

# SKRIPSI

## RANCANG BANGUN ALAT MONITORING KONDISI PENCEMARAN UDARA BERBASIS IOT NODEMCU SECARA REALTIME

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik Elektro Pada Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

**DONNY IRSYAN**  
**2207220119P**



**UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2023**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : Donny Irsyan

NPM : 2207220119P

Program Studi : Teknik Elektro

Judul Skripsi : Rancang Bangun Alat Monitoring Kondisi Pencemaran Udara Berbasis IOT Nodemcu Secara Realtime.

Bidang Ilmu : Sistem Kontrol

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 14 Juni 2025

Mengetahui dan menyetujui :

Dosen Pembimbing



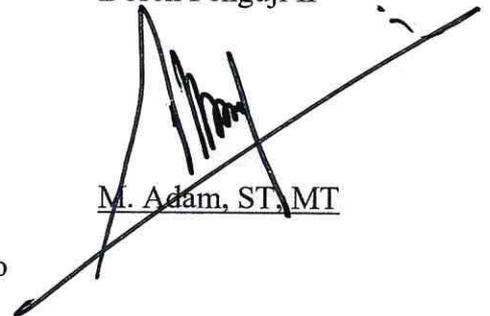
Faisal Irsan Pasaribu, ST, MT

Dosen Penguji I



Ir. Abd. Aziz Hutasuhut, MM

Dosen Penguji II



M. Adam, ST, MT

Program Studi Teknik Elektro

ketua



Faisal Irsan Pasaribu, ST, MT

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Donny Irsyan

Tempat/Tanggal Lahir : Medan, 15 Desember 1981

NPM : 2207220119P

Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya bahwa laporan tugas akhir saya yang berjudul :

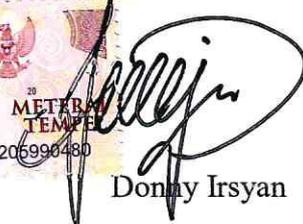
“ Rancang Bangun Alat Monitoring Kondisi Pencemaran Udara Berbasis IOT Nodemcu Secara Realtime ”

Bukan merupakan hasil plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan nonmaterial, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis tugas akhir saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh tim fakultas yang di bentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik program studi teknik elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 14 Juni 2025

  
  
Donny Irsyan

## **ABSTRAK**

Perkembangan teknologi robotika telah membuat kualitas kehidupan manusia semakin tinggi. Dimana perkembangan teknologi robotika tersebut telah mampu meningkatkan kualitas maupun kuantitas produksi berbagai pabrik, keamanan dan permainan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang alat monitoring kondisi pencemaran udara berbasis iot nodemcu secara realtime. membuat tahapan pembuatan alat monitoring kondisi pencemaran udara berbasis iot nodemcu secara realtime. Serta membuat alat monitoring kondisi pencemaran udara berbasis iot nodemcu secara realtime dengan keunggulan tersendiri. Adapun kesimpulan yang didapat pada rancangan bangun alat monitoring kualitas udara menggunakan sensor MQ135 berbasis mikrokontroller arduino Uno ini adalah Alat yang telah dirancang berhasil dibuat dibuktikan dengan pengujian yang menghasilkan kinerja alat sesuai apa yang diinginkan. Sensor MQ135 sangat bermanfaat untuk penggunaan alat memonitoring kualitas udara agar kita selalu siaga dalam keadaan aman terutama dalam ruangan. Setelah di uji maka alat ini sangat efektif untuk menjadi suatu alat yang dapat memonitoring kualitas udara dengan acuan standarisasi oleh kementerian lingkungan hidup dan kehutan yang menyatakan bahwa tingkat kualitas udara yang baik adalah dibawah 0,5 PPM.

Kata Kunci : Mikrokontroller, MQ135, Kualitas Udara

## **ABSTRACT**

*The development of robotics technology has made the quality of human life increasingly high. Where the development of robotics technology has been able to improve the quality and quantity of production of various factories, security and games. This study aims to design a real-time IoT nodemcu-based air pollution monitoring tool. create stages of making an IoT nodemcu-based air pollution monitoring tool in real time. And create an IoT nodemcu-based air pollution monitoring tool in real time with its own advantages. The conclusion obtained in the design of the air quality monitoring tool using the MQ135 sensor based on the Arduino Uno microcontroller is that the tool that has been designed has been successfully made, proven by testing which produces tool performance according to what is desired. The MQ135 sensor is very useful for the use of air quality monitoring tools so that we are always alert in a safe condition, especially indoors. After being tested, this tool is very effective in becoming a tool that can monitor air quality with reference to standardization by the Ministry of Environment and Forestry which states that a good level of air quality is below 0.5 PPM.*

*Keywords: Microcontroller, MQ135, Air Quality*

## KATA PENGANTAR



Dengan nama Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, Puji syukur kita ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, karunia dan hidayah-Nya kepada kita semua sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “ RANCANG BANGUN ALAT MONITORING KONDISI PENCEMARAN UDARA BERBASIS IOT NODEMCU SECARA REALTIME”. Sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Dalam kesempatan yang berbahagia ini, dengan segenap hati. Kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada berbagai pihak yang telah banyak memberikan motivasi kepada kami didalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini, terutama kepada :

1. Kedua orang tua yang selalu mendo'akan dan memberikan kasih sayang yang tidak ternilai kepada kami semua sehingga kami dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir.
2. Bapak Dr. Agussani, M.A.P, selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Munawar Alfansury Siregar S.T., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Dr. Ade Faisal, M.sc, P.hd, selaku Wakil Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Affandi S.T., M.T., selaku Wakil Dekan III Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Faisal Irsan Pasaribu S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Ibu Elvy Sahnur Nasution S.T., M.Pd., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

8. Dosen Pembimbing yang senantiasa membimbing saya dalam penulisan laporan Tugas Akhir.
9. Bapak/Ibu Staff Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
10. Teman-teman seperjuangan Teknik Elektro Satu Angkatan.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa yang akan datang. Akhirnya kami mengharapkan semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi diri pribadi dan para pembaca terkhusus bagi dunia kontruksi Teknik Elektro serta kepada Allah SWT , kami serahkan segalanya demi tercapainya keberhasilan yang sepenuhnya. Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Medan, November 2024

Donny Irsyan  
2207220119P

## DAFTAR ISI

<b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	3
1.3. Ruang Lingkup .....	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	4
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1. Tinjauan Pustaka Relevan .....	5
2.2. Udara .....	8
2.3. Mikrokontroler .....	10
2.3.1. Mikrokontroler Secara Umum.....	10
2.3.2. Jenis – Jenis Microkontroler.....	12
2.4. Arduino.....	17
2.5. Internet of Things .....	23
2.5.1. Arsitektur Internet of Things .....	25
2.5.2. Cara Kerja Internet of Things .....	27
2.6. Arsitektur Internet of Things .....	111
2.6.1. MQ 135 .....	29
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN.....</b>	<b>28</b>
3.1. Waktu dan Tempat .....	28
3.2. Blok Diagram Alat .....	28
3.3. Bahan dan Alat .....	28
3.4. Bagan Alir .....	32
3.5. Metode Pembuatan Alat .....	33
3.6. Metode Pengujian.....	34
<b>BAB 4 RANCANG BANGUN DAN ANALISA .....</b>	<b>39</b>
4.1. Perancangan Alat.....	39
4.2. Pengujian Alat .....	45
4.2.1. Lokasi Pengujian.....	45
4.2.2. Hasil Pengujian .....	48

4.2.3. Pengujian IoT Alat.....	52
<b>BAB 5 PENUTUP.....</b>	<b>56</b>
5.1. Kesimpulan.....	56
5.2. Saran.....	56
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Perkembangan teknologi robotika telah membuat kualitas kehidupan manusia semakin tinggi. Dimana perkembangan teknologi robotika tersebut telah mampu meningkatkan kualitas maupun kuantitas produksi berbagai pabrik, keamanan dan permainan. Dengan perkembangan robot yang kian pesat di dunia, dapat dijadikan alternatif lain untuk menggantikan peran manusia yang memiliki keterbatasan, misalnya untuk pekerjaan yang memerlukan ketelitian tinggi pada bidang perindustrian, melakukan pekerjaan dengan resiko bahaya yang tinggi ataupun melakukan pekerjaan yang membutuhkan tenaga besar dan sebagainya. Teknologi robotika juga telah menjangkau sisi hiburan dan pendidikan bagi manusia. Teknologi sistem kendali dengan piranti mikrokontroler telah berkembang menjadi salah satu sistem kontrol kendali cerdas yang dapat digunakan untuk aplikasi dalam bidang robotika.

Jika sebelumnya robot hanya dioperasikan di laboratorium ataupun dimanfaatkan untuk kepentingan industri, di negara-negara maju perkembangan robot mengalami peningkatan yang tajam, saat ini robot telah digunakan sebagai alat untuk membantu pekerjaan manusia. Seiring dengan berkembangnya teknologi, khususnya teknologi elektronik, peran robot menjadi semakin penting tidak saja di bidang sains, tetapi juga di berbagai bidang lainnya, seperti di bidang kedokteran, pertanian, bahkan militer. Secara sadar atau tidak, saat ini robot telah masuk dalam kehidupan manusia sehari-hari dalam berbagai bentuk dan jenis. Ada jenis robot sederhana yang dirancang untuk melakukan kegiatan yang sederhana, mudah dan berulang-ulang, ataupun robot yang diciptakan khusus untuk melakukan sesuatu yang rumit, sehingga dapat berperilaku sangat kompleks dan secara otomatis dapat mengontrol dirinya sendiri sampai batas tertentu.

Saat ini, robotik sederhana banyak menggunakan pengendali mikro yang disebut dengan arduino. Arduino adalah pengendali mikro *single-board* bersifat sumber terbuka, diturunkan dari *wiring platform*, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Tujuan awal dibuat Arduino adalah

untuk membuat perangkat mudah dan murah, dari perangkat yang ada saat itu. Dan perangkat tersebut ditujukan untuk para siswa yang akan membuat perangkat desain dan interaksi. Dengan pengkombinasian alat kontrol dengan perangkat IoT seperti NodemCU, pemanfaatan pengontrolan yang dapat dilakukan bisa dipermudah dengan menggunakan wireless atau monitoring tanpa kabel. Dengan IoT pengontrolan dapat dilakukan dimana saja melalui perangkat seperti komputer, laptop bahkan smartphone pengguna.

Pada penelitian yang serupa dilakukan oleh (Nurfiana, Warid, 2017) dimana penelitian ini berjudul implementasi sistem monitoring asap rokok melalui smartphone menggunakan sensor mq-135 berbasis arduino. Penelitian ini menyebutkan Guna meningkatkan monitoring diperlukan alat yang dapat mendeteksi jika ada yang merokok dan memberikan informasi lokasi melalui smartphone. Penelitian ini menggunakan sensor MQ-135 sebagai pendeteksi adanya asap rokok yang kemudian akan diproses oleh arduino. Arduino akan memproses inputan dan akan menampilkan lokasi tempat terjadinya pelanggaran larangan merokok melalui smartphone. Wifi digunakan sebagai media transmisi antara smartphone dengan alat pendeteksi asap rokok. Hasil uji coba membuktikan bahwa sensor MQ-135 dapat mengirimkan informasi lokasi asap rokok ke smartphone dengan akurat ketika ada asap rokok dengan jarak jangkauan maksimal 25 meter.

Pada saat ini perkembangan penggunaan IoT dalam monitoring begitu pesat didunia terkhususnya di Indonesia. Banyak monitoring elektronik yang menggunakan IoT agar dapat mempermudah proses pengontrolan. Pada umumnya masyarakat melihat kualitas udara dengan cara menerka – nerka ataupun melihat langsung kelapangan untuk mengetahui tingkat kualitas udara pada suatu lokasi tertentu. Namun sering kali yang dilakukuan secara manual tingkat margin error nya lebih besar, atau bisa saja hasil yang di terka tidak sesuai dengan kualitas udara sebenarnya. Maka dengan menggunakan alat robotik menggunakan sensor monitoring kualitas udara serta dikombinasikan dengan IoT diperkirakan akan lebih efektif dan efisien dalam melihat kualitas udara dari suatu lokasi

Untuk memecahkan masalah tersebut, maka dari itu penulis mengangkat judul “ Rancang Bangun Alat Monitoring Kondisi Pencemaran Udara Berbasis IoT

NodemCU Secara Realtime.” yang memanfaatkan teknologi mikrokontroler dan IoT untuk memonitoring kualitas udara yang dibantu dengan sensor kualitas udara secara realtime.

### **1.2. Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah yang diambil pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana rancangan alat monitoring kondisi pencemaran udara berbasis iot nodemcu secara realtime tersebut?
2. Bagaimana tahapan pembuatan alat monitoring kondisi pencemaran udara berbasis iot nodemcu secara realtime tersebut?
3. Bagaimana perangkat dapat mengakses kondisi pencemaran udara secara real time?

### **1.3. Ruang Lingkup**

Adapun hal – hal yang diabatasi (ruang lingkup) dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Merancang alat monitoring kondisi pencemaran udara menggunakan teknologi iot nodemcu secara realtime
2. Membuat alat monitoring kondisi pencemaran udara berbasis iot nodemcu secara realtime menggunakan sensor MQ 135
3. Membuat alat monitoring kualitas udara yang dapat di akses oleh semua orang melalui smartphone

### **1.4. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan penelitian sebagai berikut :

1. Untuk merancang alat monitoring kondisi pencemaran udara berbasis iot nodemcu secara realtime.
2. Untuk membuat tahapan pembuatan alat monitoring kondisi pencemaran udara berbasis iot nodemcu secara realtime
3. Untuk meembuat alat monitoring kondisi pencemaran udara berbasis iot nodemcu secara realtime dengan keunggulan tersendiri.

### **1.5. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menjadi alat yang berfungsi sebagai monitoring kualitas udara berbasis IoT agar dapat mengontrol melalui jarak jauh serta mempermudah proses monitoring
2. Memberikan pengetahuan dan informasi bagi penulis tentang mikrokontroller dan pemanfaatan IoT agar mempermudah kinerja manusia
3. Menjadi referensi penelitian bagi peneliti dan mahasiswa pada Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

## **BAB 2**

### **TINAJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Tinjauan Pustaka Relevan**

Penelitian serupa dilakukan oleh Erwin menyatakan untuk mengetahui kualitas udara di suatu wilayah secara online maka perlu dibangun suatu sistem monitoring kualitas udara. Di sini akan dijelaskan suatu rancang bangun sistem monitoring kualitas udara menggunakan teknologi Wireless Sensor Network (WSN). Pada dasarnya suatu WSN terbentuk dari tiga komponen utama yaitu target, node sensor, dan base station. WSN merupakan jaringan nirkabel yang terdiri dari beberapa autonomous device yang di dalamnya terpasang sensor-sensor yang secara terpadu membaca kondisi fisik lingkungan. Setiap node sensor yang dipasang di berbagai tempat akan selalu mengirimkan data ke gateway. Dari gateway ini data ditransfer dan disimpan ke PC (Personal Computer). Selanjutnya data akan diproses hingga menjadi informasi yang dapat digunakan oleh user atau masyarakat umum. Sistem yang dibangun menggunakan komunikasi zigbee, terdiri atas satu buah node koordinator merangkap gateway, 4 node sensor sebagai end-device dan satu base station controller (BSC). Parameter udara yang diukur yaitu karbonmonoksida (CO), karbondioksida (CO<sub>2</sub>), suhu dan kelembaban udara. (Erwin et al., 2010)

Pencemaran udara telah terjadi sejak masa sebelum-sebelumnya, terutama pada kota-kota besar yang dipenuhi dengan pabrik dan kendaraan bermesin. Hal tersebut dapat berdampak buruk bagi kesehatan masyarakat sehingga pencemaran udara harus dicegah dan dikurangi, salah satunya dengan melakukan pemantauan kualitas udara pada suatu tempat. Rancang bangun sistem pemantau kualitas udara berbasis jaringan sensor nirkabel ini adalah sistem yang dibuat untuk melakukan pemantauan kualitas udara jarak jauh yang akan ditampilkan pada aplikasi web dalam bentuk nilai ISPU. Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini terdapat 4 tahap yaitu identifikasi kebutuhan sistem, perancangan sistem, implementasi sistem, pengujian dan analisis sistem. Sistem menggunakan Arduino Uno sebagai pusat kendali sistem. Sistem ini juga menggunakan sensor TGS 2600 untuk mengukur kadar CO, TGS 2201 untuk mengukur kadar NO<sub>2</sub>, GP2Y1010AU0F

untuk mengukur kepadatan partikel debu, SHT11 untuk mengukur suhu dan kelembapan, serta LoRa sebagai metode komunikasi perangkat keras dengan aplikasi web. Sistem ini memudahkan pengguna untuk mengetahui apabila terjadi peningkatan polusi udara pada suatu tempat. Dari hasil pengujian, sistem ini mampu melakukan pembacaan sensor sesuai dengan datasheet dan mampu mengirimkan data menuju aplikasi web menggunakan komunikasi LoRa hingga jarak 300 meter dan packet loss ratio sebesar 0%. (Widianto, 2020)

Polusi udara merupakan masalah lingkungan yang mendesak dan menimbulkan risiko signifikan terhadap kesehatan manusia dan lingkungan. Untuk mengatasi masalah ini, pengembangan sistem pemantauan kualitas udara yang andal sangatlah penting. Penelitian ini berfokus pada perancangan dan implementasi sistem monitoring berbasis mikrokontroler Arduino Uno dan sensor seperti MQ135, MQ136, dan DHT11. Sistem ini bertujuan untuk mendeteksi dan mengukur polutan udara, suhu, dan tingkat kelembapan. Arduino Uno memproses data yang dikumpulkan dari sensor dan menampilkan informasi pada layar LCD. Sistem ini menyediakan pemantauan kualitas udara secara real-time, sehingga memungkinkan tindakan cepat diambil untuk memperbaiki lingkungan. Penggunaan mikrokontroler Arduino Uno memungkinkan pemrosesan data yang efisien dan pengendalian operasi sistem secara keseluruhan. Sensor MQ135 digunakan untuk mendeteksi dan mengukur kadar polutan udara, khususnya karbon monoksida (CO). Sensor MQ136, sebaliknya, digunakan untuk mendeteksi dan mengukur kadar polutan udara tertentu, seperti sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>). Selain itu, sensor DHT11 digunakan untuk mengukur tingkat suhu dan kelembapan udara. Hasil pengujian yang dilakukan sebanyak 16 kali dalam kondisi baik menghasilkan rata-rata CO 8,6 dan SO<sub>2</sub> 15,25 dimana termasuk dalam kategori akurasi tinggi. (Yusuf Cahyo Nugroho et al., 2023)

Ruangan yang bersih adalah ruangan yang sehat. Sebuah ruangan perlu dijaga. Sebuah ruangan perlu dijaga kebersihannya dari debu, sampah bahkan udara kotor dengan menyediakan sistem sirkulasi udara yang baik. Untuk mengurangi pencemaran udara pada ruangan yang berasal dari asap rokok, pembakaran dan lain-lain. Maka dirancang sebuah alat yaitu alat monitoring kualitas udara pada ruangan dengan sistem internet of things (IoT). Alat ini berfungsi untuk mengetahui

kadar kontaminasi gas CO dan CO<sub>2</sub> di dalam ruangan dan memberi pemberitahuan apabila kadar gas sudah melebihi ambang batas aman yang sudah ditentukan. Alat ini menggunakan ESP32 yang dilengkapi dengan modul wifi sebagai pusat kontrol. Pada bagian input alat dilengkapi dengan sensor MQ-7 untuk mendeteksi kadar karbon monoksida, sensor MQ-135 sebagai pendeteksi kadar karbon dioksida. Alat ini juga menggunakan LCD dan bot telegram sebagai output penampil hasil pengukuran. Bot telegram berfungsi sebagai pemberitahuan apabila kadar gas sudah melebihi ambang batas aman yang sudah ditentukan. Pengukuran secara otomatis akan menampilkan hasil data pengukuran pada LCD. (Hanum & Elfizon, 2023)

Kemudian judul yang hampir serupa dengan judul rancang bangun alat monitoring polusi udara berbasis arduino yang dilakukan oleh (arkipus, 2021) penelitian ini menyebutkan polusi udara merupakan permasalahan yang sampai sekarang masih belum bisa terselesaikan. Polusi udara dapat terjadi akibat adanya pembakaran yang tidak sempurna dari mesin kendaraan maupun proses industri yang menghasilkan gasgas tidak baik bagi kesehatan. Senyawa gas yang terdapat pada udara yang terpolusi dapat berdampak buruk bagi kesehatan apabila kadarnya melampaui batas normal. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kesadaran tentang pentingnya kualitas udara yang sehat, sehingga masyarakat akan lebih peduli tentang kesehatan dan dapat meminimalisir risiko menghirup udara berbahaya. Pada penelitian ini ditawarkan sebuah alat monitoring polusi udara yang tidak hanya berfungsi sebagai monitoring tapi juga mengetahui tingkat kandungan polusi udara, sistem monitoring pada penelitian ini dilengkapi dengan sensor mq135 yang berfungsi sebagai pendeteksi polusi udara. Hasil monitoring kualitas udara pada penelitian ini akan menampilkan 2 kondisi kualitas udara di sekitar, yaitu: baik dan buruk. Dengan adanya informasi tersebut, manusia dapat mengetahui apakah tempat tersebut aman ataukah berbahaya bagi kesehatan mereka. Dinas lingkungan hidup melakukan pengujian emisi gas dari kendaraan beroda dua sampai dengan beroda empat karena banyak sekali kendaraan yang telah mengeluarkan gas emisi yang dapat mengganggu udara yang kita hirup selain itu dampak luasnya yaitu dapat mengganggu kesehatan masyarakat, seperti terkena penyakit asma, kanker, paru-paru, dan sebagainya. Oleh karena ini, peneliti ingin

memberikan kesadaran kepada masyarakat tentang pentingnya kesehatan udara bagi masyarakat baik pejalan kaki maupun yang berkendara dalam menghirup udara yang lebih sehat.

Selanjutnya penelitian berjudul pemanfaatan sensor mq-135 sebagai monitoring kualitas udara pada aula gedung fasilkom mengatakan bahwa tujuan dari penelitian ini yaitu untuk membuat rancangan alat yang dapat memonitoring kualitas udara disuatu tempat dengan menggunakan sensor mq135. Sensor mq-135 merupakan sensor gas yang memiliki kepekaan relatif tinggi terhadap gas amonia, bensol, alkohol, co2, smoke dan gas-gas lainnya. Sedangkan tampilan hasil pengujian akan di tampilkan pada layar lcd 16x2 serta dapat dilakukan monitoring dari jarak jauh dengan menggunakan aplikasi blynk pada smartphone. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan diketahui bahwa alat ini dapat bekerja dengan baik untuk mendeteksi kualitas udara pada aula fasilkom, dimana saat dilakukan pengujian pada aula fasilkom udara dalam keadaan aman dengan ppm 25.19, namun setelah di dekatkan dengan gas korek api elektrik nilai baca sensor menunjukkan ppm 707.93 yang tampil pada lcd dan blynk serta terdapat notifikasi pada smartphone menunjukkan bahwa udara dalam keadaan berbahaya.

## **2.2. Udara**

Udara bersih dan kotor dapat dibedakan dari bentuk, aroma, dan rasa ketika kita menghirupnya. Melansir dari situs Ilmu Geografi, udara bersih biasanya lebih segar dan bebasa dari partikel-partikel padat, seperti debu, kotoran, dan lainnya. Berbeda dengan udara tidak sehat, yang biasanya bisa menyebabkan sesak napas. Biasanya, kita bisa mengukur kebersihan udara dengan menggunakan sebuah perhitungan bernama indeks kualitas udara. Perhitungan ini dapat mengukur udara di suatu daerah tertentu. Jika angka indeks tersebut sudah berada di atas 100, maka tandanya udara sudah sangat kotor dan memiliki kualitas udara yang buruk, sehingga kita perlu memakai masker.

Menurut Peraturan Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Ditjen Pengendalian Pencemaran Dan Kerusakan Lingkungan Direktorat Pengendalian Pencemaran Udara, adapun indeks standar pencemar udara (ISPU) adalah sebagai berikut :

Tabel 4.2 Indeks Pencemaran Udara

ISPU	24 Jam PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	24 Jam PM2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	24 Jam SO <sub>2</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	24 Jam CO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	24 Jam O <sub>3</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	24 Jam NO <sub>2</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	24 Jam HC ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
0 - 50	50	15,5	52	4000	120	80	45
51 - 100	150	55,4	180	8000	235	200	100
101 - 200	350	150,4	400	15000	400	1130	215
201 - 300	420	250,4	800	30000	800	2260	432
>300	500	500	1200	45000	1000	3000	648
Keterangan: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Data pengukuran selama 24 jam secara terus-menerus.</li> <li>• Hasil perhitungan ISPU parameter partikulat (PM2.5) disampaikan tiap jam selama 24 jam.</li> <li>• Hasil perhitungan ISPU parameter partikulat (PM10), sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>), karbon monoksida (CO), ozon (O<sub>3</sub>), nitrogen dioksida (NO<sub>2</sub>) dan hidrokarbon (HC), diambil nilai ISPU parameter tertinggi dan paling sedikit disampaikan setiap jam 09.00 dan jam 15.00.</li> </ul>							

Sumber : Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) berkomitmen untuk memberikan informasi mutu udara yang tepat dan akurat kepada masyarakat dalam rangka upaya pengendalian pencemaran udara. Hal ini dibuktikan dengan terus meningkatnya jumlah stasiun pemantauan otomatis kontinu yang dimiliki KLHK yaitu ditargetkan mencapai 38 stasiun pada tahun 2020. Agar informasi tentang mutu udara mudah dipahami oleh masyarakat, hasil pemantauan mutu udara dari stasiun pemantauan otomatis kontinu disampaikan dalam bentuk Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU).

ISPU merupakan angka tanpa satuan, digunakan untuk menggambarkan kondisi mutu udara ambien di lokasi tertentu dan didasarkan kepada dampak terhadap kesehatan manusia, nilai estetika dan makhluk hidup lainnya. Khusus untuk daerah rawan terdampak kebakaran hutan dan lahan, informasi ini dapat digunakan sebagai *early warning system* atau sistem peringatan dini bagi masyarakat sekitar. Tujuan disusunnya ISPU agar memberikan kemudahan dari keseragaman informasi mutu udara ambien kepada masyarakat di lokasi dan waktu tertentu serta sebagai bahan pertimbangan dalam melakukan upaya-upaya pengendalian pencemaran udara baik bagi pemerintah pusat maupun pemerintah daerah.

Pada tahun 2020, KLHK telah mengeluarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan nomor 14 tahun 2020 tentang Indeks Standar Pencemar Udara yang merupakan pengganti dari Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 45 tahun 1997 tentang Perhitungan dan Pelaporan serta Informasi Indeks Standar Pencemar Udara. Pada peraturan pengganti ini, tercantum bahwa perhitungan ISPU dilakukan pada 7 (tujuh) parameter yakni  $PM_{10}$ ,  $PM_{2.5}$ ,  $NO_2$ ,  $SO_2$ ,  $CO$ ,  $O_3$ , dan HC. Terdapat penambahan 2 (dua) parameter yakni HC dan  $PM_{2.5}$  dari peraturan sebelumnya. Penambahan parameter tersebut didasari pada besarnya resiko HC dan  $PM_{2.5}$  terhadap kesehatan manusia.

Selain penambahan parameter, terdapat peningkatan frekuensi penyampaian informasi ISPU kepada publik. Hasil perhitungan ISPU parameter  $PM_{2.5}$  disampaikan kepada publik tiap jam selama 24 jam. Sedangkan hasil perhitungan ISPU parameter  $PM_{10}$ ,  $NO_2$ ,  $SO_2$ ,  $CO$ ,  $O_3$ , dan HC disampaikan kepada publik paling sedikit 2 (dua) kali dalam 1 (satu) hari pada pukul 09.00 dan 15.00.

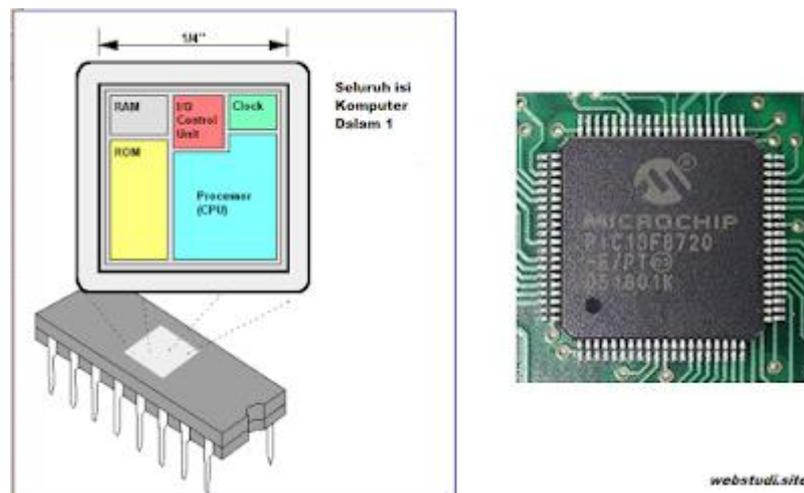
### **2.3. Mikrokontroller**

#### **2.3.1. Mikrokontroller Secara Umum**

Mikrokontroller adalah sistem komputer yang dikemas dalam sebuah Integrated Circuit (IC). Dimana didalam IC terdapat komponen-komponen penting yang ada pada komputer pada umumnya seperti komputer Central Processing Unit (CPU), RAM, ROM, Port IO. Berbeda dengan PC yang umumnya dirancang untuk digunakan secara umum, mikrokontroller sendiri biasanya dirancang hanya untuk mengerjakan tugas atau fungsi yang khusus saja (special purpose) yaitu mengontrol sistem tertentu. menurut (Arduino & Sensor, 2020) Mikrokontroller adalah IC (Integrated Circuit) single chip yang di dalamnya terkandung RAM ( Random Access Memory), ROM ( Read Only Memory), mikroprosesor, dan piranti I/O (Input/Output) yang saling terkoneksi, serta dapat diprogram berulang kali, baik di tulis ataupun di hapus. Sedangkan menurut (Abarca, 2021) Mikrokontroller adalah sebuah system komputer yang seluruh atau sebagian besar elemennya dikemas dalam satu chip IC, sehingga sering disebut single chip microcomputer. Mikrokontroller merupakan system computer yang mempunyai satu atau beberapa tugas yang sangat spesifik. Dalam penelitian lain disebutkan bahwa mikrokontroller

merupakan suatu keping IC dimana didalamnya meliputi memori – memori seperti RAM dan ROOM. Ada juga di beberapa mikrokontroller yang mempunyai kemampuan atau fasilitas ADC,PLL EEPROM dalam satu kemasan (Ari Beni Santoso, 2013)

Sistem Kontrol adalah kombinasi atas beberapa komponen yang bekerja sama dan melakukan pekerjaan tertentu, komponen ini dapat berdiri sendiri, sehingga dapat memerintah, mengarahkan secara aktif suatu sistem, Sebuah sistem kontrol secara umum terdiri atas input berupa masukan data (informasi) masukan dari luar yang diterapkan pada suatu sistem pengendalian, proses (operasi) adalah pengendalian yang dilakukan pada suatu sistem yaitu menerapkan atau mendefinisikan keluaran dan masukan, jika keluaran dan masukan telah ditentukan, output (hasil yang diperoleh) merupakan tanggapan yang dihasilkan sebuah sistem kontrol. (Elektro & Rekayasa, 2023)



Gambar 2.1. Mikrokontroller

Orang-orang juga menyebut Mikrokontroller sebagai Embedded Mikrokontroller, hal ini tidak terlepas dari posisi mikrokontroller yang embedded system atau menjadi satu bagian dengan perangkat sistem atau suatu sistem yang lebih besar. Secara sederhana Mikrokontroller dapat diartikan sebagai suatu sistem komputer yang dikemas dalam IC, dimana sebelum digunakan harus diisi suatu program atau perintah terlebih dahulu sehingga mikrokontroller hanya dapat berjalan bila telah diisi suatu perintah atau program terlebih dahulu.

Suatu peralatan atau perangkat elektronik tentunya memiliki ciri khas tertentu yang membedakannya dengan perangkat lain. Adapun cirikhas mikrtokontroller adalah :

- Kemampuan CPU Yang Tidak Terlalu Tinggi

Berbeda dengan CPU, umumnya mikrokontroler sederhana hanya dapat melakukan atau memproses beberapa perintah saja, meskipun saat ini telah banyak dibuat mikrokontroler dengan spesifikasi yang lebih canggih tapi tentunya belum dapat menyamai kemampuan CPU dalam memproses data dari perangkat lunak.

- Mikrokontroler Memiliki Memori Internal Yang Kecil

Tentu bagi Anda yang sering melihat mikrokontroler, maka dapat melihat jumlah memori internal dari mikrokontroler terbilang kecil. Umumnya sebuah mikrokontroler hanya berisikan ukuran Bit, Byte atau Kilobyte.

- Mikrokontroler dibekali Memori Non-Volatile

Dengan adanya memori non-volatile pada mikrokontroler maka perintah yang telah dibuat dapat dihapus ataupun dibuat ulang, selain itu dengan penggunaan memori non-volatile maka memungkinkan data yang telah disimpan dalam mikrokontroler tidak akan hilang meskipun tidak disuplai oleh power supply (Catu daya).

- Perintah Relatif Sederhana

Dengan kemampuan CPU yang tidak terlalu tinggi maka berimbas pada kemampuan dalam melakukan pemrosesan data yang tidak tinggi pula. Meskipun begitu, mikrokontroler terus dikembangkan menjadi canggih contohnya mikrokontroler yang digunakan untuk melakukan pengolahan sinyal dan sebagainya.

- Program/Perintah Berhubungan Langsung Dengan Port I/O

Salah satu komponen utama mikrokontroler adalah Port I/O, Port input maupun output I/O memiliki fungsi utama sebagai jalan komunikasi. Sederhanya Port I/O membangun komunikasi antara piranti masukan dan piranti keluaran.

### **2.3.2. Jenis – Jenis Microkontroller**

Adapun jenis – jenis mikrokontroler yang sering digunakan untuk pengontrolan yang memanfaatkan sensor adalah sebagai berikut :

a. Mikrokontroler AVR (Vegard's Risc Processor)

Mikrokontroler AVR adalah mikrokontroler RISC 8 bit, jenis mikrokontroler yang paling banyak digunakan dalam bidang elektronika dan instrumentasi. Ini adalah jenis mikrokontroler yang dieksekusi dalam 1 siklus clock, adapun jenis mikrokontroler AVR dibagi kedalam 4 kelas yaitu keluarga ATmega, keluarga AT90Sxx, keluarga ATtiny dan AT86RFxx, pengelompokan ini didasarkan pada penggunaan atau fungsinya, memori dan peripheral.

b. PIC

PIC adalah bagian dari mikrokontroler tipe RISC, awalnya PIC dibuat dengan menggunakan teknologi General Instrument 16 bit CPR yakni CP1600 dengan tujuan pembuatan yakni demi meningkatkan performa sistem I/O. PIC saat ini telah dilengkapi dengan komunikasi serial dan EPROM, kernel motor dll, selain itu juga dilengkapi dengan memori program dari 512 word sampai 32 word. 1 word sama dengan 1 instruksi menurut bahasa assembly yang bermacam-macam dari 12 - 16 bit yang mana tergantung dari PICMicro. PIC termasuk jenis mikrokontroler yang lumayan populer dikalangan para developer karena harganya yang relatif murah, disamping itu ketersediaan database aplikasi yang melimpah, penggunaannya yang umum digunakan serta dapat diprogram ulang melalui serial port pada komputer.

c. Mikrokontroler AT89S52

Mikrokontroler AT89S52 adalah versi pengembangan dari mikrokontroler AT89C51. Kelebihan yang dimiliki mikrokontroler AT89S52 yakni adanya flash memori 8K bytes, kapasitas RAM 256 byte dengan 2 data pointer 16 bit.

Berikut ini spesifikasinya :

- 1) Cocok dengan jenis mikrokontroler tipe MCS51
- 2) Dengan adanya 8K Bytes ISP flash memori maka meningkatkan kemampuan baca/tulis hingga 1000 kali
- 3) 32 Jalur I/O yang dapat diprogram ulang
- 4) 256 X 8 bit RAM internal dengan 8 sumber interrupt
- 5) Memiliki Tegangan kerja 4-5 V dengan rentang 0-33MHz

- 6) Memiliki mode pemrograman In System Programmable yang fleksibel (Byte dan Page Mode)

d. Mikrokontroler ATmel91 Series

Jenis kelompok Mikrokontroler Atmel lain yang umumnya terdapat dipasaran yaitu AT90, Tiny & Mega series - AVR, Atmel AVR32, Atmel AT89 series, dan MARC4

e. MCS51 Series

Beberapa tipe Mikrokontroler MCS51 series yaitu :

8031 - tidak memiliki ROM internal

8051 - 4K ROM internal

8751 - 4K EPROM/OTP

8951 - 4K EPROM/MTP

ukuran ROM; '51(4K), '52(8K), '54(16K), '58(32K)

80C51 - In System Programmable (ISP)

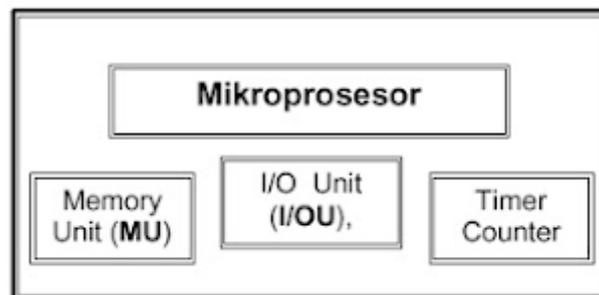
89C2051 - kemasan 20-pin

Pada dasarnya perbedaan mikrokontroler dan mikroprosesor ada pada kata "kontroler" pada mikrokontroler dan "Prosesor" pada mikroprosesor. Dari perbedaan kata ini saja kita sudah tahu apa perbedaan dasar antara mikrokontroler dan mikroprosesor. Dari perbedaan dua kata tersebut maka dapat kita asumsikan perbedaan dasar dari mikrokontroler dan mikroprosesor. Mikrokontroler berarti Pengendali Kecil lalu mikroprosesor berarti Pengolah Kecil. Pertanyaannya apa yang diolah atau dikendalikan ? tentu saja adalah program/data atau perintah yang diberikan/dimasukkan, dari sini tentunya sudah bisa didapat gambaran sederhana perbedaan dari kedua perangkat tersebut.

Jika ditinjau lebih dalam berdasarkan fungsinya, mikroprosesor atau umumnya dikenal lebih luas dengan nama Central Processing Unit (CPU), berguna dalam pengambilan dan kalkulasi data, melakukan perhitungan serta manipulasi data, dan menyimpan hasil pemrosesan atau perhitungan dari data tersebut sehingga dapat diperlihatkan hasilnya pada monitor. Adapun mikrokontroler sendiri berguna

dalam mengontrol perangkat atau sistem berdasarkan data yang tersimpan pada Read Only Memory (ROM).

Mikrokontroler dibangun dari beberapa komponen berikut yaitu Central Processing Unit (CPU) : ALU, CU dan Register, RWM, ROM, I/O seri, I/O paralel, counter-timer, serta rangkaian clock dalam 1 chip tunggal.



Gambar 2.2. Blok Diagram Mikro Kontroller

Menurut (Chamin, 2010) Mikrokontroler adalah sebuah sistem komputer yang seluruh atau sebagian besar elemennya dikemas dalam satu *chip IC*, sehingga sering disebut *single chip microcomputer*. Mikrokontroler merupakan system computer yang mempunyai satu atau beberapa tugas yang sangat spesifik pendapat (Chamim, 2010) dalam tulisannya. Elemen mikrokontroler tersebut diantaranya adalah:

- a. Pemroses (*processor*)
- b. Memori,
- c. *Input dan output*

Kadangkala pada microcontroller ini beberapa *chip* digabungkan dalam satu papan rangkaian. Perangkat ini sangat ideal untuk mengerjakan sesuatu yang bersifat khusus, sehingga aplikasi yang diisikan ke dalam komputer ini adalah aplikasi yang bersifat *dedicated*. Jika dilihat dari harga, microcontroller ini harga umumnya lebih murah dibandingkan dengan komputer lainnya, karena perangkatnya relatif sederhana.

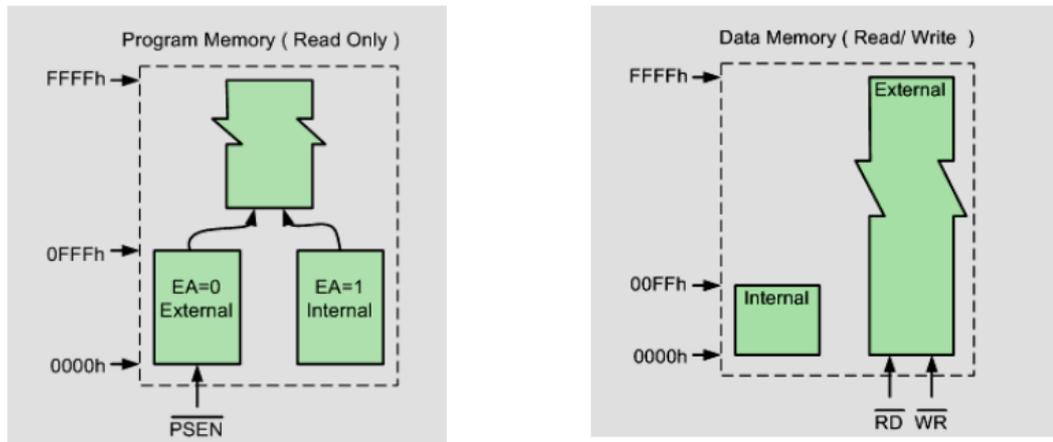
Microcontroller telah banyak digunakan di industri, walaupun penggunaannya masih kurang dibandingkan dengan penggunaan *Programmable Logic Control* (PLC), tetapi microcontroller memiliki beberapa keuntungan dibandingkan dengan PLC. Ukuran microcontroller lebih kecil dibandingkan dengan suatu modul PLC sehingga peletakannya dapat lebih fleksibel.

Microcontroller telah banyak digunakan pada berbagai macam peralatan rumah tangga seperti mesin cuci. Sebagai pengendali sederhana, mikrocontroller telah banyak digunakan dalam dunia medik, pengaturan lalu lintas, dan masih banyak lagi. Contoh alat ini diantaranya adalah komputer yang digunakan pada mobil untuk mengatur kestabilan mesin, alat untuk pengatur lampu lalu lintas.

Secara teknis hanya ada 2 mikrokontroler yaitu RISC dan CISC, dan masing-masing mempunyai keturunan/keluarga sendiri sendiri. RISC kependekan dari *Reduced Instruction Set Computer* instruksi terbatas tapi memiliki fasilitas yang lebih banyak CISC kependekan dari *Complex Instruction Set Computer* instruksi bisa dikatakan lebih lengkap tapi dengan fasilitas secukupnya. Tentang jenisnya banyak sekali ada keluarga Motorola dengan seri 68xx, keluarga MCS51 yang diproduksi Atmel, Philip, Dallas, keluarga PIC dari Microchip, Renesas, Zilog. Masing-masing keluarga juga masih terbagi lagi dalam beberapa tipe. Jadi sulit sekali untuk menghitung jumlah mikrokontroler. (Kadir, 2013)

Yang perlu diketahui antara satu orang dengan orang lain akan berbeda dalam hal kemudahan dalam mempelajari. Jika Anda terbiasa dengan bahasa pemrograman BASIC Anda bisa menggunakan mikrokontroler *BASIC Stamp*, jika Anda terbiasa dengan bahasa pemrograman JAVA Anda bisa menggunakan J stamp, jika Anda terbiasa dengan bahasa pemrograman C++ bisa Anda manfaatkan untuk keluarga MCS51 dan masih banyak lagi.

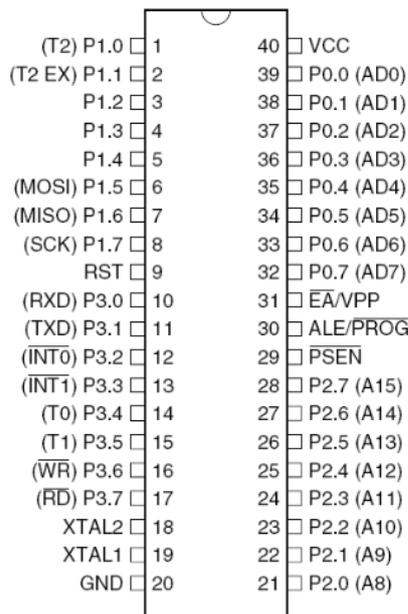
Mikrokontroler mempunyai ruang alamat tersendiri yang disebut memori. Memori dalam mikrokontroler terdiri atas memori program dan memori data dimana keduanya terpisah, yang memungkinkan pengaksesan data memori dan pengalamatan 8 bit, sehingga dapat langsung disimpan dan dimanipulasi oleh mikrokontroler dengan kapasitas akses 8 bit. Program memori tersebut bersifat hanya dapat dibaca (*ROM/EPROM*). Sedangkan untuk data memori kita dapat menggunakan memori eksternal (RAM).



Gambar 2.3. Ruang Alamat Memori  
(Chamim, 2010)

Di dalam mikrokontroler terdapat register - register yang memiliki fungsi yang khusus (Special Function Register). Sebagai contoh, untuk keluarga MCS-51 memiliki SFR dengan alamat 80H sampai FFH.

Skema dari sebuah mikrokontroler dapat dilihat dari contoh berikut :



Gambar 2.4. Skema Mikrokontroler  
(Chamim, 2010)

## 2.4. Arduino

Arduino UNO adalah sebuah board mikrokontroler yang didasarkan pada AT mega 328. Arduino UNO mempunyai 14 pin digital input/output (6 diantaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, sebuah osilator Kristal 16

MHz, sebuah koneksi USB, sebuah power jack, sebuah ICSP header, dan sebuah tombol reset. Arduino UNO memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang mikrokontroler, mudah menghubungkannya ke sebuah komputer dengan sebuah kabel USB atau mensuplainya dengan sebuah adaptor AC ke DC atau menggunakan baterai untuk memulainya. “Uno” berarti satu dalam bahasa Italia dan dinamai untuk menandakan keluaran (produk) Arduino 1.0 selanjutnya. Arduino UNO dan versi 1.0 akan menjadi referensi untuk versi-versi Arduino selanjutnya. Arduino UNO adalah sebuah seri terakhir dari board Arduino USB dan model referensi untuk papan Arduino, untuk suatu perbandingan dengan versi sebelumnya. (Pasaribu & Reza, 2021)

Menurut (Kadir, 2013) Arduino adalah pengendali mikro *single-board* yang bersifat *open-source*, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. *Hardware* dalam arduino memiliki prosesor Atmel AVR dan menggunakan *software* dan bahasa sendiri. *Hardware* dalam arduino memiliki beberapa jenis, yang mempunyai kelebihan dan kekurangan dalam setiap papannya. Penggunaan jenis arduino disesuaikan dengan kebutuhan, hal ini yang akan mempengaruhi dari jenis prosesor yang digunakan. Jika semakin kompleks perancangan dan program yang dibuat, maka harus sesuai pula jenis kontroler yang digunakan. Yang membedakan antara arduino yang satu dengan yang lainnya adalah penambahan fungsi dalam setiap boardnya dan jenis mikrokontroler yang digunakan. Dalam tugas akhir ini, jenis arduino yang digunakan adalah arduino uno.

Menurut (Kadir, 2013) Arduino Uno adalah salah satu produk berlabel arduino yang sebenarnya adalah suatu papan elektronik yang mengandung mikrokontroler ATmega328 (sebuah keping yang secara fungsional bertindak seperti sebuah komputer). Piranti ini dapat dimanfaatkan untuk mewujudkan rangkaian elektronik dari yang sederhana hingga yang kompleks. Pengendalian LED hingga pengontrolan robot dapat diimplementasikan dengan menggunakan papan berukuran relatif kecil ini. Bahkan dengan penambahan komponen tertentu, piranti ini bisa dipakai untuk pemantauan kondisi pasien di rumah sakit dan pengendalian alat-alat di rumah. (Sumber: B. Gustomo, 2015 )

Tabel 2.1. *Index Board Arduino*

Mikrokontroler	Atmega328
Tegangan Pengoprasian	5V
Tegangan input yang disarankan	7 – 12 V
Batas tegangan input	6 – 20 V
Jumlah pin I/O digital	14 (6 diantaranya menyediakan keluaran PWM)
Jumlah pin input analog	6
Arus DC tiap pin I/O	40 mA
Arus DC untuk pin 3.3V	50 mA
Memori Flash	32KB (Atmega328), sekitar 0,5KB digunakan oleh bootloader
SRAM	2KB (Atmega328)
EEPROM	1KB (Atmega328)
Clock Speed	16Mhz

(Kadir, 2013)

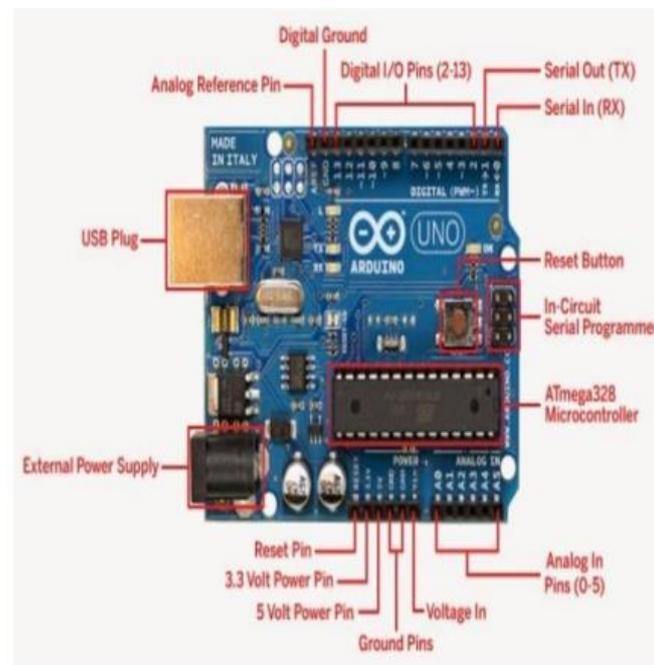
*Hardware* arduino uno memiliki spesifikasi sebagai berikut:

- a. 14 pin *IO Digital* (pin 0–13) Sejumlah pin digital dengan nomor 0–13 yang dapat dijadikan *input* atau *output* yang diatur dengan cara membuat program IDE.
- b. 6 pin Input Analog (pin 0–5) Sejumlah pin analog bernomor 0–5 yang dapat digunakan untuk membaca nilai input yang memiliki nilai analog dan mengubahnya ke dalam angka antara 0 dan 1023.
- c. 6 pin Output Analog (pin 3, 5, 6, 9, 10 dan 11) Sejumlah pin yang sebenarnya merupakan pin digital tetapi sejumlah pin tersebut dapat diprogram kembali menjadi pin output analog dengan cara membuat programnya pada IDE.

Papan Arduino Uno dapat mengambil daya dari USB port pada komputer dengan menggunakan USB charger atau dapat pula mengambil daya dengan menggunakan suatu AC adapter dengan tegangan 9 volt. Jika tidak terdapat power supply yang melalui AC adapter, maka papan Arduino akan mengambil daya dari USB port. Tetapi apabila diberikan daya melalui AC adapter secara bersamaan dengan USB port maka papan Arduino akan mengambil daya melalui AC adapter secara otomatis.

Arduino Uno merupakan salah satu *board* dari keluarga Arduino. Ada beberapa macam arduino bard seperti Arduino Nano, Arduino Pro Mini, Arduino

Mega, Arduino Yun, dll. Namun yang paling populer adalah Arduino Uno. Arduino Uno R3 adalah seri terakhir dan terbaru dari seri Arduino USB. Modul ini sudah dilengkapi dengan berbagai hal yang dibutuhkan untuk mendukung mikrokontroler untuk bekerja, tinggal colokkan ke power supply atau sambungkan melalui kabel USB ke PC, Arduino Uno ini sudah siap bekerja. Arduino Uno board memiliki 14 pin digital *input/output*, 6 analog input, sebuah resonator keramik 16 MHz, koneksi USB, colokan power input, *ICSP header*, dan sebuah tombol reset.



Gambar 2.4. Arduino dan Bagian – Bagiannya  
(Pasaribu & Reza, 2021)

Berikut spesifikasi teknis dari Arduino Uno R3 board

- a) Mikrokontroler ATmega328
- b) Catu Daya 5V
- c) Tegangan Input (rekomendasi) 7-12V
- d) Tegangan Input (batasan) 6-20V
- e) Pin *I/O Digital* 14 (dengan 6 PWM output)
- f) Pin Input Analog 6
- g) Arus DC per Pin *I/O* 40 mA
- h) Arus DC per Pin *I/O* untuk PIN 3.3V 50 mA

- i) Flash Memory 32 KB (ATmega328) dimana 0.5 KB digunakan oleh *bootloader*
- j) SRAM 2 KB (ATmega328)
- k) EEPROM 1 KB (ATmega328)
- l) *Clock Speed* 16 MHz

Sebagaimana kita ketahui, dengan sebuah mikrokontroler kita dapat membuat program untuk mengendalikan berbagai komponen elektronika. Dan fungsi Arduino Uno ini dibuat untuk memudahkan kita dalam melakukan prototyping, memprogram mikrokontroler, membuat alat-alat canggih berbasis mikrokontroler. Memprogram Arduino sangat mudah, karena sudah menggunakan bahasa pemrograman tingkat tinggi C++ yang mudah untuk dipelajari dan sudah didukung oleh library yang lengkap.

Arduino Uno board didukung oleh software Arduino IDE (Integrated Development Environment). Dengan Arduino IDE inilah kita melakukan pemrograman, melakukan kompilasi program, debugging dan proses download ke Arduino boardnya. Dengan sekali klik, program yang sudah kita buat langsung tercompile dan terdownload ke mikrokontroler yang ada di Arduino Board. Dan Arduino akan langsung bekerja sesuai dengan program yang keinginan kita. Ada banyak sekali yang bisa dibuat dengan mudah dengan Arduino :

- a) Lampu flip-flop, lampu Lalu-lintas
- b) Robot pintar; line follower, maze solver, pencari api, dll
- c) Mengontrol motor stepper,
- d) Mendeteksi suhu dan mengatur suhu ruang,
- e) Jam digital
- f) Timer alarm
- g) display LCD, dan masih banyak lagi contoh yang lainnya. Arduino Uno dan ekosistemnya punya kelebihan-kelebihan yang membuat hobi elektronika menjadi lebih mudah dan menyenangkan, antara lain:
  - a) Pengembangan project mikrokontroler akan menjadi lebih dan menyenangkan. tinggal colok ke USB, dan tidak perlu membuat downloader untuk mendownload program yang telah kita buat.

- b) Didukung oleh Arduino IDE, bahasa pemrograman yang sudah cukup lengkap librarynya.
- c) Terdapat modul yang siap pakai/shield yang bisa langsung dipasang pada board Arduino
- d) Dukungan dokumentasi yang bagus dan komunitas yang solid

Software arduino yang digunakan adalah driver dan IDE, walaupun masih ada beberapa software lain yang sangat berguna selama pengembangan arduino. Integrated Development Environment (IDE), suatu program khusus untuk suatu komputer agar dapat membuat suatu rancangan atau sketsa program untuk papan Arduino. IDE arduino merupakan software yang sangat canggih ditulis dengan menggunakan java. IDE arduino terdiri dari :

1. Editor Program Sebuah window yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program dalam bahasa *processing*.
2. Compiler Berfungsi untuk kompilasi sketch tanpa unggah ke board bisa dipakai untuk pengecekan kesalahan kode sintaks sketch. Sebuah modul yang mengubah kode program menjadi kode biner bagaimanapun sebuah mikrokontroler tidak akan bisa memahami bahasa *processing*.
3. Uploader Berfungsi untuk mengunggah hasil kompilasi sketch ke board target. Pesan error akan terlihat jika board belum terpasang atau alamat port COM belum terkonfigurasi dengan benar. Sebuah modul yang memuat kode biner dari komputer ke dalam memory didalam papan arduino



```

Blink
Turns on an LED on for one second, then off for one second, repeatedly.

This example code is in the public domain.
*/

// Pin 13 has an LED connected on most Arduino boards.
// give it a name:
int led = 13;

// the setup routine runs once when you press reset:
void setup() {
  // initialize the digital pin as an output.
  pinMode(led, OUTPUT);
}

// the loop routine runs over and over again forever:
void loop() {
  digitalWrite(led, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
  delay(1000);             // wait for a second
  digitalWrite(led, LOW);  // turn the LED off by making the voltage LOW
  delay(1000);             // wait for a second
}

```

Gambar 2.4. Tampilan Program Arduino  
(Kadir, 2013)

Kode Program Arduino biasa disebut sketch dan dibuat menggunakan bahasa pemrograman C. Program atau sketch yang sudah selesai ditulis di Arduino IDE bisa langsung dicompile dan diupload ke Arduino Board. Secara sederhana, sketch dalam Arduino dikelompokkan menjadi 3 blok (lihat gambar di atas):

1. *Header*
2. *Setup*
3. *Loop*

## 2.5. Internet of Things

Internet of Things, atau IoT, adalah teknologi internet masa depan yang menjanjikan. Internet of Things (IoT) adalah jaringan yang menghubungkan sensor, aktuator, dan objek sehari-hari yang digunakan dalam perawatan kesehatan, transportasi, dan militer. Segala sesuatu di sekitar kita terhubung dengan internet melalui IoT (Sarhan, 2018: 40).

(Mudjanarko, 2017 :151) berpendapat bahwa definisi yang berbeda dari Internet of Things (IoT) adalah konsep atau skenario di mana suatu objek dapat mengirim data melalui jaringan tanpa memerlukan interaksi antara manusia atau komputer.

Internet, sistem elektromekanis mikro (MEMS), dan teknologi nirkabel semuanya bersatu untuk membentuk Internet of Things. Dalam konteks Internet of Things, "benda" dapat merujuk ke subjek seperti orang dengan monitor untuk implan jantungnya, hewan ternak dengan transponder biochip, atau mobil dengan sensor bawaan untuk memberi tahu pengemudi saat tekanan ban rendah. Komunikasi mesin-ke-mesin (M2M) di bidang manufaktur, listrik, minyak, dan gas adalah area di mana IoT saat ini paling erat terkait. Sistem "pintar" sering digunakan untuk merujuk pada produk yang memiliki kemampuan komunikasi M2M. (contoh: smart grid sensor, smart meter, dan smart label).

IoT telah dikembangkan selama beberapa dekade, terlepas dari kenyataan bahwa ide tersebut baru populer pada tahun 1999. Mesin Coke di Universitas Carnegie Mellon pada awal 1980-an adalah alat IoT pertama. Pemrogram tidak perlu pergi ke mesin untuk memeriksa status, memeriksa apakah minuman dingin sedang menunggu mereka, atau terhubung ke mesin melalui Internet. Dalam presentasi yang diberikan pada tahun 1999 oleh Kevin Ashton, salah satu pendiri dan direktur eksekutif Auto-ID Center di MIT, istilah IoT (Internet of Things) pertama kali digunakan.

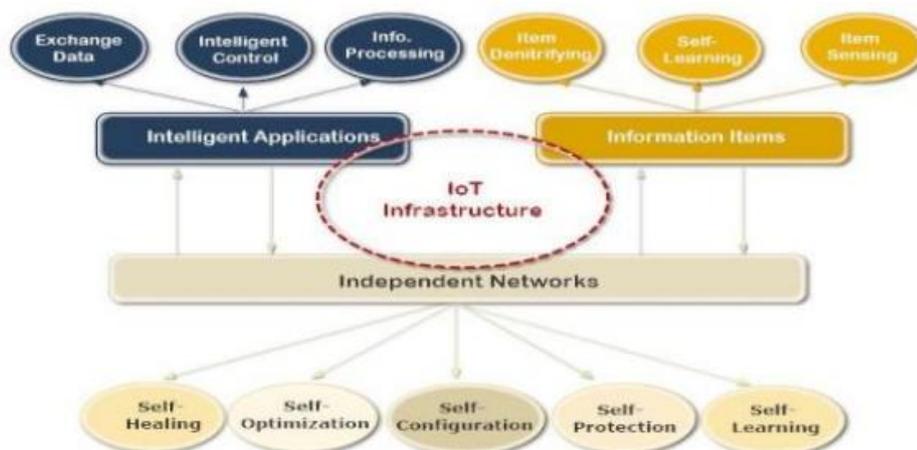
Merek terkenal LG mengumumkan pada tahun 2000 akan mengembangkan dan merilis teknologi IoT, khususnya smart wardrobe. Lemari pintar ini dapat menentukan apakah stok makanan perlu diisi ulang. Melalui Program Savi, pada tahun 2003, FRID yang disebutkan sebelumnya mulai menonjol di era perkembangan teknologi Amerika. Walmart, peritel terbesar di dunia, mulai menggunakan RFID di semua tokonya di seluruh dunia pada tahun yang sama. Pada tahun 2005, media terkenal seperti The Guardian dan Boston Globe mulai mengutip berbagai artikel ilmiah dan proses pengembangan IoT, yang menyebabkan peningkatan popularitas IoT. Untuk memasarkan penggunaan IP dalam jaringan untuk "Smart Objects", yang juga bertujuan untuk mengaktifkan IoT itu sendiri, sejumlah bisnis sepakat untuk meluncurkan IPSO (IPSO) . (Zainab, et al., 2015: 38).

### 2.5.1. Arsitektur Internet of Things

Sistem IoT yang baik dibangun di atas dasar desain arsitektur yang baik. Di lingkungan IoT, skalabilitas, perutean, jaringan, dan masalah lainnya semuanya dapat diselesaikan dengan arsitektur yang baik. Biasanya, pendekatan arsitektur IoT berdasarkan tiga dimensi utama adalah : (Mudjanarko, 2017)

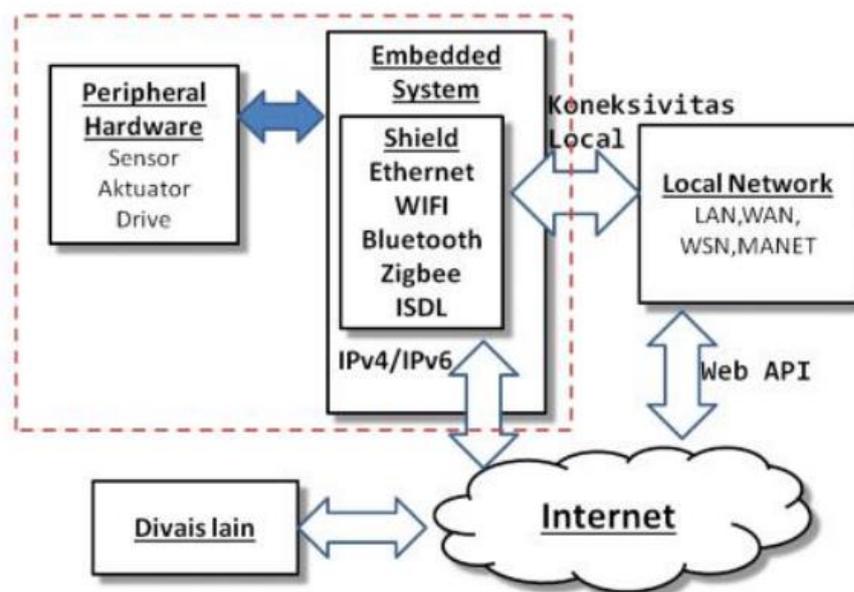
- a) Item informasi : termasuk semua item yang terhubung ke lingkungan IoT mungkin merasakan item, mengidentifikasi item dan item kontrol.
- b) Jaringan independen : yang mencakup beberapa fitur seperti konfigurasi diri, perlindungan diri, adaptasi diri, dan optimalisasi diri;
- c) Aplikasi cerdas : yang memiliki perilaku cerdas melalui Internet secara umum. Perilaku cerdas memungkinkan kontrol cerdas, pertukaran metode data melalui item jaringan, pemrosesan data, semua aplikasi yang terkait dengan IoT dapat diklasifikasikan menurut dimensi ini.

Ketika dimensi-dimensi ini bersatu, ruang baru yang disebut infrastruktur IoT dibuat. Ruang ini berfungsi sebagai sistem pendukung untuk hal-hal tertentu dan dapat memberikan berbagai layanan seperti identifikasi barang, identifikasi lokasi, dan perlindungan data. Tiga dimensi IoT dan koneksinya digambarkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.11. Diagram 3 dimensi IoT  
(Sarhan, 2018: 40).

Embedded System merupakan mikrokontroler berbasis RISC, seperti Intel MCS-96, PIC16F84, Atmel 8051, Motorola 68H11, dan sebagainya (Sulistyanto, dkk., 2015:20). Perangkat keras khusus, perangkat lunak sistem, API Web, dan protokol membentuk arsitektur Internet of Things, yang memungkinkan perangkat tersemat cerdas untuk terhubung ke internet dan mengakses data sensor atau memindahkan sistem kontrol melalui internet. (Gambar 2.12).



Gambar 2.12. Diagram Arsitektur IoT  
(Sarhan, 2018: 40).

Ada berbagai metode yang digunakan perangkat untuk terhubung ke internet, seperti Ethernet, Wi-Fi, Bluetooth, dan sebagainya. Selain itu, perangkat mungkin tidak langsung terhubung ke internet melainkan berada di cluster (seperti jaringan sensor) dan terhubung ke base station (internet). Alamat IP yang unik diperlukan karena perangkat ini harus ditemukan dengan cara yang unik. Karena IPv4 hanya mendukung hingga 4 miliar nomor IP, perangkat pada dasarnya adalah skema IPv6 dengan perkiraan 20 miliar divisi IoT online.

### 2.5.2. Cara Kerja Internet of Things

Internet of Things bekerja dengan menggunakan argumen pemrograman. Setiap argumen perintah dapat menciptakan interaksi antar mesin yang terhubung secara otomatis tanpa campur tangan manusia dan tidak dibatasi oleh jarak yang jauh. Internet sekarang menjadi penghubung antara dua interaksi antar mesin. Di Internet of Things, manusia hanya berfungsi sebagai pengatur dan pengawas mesin langsung. Komponen fundamental IoT adalah :

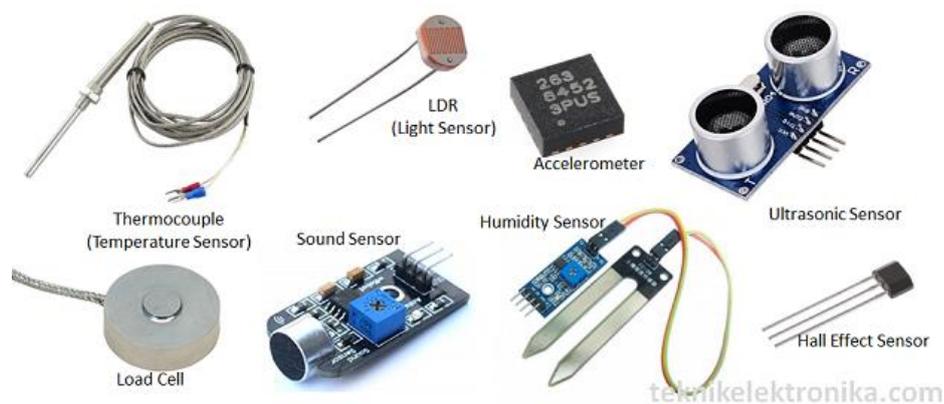
1. Internet of Things (IoT) dan kecerdasan buatan membuat hampir semua mesin yang ada menjadi "pintar". Hasilnya, teknologi berbasis AI dapat meningkatkan Internet of Things dalam segala hal. Data, algoritme untuk kecerdasan buatan, dan jaringan yang tersedia digunakan untuk mengembangkan teknologi yang ada. Contoh sederhana termasuk meningkatkan atau mengembangkan lemari es dan freezer sehingga mereka dapat memesan secara otomatis ke supermarket ketika stok susu dan sereal hampir habis.
2. Konektivitas IoT memungkinkan pembuatan jaringan baru serta jaringan khusus IoT. Jaringan tidak lagi hanya bergantung pada penyedia utamanya. Jaringan tidak perlu luas dan mahal; itu dapat diakses dalam skala yang jauh lebih kecil dengan biaya lebih rendah. Jaringan kecil antar sistem perangkat dapat dibuat oleh IoT.
3. Sensor adalah yang membedakan Internet of Things dari mesin berteknologi tinggi lainnya. Sensor ini mampu mendefinisikan instrumen, yang mengubah perangkat IoT pasif menjadi sistem aktif yang dapat dimasukkan ke dalam kehidupan sehari-hari dan menyimpang dari standar jaringan.
4. Internet of Things (IoT) memperkenalkan model baru untuk keterlibatan aktif dengan konten, produk, dan layanan.
5. Perangkat berukuran kecil. Perangkat kecil yang dibuat khusus digunakan di Internet of Things untuk kecepatan, skalabilitas, dan kemampuan beradaptasi yang tinggi.

## 2.6. Sensor Pada Arduino

Menurut (Flores, n.d. 2020) Sensor adalah komponen yang dapat digunakan untuk mengkonversi suatu besaran tertentu menjadi satuan analog sehingga dapat dibaca oleh suatu rangkaian elektronik. Penggunaan sensor di perangkat-perangkat elektronik ini telah diaplikasikan di hampir semua bidang di kehidupan kita sehari-hari mulai dari perangkat pribadi, layanan kesehatan, keamanan, industri, hiburan, transportasi, militer, alat rumah tangga hingga ke sektor pertanian. Dengan semakin besarnya penggunaan Sensor di dalam Teknologi masa kini, pengetahuan tentang sensor ini menjadi sangat penting dan wajib kita pahami apa sebenarnya yang dilakukan oleh sensor serta jenis-jenis sensor tersebut.

Sensor adalah perangkat yang digunakan untuk mendeteksi perubahan besaran fisik seperti tekanan, gaya, besaran listrik, cahaya, gerakan, kelembaban, suhu, kecepatan dan fenomena-fenomena lingkungan lainnya. Setelah mengamati terjadinya perubahan, Input yang terdeteksi tersebut akan dikonversi mejadi Output yang dapat dimengerti oleh manusia baik melalui perangkat sensor itu sendiri ataupun ditransmisikan secara elektronik melalui jaringan untuk ditampilkan atau diolah menjadi informasi yang bermanfaat bagi penggunanya.

Sensor pada dasarnya dapat digolong sebagai Transduser Input karena dapat mengubah energi fisik seperti cahaya, tekanan, gerakan, suhu atau energi fisik lainnya menjadi sinyal listrik ataupun resistansi (yang kemudian dikonversikan lagi ke tegangan atau sinyal listrik).



Gambar 2.5. Macam – Macam Sensor  
(Ratnasari & Senen, 2017)

Sensor-sensor yang digunakan pada perangkat elektronik pada dasarnya dapat diklasifikasikan menjadi dua kategori utama yaitu :

1. Sensor Pasif dan Sensor Aktif
2. Sensor Analog dan Sensor Digital

Sensor Pasif adalah jenis sensor yang dapat menghasilkan sinyal output tanpa memerlukan pasokan listrik dari eksternal. Contohnya Termokopel (*Thermocouple*) yang menghasilkan nilai tegangan sesuai dengan panas atau suhu yang diterimanya sedangkan sensor aktif adalah jenis sensor yang membutuhkan sumber daya eksternal untuk dapat beroperasi. Sifat fisik Sensor Aktif bervariasi sehubungan dengan efek eksternal yang diberikannya. Sensor Aktif ini disebut juga dengan Sensor Pembangkit Otomatis (*Self Generating Sensors*).

Sensor Analog adalah sensor yang menghasilkan sinyal output yang kontinu atau berkelanjutan. Sinyal keluaran kontinu yang dihasilkan oleh sensor analog ini sebanding dengan pengukuran. Berbagai parameter Analog ini diantaranya adalah suhu, tegangan, tekanan, pergerakan dan lain-lainnya. Contoh Sensor Analog ini diantaranya adalah akselerometer (accelerometer), sensor kecepatan, sensor tekanan, sensor cahaya dan sensor suhu. Sedangkan sensor digital Sensor Digital adalah sensor yang menghasilkan sinyal keluaran diskrit. Sinyal diskrit akan non-kontinu dengan waktu dan dapat direpresentasikan dalam “bit”. Sebuah sensor digital biasanya terdiri dari sensor, kabel dan pemancar. Sinyal yang diukur akan diwakili dalam format digital. Output digital dapat dalam bentuk Logika 1 atau logika 0 (ON atau OFF). Sinyal fisik yang diterimanya akan dikonversi menjadi sinyal digital di dalam sensor itu sendiri tanpa komponen eksternal. Kabel digunakan untuk transmisi jarak jauh. Contoh Sensor Digital ini diantaranya adalah akselerometer digital (digital accelerometer), sensor kecepatan digital, sensor tekanan digital, sensor cahaya digital dan sensor suhu digital.

### **2.6.1. MQ 135**

Sensor MQ-135 merupakan sensor gas yang dapat mendeteksi senyawa / kadar gas – gas berbahaya yang dapat mengganggu kualitas udara dan mengganggu pernapasan manusia. Sensor MQ-135 memberikan hasil deteksi kualitas udara berupa perubahan pada nilai resistensi analog pada pin outputnya. Sedangkan menurut (Indahwati & Nurhayati, 2012) Sensor asap MQ-135 adalah sensor gas

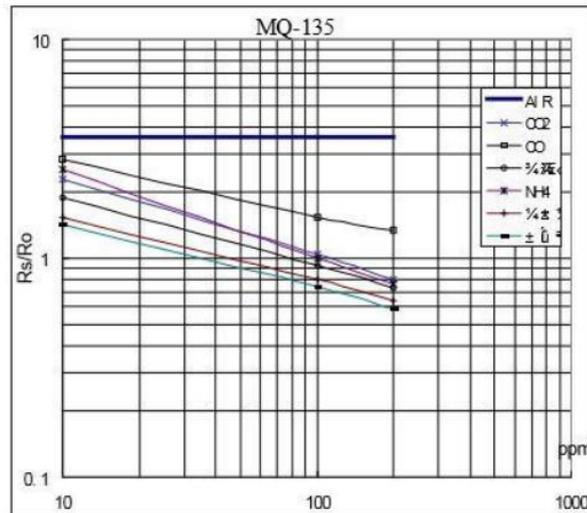
yang memiliki konduktivitas rendah jika berada di udara bersih. Konduktivitas sensor akan naik seiring dengan kenaikan konsentrasi gas. Sensor MQ-135 memiliki 4 pin, yang terdiri dari:

- Pin 1 = Vcc (+5Volt)
- Pin 2 = Ground
- Pin 3 = Digital Out, dan
- Pin 4 = Analog out



Gambar 2.6 Sensor MQ 135

Sensor MQ135 adalah jenis sensor kimia yang sensitif terhadap senyawa  $\text{NH}_3$ ,  $\text{Nox}$ , alkohol, benzol, asap ( $\text{CO}$ ),  $\text{CO}_2$ , dan lain – lain. Sensor ini bekerja dengan cara menerima perubahan nilai resistensi (analog) bila terkena gas. Sensor ini memiliki daya tahan yang baik untuk penggunaan penanda bahaya polusi karena praktis dan tidak memakan daya yang besar. Penyesuaian sensitifitas sensor ditentukan oleh nilai resistensi dari MQ-135 yang berbeda – beda untuk berbagai konsentrasi gas [10]. Satuan dari gas adalah ppm (part per million). Selanjutnya untuk mengkalibrasi agar nilai pembacaan sensor menjadi nilai ppm (satuan gas), pertama harus mengetahui grafik  $R_s/R_o$  terhadap ppm dari datasheet MQ-135.



Gambar 2.7 Grafik Karakteristik Sensor MQ 135

Untuk menghitung ppm untuk sensor MQ-135 salah satunya dengan pengkalibrasian. Grafik diatas adalah acuan untuk mengkalibrasi sensor agar bisa menemukan nilai ppm. Untuk mencari nilai  $R_s/R_o$  perlu mencari nilai  $R_s$  dan nilai  $R_o$ . Dimana  $R_s$  adalah nilai resistansi Sensor pada konsentrasi gas dan  $R_o$  adalah tahanan sensor pada udara yang bersih.  $R_s/R_o$  juga bisa disebut sebagai rasio. Berikut Tabel 2.2 yang menunjukkan karakteristik Sensor MQ-135.

Tabel 2.1 Karakteristik Sensor MQ 135

No	Bagian MQ-135	Detail
1	Sumber Tegangan	5 Volt
2	Deteksi Gas	Benzena, Amonia (NH <sub>3</sub> ), Smoke, Karbon Dioksida (CO <sub>2</sub> ), Nitrogen Oksida (Nox), Alkohol dan lain-lain.
3	Tingkat Pengukuran	10-100 PPM Benzena, 10-300 PPM Amonia, 10-300 Alkohol dan lain-lain.
4	Keluaran	Analog

## BAB 3 METODOLOGI

### 3.1. Waktu dan Tempat

#### 3.1.1. Waktu

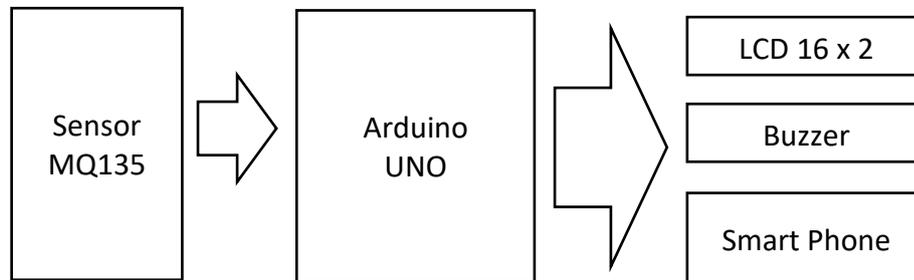
Waktu pelaksanaan penelitian ini dilakukan dalam waktu selama 10 bulan terhitung dari tanggal 15 Januari 2024 sampai 15 November 2024. Dimulai dengan persetujuan proposal ini sampai selesainya penelitian. Penelitian ini dimulai dengan kajian awal (tinjauan pustaka), perancangan alat dan pengujian alat, lalu analisa data, kesimpulan dan saran.

#### 3.1.2. Tempat

Tempat pembuatan alat dilakukan di Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

### 3.2. Blok Diagram Alat

Adapun blok diagram alat yang akan dibuat adalah sebagai berikut :



Gambar Blok Diagram Alat

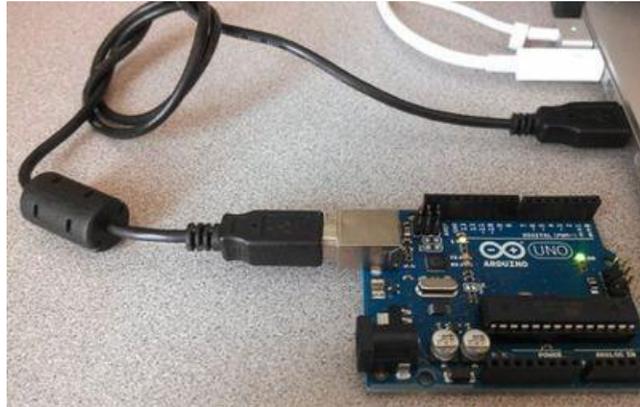
### 3.3. Bahan dan Alat

#### 3.3.1. Bahan

Adapun bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Arduino Uno

Arduino uno digunakan sebagai otak dari alat yang akan dibuat. Dimana pada arduino inilah akan dimasukkan program agar alat dapat bekerja secara otomatis.



Gambar 3.1. Arduino

## 2. Kabel Jumper

Kabel jumper digunakan sebagai alat penghubung antara satu komponen ke komponen lainnya.



Gambar 3.2. Kabel Jumper

## 3. Sensor MQ 135

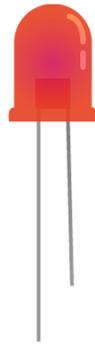
Berfungsi sebagai alat pendeteksi kualitas udara



Gambar 3.3. Sensor MQ 135

## 4. LED

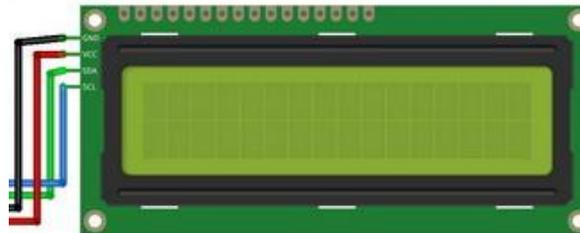
Sebagai alat penanda apabila kualitas udara bagus atau kualitas udara buruk, terdapat 2 LED hijau dan merah. Apabila hijau menyala maka kualitas udara aman, apabila merah maka kualitas udara buruk



Gambar 3.4. LED

## 5. LCD

Sebagai alat yang menampilkan kondisi kualitas udara



Gambar 3.5. LCD

## 3.3.2. Alat

Untuk melakukan penelitian ini adapun alat yang digunakan adalah :

## 1. Laptop

Laptop merupakan alat yang sangat penting dalam pembuatan alat ini. Karena laptop berfungsi sebagai alat yang digunakan untuk memasukkan program yang telah dibuat kedalam arduino uno.



Gambar 3.8. Laptop

## 2. Kabel USB

Kabel USB berfungsi sebagai nara hubung arduino dengan laptop. Fungsi kabel ini adalah untuk menghubungkan arduino ke laptop sehingga dapat dimasukkan program yang akan dibuat.



Gambar 3.9 Kabel USB Arduino

## 3. Tang Gunting

Tang gunting berfungsi sebagai alat pemotong kabel



Gambar 3.10. Tang Gunting

#### 4. Tang Kombinasi

Tang Kombinasi berfungsi sebagai membantu mempermudah dalam perangkaian alat



Gambar 3.11. Tang buaya

#### 5. Bor Listrik

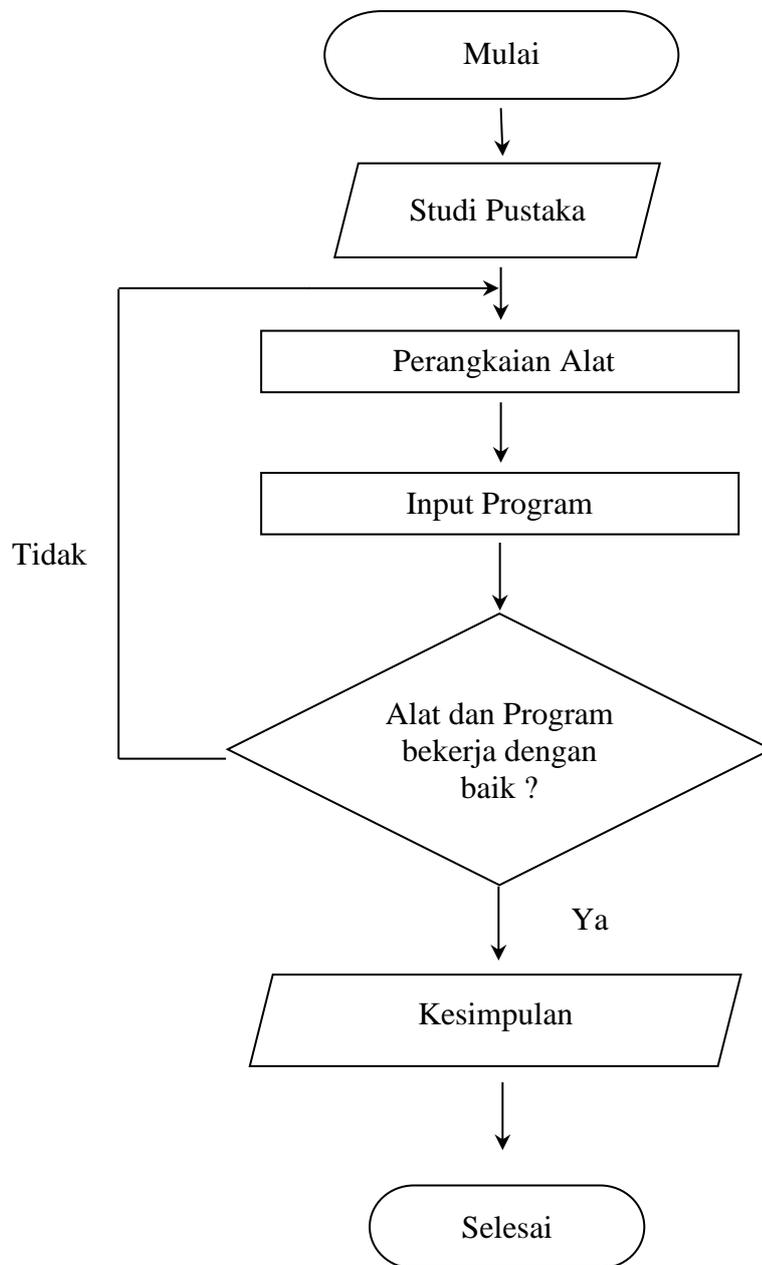
Bor berfungsi sebagai alat untuk melubangi ketika memasang casing dari alat yang telah dibuat



Gambar 3.11. Bor Listrik

### 3.4. Bagan Alir Penelitian

Bagan alir penelitian dapat dilihat pada gambar 3.12 dibawah ini :



Gambar 3.17. Bagan Alir Penelitian.

### **3.5. Metode Pembuatan Alat**

#### **3.5.1. Merangkai Alat**

Adapun tahapan merangkai alat adalah sebagai berikut :

1. Menyiapkan peralatan yang sudah ditentukan untuk memulai perangkaian alat.
2. Menyusun tata letak dari tiap – tiap komponen yang telah ada, dimana sensor MQ 135 diposisikan pada bagian luar alat agar dapat dengan mudah mendeteksi kualitas udara yang ada
3. Menghubungkan tiap – tiap komponen yang ada seperti LCD, LED, Modul IoT dan sensor kepada mikrokontroller dari program yaitu arduino uno
4. Kemudian hubungkan kabel SENSOR ke arduino uno dengan kabel jumper. Untuk kabel positif dihubungkan ke arduino pada port 5V. untuk kabel negative dihubungkan ke arduino pada port grounding. Sedangkan untuk signal dihubungkan ke port pin no.9
5. Tahap selanjutnya adalah mulai memasukkan program kedalam arduino. Sebelum program dimasukkan, terlebih dahulu untuk menginstall aplikasi arduino pada laptop.
6. Setelah itu masukkan program yang telah dibuat selanjutnya adalah tahap uji coba ala

#### **3.6. Metode Penelitian Pengujian Alat**

Setelah alat berhasil dirangkai dan dibuat menjadi suatu alat yang dapat mendeteksi tingkat kualitas udara pada suatu tempat, maka langkah selanjutnya adalah pengujian alat. Adapun tahapan pengujian alat adalah sebagai berikut :

1. Setelah alat selesai buat, alat ini diuji untuk mendeteksi tingkat kualitas udara pada tempat – tempat yang telah ditentukan
2. Dilakukan pengujian pada 3 tempat yang berbeda guna melihat tingkat efektifitas alat dalam menguji kualitas udara pada lokasi pengujian
3. Pembacaan sensor yang ditampilkan pada LCD pada tiap – tiap tempat dicatat kemudian dilihat apakah alat dapat bekerja dengan baik atau tidak
4. Setelah itu membuat grafik pengujian untuk melihat apakah alat yang dibuat berhasil atau perlu perbaikan.