain-lain [2].

Karbon dioksida merupakan gas yang tak berbau dan tidak berwarna, gas tersebut dapat menangkap panas matahari sehingga menciptakan pemanasan global. Gas karbon dioksida dihasilkan dari pembakaran fosil, sampah, dan reaksi kimia tertentu. Meningkatnya gas karbon dioksida (CO₂) yang berlebihan pada suatu ruangan dapat mengakibatkan turunya kesegaran dan kebersihan udara, karena gas CO₂ yang berlebihan dapat mengakibatkan gangguan kesehatan seperti penyakit saluran pernafasan hingga keracunan [3].

Amonia (NH₃) merupakan gas yang memiliki fungsi penting di bidang industri seperti contoh amonia digunakan sebagai bahan campuran pembuatan urea, pembersih oksida pada permukaan logam sebelum proses pengelasan, pembuatan plastik akrilonitril-butadiena-stiren (ABS) dan polikarbonat, bahan pendingin

dalam sistem pendingin udara dan pendingin kompresor, gas amonia juga biasa digunakan pada pabrik pembuatan baterai di mana gas amonia digunakan untuk membentuk amonium klorida dan asam sitrat, kemudian amonia juga bisa memiliki peran pada pabrik perakitan senjata, di mana amonia digunakan dalam pembuatan bahan peledak. Gas amonia merupakan senyawa yang tidak berwarna namun memiliki bau tajam. Terjadinya kebocoran gas amonia (NH₃) pada pabrik industri dalam skala besar bisa sangat berpengaruh terhadap kualitas lingkungan dalam maupun luar ruangan, selain itu kebocoran gas amonia (NH₃) apabila terhirup dalam jumlah besar juga dapat memberikan efek buruk pada kesehatan manusia mulai dari pusing, lemas, gangguan sistem pernafasan bahkan kematian apabila gas amonia dihirup dalam konsentrasi tinggi. Bahaya lainnya yaitu kurangnya ventilasi yang memadai dan rawannya terjadi kebocoran gas dalam ruangan yang berlebihan pabrik kawasan industri akan membahayakan kesehatan pekerja dan lingkungan sekitar, hal ini juga memiliki dampak buruk terhadap lingkungan luar sehingga menjadi penyebab banyak-nya para pekerja yang terkena penyakit gangguan sistem pernafasan bahkan keracunan gas [4].

Dari permasalahan diatas masalah-masalah yang berkaitan dengan polusi di dalam ruangan dapat diatasi dengan sistem monitoring dengan berbasis *Internet of Things* di mana teknologi ini memiliki arti sebuah teknologi berbasis Internet yang bertujuan untuk menyediakan konektivitas antara perangkat fisik (*device*) dengan internet. Setiap *device* yang sudah terhubung ke internet akan mengirimkan data yang dibaca oleh sensor lalu data tersebut akan dikirimkan menggunakan jaringan khusus. *Internet of Things* digunakan untuk memudahkan para pekerja melakukan pemantauan kualitas udara berdasarkan parameter yang digunakan. Penelitian ini bertujuan untuk meminilisir terjadinya kasus para pekerja terkena penyakit gangguan saluran pernafasan hingga keracunan gas pada saat bekerja [5].

Mikrokontroler yang digunakan yaitu ESP32, ESP32 adalah penerus dari mikrokontroler ESP8266. Modul WiFi sudah tersedia pada mikrokontroler ini ditambah juga dengan adanya BLE (*Bluetooth Low Energy*), sehingga sangat berguna dan bisa menjadi pilihan yang baik untuk membuat sistem aplikasi *Internet of Things* (IoT). Sedangkan untuk sensor yang digunakan untuk mengukur parameter gas adalah sensor MQ135, sensor tersebut dapat mendeteksi banyak gas

yang terdapat di sekitar sensor tersebut, adapun beberapa gas yang akan dideteksi yaitu gas karbonmonoksida (CO) dan karbondioksida CO₂), selain sensor MQ-135 juga akan ditambahkan sensor MQ-137 yang berguna untuk mendeteksi gas amonia (NH₃) pada ruangan tersebut [6].

1.2 RUMUSAN MASALAH

Berikut adalah rumusan masalah pada penelitian ini:

- 1) Bagaimana cara mengetahui tingkat baik atau buruknya kualitas udara pada ruangan tersebut?
- 2) Bagaimana cara mengetahui nilai kadar kepekatan unsur CO, CO₂ dan NH₃ pada penggunaan sensor?
- 3) Bagaimana cara menurunkan tingkat kualitas udara pada ruangan apabila terindikasi udara buruk?

1.3 BATASAN MASALAH

Berikut merupakan batasan masalah dari penelitian ini:

- 1) Parameter yang digunakan untuk kualitas udara yaitu CO, CO₂ dan NH₃.
- 2) Kualitas udara yang di cek yaitu udara yang ada di dalam ruangan.
- 3) *Prototype* tersebut diuji dengan beberapa kondisi peningkatan parameter yang digunakan.
- 4) Pengujian gas karbon monoksida dilakukan dengan menggunakan asap hasil pembakaran, gas karbon dioksida dilakukan dengan menggunakan tablet karbon dioksida, dan gas amonia dilakukan dengan menggunakan inti sari amonia.

1.4 TUJUAN

Berikut adalah tujuan dilakukan-nya penelitian ini:

- 1) Membuat sistem monitoring kadar kualitas udara menggunakan parameter CO, CO₂, dan NH₃.
- 2) Membuat aplikasi *mobile* yang mudah dimengerti dan dapat memberikan informasi secara *real time* tentang kondisi kualitas udara di dalam ruangan.
- 3) Mengetahui tingkat kenaikan dan penurunan parameter gas pada saat sensor dilakukan implementasi langsung pada ruangan.

1.5 MANFAAT

Penelitian ini diharapkan dapat meminimalisir kasus para pekerja terkena penyakit saluran pernafasan dan keracunan gas CO, CO₂ dan NH₃. Dengan adanya sistem monitoring ini maka para pekerja akan lebih terjaga dari kasus keracunan gas pada saat bekerja, karena apabila ada indikasi peningkatan gas CO, CO₂, maupun NH₃ maka kipas ventilasi darurat akan otomatis menyala untuk melakukan filterisasi udara pada ruangan tersebut, harapannya agar para pekerja dapat lebih aman dan leluasa untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas produk perusahaan pada saat melakukan pekerjaan tanpa harus memikirkan kualitas udara pada ruangan kerja.

1.6 SISTEMATIKA PENULISAN

Sistematika penulisan pada penelitian dilakukan mulai dari BAB 1, BAB 2, BAB 3, BAB 4 dan BAB 5 sebagai berikut:

BAB I: PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat dan sistematika penulisan.

BAB II: DASAR TEORI

Bab ini berisi tentang kajian pustaka atau refrensi penulis yang berisi tentang pengertian dari *Internet of Things*, ESP32, sensor MQ135, MQ-137, dan *software* yang akan digunakan untuk menyelesaikan tugas akhir ini.

BAB III: METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi tentang metode penelitian yang menjelaskan alur penelitian dari sistem perancangan, sistem pengujian, dan alat yang akan digunakan pada tugas akhir ini.

BAB IV: HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang pembahasan dan analisa dari penelitian dan simulasi alat yang sudah dibuat dan diimplementasikan.

BAB V: PENUTUP

Bab ini terdiri dari kesimpulan berdasarkan analisa yang telah dilakukan pada bab sebelumnya dan saran yang ditunjukkan untuk penelitian selanjutnya.

BAB II

DASAR TEORI

2.1 KAJIAN PUSTAKA

Metodologi yang digunakan pada langkah awal penelitian tugas akhir ini dilakukan dengan memulai studi literatur hal-hal yang memiliki kaitan dengan sistem penelitian yang dilakukan.

Pada penelitian Rizky Nelar Lesamana serta Yusnita Rahayu dengan topik yang memiliki judul “**Membangun Sistem Pemantau Kualitas Udara Dalam Ruang Dengan Mengaplikasikan Sensor CO, O3, PM10 Berbasis LabVIEW**” tahun 2016, penelitian tersenut berisi tentang sebuah sistem monitoring kadar kualitas udara dalam ruangan dengan beberapa sensor seperti MQ7, MQ131, dan dengan menggunakan mikrokontroler Arduino versi *Mega2560* yang digunakan sebagai MCU (*Master Control Unit*) di mana mikrokontroler ini akan mengelola data sinyal analog pada data yang diambil oleh sensor di mana data kualitas udara sesuai dengan standar yang dibutuhkan, lalu data hasil pengukuran sensor kualitas udara dalam ruangan ini ditampilkan dengan menggunakan Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU), MCU ini juga akan mengeluarkan data kualitas udara dalam ruangan yang berbentuk grafik dan numerik yang ditampilkan pada layar laptop dengan dengan *software LabVIEW* [1].

Pada penelitian Asmar, Khairuman, dan Marlina dengan topik penelitian yang memiliki judul “**Perancangan Alat Pendeteksi CO2 Menggunakan Sensor MQ-2 Berbasis Internet Of Things**” tahun 2020, penelitian ini berisi tentang sebuah sistem monitoring untuk mendeteksi gas CO2 dengan teknologi *internet of things* dengan bantuan sensor MQ-2 dan menggunakan *NodeMCU* sebagai mikrokontrolernya. Pada penelitian ini dilakukan pengujian sensor guna untuk mengetahui apakah sensor yang digunakan layak atau tidak, pengujian dilakukan pada 5 kondisi dengan menggunakan data analog (0 - 1023). Untuk pengujiannya itu dilakukan dengan menghubungkan sensor ke *NodeMCU* lalu menghubungkan *board NodeMCU* pada komputer dengan kabel *USB* kemudian membuat *sketch program* lalu melakukan *uploading* pada *board NodeMCU*. Pada tahap pengujian kondisi 1 memiliki indikator baik apabila sensor mendeteksi gas > 0 dan ≤ 50 ppm, kondisi 2 memiliki

indikator sedang apabila sensor mendeteksi gas > 51 dan ≤ 100 ppm, kondisi 3 memiliki indikator baik apabila sensor mendeteksi gas > 101 dan ≤ 199 ppm, kondisi 4 memiliki indikator baik apabila sensor mendeteksi gas > 200 dan ≤ 299 ppm, kondisi 5 memiliki indikator baik apabila sensor mendeteksi gas ≥ 300 ppm, setelah percobaan selesai maka notifikasi dari status data akan dikirimkan ke telegram [5].

Pada penelitian Gita Pati Humairoh, dan Rama Dani Eka Putra dengan topik penelitian yang berjudul **“Prototype Pengendalian Kualitas Udara Indoor Menggunakan Mikrokontroler Dengan Sensor MQ135, DHT-22 dan Filter HEPA”** tahun 2021, penelitian ini berisi tentang sebuah sistem pengendali kualitas udara yang mana akan memberikan sistem sirkulasi udara yang bagus sehingga dapat melakukan stabilisasi suhu dan kelembaban ruangan. Pada penelitian ini menggunakan sensor DHT-22 dan MQ135, dengan menggunakan mikrokontroler arduino uno yang berperan untuk mengendalikan sensor pengukur suhu dan kualitas udara. Pada penelitian ini sensor suhu DHT-22 digunakan untuk menangkap parameter suhu dan kelembaban dalam ruangan dan sensor MQ135 berfungsi untuk mendeteksi kualitas udara yang terdapat pada suhu ruangan. Pada penelitian ini hasil data dari sensor DHT-22 dilakukan perbandingan dengan hasil pengukuran menggunakan filter HEPA, hasil yang didapatkan dengan menggunakan filter HEPA dan Air Humidifier yaitu memiliki rata-rata suhu 27,7 derajat celsius, dan pengukuran CO₂ dengan menggunakan filter HEPA dan Air Humidifier didapatkan nilai rata-rata sebesar 496 PPM [7].

Pada penelitian selanjutnya dengan judul **“Perancangan Monitoring Suhu Ruangan Menggunakan Arduino Berbasis Android di PT. Tunggal Idaman Abdi Cabang Palembang”** tahun 2016, penelitian ini berisi tentang sistem monitoring suhu jarak dekat dalam ruangan dengan menggunakan bluetooth yang di mana *bluetooth* itu sendiri merupakan teknologi *wireless* yang bekerja pada pita frekuensi antara rentang 2.402 GHz s/d 2.480 GHz. Pada penelitian ini digunakan sensor LM35 dan untuk mikrokontroler-nya itu sendiri menggunakan arduino uno, penelitian ini dilakukan pada beberapa ruangan yang digunakan sebagai tempat penyimpanan obat-obatan dan juga alat kontrasepsi. Setelah dilakukan pengujian

maka hasil data dari sensor LM35 ini akan ditampilkan pada serial monitor dan juga hasil daya akan ditampilkan pada aplikasi Arduino Bluetooth LM35 [8].

Pada penelitian Mohammad Husain Rifai, Haris Rachmat, dan Murman Dwi Prasetyo dengan topik penelitian yang berjudul “**Pemanfaatan *Internet Of Things (IoT)* Untuk Rancang Bangun UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) Alat Pengukuran Polutan CO dan CO₂ di Pabrik Manufaktur Menggunakan ESP-NOW**“ tahun 2021, penelitian ini berisi tentang sebuah sistem monitoring untuk melakukan pengukuran polutan gas CO dan CO₂ pada pabrik manufaktur dengan memakai sensor MQ-7 dan MQ-135, menggunakan ESP-NOW sebagai mikrokontroler-nya. Pada penelitian ini dilakukan 2 kali uji sensitivitas sensor, uji sensitivitas pertama dilakukan dengan mendekatkan sensor pada udara tercemar dengan menggunakan asap dari kendaraan, karena asap tersebut mengandung gas CO dan CO₂. Setelah melakukan uji sensitivitas maka hasil yang didapatkan dari pengujian tersebut adalah data diambil selama 5 menit dengan jeda pengambilan 10 detik hingga didapatkan 30 data CO dan CO₂. Pada ruangan terbuka didapatkan nilai CO maksimal sebesar 12.93 ppm dan untuk nilai maksimal CO adalah 423.69 ppm, kemudian untuk nilai rata-rata CO dan CO₂ masing-masing didapatkan nilai sebesar 11.69 ppm untuk CO dan 402.42 ppm untuk CO₂ [9].

Pada penelitian Fitto Trihanda M, dan Heru Herwanto dengan topik penelitian yang berjudul “**Perancangan *Prototype Monitoring Gas Amonia (NH₃)* Sebagai Early Warning Pada Lingkungan Industri Dengan Sistem Akuisisi Data**“ tahun 2015, penelitian ini berisi tentang sebuah sistem monitoring untuk melakukan pemantauan kadar gas amonia pada lingkungan industri dengan menggunakan MQ-137 dan Atmega16 sebagai mikrokontroler-nya. Pada penelitian ini dilakukan pengujian rangkaian keseluruhan sistem pada ruang ber-dimensi 12cm³ dengan uji coba sampel amonia 10mL. Hasil dari pengujian pada penelitian ini sesuai dengan *standard* ppm, yang apabila nilai kadar amonia lebih dari 5 ppm maka dapat menimbulkan iritasi pada mata dan saluran pernafasan, maka dibuatlah batas ambang kadar amonia yaitu 5 ppm, di mana apabila terindikasi kadar amonia pada ruangan tersebut < 5 ppm maka *buzzer* dan LED merah akan mati dan LED hijau akan menyala, LED dan *buzzer* memberikan informasi jika udara pada ruangan tersebut aman, namun apabila terindikasi kadar amonia pada ruangan tersebut ≥ 5

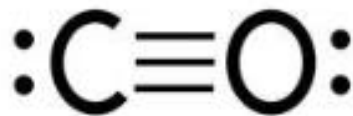
ppm maka LED warna hijau akan mati, dan *buzzer* akan menyala, lampu LED warna merah akan menyala di mana status ini memberitahu bahwa udara pada ruangan tersebut tidak bagus atau berbahaya. Dari 5 percobaan tersebut didapatkan hasil sebagai berikut, pada percobaan pertama jam 6:53:04 didapatkan kadar NH₃ sebesar 0.82 ppm dengan indikator LED warna hijau menyala, LED merah mati dan kondisi *buzzer* mati, pada percobaan kedua jam 6:53:05 didapatkan kadar NH₃ sebesar 0.82 ppm dengan indikator LED hijau menyala, LED merah mati dan *buzzer* mati, pada percobaan ketiga jam 6:53:06 didapatkan kadar NH₃ sebesar 0.82 ppm dengan indikator LED hijau menyala, LED merah mati dan *buzzer* mati, pada percobaan keempat jam 6:53:07 didapatkan kadar NH₃ sebesar 0.65 ppm dengan indikator LED hijau menyala, LED merah mati dan *buzzer* mati, pada percobaan kelima jam 6:53:08 didapatkan kadar NH₃ sebesar 0.65 ppm dengan indikator LED hijau menyala, LED merah mati dan *buzzer* mati [10].

2.2 Dasar Teori

Penelitian ini bertujuan untuk membuat sistem monitoring kadar gas CO, CO₂, dan NH₃ dalam ruangan dengan menggunakan sensor MQ-135 dan MQ-137. Ada beberapa gas yang dijadikan sebagai objek penelitian yaitu gas karbon monoksida(CO), karbon dioksida(CO₂), dan amonia (NH₃) Pada penelitian ini diberikan batas deteksi sensor untuk membedakan kondisi udara dengan ambang batas ppm CO ≥ 50 , CO₂ ≥ 1000 dan NH₃ ≥ 25 maka artinya kondisi udara berbahaya maka LED merah dan kipas akan menyala, sedangkan apabila kondisi dibawah itu maka artinya kondisi udara aman.

2.2.1 Gas Karbon Monoksida (CO)

Gas karbon monoksida (CO) merupakan gas yang terbentuk akibat pembakaran bahan bakar seperti gas alam, bensin, minyak, dan kayu. Berikut gambar 2.1 merupakan bentuk senyawa CO, dan tabel 2.1 merupakan efek dari gas CO.



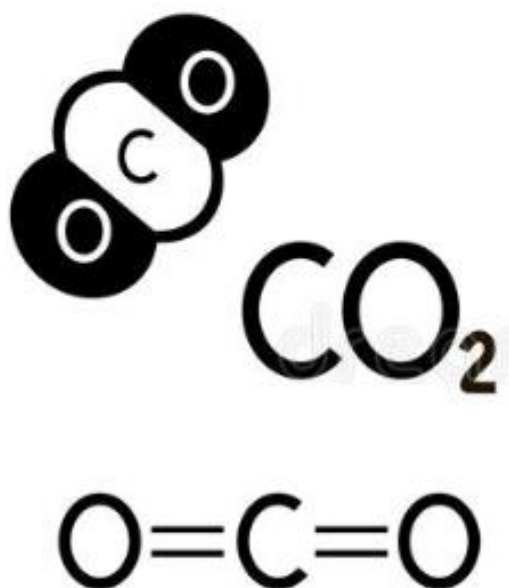
Gambar 2.1 Struktur gas CO [3]

Tabel 2.1 Efek gas karbon monoksida

No	Kategori	Range (ppm)	Keterangan
1	Bagus	0-9	Kualitas udara sangat bagus, tidak membahayakan kesehatan.
2	Sedang	10-24	Kondisi udara masih bisa ditoleransi, namun mulai terasa tidak nyaman bagi orang yang sensitif terhadap polusi udara.
3	Tidak Sehat	25-49	Kondisi udara mulai tercemar, dapat berdampak buruk bagi kesehatan jika terpapar dalam waktu lama
4	Sangat Tidak Sehat	50-99	Kondisi udara yang sangat tercemar, dapat menyebabkan masalah kesehatan yang serius.
5	Berbahaya	>99	Kondisi udara sangat berbahaya dapat menyebabkan gangguan kesehatan akut dan kronis, bahkan kematian.

2.2.2 Gas Karbon Dioksida (CO₂)

Gas karbon dioksida (CO₂) adalah gas yang dihasilkan dari berbagai sumber, termasuk respirasi manusia dan hewan, pembakaran bahan bakar fosil, dan aktivitas industri. Berikut gambar 2.2 merupakan bentuk senyawa CO₂, dan tabel 2.2 merupakan efek dari gas CO₂.



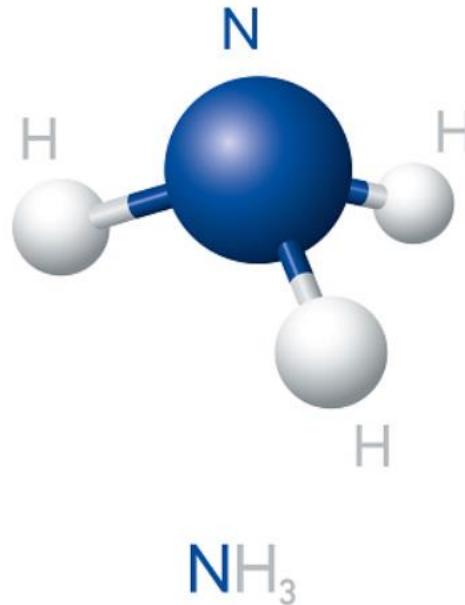
Gambar 2.2 Struktur gas CO₂ [3]

Tabel 2.2 Efek gas karbon dioksida

No	Kategori	Range (ppm)	Keterangan
1	Bagus	≤800	Tingkat karbon dioksida yang aman
2	Sedang	801-1000	Tingkat karbon dioksida berada di bawah kendali atau masih dalam batas yang dapat diterima.
3	Tidak Sehat	1001-2000	Tingkat karbon dioksida telah melampaui ambang batas yang direkomendasikan.
4	Sangat Tidak Sehat	2001-5000	Tingkat karbon yang terbakar jauh melebihi ambang batas yang disarankan.
5	Berbahaya	>5000	Kualitas udara berbahaya dan bisa membahayakan kesehatan secara serius.

2.2.3 Gas Amonia (NH₃)

Gas amonia merupakan gas yang biasanya digunakan dalam industri untuk membuat berbagai produk seperti pupuk, bahan kimia, dan bahan peledak. Berikut gambar 2.3 merupakan bentuk senyawa NH₃, dan tabel 2.3 merupakan efek dari gas NH₃.



Gambar 2.3 Struktur gas NH₃ [10]

Tabel 2.3 Efek gas amonia

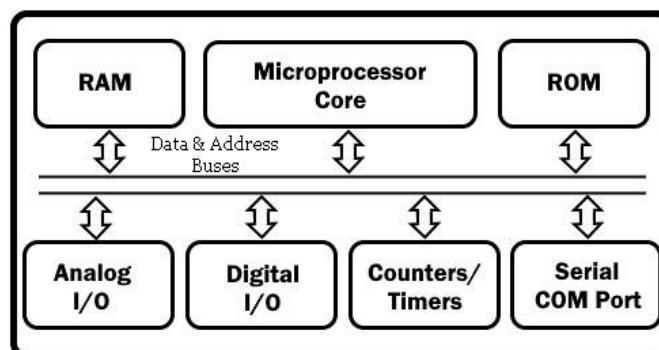
No	Kategori	Range (ppm)	Keterangan
1	Bagus	≤25	Itu tidak berbahaya dan tidak menyebabkan gejala penyakit pada manusia.
2	Sedang	26-35	Tidak berbahaya tetapi dapat menimbulkan gejala penyakit pada manusia
3	Tidak Sehat	36-50	Menyebabkan gejala penyakit pada manusia seperti iritasi mata dan tenggorokan
4	Sangat Tidak Sehat	51-99	Dapat menyebabkan masalah pernapasan, sakit kepala, mual dan pusing
5	Berbahaya	>99	Menyebabkan keracunan pada manusia dan menyebabkan kematian

data dengan menggunakan jaringan internet sehingga bisa dilakukan pemantauan oleh para pengguna-nya dari jarak yang jauh [5].

2.2.5 Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan sebuah komputer dengan ukuran kecil berbentuk *chip IC (Integrated Circuit)* yang dibuat untuk menjalankan tugas tertentu. Sebuah mikrokontroler biasanya memiliki lebih dari satu inti *processor (CPU)*, memori (RAM dan ROM) juga perangkat *input* serta *output* yang dapat diprogram. Kecepatan pemrosesan data dalam mikrokontroler lebih rendah daripada PC. sedangkan kecepatan operasi pada mikrokontroler yaitu antara 1 hingga 16 MHz. dengan kapasitas RAM serta ROM mencapai Giga byte, bedanya dengan mikrokontroler yang hanya mencapai byte/Kbyte. Mikrokontroler bekerja dengan mendapatkan sinyal *input* kemudian megolahnya sebagai sinyal keluaran menyesuaikan program yang telah dimasukan. Sinyal masukan mikrokontroler dari sensor yang menangkap data dari kondisi lingkungan, sedangkan sinyal keluaran dihasilkan dari akibat pengolahan sinyal *input* yang ditangkap sensor lalu dikirimkan ke mikrokontroler sehingga sinyal *output* bisa dibaca oleh pengguna. Mikrokontroler bisa diartikan menjadi otak pada suatu perangkat yang dapat melakukan hubungan antar benda, blok diagram mikrokontroler dapat dilihat pada gambar 2.5 [6].

Blok Diagram Mikrokontroler

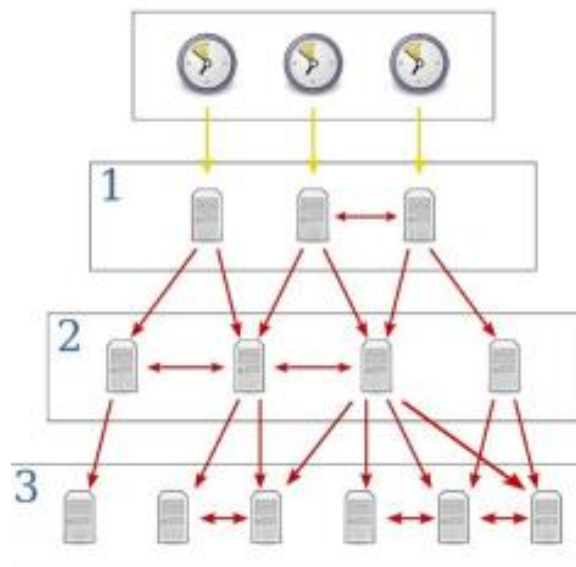


Gambar 2.5 Diagram Blok Mikrokontroler[6]

2.2.6 Network Time Protocol

NTP (*Network Time Protocol*) adalah protokol yang dipakai guna melakukan sinkronisasi stempel waktu pada sistem komputer dan juga jaringan. Proses sinkronisasi dilakukan melalui jalur komunikasi data menggunakan protokol TCP/IP. NTP merupakan protokol dengan implementasi perangkat lunaknya menyinkronkan jam sistem pada komputer melalui jaringan data *packet-switched* latensi variabel. NTP didasarkan pada GMT dengan menggunakan algoritma Marzullo. NTP menerapkan hierarki yang merupakan sistem semi-berlapis pada sumber waktu. Jadi setiap level dalam hirarki ini disebut layer dan diberi nomor layer mulai dari 0 (nol), 1 (satu), dan seterusnya, untuk cara kerja *network time protocol* dapat dilihat pada gambar 2.6 [11].

1. Stratum 0, sebuah perangkat seperti Jam atom (cesium, rubidium), jam GPS atau jam radio. Perangkat strata 0 secara otomatis Secara tradisional tidak terhubung ke jaringan, mereka agak terhubung secara lokal ke komputer.
2. Stratum 1 adalah komputer yang terhubung ke perangkat Stratum 0 dan umumnya bertindak sebagai server untuk permintaan waktu dari server Stratum 2 melalui NTP.
3. Strat 2 adalah komputer yang mengirim permintaan NTP ke server Stratum 1. Biasanya komputer Stratum 2 kembali satu set awal server dan penggunaan Algoritma NTP digunakan untuk Kolektor sampel data terbaik [11].



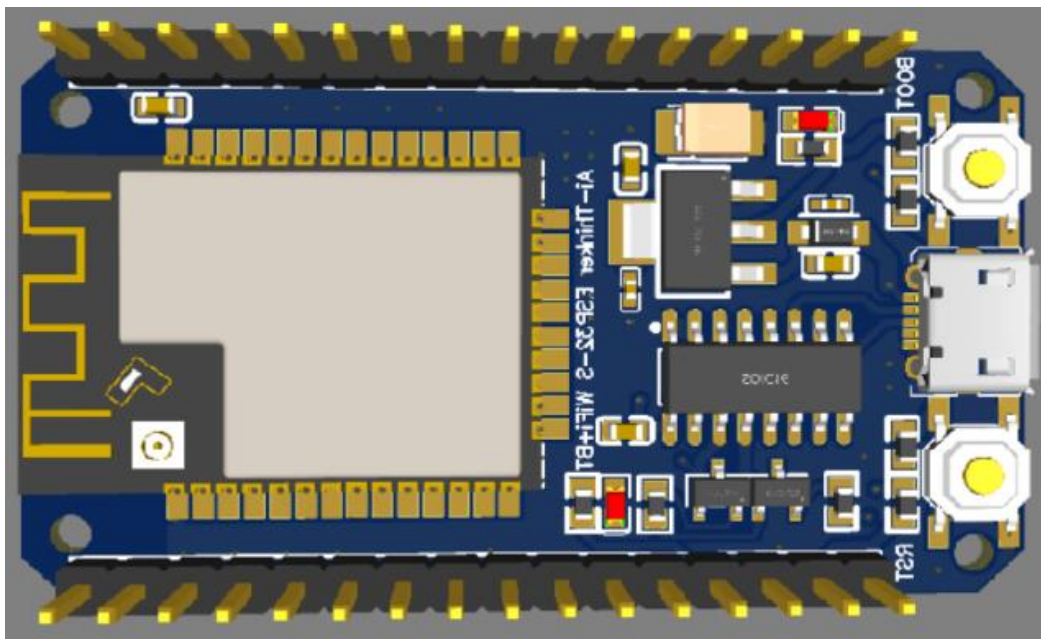
Gambar 2.6 Cara kerja *Network Time Protocol* [11]

2.3 NodeMCU

NodeMCU merupakan sebuah platform IoT memiliki sifat *open source*. NodeMCU juga merupakan *board* elektronik yang berbasis *chip* ESP32 dengan kemampuan mengoperasikan fungsi sebagai mikrokontroler dengan koneksi WiFi dan juga *bluetooth* [12].

2.3.1 Board ESP32

NodeMCU sering dianalogikan sebagai *board* dari ESP32, pada ESP32 terdapat beberapa pin I/O yang bisa dikembangkan jadi sebuah aplikasi dengan sistem monitoring. ESP32 itu sendiri merupakan sebuah modul yang bisa memberikan akses terhadap mikrokontroler pada jaringan WiFi. Penggunaan ESP32 ini berkorelasi dengan IoT, di mana adanya sistem ini maka pengguna dapat melakukan pemantauan dan melakukan kontrol secara nirkabel menggunakan jaringan internet, hal ini memungkinkan pengguna untuk melakukan mekanisme kendali dari jarak jauh. Pada ESP32 terdapat beberapa pin dan fitur yang biasa digunakan untuk menghubungkan ESP32 dengan sensor, berikut merupakan skematik, fitur dan spesifikasi ESP32 pada gambar 2.7 dan tabel 2.4.

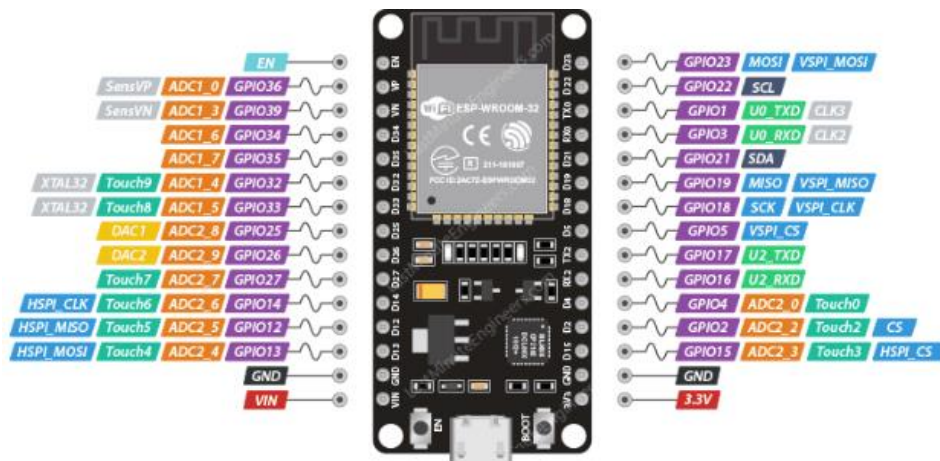


Gambar 2.7 Skematik ESP32 [13]

Tabel 2.4 Fitur dan spesifikasi ESP32

Fitur	Spesifikasi	Pin
CPU	Tensilica Xtensa dual-core 32-bit LX6	-
Clock Speed	80 MHz hingga 240 MHz	-
Wi-Fi	802.11 b/g/n/e/i	GPIO0 (D3) dan GPIO2 (D4)
Bluetooth	Bluetooth v4.2 BR/EDR dan BLE	GPIO0 (D3) dan GPIO2 (D4)
Memori Flash	4 MB	-
SRAM	520 KB	-
GPIO	34	0 hingga 19, 21 hingga 23, 25 hingga 27, 32 hingga 39
ADC	12-bit SAR ADC dengan 18 saluran	32 hingga 39
DAC	2-channel 8-bit DAC	25 dan 26
UART	3	GPIO1 (TX0 dan RX0), GPIO3 (TX1 dan RX1), GPIO9 (TX2 dan RX2)
SPI	4	GPIO6 (CLK), GPIO7 (SDO), GPIO8 (SDI), GPIO11 (SS)
I2C	2	GPIO21 (SDA) dan GPIO22 (SCL)
PWM	16-channel PWM dengan resolusi hingga 16-bit	0 hingga 15, 21 hingga 23, 25, 26
Touch Sensor	10	0 hingga 9

Fitur ADC (*Analog-to-Digital Converter*) serta DAC (*Digital-to-Analog Converter*) bisa dipergunakan hanya untuk pin tertentu saja. Namun fitur UART, I2C, SPI, PWM bisa digunakan secara *programmatically*. Terdapat 25 pin GPIO (*input* dan *output*) dan setiap pin memiliki karakteristiknya sendiri *pinout* ESP32 dapat dilihat pada gambar 2.8 [13].



Gambar 2.8 Pinout ESP32 [13]

2.4 SENSOR

Sensor merupakan perangkat yang dapat digunakan untuk melakukan deteksi perubahan pada besaran fisik seperti gaya, tekanan, gerak, cahaya, besaran listrik, suhu, kelembaban, kecepatan dan fenomena lingkungan lainnya. Setelah diamati suatu perubahan, sinyal *input* yang didapat diubah menjadi *output* sehingga dapat dipahami oleh pengguna melalui perangkat sensor yang kemudian ditransmisikan secara elektronik melalui jaringan untuk ditampilkan atau diolah menjadi informasi yang berguna [8].

2.4.1 Sensor MQ-135

Sensor MQ-135 adalah sensor yang digunakan untuk mendeteksi senyawa berbahaya atau konsentrasi gas yang bisa mempengaruhi kualitas udara dan mengganggu sistem pernapasan manusia. Sensor MQ-135 memberikan hasil pendeteksian kualitas udara berupa perubahan nilai resistansi analog pada pin *output*. Sensor MQ-135 memiliki 4 buah pin, untuk lebih jelas bisa dilihat pada tabel 2.5.

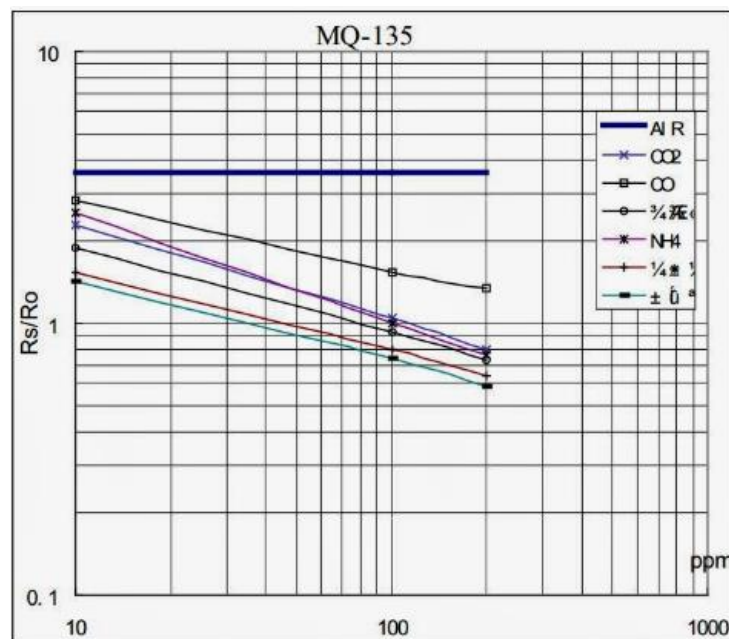
Tabel 2.5 Pin sensor MQ-135

Pin	Keterangan
VCC	Sumber tegangan 5V DC
GND	Ground
AO	Output analog
DO	Output digital



Gambar 2.9 Gambar sensor MQ-135 [14]

Gambar 2.9 merupakan sensor MQ-135 yang merupakan jenis sensor senyawa CO, CO₂ dan lain-lain. Gas karbon monoksida (CO) merupakan gas beracun yang tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak berasa. Gas ini terbentuk akibat pembakaran bahan bakar seperti gas alam, bensin, minyak, dan kayu. Gas karbon dioksida (CO₂) adalah gas tak berwarna dan tak berbau yang terdiri dari satu atom karbon dan dua atom oksigen, Karbon dioksida dihasilkan dari berbagai sumber, termasuk respirasi manusia dan hewan, pembakaran bahan bakar fosil, dan aktivitas industri. Sensor MQ-135 bekerja dengan menerima perubahan nilai resistansi setelah terpapar gas. Sensor ini memiliki ketahanan yang cukup baik terhadap penggunaan label bahaya polusi karena nyaman dan tidak memakan banyak energi. Penyesuaian sensitivitas sensor ditentukan melalui nilai resistansi sensor yang bervariasi untuk konsentrasi gas yang berbeda-beda. Satuan ukuran untuk gas adalah PPM (*Parts Per Million*) [14].



Gambar 2.10 Grafik karakteristik sensitivitas MQ-135 [14]

Gambar 2.10 merupakan Grafik karakteristik sensitivitas yang dijadikan acuan untuk melakukan kalibrasi pada sensor MQ-135 agar bisa mendapatkan nilai PPM yang akurat, untuk mencari nilai R_s/R_o maka diperlukan pencarian nilai R_s dan nilai R_o , R_s merupakan tahanan sensor pada kadar gas tertentu dan R_o merupakan tahanan sensor di udara bersih. Dari grafik tersebut jika diambil titik

perpotongan CO dan CO₂ maka akan menghasilkan data sensitifitas Rs/Ro terhadap PPM seperti pada tabel 2.6 dan 2.7 [14].

Tabel 2.6 Sensitivitas Rs/Ro terhadap PPM

No	Rs/Ro	PPM
1	2.83	9.97
2	2.33	20
3	2.12	30.24
4	1.96	40.12
5	1.83	50.01
6	1.76	59.83
7	1.69	69.38
8	1.65	79.91
9	1.58	89.53
10	1.54	99.96
11	1.35	199.10

Tabel 2.7 Sensitivitas Rs/Ro CO₂ terhadap PPM

No	Rs/Ro	PPM
1	1.29	10.09
2	1.81	20.09
3	1.57	30.37
4	1.42	40.15
5	1.31	50.39
6	1.24	60.28
7	1.20	69.90
8	1.12	80.85
9	1.07	90.49
10	1.05	101.04
11	0.08	199.80

Dari data tersebut dapat diketahui sensitifitas gas CO dan CO₂ dari sensor tersebut, kemudian jika ingin melakukan konversi dari ADC ke PPM diperlukan perhitungan setiap kenaikan nilai Rs/Ro terhadap PPM. Berikut merupakan rumus yang akan digunakan untuk mengetahui kadar PPM pada gas CO dan CO₂.

$$VRL = \text{sensorvalue} \times \frac{5.00}{65535} \quad (2.1)$$

$$R_s = \left(\frac{5.00}{VRL - 1} \right) \times RL \quad (2.2)$$

$$R_o = \frac{R_s}{3,6} \quad (2.3)$$

$$PPM = y^{(R_s/R_o^x)} \quad (2.4)$$

Keterangan:

$x = R_s/R_o$

$y = PPM$

VRL = Tegangan *Output*

RL = Resistansi Beban Pada Sensor

R_s = Resistansi Senosor terhadap konsentrasi gas

R_o = Resistansi Sensor pada udara bersih

Tabel 2.8 Spesifikasi MQ-135

No	Bagian MQ-135	Keterangan
1	Sumber Tegangan	5 Volt
2	Deteksi Gas	Benzena, Karbon Dioksida (Co2), Karbon Monoksida (Co), Alkohol, Nitrogen Oksida (Nox) dan lain-lain.
3	Tingkat Pengukuran	10-100 PPM Benzena, 10-300 Alkohol dan lain-lain.
4	Keluaran	Analog/Digital

2.4.2 Sensor MQ-137

Sensor MQ-137 adalah salah satu sensor dengan sensitivitas tinggi terhadap kenaikan konsentrasi gas amonia. Sensor ini dirancang menggunakan material gas tin oksida (SnO₂) dengan konduktivitas yang rendah apabila berada pada udara bersih dan konduktivitas-nya akan mengalami kenaikan bersamaan dengan konsentrasi gas yang dideteksi. Berikut merupakan gambar dan tabel karakteristik dari sensor MQ-137 [15].

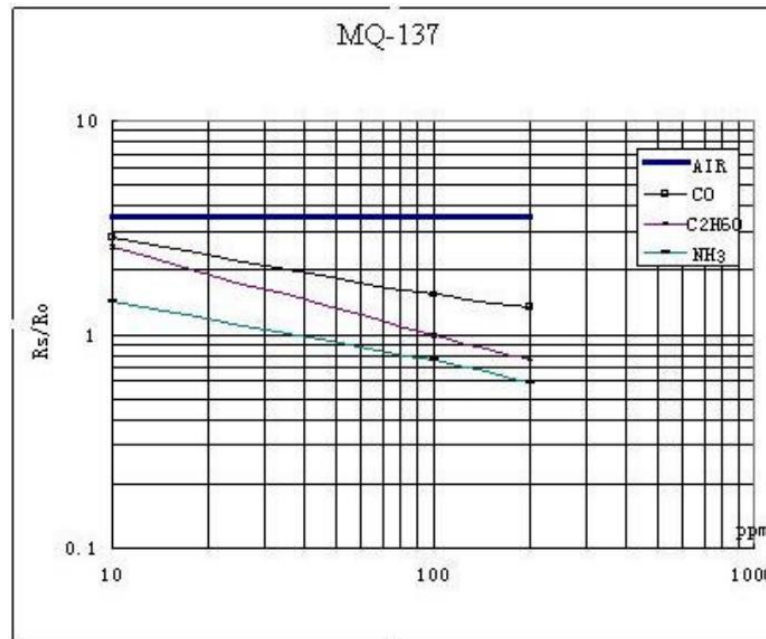


Gambar 2.10 Sensor MQ-137 [15]

Gambar 2.11 merupakan bentuk dari sensor MQ-137 yang digunakan untuk mendeteksi gas amonia, gas amonia merupakan senyawa kimia berbentuk gas yang tidak berwarna dengan bau tajam dan menyengat. Gas amonia biasanya digunakan dalam industri untuk membuat berbagai produk seperti pupuk, bahan kimia, dan bahan peledak. Amonia juga digunakan dalam industri pengolahan makanan dan minuman sebagai agen pengatur keasaman dan pengawet. Selain itu, amonia juga digunakan dalam proses pengolahan air limbah dan dalam sistem pendingin udara atau AC. Sensor MQ-137 bekerja dengan cara ketika bahan semikonduktor yang berupa SnO₂ pada sensor MQ-137 terkena gas amonia maka elektron pada elektroda pertama akan berpindah menuju elektroda kedua. Semakin besar konsentrasi gas amonia yang mengenai bahan semikonduktor tersebut maka akan semakin banyak juga elektron yang berpindah dari elektroda pertama ke elektroda kedua, kemudian semakin besar arus yang mengalir pada sensor, maka sensor akan bekerja dengan baik pada suhu 20°C - 50°C. Spesifikasi sensor MQ-137 dapat dilihat pada tabel 2.9 [15].

Tabel 2.9 Spesifikasi MQ-137

No	Bagian MQ-137	Keterangan
1	Sumber Tegangan	5 Volt
2	Deteksi Gas	Amonia (NH ₃)
3	Tingkat Pengukuran	10-100 PPM Benzena, 10-300 Alkohol dan lain-lain.
4	Keluaran	Analog/Digital



Gambar 2.12 Karakteristik Sensitivitas MQ-137 [15]

Pada gambar 2.12 merupakan grafik acuan untuk melakukan kalibrasi pada sensor MQ-137 agar mendapatkan nilai PPM pada amonia yang akurat. Gambar diatas merupakan grafik R_s/R_o , untuk mencari nilai R_s/R_o maka diperlukan pencarian nilai R_s dan nilai R_o , R_s merupakan tahanan sensor pada kadar amonia tertentu dan R_o merupakan tahanan sensor pada udara bersih. Dari grafik tersebut jika diambil titik perpotongannya maka akan menghasilkan data sensitifitas R_s/R_o terhadap PPM seperti pada tabel 2.10.

Tabel 2.10 Sensitivitas Rs/Ro NH3 terhadap PPM

No	Rs/Ro	PPM
1	1.43	10
2	1.18	19.91
3	1.04	29.89
4	0.97	39.81
5	0.91	50.20
6	0.86	59.74
7	0.83	70.13
8	0.78	79.29
9	0.77	89.65
10	0.76	101.37
11	0.59	201.92

Dapat dilihat dari data diatas diketahui sensitifitas yang sebenarnya dari sensor MQ-137. Berikut merupakan rumus yang akan digunakan untuk mengetahui kadar PPM pada gas amonia [10].

$$VRL = sensorvalue \times \frac{5.00}{65535} \quad (2.5)$$

$$Rs = \left(\frac{5.00}{VRL - 1} \right) \times R \quad (2.6)$$

$$Ro = \frac{Rs}{3,6} \quad (2.7)$$

$$PPM = y^{(Rs/Ro^x)} \quad (2.8)$$

Keterangan:

x = Rs/Ro

y = PPM

VRL = Tegangan *Output*

RL = Resistansi Beban Pada Sensor

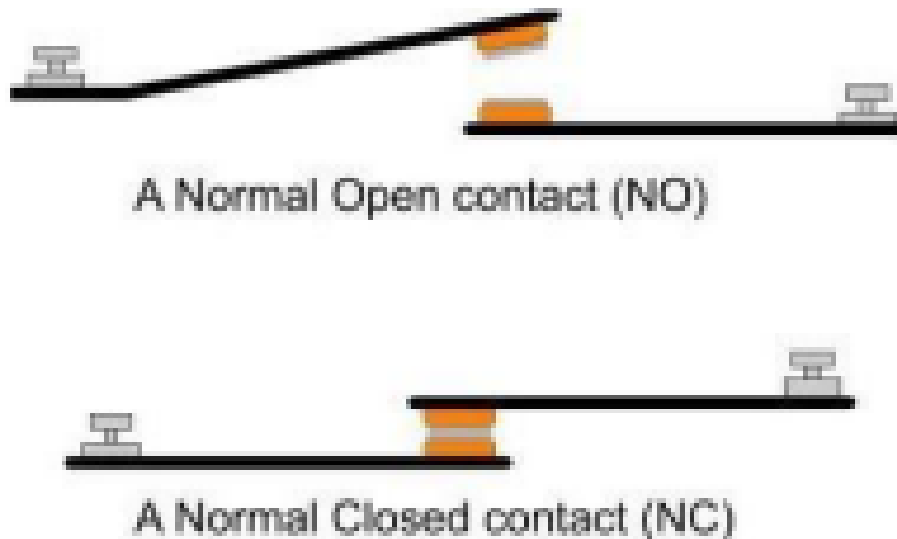
Rs = Resistansi Senosor terhadap konsentrasi gas

Ro = Resistansi Sensor pada udara bersih

2.5 KOMPONEN PENDUKUNG

2.5.1 Relay

Relay merupakan perangkat elektronik yang berfungsi sebagai pemutus arus sumber tegangan. Relay sendiri adalah sebuah komponen atau perangkat saklar yang bertugas untuk mengalirkan atau memutus arus listrik, pada relay terdapat kumparan elektromagnetik yang di mana apabila kumparan elektromagnetik tersebut dialiri arus listrik maka akan tercipta medan magnet dan kemudian akan mengubah posisi dari kontak *switch* yaitu dari *normaly open* (NO) ke *normaly close* (NC) saat *relay* diberikan tegangan, konsep *Normaly open* dan *normaly close* dapat dilihat pada gambar 2.13 [16].



Gambar 2.11 Kondisi relay NO dan NC [16]

Gambar 2.14 merupakan tampilan dari *relay*, *relay* memiliki papan mikrokontroler yang berguna untuk mengontrol *relay* dengan menggunakan mikrokontroler. Ada beberapa fungsi dari *relay* antarra lain sebagai berikut:

- Mengatur sebuah rangkaian elektronika tegangan tinggi dengan menggunakan bantuan signal tegangan rendah.
- Menjalankan fungsi gerbang logika *NOT*.
- Mengatur fungsi penundaan waktu.
- Melindungi komponen lain dari kelebihan tegangan atau konsleting [16]



Gambar 2.12 relay [16]

2.5.2 DC Fan

Kipas angin berfungsi sebagai pendingin udara, ventilasi ataupun pengering, kipas angin juga dapat digunakan untuk menjaga suhu ruangan agar tetap stabil, kipas angin sebagai ventilasi digunakan apabila kualitas udara pada ruangan tersebut buruk sehingga dibutuhkan kipas angin agar udara yang ada pada ruangan tersebut dapat kembali normal. Cara kerja kipas angin sendiri yaitu perputaran baling-baling kipas angin bekerja dengan 2 cara yaitu dengan menggunakan *centrifugal* (Angin yang mengalir searah berdasarkan poros kipas), kemudian ada juga *axial* (Angin yang mengalir secara paralel dengan poros kipas). Kipas angin yang digunakan yaitu kipas DC yang digunakan mempunyai tegangan 12v dan arus sebesar 2A, tampilan kipas 12v dapat dilihat pada gambar 2.15 [16].



Gambar 2.13 Kipas DC 12v [16]

2.6 SOFTWARE PENDUKUNG

2.6.1 Software Arduino IDE

Arduino IDE merupakan *software open source* yang dipakai untuk membuat *sketch* pemrograman yang di upload sebagai perintah untuk menjalankan mikrokontroler. Bahasa pemrograman arduino IDE dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman JAVA yang dilengkapi dengan library C/C++, tampilan *software* arduino IDE dapat dilihat pada gambar 2.16 [17].



Gambar 2.14 Software Arduino IDE [17]

2.6.2 Antares Platform

Antares merupakan sebuah *platform* IoT yang sudah dikembangkan oleh telkom dan telah diakui secara internasional. Antares merupakan *platform* IoT dapat memberikan layanan dan fitur mulai dari *device management* sampai data *storage* yang dapat memberikan kemudahan bagi para *developer* dalam menuangkan idenya seputar *Internet of Things*, gambar 2.17 merupakan tampilan logo antares [18].



Gambar 2.15 Antares Platform [18]

2.6.3 MIT App Inventor

MIT App *Inventor* yaitu sebuah *platform* yang berfungsi untuk memudahkan proses dalam pembuatan sebuah aplikasi yang sederhana di mana pengguna dapat melakukan desain aplikasi *mobile* dengan menggunakan pilihan *layout* dan komponen yang telah disediakan, gambar 2.18 merupakan tampilan logo MIT app inventor [19].



Gambar 2.16 *Software MIT App Inventor* [19]

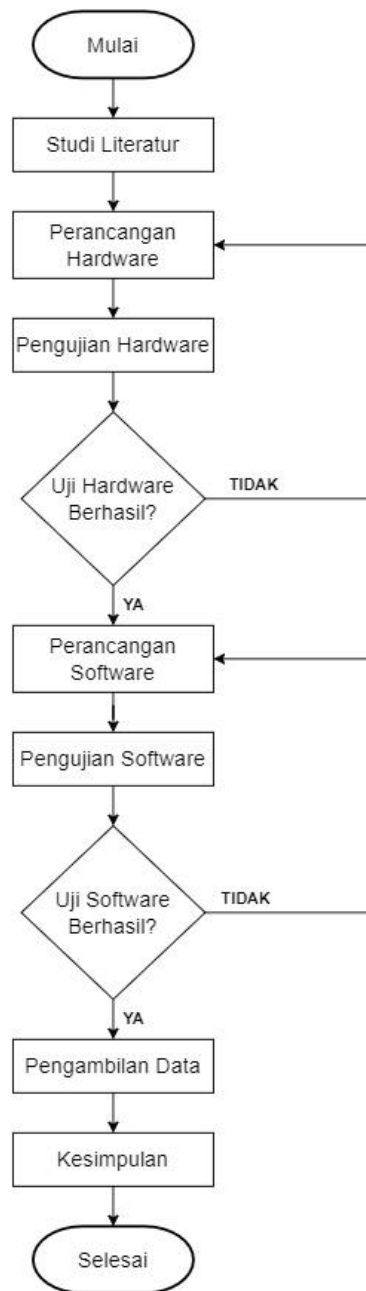
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan membahas beberapa alat (*hardware*) dan *software* guna membuat *device* Rancang Bangun Sistem Monitoring Kualitas Udara pada ruangan berbasis sensor MQ-135 dan MQ-137, di mana informasi kepekatan gas CO, CO₂ DAN NH₃ pada ruangan tersebut akan dideteksi dan dikirimkan ke smartphone sehingga dapat diketahui oleh para pekerja melalui smartphone para pekerja, apabila kepekatan gas CO, CO₂, NH₃ maupun ketiganya tinggi maka kipas ventilasi darurat akan otomatis menyala. Berikut merupakan alur yang digunakan pada tugas akhir ini:

3.1 ALUR PENELITIAN

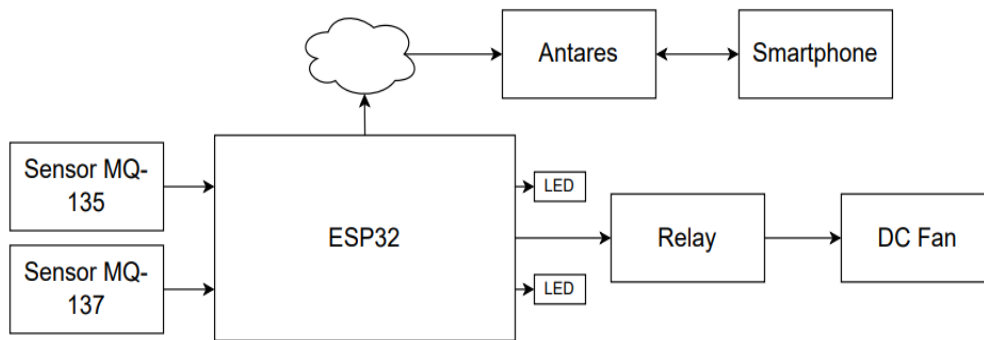
Pada gambar 3.1 dapat dilihat bahwa penelitian ini dimulai dengan melakukan kajian pustaka, ini merupakan tahap pertama dalam mencari berbagai informasi dan referensi untuk dijadikan acuan utama dalam melaksanakan proyek ini. Kemudian lanjutkan ke desain alat, dimulai dengan desain perangkat keras dalam hal alat. Pada tahap perancangan alat juga dilakukan proses dengan menggunakan perangkat lunak yaitu menyusun program di mana program ini mengeksekusi perintah pada mikrokontroler dan sensor untuk mengetahui kualitas udara (CO, CO₂, NH₃) pada ruangan, di mana kualitas udara terdeteksi jika buruk maka kipas akan menyala secara otomatis untuk mengeluarkan gas dari ruangan. Kemudian pengujian dilakukan dalam kondisi yang berbeda. Jika proses penerapan gagal, desain alat harus diulang hingga proses penerapan berhasil. Setelah proses implementasi berhasil, data yang diperlukan untuk hasil data dari desain instrumen yang dieksekusi dikumpulkan dan analisis dilanjutkan, mulai dari pembuatan instrumen sampai dengan hasil data yang dihasilkan dari eksekusi sensor MQ-135 dan MQ-137. Yang terakhir adalah menarik kesimpulan dari proses yang dilalui dan hasil akhir yang diperoleh dalam proses penelitian. Pada BAB ini akan dijelaskan bagaimana cara kerja dari alat dan bahan yang digunakan untuk menyelesaikan tugas akhir ini.



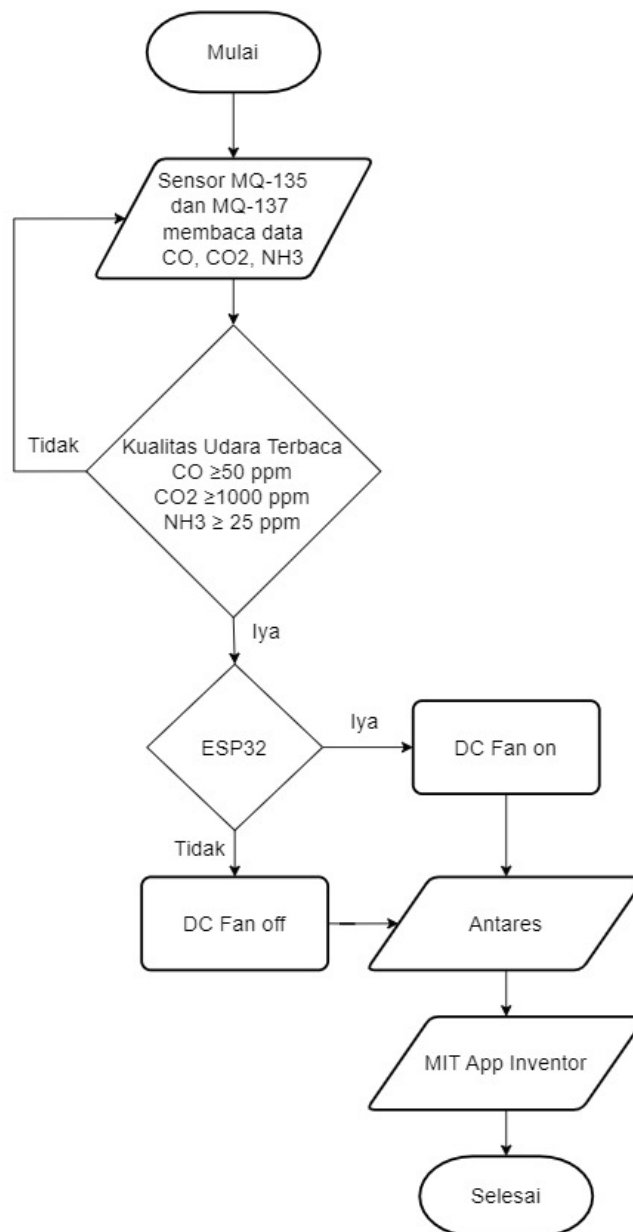
Gambar 3.1 Alur Penelitian

3.2 PERANCANGAN HARDWARE

Dalam perancangan *hardware prototype* sistem monitoring kualitas udara pada ruangan ini terdiri dari beberapa langkah yang harus dilalui seperti alur sistem, alat dan bahan yang digunakan sebagai gambaran dari alur perancangan alat pada penelitian yang dilakukan, diagram blok sistem dan alur sistem dapat dilihat pada gambar 3.2 dan gambar 3.3.



Gambar 3.2 Diagram Blok Sistem

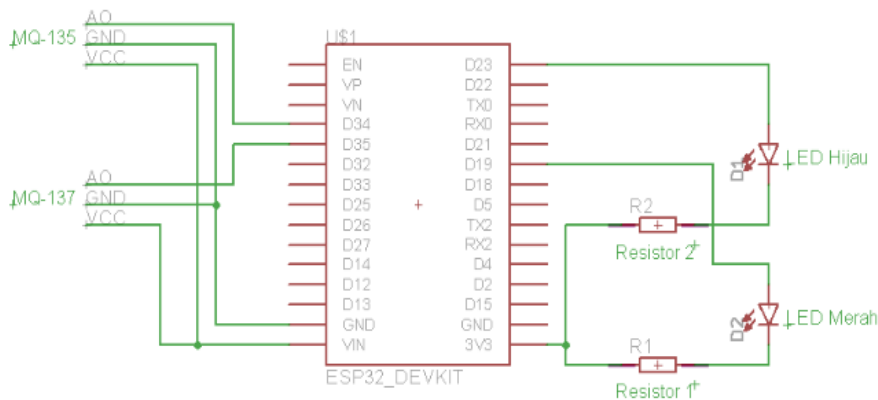


Gambar 3.3 Alur Sistem

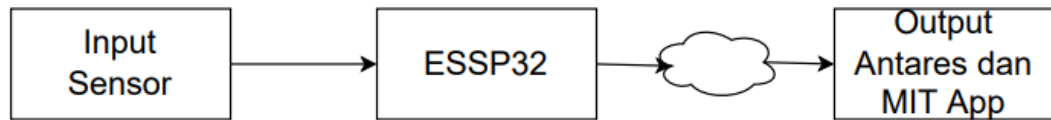
Tabel 3.1 Alat dan Bahan

No	Hardware	Jumlah
1	ESP32	1
2	MQ-135	1
3	MQ-137	1
4	Relay	1
5	LED	2
6	Laptop	1
7	Smartphone	1
8	Step Down	1
9	DC Fan	1

Berdasarkan skematik rangkaian, ESP32 berfungsi sebagai mikrokontroler untuk melakukan proses pengolahan data dari sensor MQ-135 dan MQ-137. Sensor MQ-135 berfungsi untuk membaca data CO dan CO₂ pada lingkungan sekitar. Sensor MQ-137 berfungsi untuk membaca data NH₃. Lampu LED berfungsi sebagai lampu indikator kualitas udara pada lingkungan sekitar di mana pada penelitian ini terdapat 2 warna indikator yaitu merah dan hijau, merah artinya kualitas udara pada ruangan tersebut kurang bagus, dan hijau menandakan bahwa kualitas udara pada ruangan tersebut normal. Relay berfungsi untuk mengalirkan dan memutuskan arus tegangan yang mengalir menuju DC fan. DC fan berfungsi sebagai kipas ventilasi yang digunakan untuk mengeluarkan udara dari dalam ruangan apabila udara pada ruangan terindikasi buruk, skematik rangkaian dapat dilihat pada gambar 3.4.



Gambar 3.4 Skematik rangkaian



Gambar 3.5 Skenario Sistem dan Alat

Gambar 3.5 merupakan skenario sistem dan alat, pada penelitian ini ada beberapa fitur yang diberikan dari alat kepada pengguna seperti berikut:

1. Alat ini dilengkapi dengan sensor MQ-135 dan MQ-137 untuk mendeteksi konsentrasi gas karbon monoksida, karbon dioksida, dan amonia di dalam ruangan dengan satuan ppm.
2. Alat ini dilengkapi dengan koneksi WiFi, sehingga dapat terhubung dengan perangkat mobile atau laptop sehingga data yang dapat oleh sensor akan otomatis terkirim pada platfrm antares dan aplikasi KaGaRu yang dibuat untuk pengguna mobile apps untuk memantau kondisi udara di dalam ruangan secara real-time dari jarak jauh. Hal ini memungkinkan pengguna untuk mengambil tindakan segera jika terdapat peningkatan kadar gas yang berbahaya di dalam ruangan.
3. Jika terdeteksi konsentrasi gas yang berbahaya, alat ini akan otomatis menyalakan kipas ventilasi yang berguna untuk menetralsir udara pada ruangan.
4. Alat ini juga dilengkapi dengan sistem data logging, sehingga pengguna dapat melihat riwayat perubahan kualitas udara di dalam ruangan pada web antares. Hal ini sangat berguna untuk memantau tren peningkatan atau penurunan kualitas udara di dalam ruangan seiring berjalannya waktu.

Tabel 3.2 Skematik Rangkaian

No	Nama	Pin
1	ESP32	Vin dan GND dihubungkan ke VCC dan GND pada MQ-135 dan MQ-137, pin D34 dihubungkan ke AO sensor MQ-135, pin D35 dihubungkan ke sensor MQ-137.
2	MQ-135	VCC dan GND dihubungkan ke Vin dan GND ESP32, pin AO dihubungkan ke D34.
3	MQ-137	VCC dan GND dihubungkan ke Vin dan GND ESP32, pin AO dihubungkan ke D35.

3.2.1 NodeMCU ESP32

ESP32 digunakan sebagai mikrokontroler untuk melakukan proses pengolahan data dari data-data yang diambil oleh sensor. Mikrokontroler ESP32

dibagi menjadi 2 berdasarkan jumlah pin-nya, pada ESP32 dengan jumlah pin 30 terdapat 30 pin tegangan dan GPIO yang di mana 25 pin GPIO, 3 UART *Interface*, 3 SPI, 15 pin ADC, 3 I2C *Interface*, 16 pin PWM, 2 pin DAC. ESP32 juga memiliki spesifikasi *operating voltage* 2.3-2.6V, *operating current* 80mA, *flash memory* 4MB, *clock frequency* 80-240MHz, *data rate* 54Mbps, dan *ram memory* 512KB.

3.2.2 Sensor MQ-135

Sensor MQ-135 merupakan sensor pendeteksi senyawa CO, CO₂, alkohol dan lain-lain. Sensor ini bekerja dengan menerima perubahan nilai resistansi (analog) setelah terpapar gas. Sensor MQ-135 memberikan hasil pendeteksian kualitas udara berupa perubahan nilai resistansi analog pada pin *output*. Sensor MQ-135 memiliki 4 buah pin yaitu VCC, *ground*, *digital output* dan *analog output*.

3.2.3 Sensor MQ-137

Sensor MQ-137 merupakan sensor pendeteksi senyawa NH₃. Sensor ini bekerja dengan cara ketika bahan semikonduktor yang berupa SnO₂ pada sensor MQ-137 terkena gas amonia maka elektron pada elektroda pertama akan berpindah menuju elektroda kedua. Semakin besar konsentrasi gas amonia yang mengenai bahan semikonduktor tersebut maka akan semakin banyak juga elektron yang berpindah dari elektroda pertama ke elektroda kedua. Sensor MQ-137 memiliki 4 buah pin yaitu VCC, *ground*, *digital output* dan *analog output*.

3.2.4 Relay

Relay merupakan perangkat elektronik yang berfungsi sebagai pemutus arus sumber tegangan. Relay sendiri adalah sebuah komponen atau perangkat saklar yang bertugas untuk mengalirkan atau memutus arus listrik, pada relay terdapat kumparan elektromagnetik yang di mana apabila kumparan elektromagnetik tersebut dialiri arus listrik maka akan menimbulkan medan magnet dan kemudian akan menarik tuas sehingga mengubah posisi dari kontak switch yang ada, yaitu dari *normaly open* (NO) ke *normaly close* (NC) saat *relay* diberikan tegangan.

3.2.5 DC Fan

Kipas angin berfungsi sebagai pendingin udara, ventilasi ataupun pendingin, kipas angin juga dapat digunakan untuk menjaga suhu ruangan agar tetap stabil, kipas angin sebagai ventilasi digunakan apabila kualitas udara pada ruangan

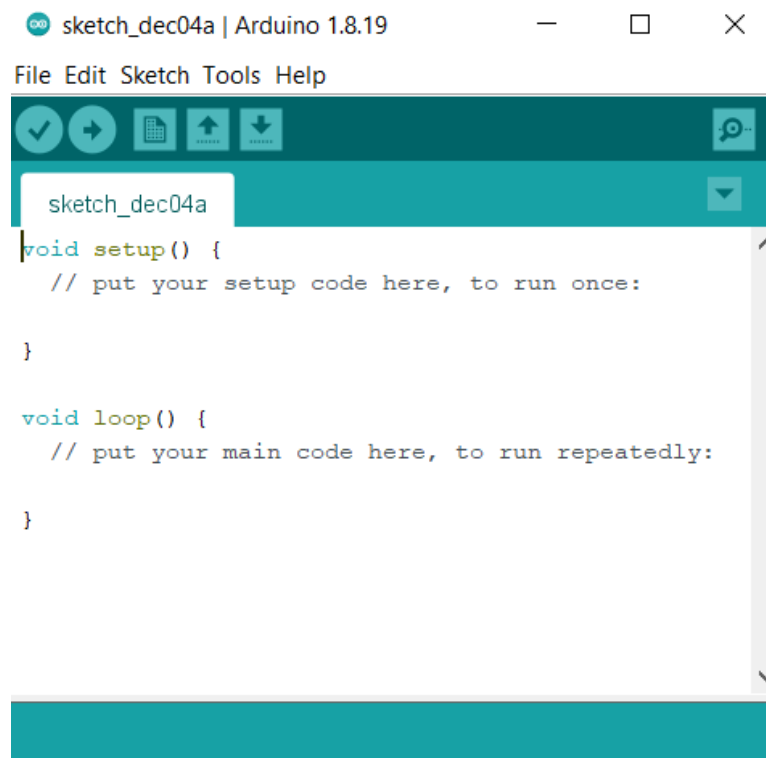
tersebut buruk sehingga dibutuhkan kipas angin agar udara yang ada pada ruangan tersebut dapat kembali normal. Cara kerja kipas angin sendiri yaitu perputaran baling-baling kipas angin bekerja dengan 2 cara yaitu *centrifugal* (Angin mengalir searah dengan poros kipas) dan *axial* (Angin mengalir secara paralel dengan poros kipas). Kipas angin yang digunakan yaitu kipas DC yang dipakai memiliki tegangan sebesar 12 VDC dan arus sebesar 0,08 A.

3.3 Perancangan *Software*

Perancangan *software* yang dilakukan pada penelitian *prototype* sistem monitoring kualitas udara pada ruangan kerja ini meliputi program dari sensor, LED indikator dan DC *fan* sebagai kipas ventilasi udara pada ruangan.

3.3.1 *Software* Arduino IDE

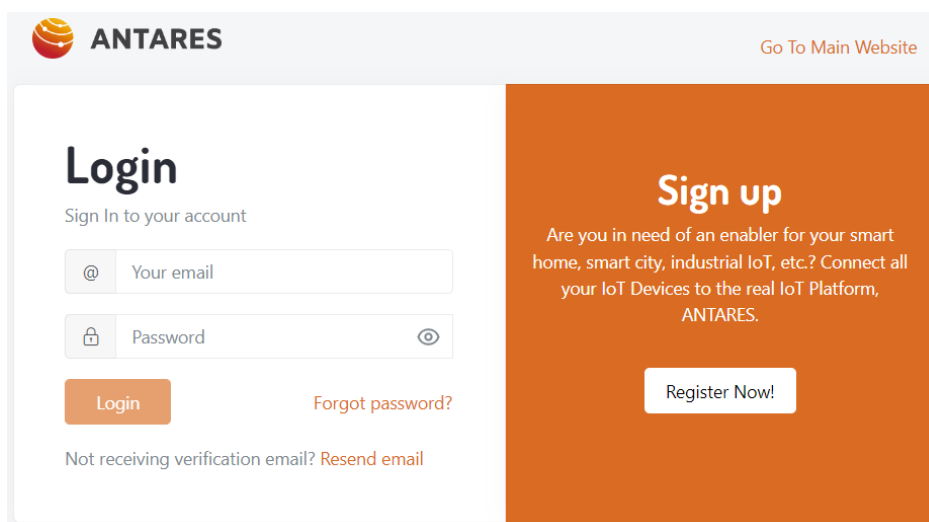
Software arduino IDE memiliki fungsi untuk membuat sebuah program untuk perangkat mikrokontroler. Arduino dapat diaplikasikan pada berbagai macam *platform* karena sudah berbasis *java*. *Software* arduino IDE digunakan sebagai teks editor untuk membuat, mengedit, dan juga melakukan validasi terhadap kode program yang telah dibuat, tampilan awal *software* arduino IDE dapat dilihat pada gambar 3.6.



Gambar 3.6 Arduino IDE

3.3.2 Antares

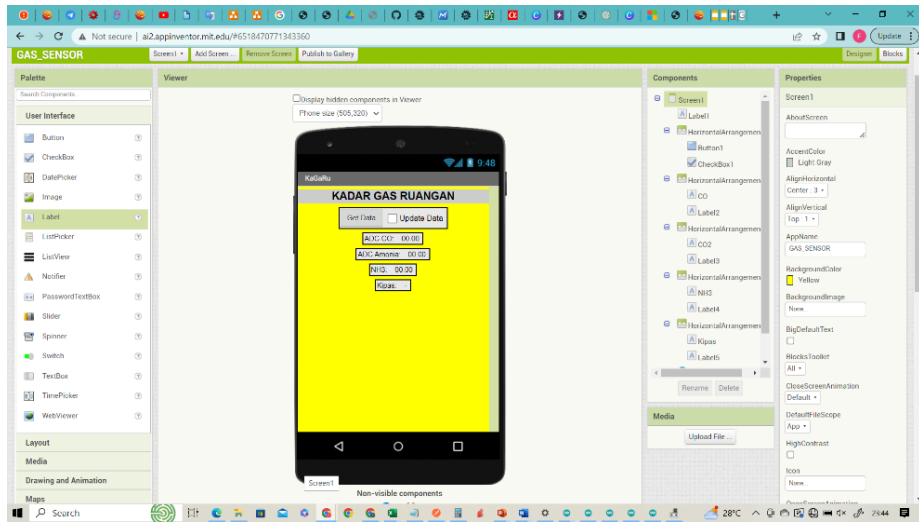
Antares merupakan sebuah *platform* IoT yang dapat memberikan layanan dan fitur mulai dari *device management* sampai data *storage* yang dapat memudahkan para *developer* dalam menuangkan ide-idenya seputar *Internet of Things*, untuk melihat data parameter yang didapatkan oleh sensor pada antares *platform* maka bisa dilihat dengan cara *login* ke akun antares, kemudian masuk ke kemudian pilih *application name*, lalu pilih *device name*, setelah itu data dari paramer yang dibaca sensor dapat dilihat, tampilan menu login antares dapat dilihat pada gambar 3.7.



Gambar 3.7 Menu login antares

3.3.3 MIT App Inventor

MIT App Inventor merupakan sebuah *platform* yang berfungsi untuk memudahkan proses pada saat pembuatan sebuah aplikasi sederhana di mana pengguna dapat melakukan desain aplikasi android sesuai keinginan dengan menggunakan pilihan *layout* dan komponen yang tersedia, ntuk menggunakan aplikasi MIT app inventor bisa dengan cara membuka aplikasi KaGaRu lalu selanjutnya klik *Get Data*, kemudian centang update data untuk mendapatkan data parameter secara *real time*, tampilan *design* aplikasi dapat dilihat pada gambar 3.8.



Gambar 3.8 Tampilan MIT App Inventor