

**SISTEM MONITORING GAS CO₂ DAN CO PADA LAHAN
PARKIR BASEMENT MALL KOTA SEMARANG BERBASIS
INTERNET OF THINGS (IoT)**

TUGAS AKHIR



USM

DISUSUN OLEH :

EFI YANU ISWAHYUDI

G.211.18.0007

**PROGRAM STUDI S1-TEKNIK INFORMATIKA
JURUSAN TEKNOLOGI INFORMASI
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI DAN KOMUNIKASI
UNIVERSITAS SEMARANG
TAHUN 2022**

PENYATAAN PENULIS TUGAS AKHIR

DENGAN JUDUL

“SISTEM MONITORING GAS CO₂ DAN CO PADA LAHAN PARKIR
BASEMENT MALL KOTA SEMARANG BERBASIS
INTERNET OF THINGS (IoT)”

Dengan ini saya :

NAMA : EFI YANU ISWAHYUDI

NIM : G.211.18.0007

PROGRAM STUDI : S1 – TEKNIK INFORMATIKA

“Saya menyatakan dan bertanggungjawab dengan sebenarnya bahwa Tugas Akhir (TA) ini adalah hasil karya saya sendiri kecuali cuplikan dan ringkasan yang masing-masing telah saya jelaskan sumbernya. Jika pada waktu selanjutnya ada pihak lain yang mengklaim bahwa Tugas Akhir (TA) ini sebagai karyanya, yang disertai bukti-bukti yang cukup, maka saya bersedia untuk dibatalkan gelar sarjana komputer saya beserta segala hak dan kewajiban yang melekat pada gelar tersebut”.

Semarang, 23 Juni 2022



Efi Yanu Iswahyudi

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

DENGAN JUDUL

“SISTEM MONITORING GAS CO₂ DAN CO PADA LAHAN PARKIR
BASEMENT MALL KOTA SEMARANG BERBASIS
INTERNET OF THINGS (IoT)”

OLEH

NAMA : EFI YANU ISWAHYUDI

NIM : G.211.18.0007

DISUSUN DALAM RANGKA MEMENUHI SYARAT GUNA MEMPEROLEH
GELAR SARJANA KOMPUTER
PROGRAM STUDI S1-TEKNIK INFORMATIKA
JURUSAN TEKNOLOGI INFORMASI
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI DAN KOMUNIKASI
UNIVERSITAS SEMARANG
TELAH DIPERIKSA DAN DISETUJUI
SEMARANG 23 AGUSTUS 2022

KETUA PRORGRAM STUDI
S1-TEKNIK INFORMATIKA


Khoirudin, S.Kom, M.Eng

NIS. 06557003102173

USM

PEMBIMBING TUGAS AKHIR


Whisnumurti Adhiwibowo, ST, M.Kom

NIS. 06557003102137

DEKAN


Prind Triajeng Pungkasanti, S.Kom, M.Kom

NIS. 06557003102110

PENGESAHAN UJIAN TUGAS AKHIR
DENGAN JUDUL
SISTEM MONITORING GAS CO₂ DAN CO PADA LAHAN PARKIR
BASEMENT MALL KOTA SEMARANG BERBASIS
INTERNET OF THINGS (IoT)

OLEH

NAMA : EFI YANU ISWAHYUDI

NIM : G.211.18.0007

Telah diujikan dan dipertahankan dihadapan Dewan Penguji pada Sidang
Tugas Akhir (TA)

Hari Selasa Tanggal 16 Agustus 2022

Menurut pandangan kami, Tugas Akhir (TA) ini memadai dari segi kualitas
maupun kuantitas untuk tujuan penganugrahan gelar Sarjana Komputer (S.Kom)

Tanggal Tanda Tangan

Ketua Tim Penguji

APRIL FIRMAN DARU, S.Kom., M.kom

NIS. 06557003102133

22/2022
/8



Penguji Pendamping

1. WHISNUMURTI ADHIWIBOWO, S.T., M.Kom

NIS. 06557003102137

22/2022
/8



2. ALAUDDIN MAULANA HIRZAN, S.Kom., M.Kom

NIS. 06557003102238

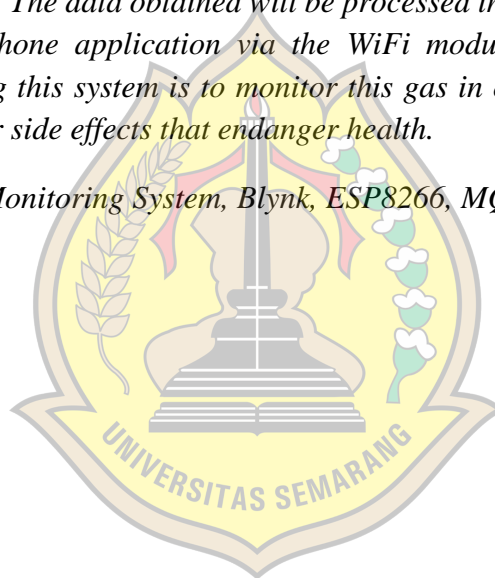
22/2022
/8



ABSTRACT

Air quality is one of the important points in determining the level of cleanliness and comfort of an area. In big cities where there are buildings with a shortage of open parking spaces, they will choose the alternative of using a basement parking area. Compared to other places, the basement parking area is a place with a much higher percentage of harmful gases trapped due to the activity of entering and leaving vehicles. Based on these problems, a monitoring system for CO₂ and CO gas levels was made at basement locations based on the Internet of Things (IoT) using NodeMCU ESP8266. In this system, the MQ-135 sensor is used for the sensor that will be used as a detector for dangerous gases resulting from the combustion of motor vehicle fuel. The data obtained will be processed in the ESP8266 and sent to the Blynk smartphone application via the WiFi module of the ESP8266. The purpose of making this system is to monitor this gas in order to avoid the risk of poisoning or other side effects that endanger health.

Keywords : Gas Monitoring System, Blynk, ESP8266, MQ-135



USM

ABSTRAK

Kualitas udara menjadi salah satu poin penting dalam menentukan tingkat kebersihan dan kenyamanan suatu daerah. Di kota-kota besar dimana terdapat gedung tinggi dengan kondisi kekurangan lahan parkir terbuka, akan memilih alternatif menggunakan lahan parkir *basement*. Dibandingkan dengan tempat tertutup lainnya, lahan parkir *basement* menjadi tempat dengan presentase terperangkapnya gas berbahaya jauh lebih tinggi dikarenakan aktivitas keluar masuk kendaraan. Berdasarkan masalah tersebut, dibuatlah sebuah sistem monitoring kadar gas CO₂ dan CO pada lokasi basement berbasis *Internet of Things (IoT)* menggunakan NodeMCU ESP8266. Pada sistem ini digunakan sensor MQ-135 untuk sensor yang akan digunakan sebagai pendeteksi gas yang berbahaya hasil dari pembakaran bahan bakar kendaraan bermotor. Data yang didapat akan diproses dalam ESP8266 dan dikirimkan kedalam aplikasi smartphone Blynk lewat modul WiFi dari ESP8266. Tujuan dari pembuatan sistem ini adalah untuk melakukan monitoring gas ini agar menghindari resiko terjadinya keracunan ataupun efek samping lainnya yang membahayakan kesehatan.

Kata Kunci : Sistem Monitoring Gas, Blynk, ESP8266, MQ-135



KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan YME, yang telah memberikan nikmat dan karunia-Nya. Tuhan pembimbing sejati yang terus menunjukkan jalan-Nya dan memudahkan penulis ini hingga tugas akhir ini bisa terselesaikan. Adapaun laporan Tugas Akhir ini berjudul “SISTEM MONITORING GAS CO₂ DAN CO PADA LAHAN PARKIR BASEMENT MALL KOTA SEMARANG BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT)” adalah untuk melengkapi sebagian syarat mencapai gelar sarjana pada program studi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi, Universitas Semarang.

Dengan segala kerendahan hati, dengan ini penulis ingin mengucapkan teruma kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. SUPARI, S.T.,M.T. selaku Rektor Universitas Semarang
2. Ibu Prind Triajeng Pungkasanti, S.Kom, M.Kom, selaku Dekan Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi, Universitas Semarang
3. Bapak Khoirudin, S.Kom, M.Eng, selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi dan Komunikasi, Universitas Semarang
4. Bapak Whisnumurti Adhiwibowo, ST. M.Kom selaku pembimbing yang telah memberikan dorongan kepada penulis untuk terus menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.
5. Kedua Orang tua dan Kakak yang telah memberikan doa dan bantuan dukungan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.
6. Teman-teman seperjuangan yang selalu memberikan semangat, dukungan dan semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu yang telah membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa laporan ini jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu penulis senantiasa mengharapkan masukan baik kritik maupun saran dari berbagai pihak.

Terimakasih.

Semarang, 23 Juni 2022

Efi Yanu Iswahyudi



USM

DAFTAR ISI

PENYATAAN PENULIS TUGAS AKHIR.....	i
PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	ii
BAB I PENGESAHAN UJIAN TUGAS AKHIR.....	iii
<i>ABSTRACT</i>	iv
ABSTRAK.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB II PENDAHULUAN.....	14
2.1 Latar Belakang.....	14
2.2 Perumusan Masalah.....	15
2.3 Batasan Masalah.....	15
2.4 Tujuan Tugas Akhir.....	16
2.5 Manfaat Tugas Akhir.....	16
2.6 Metodologi Penelitian.....	17
2.6.1 Metode Pengumpulan Data.....	17
2.6.2 Jenis Data.....	17
2.6.3 Metode Pengembangan Sistem.....	18
2.7 Sistematika Penulisan.....	21
BAB III TINJAUAN PUSTAKA.....	23
3.1 Penelitian Sebelumnya.....	23
3.2 Sistem.....	25
3.3 Mall.....	26

3.4 Basement	27
3.5 Internet Of Things	27
3.6 Mikrokontroller	28
3.7 NodeMCU	29
3.8 Sensor MQ-135	32
3.9 Arduino IDE	33
3.10 Blynk IOT.....	35
3.11 Flowchart.....	36
3.11.1 Jenis Flowchart	36
3.11.2 Simbol Flowchart.....	37
3.12 Pengujian Blackbox.....	38
BAB IV PERENCANAAN DAN ANALISA PERANCANGAN SISTEM.....	39
4.1 Tahap Perencanaan.....	39
4.1.1 Kebutuhan Sistem.....	39
4.2 Kebutuhan Perangkat Keras.....	40
4.2.2 Blok Diagram Perangkat Keras	41
4.2.3 Perakitan Perangkat Keras	42
4.2.4 Board NodeMCU ESP8266.....	42
4.2.5 Sensor MQ-135.....	43
4.2.6 Rangkaian LED.....	44
4.2.7 Keseluruhan Rangkaian	44
4.3 Kebutuhan Perangkat Lunak	45
4.3.2 Blok Diagram Perangkat Lunak	46
4.3.3 Arduino IDE (Integrated Development Environment)	47
4.3.4 Aplikasi Blynk IoT	51

4.4 Perancangan Pemodelan Alat	52
4.4.1 Flowchart Desain Sistem	52
4.4.2 Perancangan Diagram Blok	54
4.5 Perancangan Perangkat Keras	56
4.5.1 Skema Keseluruhan Rangkaian	56
4.6 Tahap Perencanaan Perangkat Lunak.....	59
4.6.1 Instalasi Software IDE	59
4.6.2 Perencanaan Desain Interface Aplikasi Blynk IoT	60
4.6.3 Perencanaan Progam Aplikasi Blynk IoT.....	61
4.6.4 Perancangan Konfigurasi Alat ke Smartphone.....	62
BAB V IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN SISTEM.....	67
5.1 Implementasi Sistem	67
5.2 Dashboard Blynk IoT.....	70
5.3 Hasil Implementasi.....	71
5.3.1 Implementasi Keseluruhan Alat.....	71
5.3.2 Hasil Pembacaan Data	72
5.4 Pengujian <i>Blackbox</i>	76
5.5 Pengujian Komparasi	77
5.6 Pengujian Delay Respon Alat.....	78
BAB VI.....	79
PENUTUP.....	79
6.1 Kesimpulan.....	79
6.2 Saran.....	79
Daftar Pustaka	80

DAFTAR GAMBAR

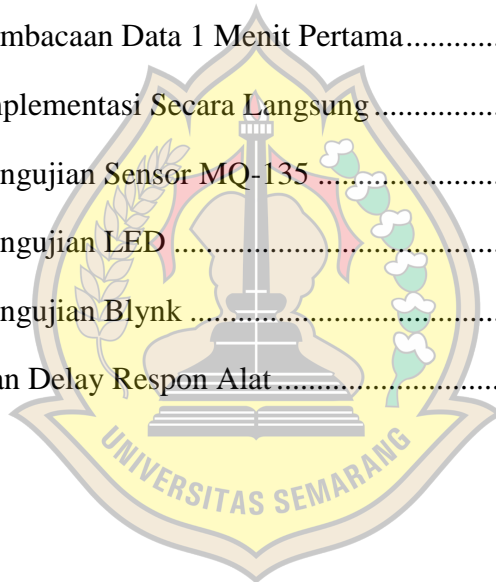
Gambar 1.1 Alur Metode IoT Design Methodology.....	18
Gambar 2.1 Contoh Penerapan IoT Smart Home	28
Gambar 2.2 Mapping Pin NodeMCU	30
Gambar 2.3 Sensor MQ-135	33
Gambar 2.4 Tampilan Arduino IDE	34
Gambar 2.5 Logo Blynk IoT	35
Gambar 3.1 Diagram Blok Perangkat Keras.....	41
Gambar 3.2 Mikrokontroler NodeMCU ESP8266	43
Gambar 3.3 Sensor MQ-135	44
Gambar 3.4 Rangkaian LED.....	44
Gambar 3.5 Keseluruhan Rangkaian	45
Gambar 3.6 Diagram Blok Perangkat Lunak.....	46
Gambar 3.7 Arduino IDE.....	47
Gambar 3.8 Pemilihan Widget Box	52
Gambar 3.9 Flowchart Desain Sistem.....	53
Gambar 3.10 Diagram Blok Sistem	55
Gambar 3.11 Skema Rangkaian.....	57
Gambar 3.12 Mockup Sistem Monitoring	61
Gambar 3.13 Tampilan Halaman Awal Web Dashboard	62
Gambar 3.14 Halaman Add New Device.....	63
Gambar 3.15 Halaman Pemilihan jaringan WiFi.....	64
Gambar 3.16 Dashboard awal Aplikasi Blynk IoT.....	64
Gambar 3.17 Tombol + Add Template.....	65
Gambar 3.18 & 3.19 Halaman Setting Interface pada Blynk IoT.....	65

Gambar 3.20 Setting Widget.....	66
Gambar 4.1 Dokumentasi Implementasi alat.....	67
Gambar 4.2 Dokumentasi Implementasi Alat.....	68
Gambar 4.3 Dokumentasi Penempatan Alat di Lokasi Basement	68
Gambar 4.4 Lokasi Penempatan Alat	69
Gambar 4.5 Cek koneksi Alat ke Smartphone.....	69
Gambar 4.6 Dashboard Project	70
Gambar 4.7 Hasil Output Data Blynk.....	71



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi NodeMCU	32
Tabel 2.2 Spesifikasi standar kerja Sensor MQ-135	33
Tabel 2.3 Simbol Standar Untuk Diagram Alir	37
Tabel 3.1 Penggunaan Pin Untuk MQ-135	58
Tabel 3.2 Penggunaan Pin Untuk LED	58
Tabel 3.3 Penggunaan Pin Pushbutton.....	58
Tabel 4.1 Hasil Pembacaan Data 1 Menit Pertama.....	72
Tabel 4.2 Hasil Implementasi Secara Langsung	74
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Sensor MQ-135	76
Tabel 4.4 Hasil Pengujian LED	76
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Blynk	76
Tabel 4.6 Pengujian Delay Respon Alat	77



USM

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Udara adalah salah satu faktor penting dalam kehidupan makhluk hidup yang berada di bumi ini, kualitas dari udara ini perlu menjadi perhatian utama terutama di kota-kota besar. Menurut Adli & Arifin (2019) kualitas udara di suatu daerah menjadi sebuah tolak ukur seberapa baik kesehatan dan kenyamanan dari suatu daerah (Adli & Arifin, 2019). Di era modern ini kualitas udara terutama di wilayah perkotaan mengalami perubahan yang signifikan ke arah yang semakin mengkhawatirkan akibat dari semakin banyaknya sumber polusi udara, salah satunya adalah pembuangan emisi gas kendaraan bermotor. Daerah perkotaan menjadi titik yang paling tinggi tingkat polusi emisi gas, karena tingginya mobilitas kendaraan bermotor pada masyarakat perkotaan.

Semakin tingginya mobilitas masyarakat dengan penggunaan kendaraan pribadi maka akan meningkatkan kadar polusi udara yang berakibat menurunnya kualitas udara dalam suatu daerah. Kota-kota besar biasanya memiliki banyak gedung dan bangunan besar untuk aktivitas masyarakat di kota, lingkungan yang padat penduduk ini mengakibatkan gedung dan bangunan besar ini kekurangan lahan kosong untuk dijadikan tempat parkir. Akibat dari hal itu gedung dan bangunan besar tersebut harus membuat tempat parkir *basement* agar kendaraan dapat tertampung dengan baik. Sebuah ventilasi menjadi hal yang sangat penting dalam lahan parkir *basement*, karena gas emisi dari hasil pembakaran kendaraan bermotor yang menumpuk dan terakumulasi dapat keluar dan tidak terperangkap dalam lahan parkir *basement*. Dalam pembuangan emisi gas kendaraan bermotor terkandung zat berbahaya bagi kesehatan salah satunya seperti karbon monoksida (CO) dan karbon dioksida (CO₂). Pada tahun 2020 lalu (Wahyudi, 2020) menuliskan dalam berita dari detik.com bahwa 3 orang meninggal dunia akibat kebocoran gas karbon monoksida (CO) dalam mobil yang masih menyala selama 1 jam. Sesuai dengan Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No.13 Tahun

2011 ambang batas kadar gas Karbon Monoksida (CO) dalam suatu ruangan adalah 25 ppm.

Dalam hal Polusi Udara Dalam Ruangan (PUDR) khususnya pada lahan parkir *basement* dimana banyak kendaraan bermotor dan kurangnya ventilasi diperlukan sebuah solusi untuk masalah ini, karena gas karbon monoksida memiliki sifat tidak berbau, tidak berasa dan tidak berwarna sehingga sangat sulit untuk dideteksi secara kasat mata (Sudarta et al., 2018). Maka diperlukan sebuah alat untuk monitoring kadar gas berbahaya seperti karbon monoksida dan karbon dioksida dalam lahan parkir *basement* untuk menghindari resiko adanya keracunan gas atau efek samping lain yang membahayakan kesehatan.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, dapat dirumuskan masalah penelitian bagaimana membuat sistem monitoring gas CO₂ dan CO pada lahan parkir *basement* berbasis *Internet of things* (IOT)

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penyusunan Tugas Akhir adalah sebagai berikut :

1. Rancangan alat ini digunakan untuk monitoring kadar CO dan CO₂ agar lebih efektif.
2. Mikrokontroler yang digunakan adalah NodeMCU ESP8266.
3. Penerapan sistem Andorid menggunakan Aplikasi Blynk.
4. Informasi yang diberikan adalah berupa dalam satuan ppm (*parts-per-million*)
5. Sensor yang digunakan adalah sensor gas MQ-135.
6. Lokasi yang digunakan sebagai tempat riset adalah *Basement* tempat parkir Pollux Paragon Mall.

1.4 Tujuan Tugas Akhir

Tujuan dari tugas akhir ini adalah untuk merancang dan membuat sistem monitoring gas berbahaya pada lahan parkir *basement* agar mempermudah dalam pemantauan kadar gas CO₂ dan CO untuk menghindari keracunan gas.

1.5 Manfaat Tugas Akhir

Manfaat dari tugas akhir ini adalah, diharapkan semoga bermanfaat bagi semua pihak dan memberi dampak positif bagi pihak terkait, adapun manfaat dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

Manfaat secara teori :

1. Bagi Penulis
 - a. Penulis dapat mengaplikasikan teori yang diperoleh saat perkuliahan
 - b. Menambah pengalaman lagi penulis untuk mendalami tentang IoT.
2. Bagi Pembaca
 - a. Dapat digunakan sebagai bahan acuan ketika penelitian lebih lanjut
 - b. Dapat digunakan pembaca sebagai referensi dan bahan acuan untuk melanjutkan penelitian ataupun pengembangan lebih lanjut.
3. Bagi Akademik

Sebagai bahan evaluasi dan referensi bagi pihak akademik, dapat digunakan sebagai studi banding dan literatur pada perpustakaan Universitas Semarang.

Manfaat secara praktek :

1. Bagi Penulis

Dapat menerapkan dan mengembangkan ilmu yang didapatkan semasa perkuliahan
2. Bagi Pengguna

Menambah wawasan, menambah ilmu pengetahuan dan memudahkan dalam menjalankan pekerjaan.

1.6 Metodologi Penelitian

1.6.1 Metode Pengumpulan Data

1. Observasi

Observasi merupakan pengamatan yang secara langsung secara terstruktur dan memerlukan hasil pencatatan sebagai hasilnya, dengan metode observasi ini akan dilakukan pengamatan terhadap cara kinerja sistem pengukuran gas CO² dan CO pada lahan parkir basement dengan menggunakan NodeMCU ESP8266 dan Blynk.

2. Studi Literatur

Pengumpulan data dengan cara membaca literatur, jurnal, paper dan sumber bacaan yang mendukung dengan topik penelitian ini. Khususnya jurnal yang membahas tentang sistem pengukuran gas menggunakan sensor MQ-135 dan dokumentasi pembuatan perangkat lunak.

1.6.2 Jenis Data

Dalam penelitian yang dilakukan, penulis mengumpulkan data – data dalam dua jenis yakni:

a. Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh langsung dari sumber yang diamati. Data ini diambil dari objek penelitian yang dilakukan oleh penulis dengan mengenakan alat pengukuran atau alat pengambilan data langsung pada subjek sebagai sumber informasi yang dicari.

b. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh secara tidak langsung dari objek penelitian dan didapat dari studi pustaka dan literatur yang digunakan sebagai penunjang data primer.

1.6.3 Metode Pengembangan Sistem

Dalam pengembangan sebuah sistem sebuah metode pengembangan diperlukan agar menghasilkan sistem yang handal dan sesuai dengan apa yang diharapkan. Dalam penulisan tugas akhir ini penulis menggunakan metode *IoT Design Methodology*. Metode ini terdiri dari 10 langkah, diawali dengan mengumpulkan kebutuhan dan tujuan dari pembuatan sistem IoT. Kemudian diakhiri dengan tahap pengembangangan dari aplikasi IoT. Dibawah ini adalah gambar 1.1 yang berisi penjelasan mengenai alur metode *IoT Design Methodology* yang digunakan oleh penulis dalam menyelesaikan tugas akhir.



Gambar 1.1 Alur Metode *IoT Design Methodology* (Bahga & Madiseti, 2014)

a) *Purpose And Requirements*

Tahapan awal dari perancangan alat dan penentuan tujuan dari pembuatan alat dengan cara melakukan penentuan alat yang nantinya akan digunakan mulai dari mikrokontroller dan sensor, kebutuhan manajemen dan juga survei lokasi tempat parkir *Basement Mall* yang dirasa memiliki kriteria yang sesuai untuk dilakukan pengujian dan menetapkan tujuan awal yakni untuk melakukan monitoring kondisi gas CO₂ dan CO pada tempat parkir *Basement Mall*.

b) *Process Model Specification*

Setelah melakukan tahap *Purpose And Requirements*, selanjutnya pada proses ini ditentukan bagaimana sebuah proses cara kerja akan dilakukan dalam bentuk *flowchart* yang digunakan untuk mendefinisikan kerja model alat yang nantinya akan digunakan.

c) *Domain Model Specification*

Pada tahap ini dilakukan penentuan model domain, model domain berisi mengenai konsep utama, *entity*, dan objek dalam *IoT* sistem yang akan di rangkai. Dalam model ini yang berperan sebagai *Physical entity environment* adalah lahan parkir *Basement Mall*, kemudian *IoT* sistem ini menyediakan sebuah informasi mengenai *Physical Entity* (menggunakan sensor).

d) *Information Model Specification*

Langkah selanjutnya yaitu dengan menentukan model informasi dari struktur keseluruhan sistem *IoT*. Untuk menentukan model informasi, pertama kita menentukan *Virtual Entity* yang sebelumnya telah ditentukan dalam tahap *Domain Model Specification*. Model Informasi akan menambah detail dari *Virtual Entity* dengan menambahkan relasi dan atribut.

e) ***Service Specification***

Pada langkah ke lima ini dilakukan pendefinisian layanan yang akan digunakan. Dalam *Service Specification* ini nantinya akan didefinisikan *service type*, *service inputs/outputs*, *service endpoints*, *service schedules*, *service precondition* dan *service effects*. Pada tahap sebelumnya telah telah diidentifikasi kondisi dan atributnya, untuk setiap kondisi dan atribut ditentukan sebuah *servic*, Pada *service* ini bisa berupa perubahan kondisi atau nilai atribut ataupun pengambilan nilai secara real time.

f) ***IoT Level Specification***

Langkah ke-enam ini berisi bagaimana mendefinisikan tingkatan dalam pembuatan sistem IoT. Dalam melakukan rilis sistem *IoT* terdapat lima tingkatan yang dapat digunakan.

g) ***Functional View Specification***

Langkah ini berisi tentang pendefinisian fungsi dari Sistem *IoT* yang dikelompokkan menjadi sebuah *Functional Group* (FG). Tiap-tiap *Functional Groups* terdapat fungsi untuk berkomunikasi maupun menyediakan sebuah informasi yang berhubungan dengan konsep dari Model Domain.

h) ***Operational View Specification***

Berikutnya langkah *Operational View Specification*, langkah ini mendefinisikan langkah opsi yang dimiliki sistem dalam operasi *IoT*. Opsi yang dimiliki disini berupa pilihan *service hosting*, penyimpanan, *application hosting*, dll. Disini penulis menggunakan Blynk IoT versi *Plus* dimana telah menyediakan hosting dan juga storage data.

i) ***Device Component Integration***

Pada langkah *Device Component Integration* ini mendefinisikan proses integrasi dari perangkat dan juga komponen dalam bentuk skematik ataupun bentuk sketsa.

j) *Applicaiton Development*

Pada langkah terakhir ini berisi tentang pengembangan aplikasi untuk sistem *IoT*. Pengembangan dapat berupa di sisi Internal sendiri ataupun dalam sistem klien, dapat berupa integrasi ataupun penambahan fungsi.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan ini terbagi menjadi beberapa bab dan subbab. Adapun sistematika penulisan ini adalah sebagai berikut :

BAB I

PENDAHULUAN

Dalam bab ini diuraikan latar belakang, tujuan dan manfaat Tugas Akhir, batasan masalah, metodologi penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi mengenai landasan teori yang berisi mengenai definisi-definisi dan teori-teori yang mendukung dalam proses penyusunan Tugas Akhir sebagai dasar dalam penulisan yang diambil dari berbagai sumber.

BAB III

PERENCANAAN DAN ANALISA PERANCANGAN SISTEM

Pada bab ini akan dibahas tentang perencanaan dan cara pembuatan sistem monitoring secara sistematis, detail dan menyeluruh.

BAB IV

IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN SISTEM

Bab ini membahas mengenai hal – hal yang berkaitan langsung dengan pembuatan sistem, pengujian

sistem, hasil implementasi dari sistem sekaligus rangkaian alat yang sudah selesai dibuat.

BAB V

PENUTUP

Pada bab ini berisi tentang kesimpulan serta saran dan hasil dari pembahasan pada bab – bab sebelumnya.



USM

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Sebelumnya

Penelitian sebelumnya didapatkan dari hasil studi literatur yang mempunyai kesamaan atau berhubungan dengan penelitian yang sedang dilakukan. Literatur sejenis yang didapatkan berupa jurnal, dan penulisan skripsi yang kemudian dipahami dan dibuat perbandingan sehingga penelitian ini dapat menjadi pelengkap atau penyempurnaan dari penelitian-penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya. Berikut adalah berbagai jurnal yang digunakan sebagai tinjauan studi :

1. Dalam jurnal yang ditulis oleh Hardian Setya Dharma Putra, Resmana Lim, dan Iwan Handoyo Putro (2019), dari program studi teknik elektro, Universitas Kristen Petra, Surabaya, Indonesia dengan judul Pemantauan Kualitas Udara Polutan Gas CO_2 dan CO Berbasis *IoT*. Dalam penelitian ini menggunakan sensor MQ-7 sebagai deteksi gas CO (Karbon monoksida), sensor MH-Z19 sebagai deteksi gas CO_2 (Karbon dioksida) dan aplikasi Blynk sebagai kontrol. Kesimpulan dari penelitian ini mendapatkan hasil pembacaan besaran gas CO dan CO_2 dari alat pemantauan polutan udara berbasis *IoT* ini memiliki tingkat kesalahan pembacaan gas CO sebesar 0% dan gas CO_2 sebesar 97% - 98%. Besar error pembacaan sensor gas CO_2 dikarenakan sensor untuk kalibrasi tidak memiliki spesifikasi yang sama dengan sensor yang digunakan.
2. Dalam jurnal yang ditulis oleh Fikri Faisal Adli dan Ajib Setyo Arifin (2019), dari program studi Teknik Elektro, Universitas Indonesia, Depok, Jawa Barat dengan judul Sistem Monitoring Gas CO pada Parkiran *Basement* Mall di Jakarta Menggunakan Metode *Real-Time* Berbasis *Internet Of Things* (*IoT*). Dalam

3. penelitian ini menggunakan mikrokontroler Arduino uno dan modul ESP8266 dan sensor MQ-7 sebagai sensor gas CO pada area parkir. Kemudian untuk kontrol monitoring menggunakan *ThingSpeak Cloud*. Kesimpulan dari sistem monitoring gas CO pada parkir basement ini dirasa sudah cukup baik untuk diaplikasikan secara nyata. Hal ini dikarenakan keunggulan dari segi ringkas alat dan penyimpanan data berbasis *cloud*. Namun alat ini memiliki bisa dikembangkan lebih baik dengan mengintegrasikan sistem dengan ventilasi yang ada pada fasilitas dalam *basement*.
4. Dalam skripsi yang ditulis oleh Sunu Dias Widhi Kurniadi (2018), dari program studi Teknik Informatika, Universitas Brawijaya, Malang, Jawa Timur dengan judul Sistem Monitoring Kadar Gas Berbahaya di Lingkungan Industri Menggunakan Protokol MQTT. Dalam penelitian ini menggunakan mikrokontroler Arduino dan sensor MQ-7 dan MQ-135 untuk mendeteksi intensitas perubahan kadar gas karbonmonoksida dan nitrogen oksida yang kemudian dikirimkan di *platform Thingsboard* untuk ditampilkan. Kesimpulan dari penelitian ini dari pengujian yang dilakukan yaitu sistem sangat bergantung pada kondisi koneksi internet yang baik karena modul wifi ESP8266 sensitif terhadap perubahan kecepatan koneksi internet sehingga dalam pengoperasiannya data sering loss atau hilang ketika koneksi sedang gangguan. Pengujian sistem hanya sebatas hembusan gas amonia dan metana yang terdapat pada korek api gas.
5. Dalam jurnal yang ditulis oleh Iyan Muhammad Farhan (2021), dari program studi Teknik Telekomunikasi, Institut Teknologi Telkom Purwokerto, Jawa Tengah dengan judul Larik Sensor Gas Berbasis *IoT* untuk Monitoring dan Kontrol Gas Berbahaya. Pada penelitian ini menggunakan mikrokontroler NodeMCU

ESP8266, sensor MQ-2 untuk deteksi gas metana, sensor MQ-6 untuk deteksi gas butana, dan sensor MQ-7 untuk deteksi gas karbon monoksida kemudian data dikirim ke *platform Thingspeak*. Kesimpulan dari penelitian ini berdasarkan hasil pengujian sensor MQ dengan menggunakan media menunjukkan bahwa semakin besar nilai tegangan keluaran rangkaian (VRL), maka nilai kadar gas (*ppm*) yang dihasilkan semakin besar. Hal ini menunjukkan hubungan antara VRL dengan kadar gas (*ppm*) berbanding lurus. Namun, berbeda hubungan VRL dengan R_s/R_o . Semakin besar nilai VRL, maka nilai R_s/R_o semakin kecil.

Dari beberapa judul penelitian diatas mengenai sistem monitoring gas dapat disimpulkan bahwa setiap judul memiliki karakteristik yang cukup sama dalam penggunaan sesnsor dan platform untuk monitoring. Sedangkan dalam penelitian ini menggunakan Blynk IoT v.2 dan juga lokasi praktek dalam lahan parkir Basement Mall di Kota Semarang.

2.2 Sistem

Menurut Sutabri (2012) definisi sistem dapat dibagi menjadi dua, yakni definisi yang menekankan prosedur dan menekankan pada elemen atau komponen. Definisi sistem yang menekankan pada prosedur membuat sistem sebagai suatu jaringan kerja dalam sebuah prosedur yang saling berkaitan, berkumpul bersama untuk melakukan suatu kegiatan ataupun untuk menyelesaikan tujuan tertentu. Kemudian pendekatan sistem yang menekankan elemen mendefinisikan sistem sebagai kumpulan komponen yang saling berhubungan dalam mencapai suatu tujuan yang telah ditentukan (Sutabri, 2012).

Menurut Tyoso (2016) sistem adalah kumpulan dari komponen yang tergabung dan membuat satu kesatuan. Sebuah organisasi dan sistem informasi merupakan sistem fisik dan sosial yang dibuat untuk sebuah tujuan yang telah ditentukan. Suatu sistem beroperasi dalam sebuah lingkup

yang sebelumnya telah dibatasi oleh batasan-batasan tertentu (*boundaries*) (Tyoso, 2016).

Berdasarkan pengertian diatas sistem adalah sebuah himpunan dari komponen yang saling berkaitan satu dengan yang lainnya, yang memiliki kegiatan untuk memenuhi suatu tujuan tertentu. Karakteristik dari sistem yaitu mempunyai komponen, batasan sistem, lingkungan luar sistem, penghubung, pemroses, keluaran sistem, sasaran dan tujuan.

2.3 Mall

Berdasarkan Rubenstein (1978) yang dikutip oleh (Muliarsa et al., 2021) Shopping Mall diartikan sebagai suatu area pergerakan (linear) pada suatu Area Pusat bisnis Kota (Central City Business Area) yang diorientasikan bagi pejalan kaki, berbentuk pedestrian dengan kombinasi plaza dan ruang – ruang interaksi (Rubenstein, 1978).

Berdasarkan Maitland (1987) yang dikutip oleh (Kosanti & Dwiyanto, 2018) mall merupakan pusat perbelanjaan yang berisikan satu dan beberapa department store bsesar sebagai daya tarik retail-retail kecil dan rumah makan dengan tipologi bangunan seperti toko yang menghadap ke koridor utama mall atau pedestrian yang merupakan unsur utama dari sebuah mall dengan fungsi sebagai sirkulasi dan sebagai ruang komunal bagi terselenggaranya interaksi antar pengunjung dan pedagang (Maitland, 1987).

Berdasarkan beberapa definisi diatas dapat diambil kesimpulan bahwa mall secara arsitektural adalah sebuah tempat rekreasi dan pusat perbelanjaan yang didalamnya terdapat berbagai macam kebutuhan manusia. Mulai dari pakaian hingga gadget, tidak hanya berupa pertokoan, mall juga menyediakan tempat rekreasi seperti bioskop dan tempat bermain anak, pada hari- hari tertentu mall akan mengadakan pameran untuk menarik pengunjung.

2.4 Basement

Menurut Febrian & Makarim (2019) *basement* adalah sebuah ruangan di bawah permukaan tanah yang terletak pada sebuah gedung atau rumah. Basement dibuat dengan tujuan untuk mengoptimalkan penggunaan lahan yang terbatas dan mahal, biasanya digunakan untuk ruang lahan parkir ataupun ruang utilitas pemeliharaan. Bangunan besar seperti Mall biasanya memanfaatkan *basement* untuk dijadikan sebuah lahan parkir (Febrian & Makarim, 2019).

2.5 Internet Of Things

Internet of Things atau dikenal juga dengan singkatan IoT, merupakan sebuah konsep yang memiliki tujuan untuk memperlebar manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus menerus. Semakin berkembangnya Infrastruktur teknologi internet, semakin berkembang pula sistem komputerisasi yang ada, dimana tidak hanya *smartphone* atau komputer yang dapat terkoneksi dengan internet, tetapi berbagai macam benda elektronik dalam kehidupan sehari-hari misalnya mobil, mesin, perabot rumah, saklar lampu dan benda apa saja yang dapat tersambung ke jaringan lokal dan global menggunakan sensor atau actuator yang tertanam. (Mehta, 2015).

Konsep dasar dari *Internet of Things* adalah bagaimana setiap objek atau benda dalam kehidupan sehari-hari dapat terhubung ke jaringan internet. Dimana objek atau benda tersebut dapat mengirimkan data ke internet dan dapat diakses dari mana dan kapan saja. Hal ini juga memungkinkan objek atau benda tersebut untuk bisa berinteraksi dengan benda-benda lainnya. Salah satu konsep IoT yang populer adalah konsep *Smart Home*, dengan konsep ini segala jenis kontrol peralatan rumah bisa dilakukan dan di monitoring. Mulai dari kendali pintu, lampu, Air Conditioner (AC), CCTV, WiFi, dan banyak komponen lain yang dapat digunakan.



Gambar 2.1 Contoh Penerapan IoT Smart Home (Yudhanto & Azis, 2019)

2.6 Mikrokontroller

Mikrokontroler adalah sebuah sistem komputer fungsional dalam sebuah chip. Didalamnya terdapat sebuah inti prosesor, memori (RAM dalam jumlah kecil, memori program, atau keduanya), dan perlengkapan input-output. Seperti umumnya komputer, mikrokontroler adalah alat yang mengerjakan intruksi-intruksi yang diberikan kepadanya.

Mikrokontroler merupakan chip mikrokomputer yang secara fisik berupa sebuah IC (*Integrated Circuit*) yang bekerja berdasarkan program yang ditanamkan didalamnya. Mikrokontroler biasanya digunakan dalam sistem dalam skala kecil, murah dan tidak membutuhkan perhitungan yang kompleks (Dharmawan, 2017).

Menurut Syahwil (2013) Mikrokontroler merupakan sebuah alat elektronika digital yang memiliki masukan dan keluaran serta kendali dengan program yang bisa ditulis dan dihapus dengan cara khusus, cara kerja mikrokontroler adalah dengan membaca dan menulis data (Syahwil, 2013).

2.7 NodeMCU

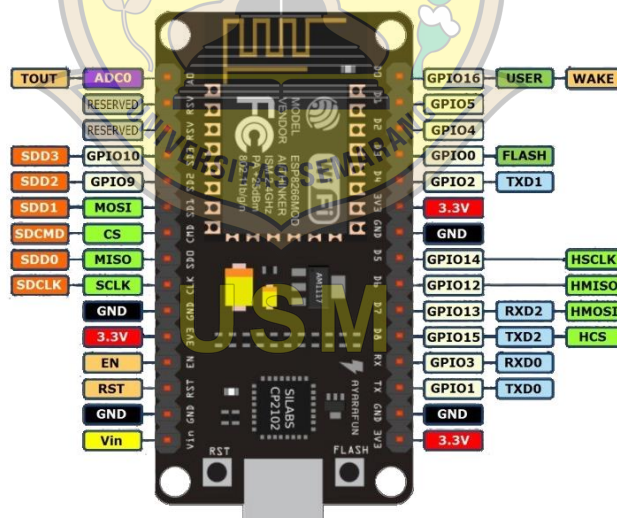
NodeMCU adalah sebuah platform IoT yang terdiri dari perangkat keras berupa System On Chip yang bersifat opensource yang dibuat dan dikembangkan oleh Espressif System. Menurut (Deris, 2019) Modul NodeMCU merupakan firmware interaktif berbasis LUA Espressif Wifi SOC, NodeMCU ini dilengkapi dengan GPIO, ADC, UART, dan PWN. Pada mikrokontroller ini sudah tersedia modul WiFi sehingga sangat mendukung untuk membuat sistem aplikasi berbasis Internet of Things. Mikrokontroller ini pertama kali rilis pada 30 Desember 2013, dengan seri ESP8266 dengan Espressif System sebagai pembuat. NodeMCU ESP8266 berupa System on Chip (SoC) WiFi yang terintegrasi dengan prosesor Tensilica Xtensa LX106. Hal yang menjadikan NodeMCU berbeda dari yang lainnya adalah ukuran boardnya yang tergolong sangat kecil yakni lebar 25.6 x 48.8 mm dan dengan berat sekitar 7 gram. Walaupun terlihat bentuknya kecil, mikrokontroller ini mempunyai modul wifi dan untuk firmwarena bersifat *opensource* sehingga mudah untuk dilakukan pengembangan. Jika dibandingkan dengan mikrokontroller sejenis semisal Arduino Uno, Nodemcu memiliki keuntungan dari segi harga yang jauh lebih murah dan juga dari fitur modul WiFi yang tidak dimiliki oleh Arduino Uno. Arduino Uno adalah salah satu jenis mikrokontroller yang memiliki bahasa pemrograman C++ sama seperti NodeMcu dan juga memiliki banyak pengguna. Untuk dapat menggunakan wifi, Arduino memerlukan modul tambahan berupa wifi *shield*, selain karena memiliki bahasa pemrograman yang sama menjadikan NodeMcu salah satu mikrokontroller yang mendapatkan hak khusus dari Arduino untuk menggunakan aplikasi Arduino IDE dengan menyediakan *board* dan juga *library* untuk mikrokontroller ini.

NodeMCU ESP8266 merupakan modul turunan pengembangan dari modul platform IoT (*Internet of Things*) keluarga ESP8266 tipe ESP-12. Secara fungsi modul ini hampir menyerupai dengan platform modul

arduino, tetapi yang membedakan yaitu dikhususkan untuk “Connected to Internet” (Dewi et al., 2019).



Gambar 2.1 NodeMCU ESP8266 ¹



Gambar 2.2 Mapping Pin NodeMCU ²

^d <https://create.arduino.cc/projecthub/electropeak/getting-started-w-nodemcu-esp8266-on-arduino-ide-28184f>

² http://reslab.sk.fti.unand.ac.id/index.php?option=com_k2&view=item&id=246:nodemcu&Itemid=34

NodeMCU ESP8266 memiliki total pin sejumlah 30 pin yang memiliki fungsi bermacam-macam, berikut adalah kegunaan dari tiap pin :

1. Power Pin

Terdapat 4 sumber power output, satu buah pin VIN dan tiga buah pin 3.3V pin VIN dapat digunakan secara langsung sebagai *power supply* untuk board NodeMCU, Kemudian pin 3.3V dapat digunakan untuk mensuplai power komponen tambahan dari NodeMCU. Selain penggunaan pin terdapat juga port USB yang dapat digunakan untuk *power supply* langsung ke board dan juga pengiriman sketch dari kode editor (Arduino IDE).

2. GND Pin

Pin yang digunakan untuk sambungan ke *Ground* dari board NodeMCU, terdapat 4 buah pin GND.

3. GPIO Pin

Terdapat 17 pin GPIO yang dapat digunakan untuk berbagai fungsi yang berbeda I2C, I2S, PWM, IR Remote, LED dan tombol yang terprogram. Pin ini dapat digunakan sebagai input dan output.

4. Control Pin

Pin yang digunakan untuk mengontrol NodeMCU, pin ini terdiri dari pin EN, pin RST yang dapat digunakan untuk restart NodeMCU.

5. Pin SPI

Komponen yang terhubung dengan pin SPI akan bersifat Full Duplex, yakni adanya hubungan *Master* dan *Slave*. Dengan pin ini dapat digunakan untuk sinkronisasi deteksi bit pada receiver.

6. Pin Analog

Tidak seperti Arduino, NodeMCU hanya memiliki 1 buah pin analog yang dapat digunakan untuk pembacaan data secara analog, misalnya pembacaan sensor.

7. Pin SDIO

NodeMCU ESP8266 memiliki fitur *Secure Digital/Input Interface* yang dapat digunakan secara langsung untuk interfacing SD Card.

Spesifikasi NodeMCU adalah sebagai berikut :

Tabel 2.1 Spesifikasi NodeMCU (Yanti, 2020)

Spesifikasi	NodeMCU
Mikrokontroler	Tensilica 32-bit RISC CPU Xtensa LX106
Tegangan Operasi	3.3 V
Tegangan Masukin	7 – 12 V
Pin Digital I/O	16
Pin Analog Input (ADC)	1
AURTs	2
SPIs	1
I2Cs	1
Flash Memory	4 MB
SRAM	64 KB
Clock Speed	80 MHz
PCB Antenna	1

2.8 Sensor MQ-135

Sensor MQ-135 adalah sensor yang mempunyai kemampuan untuk mendeteksi banyak gas, seperti gas CO, CO₂, NH₄, Acetone, Toulene dan Ethanol. Sensor ini bekerja dengan cara menerima perubahan nilai resistansi (pin 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 resistansi dari MQ-135 yang berbeda-beda untuk berbagai konsentrasi gas (Rosa et al., 2020). Nilai resistansi dari MQ-135 berbeda untuk berbagai jenis dan berbagai konsentrasi gas. Maka dari itu kalibrasi sangat diperlukan untuk perhitungan agar dapat dilakukan penyesuaian sensitivitas. Sebelum

dilakukan perhitungan proses *pre-heat* selama 24 jam harus dilakukan karena nantinya akan mempengaruhi sensitivitas (Huanwei Electronics, 2014).



Gambar 2.3 Sensor MQ-135³

Tabel 2.2 Spesifikasi standar kerja Sensor MQ-135 (Huanwei Electronics, 2014)

Parameter	Kondisi Teknis	Keterangan
<i>Circuit Voltage</i>	5V±0,1	AC atau DC
<i>Heating Voltage</i>	5V±0,1	AC atau DC
<i>Load Resistance</i>	Bisa menyesuaikan	
<i>Heater Resistance</i>	33 Ω ± 5%	Suhu Ruangan
<i>Heating Consumption</i>	Kurang dari 800mw	

2.9 Arduino IDE

IDE adalah kepanjangan dari “Integrated Development Environment” adalah sebuah software resmi bersifat *opensource* yang dikeluarkan oleh Arduino.cc, dengan kegunaan utama sebagai *text editor*,

³ <https://www.circuits-diy.com/gas-sensor-for-air-quality-mq-135/>

compiling, dan *upload* kode ke dalam modul mikrokontroler (Fezari & Dahoud, 2018).

Aplikasi ini dibuat dengan program khusus agar dapat digunakan untuk membuat suatu rancangan sketsa program untuk mikrokontroler. Aplikasi ini mencakup hampir seluruh modul Arduino seperti Arduino Uno, Arduino Mega, Arduino Micro dan banyak lainnya. Antarmuka dari aplikasi ini terdiri dari dua halaman dasar, yakni *Editor* dan *Compiler* yang digunakan untuk menuliskan kode yang nantinya akan disusun dan di unggah kedalam modul Arduino. Aplikasi ini mendukung untuk bahasa C dan juga C++, berikut adalah tampilan Arduino IDE :



Gambar 2.4 Tampilan Arduino IDE ⁴

⁴ Hasil Penelitian

2.10 Blynk IOT

Blynk adalah sebuah software dari sistem operasi Android ataupun Ios dan application programming interface (API) untuk sistem IoT yang memungkinkan pengguna untuk melakukan kendali terhadap mikrokontroller Arduino, Raspberry Pi, ESP8266 dan perangkat sejenis lainnya. Aplikasi ini sesuai namanya (sebelumnya Blynk (Legacy)) secara khusus didesain untuk mengerjakan pekerjaan IoT (Internet of Things). Aplikasi ini digunakan untuk melakukan kendali pada mikrokontroller dari jarak jauh untuk menampilkan data, menyimpan data dan berbagai pekerjaan lainnya.



Gambar 2.5 Logo Blynk IoT⁵

Cara kerja Blynk adalah pengguna akan mengoperasikan hardware melalui aplikasi Blynk. Aplikasi ini kemudian akan mengirimkan data berupa perintah yang sudah dituliskan sebelumnya melalui *Blynk Libraries*. Selanjut komunikasi akan diteruskan dengan bantuan koneksi internet melalui WiFi hingga sampai dan dikerjakan oleh hardware. Aplikasi Blynk

⁵ <https://blynk.io/>

menyediakan token yang berfungsi sebagai keamanan dan integrasi antara Blynk dengan mikrokontroller (Fitriyah et al., 2020).

Pada blynk versi terbaru yakni Blynk IoT terdapat dua macam dashboard yakni untuk mobile dan juga web. Dalam dashboard web memiliki fitur yang mirip dengan mobile, dimana tersedia 80 buah widget yang dapat digunakan seperti widget switch, slider, LCD, label dan lainnya. Dalam penggunaan aplikasi mobile blynk IoT tidak dapat terlepas dari dashboard website blynk, dikarenakan pembuatan datastream hanya bisa dilakukan dalam dashboard website.

2.11 Flowchart

Flowchart adalah bentuk penyajian grafis yang menggambarkan solusi langkah demi langkah terhadap suatu permasalahan. Flowchart tidak hanya dipakai untuk menggambarkan operasi yang sederhana tetapi juga dapat digunakan untuk menangani persoalan yang kompleks.

Dibanding dengan pseudocode, Flowchart mempunyai kelebihan antara lain :

- a. Merupakan metode komunikasi yang handal, hanya menggunakan sedikit simbol yang mudah dipahami oleh siapa saja.
- b. Bentuknya mencerminkan keadaan yang sesungguhnya, misalkan secara bisual dapat menggambarkan pengulangan atau pencabangan.
- c. Kesalahan-kesalahan dapat terdeteksi secara visual.

2.11.1 Jenis Flowchart

Menurut Abdul Khadir (2013), *Flowchart* dapat dikelompokkan ke dalam dua kategori :

- a. *System Flowchart* (Diagram alir sistem) bisa digunakan oleh analis sistem untuk menggambarkan aliran data atau





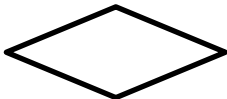
struktur file dalam suatu sistem.

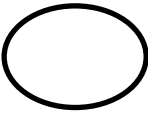
- b. Program *Flowchart* adalah *flowchart* yang bisa dipakai oleh pemrogram untuk menjelaskan langkah-langkah di dalam suatu tugas.

2.11.2 Simbol Flowchart

Menurut Abdul Khadir, *Flowchart* menggunakan simbol – simbol standar. Itulah sebabnya, *flowchart* sangat mudah dipahami. Adapun Simbol *Flowchart* sebagai berikut :

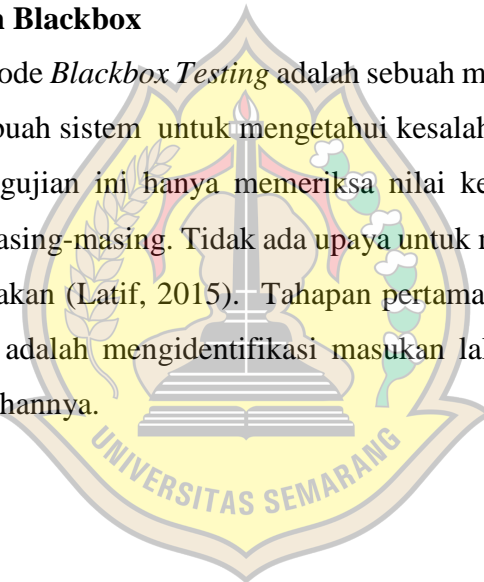
Tabel 2.3 Simbol Standar Untuk Diagram Alir

Simbol	Keterangan
Terminator 	Menyatakan titik awal atau akhir diagram alir
Proses 	Menyatakan sebuah proses, misalnya untuk menyatakan suatu operasi aritmatika
Proses terdefinisi 	Menyatakan prosedur lain yang telah digunakan
Input atau Output 	Menyatakan operasi pemasukan data atau penampilan data
Keputusan 	Digunakan untuk melakukan pengambilan keputusan. Dalam hal ini yang ada dalam simbol ini berupa

	suatau pertanyaan untuk sebuah kemungkinan yaitu YA atau TIDAK
Konektor 	Digunakan untuk menghubungkan ke berbagai bagian dalam diagram alir

2.12 Pengujian Blackbox

Metode *Blackbox Testing* adalah sebuah metode yang dipakai untuk menguji sebuah sistem untuk mengetahui kesalahan dari sistem yang telah dibuat. Pengujian ini hanya memeriksa nilai keluaran berdasarkan nilai masukan masing-masing. Tidak ada upaya untuk mengetahui kode program yang digunakan (Latif, 2015). Tahapan pertama dari pengujian *Blackbox Testing* ini adalah mengidentifikasi masukan lalu diuji agar mengetahui letak kesalahannya.



USM

BAB III

PERENCANAAN DAN ANALISA PERANCANGAN SISTEM

3.1 Tahap Perencanaan

Tahap Perencanaan adalah proses awal dari perancangan alat yang akan dirangkai, untuk lebih mengetahui kebutuhan komponen yang nantinya akan dibuat dan juga melakukan analisa terhadap desain alat yang nantinya akan dihasilkan. Proses ini dilakukan agar pembuatan alat dapat berjalan secara efisien dan minim kendala sehingga alat bisa berjalan dengan maksimal dan sesuai yang dikehendaki.

Dalam membangun sistem deteksi gas CO₂ dan CO diperlukan kebutuhan sistem, perangkat keras sebagai pengontrol dan perangkat lunak untuk visualisasi berupa monitoring.

3.1.1 Kebutuhan Sistem

Pembuatan sistem monitoring gas CO₂ dan CO pada lahan parkir basement mall akan di buat dengan menentukan beberapa kebutuhan sistem agar kebutuhan terpenuhi sehingga hasil sesuai dengan yang diharapkan. Berikut adalah beberapa kebutuhan sistem yang diperlukan dalam pembuatan sistem monitoring gas CO₂ dan CO pada lahan parkir basement mall yang sedang dirancang.

a. Analisis Kebutuhan

Kebutuhan pengguna dalam hal ini terdapat satu aktor yaitu user itu sendiri, dimana user dapat melakukan monitoring kadar gas CO₂ dan CO dalam satuan ppm. Untuk itu akan disediakan beberapa bentuk tampilan dalam Blynk nantinya agar mudah dipahami.

b. Analisis Pengembangan Sistem

Tahap ini dibuat sebuah rancangan desain Interface menggunakan aplikasi Blynk IoT sesuai

dengan kebutuhan sistem. Desain tampilan akan dibuat beberapa bentuk jenis monitoring agar lebih mudah memahami dalam pembacaan. Data kadar gas CO₂ dan CO disajikan dalam satuan ppm (*parts-per-million*).

3.2 Kebutuhan Perangkat Keras

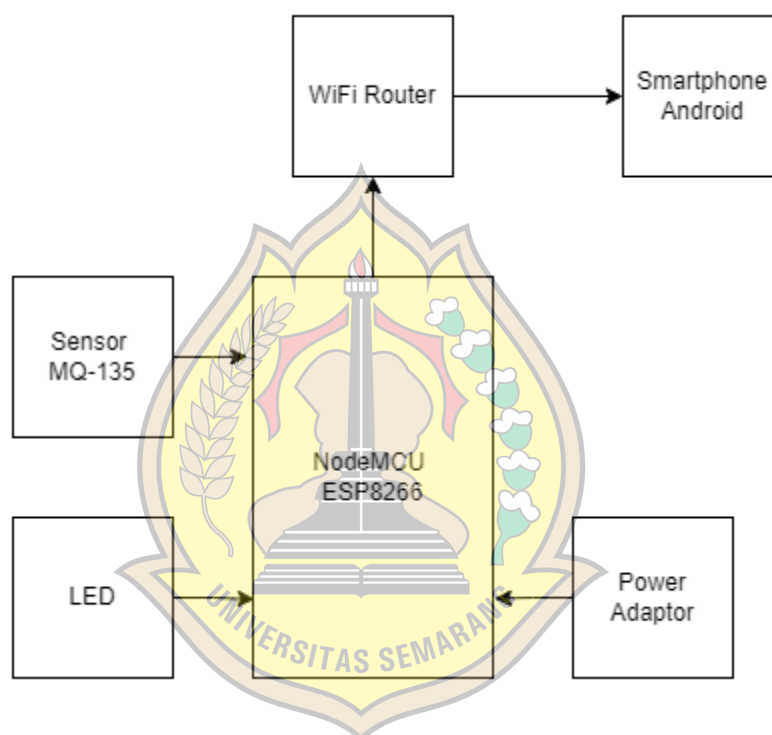
Kebutuhan perangkat keras atau Hardware yang digunakan sebagai pengontrol adalah smartphone android dan mikrokontroller sebagai penerima dan pengolah data. Smartphone yang digunakan menggunakan sistem operasi Android 11 dan NodeMCU ESP8266.

Selain perangkat keras diatas terdapat komponen mikrokontroller dan komponen penunjangn agar sistem ini dapat dibuat dengan baik. Adapun komponen perangkat keras dan modul yang digunakan dalam pembuatan alat ini yaitu :

1. Modul
 - a. NodeMCU ESP8266
 - b. Sensor MQ-135
 - c. LED
2. Komponen tambahan
 - a. Kabel Jumper
3. Komponen Penunjang
 - a. Komputer/Laptop
 - b. Smartphone Android
 - c. USB Charger
 - d. Router Wifi
 - e. Power Adaptor

3.2.2 Blok Diagram Perangkat Keras

Dengan diagram blok dapat diketahui perencanaan alat dimana didalamnya terkandung hal pokok dalam pembuatan sebuah sistem. Dibawah ini adalah rancangan dari blok diagram perangkat keras dalam sistem monitoring gas :



Gambar 3.1 Diagram Blok Perangkat Keras

Berikut penjelasan dari diagram blok diatas berdasarkan fungsi dari setiap komponennya :

1. NodeMCU ESP8266 merupakan mikrokontroller yang digunakan sebagai pengendali utama dalam proses input, output dan komunikasi yang dikirim melalui internet untuk keseluruhan sistem.
2. Sensor MQ-135 adalah sensor yang digunakan untuk melakukan pembacaan data kadar gas dalam satuan ppm.
3. LED adalah indikator apabila gas yang dideteksi mencapai suatu kondisi tertentu.

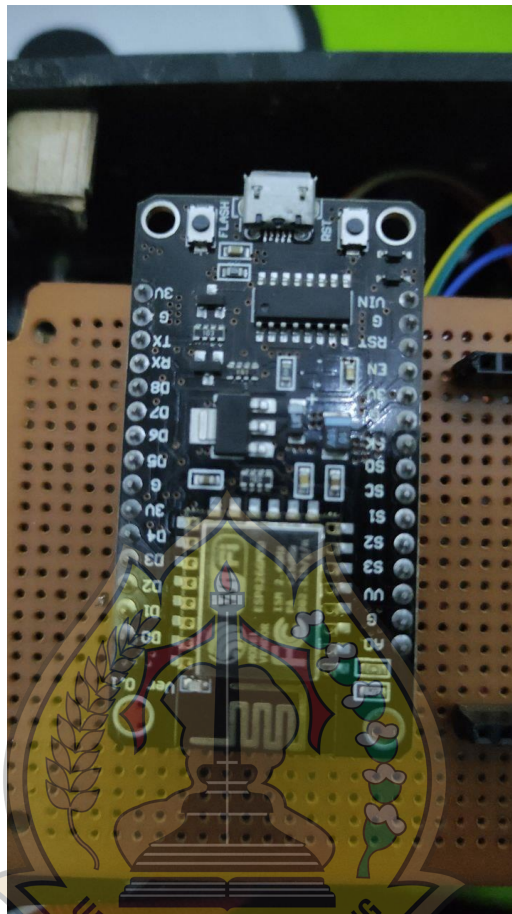
4. Power Adaptor sebagai suplai utama daya listrik ke perangkat mikrokontroller.
5. WiFi Router adalah komponen tambahan sebagai media perantara penghubung dengan jaringan internet antara alat dan Smartphone.
6. Smartphone Android digunakan untuk tampilan monitoring lewat aplikasi Blynk IoT yang sebelumnya sudah terhubung dengan jaringan Internet.

3.2.3 Perakitan Perangkat Keras

Pada tahap ini perakitan perangkat keras terdiri dari NodeMCU ESP8266, Sensor MQ-135 dan lampu LED yang digunakan sebagai indikator. Dari beberapa rangkaian modul diatas akan dirangkai menjadi satu membentuk sebuah alat yang dapat digunakan untuk monitoring secara maksimal.

3.2.4 Board NodeMCU ESP8266

Board Mikrokontroller yang digunakan dalam pembuatan sistem ini adalah NodeMCU ESP8266 yang digunakan untuk proses pembacaan data sensor dan proses pengiriman data kedalam aplikasi Blynk IoT. Board NodeMCU ESP8266 memiliki modul *WiFi* yang sudah terpasang dalam papan sirkuit yang bisa langsung dihubungkan dengan koneksi *WiFi*. Pada implementasi ini digunakan *Female Header* untuk pemasangan NodeMCU ESP8266 kedalam PCB berlubang.



Gambar 3.2 Mikrokontroler NodeMCU ESP8266

3.2.5 Sensor MQ-135

Sensor yang digunakan untuk pembacaan kadar gas karbon dioksida (CO₂) dan karbon monoksida (CO) adalah sensor MQ-135. Sensor ini mampu mendeteksi kedua jenis gas tersebut dengan cukup baik. Dalam penggunaan sensor ini disarankan dalam *datasheet* untuk dilakukan proses *heat-up* selama 24 jam agar sensor bisa berjalan dengan maksimal.



Gambar 3.3 Sensor MQ-135

3.2.6 Rangkaian LED

Pada pembuatan alat ini LED berfungsi sebagai indikator apabila kadar gas mencapai kondisi tertentu, digunakan 3 buah warna LED yang berbeda.

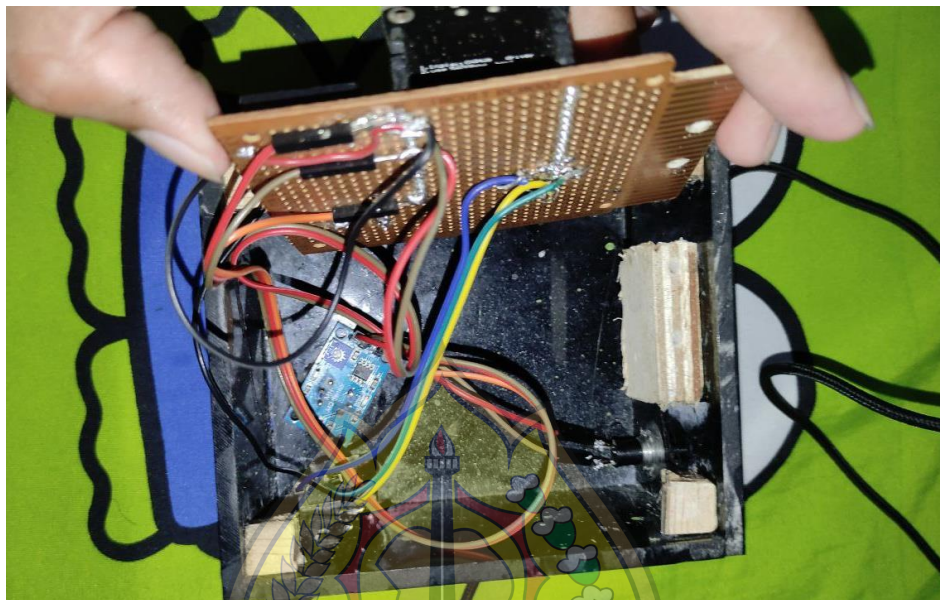


Gambar 3.4 Rangkaian LED

3.2.7 Keseluruhan Rangkaian

Dari beberapa modul diatas selanjutnya akan dirangkai menjadi satu membentuk suatu sistem yang saling terintegrasi. Disini menambahkan *female header* untuk *handler* NodeMCU ESP8266 kedalam sebuah PCB Berlubang dan pengkabelan

menggunakan kabel Jumper kemudian untuk wadah terbuat dari kaca akrilik.



Gambar 3.5 Keseluruhan Rangkaian

3.3 Kebutuhan Perangkat Lunak

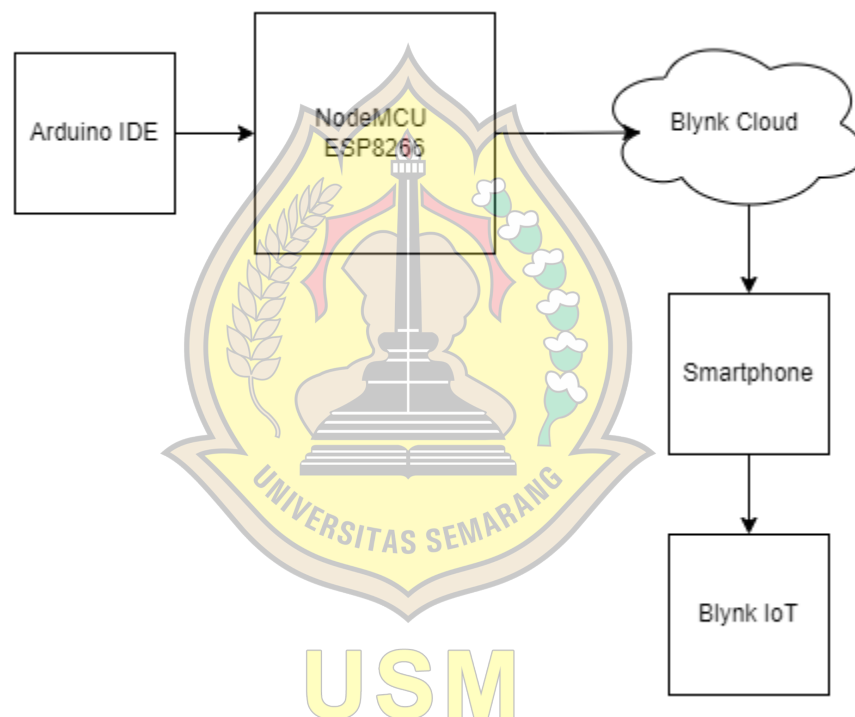
Perangkat lunak yang digunakan dalam sistem ini adalah aplikasi Blynk, aplikasi Blynk digunakan untuk komunikasi antara mikrokontroler dan pengguna.

Kemudian perangkat lunak untuk membuat program yang nantinya di upload ke dalam NodeMCU esp8266 adalah menggunakan Arduino IDE, hasil program dari Arduino IDE ini biasanya diebut dengan *Sketch*. Nantinya Sketch ini akan di upload ke dalam IC EEPROM yang terdapat dalam NodeMCU esp8266. Intruksi yang diterima dari modul chip dalam NodeMCU esp8266 lewat sensor MQ-135 ini nantinya akan dimonitoring dalam aplikasi Blynk. Adapun perangkat lunak yang digunakan dalam pembuatan alat ini yaitu :

1. Arduino IDE
2. Aplikasi Blynk IoT

3.3.2 Blok Diagram Perangkat Lunak

Dengan diagram blok dapat diketahui perencanaan software yang digunakan dimana didalamnya terkandung hal pokok dalam pembuatan sebuah sistem. Dibawah ini adalah rancangan dari blok diagram perangkat lunak dalam sistem monitoring gas :



Gambar 3.6 Diagram Blok Perangkat Lunak

Berikut penjelasan dari diagram blok diatas berdasarkan fungsi dari setiap komponennya :

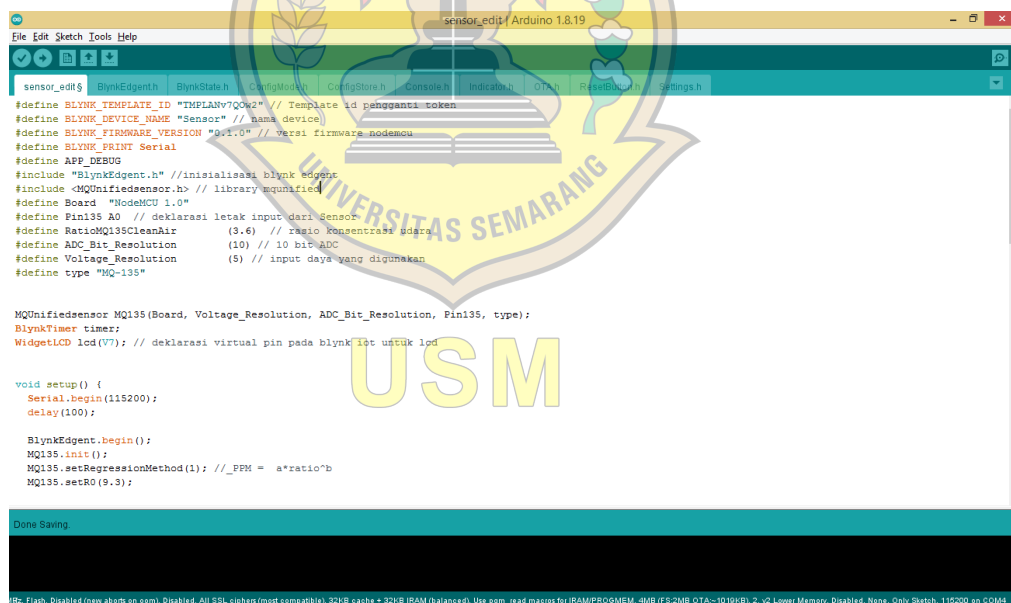
1. Arduino IDE digunakan untuk kode editor dan upload kode ke NodeMCU ESP8266. Versi Arduino yang digunakan adalah Arduino IDE 1.8.19.
2. Blynk Cloud disini adalah sebagai penyimpanan cloud dan penerima data berupa raw data dari pembacaan

sensor MQ-135 yang dikirim oleh NodeMCU.

3. Blynk IoT adalah aplikasi mobile yang digunakan untuk monitoring kadar gas dalam satuan ppm.

3.3.3 Arduino IDE (Integrated Development Environment)

Dalam pembuatan suatu sistem dengan perangkat mikrokontroler berupa Arduino, ataupun NodeMCU diperlukan suatu aplikasi untuk penulisan kode dan juga upload kode kedalam board, Arduino IDE adalah aplikasi yang digunakan oleh penulis untuk pembuatan sistem ini. Kode yang telah ditulis bertujuan untuk memberikan perintah pembacaan pada kadar jenis gas tertentu dan menampilkannya aplikasi Blynk IoT agar dapat terbaca. Berikut adalah gambar yang berisikan coding yang akan di uplado kedalam mikrokontroler NodeMCU ESP8266 :



```

sensor_edit$ BlynkEdgent.h BlynkStats.h ConfModem.h ConfStore.h Console.h Indicators.h OTA.h ResetButton.h Settings.h
# define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPLANv7Q0w2" // Template id pengganti token
# define BLYNK_DEVICE_NAME "Sensor" // nama device
# define BLYNK_FIRMWARE_VERSION "0.1.0" // versi firmware nodeMCU
# define BLYNK_PRINT Serial
# define APP_DEBUG
# include "BlynkEdgent.h" //inisialisasi blynk edgent
# include <MQUnifiedSensor.h> // library mqunified
# define Board "NodeMCU 1.0"
# define Pin135 A0 // deklarasi letak input dari sensor
# define RatioMQ135CleanAir (3.6) // rasio konsentrasi udara
# define ADC_Bit_Resolution (10) // 10 bit ADC
# define Voltage_Resolution (5) // input daya yang digunakan
# define type "MQ-135"

MQUnifiedSensor MQ135(Board, Voltage_Resolution, ADC_Bit_Resolution, Pin135, type);
BlynkTimer timer;
WidgetLCD lcd(7); // deklarasi virtual pin pada blynk iot untuk lcd

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  delay(100);

  BlynkEdgent.begin();
  MQ135.init();
  MQ135.setRegressionMethod(1); // _FW = a*ratio^b
  MQ135.setR(9.3);
}

```

Gambar 3.7 Arduino IDE

```

# define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPLANv7Q0w2"

# define BLYNK_DEVICE_NAME "Sensor"

# define BLYNK_FIRMWARE_VERSION "0.1.0"

# define BLYNK_PRINT Serial

```



```

#define APP_DEBUG
#include "BlynkEdgent.h"
#include <MQUnifiedsensor.h>
#define Board "NodeMCU 1.0"
#define Pin135 A0
#define RatioMQ135CleanAir      (3.6)
#define ADC_Bit_Resolution      (10)
#define Voltage_Resolution      (5)
#define type "MQ-135"
const int berbahaya = 25;
const int waspada = 15;
MQUnifiedsensor MQ135(Board, Voltage_Resolution,
ADC_Bit_Resolution, Pin135, type);
BlynkTimer timer;
WidgetLCD lcd(V7);
void setup() {
pinMode(D0, OUTPUT); //hijau
pinMode(D1, OUTPUT); //KUNING
pinMode(D2, OUTPUT); //merah
Serial.begin(115200);
delay(100);
BlynkEdgent.begin();
MQ135.init();
MQ135.setRegressionMethod(1);
MQ135.setR0(9.3);

/* Serial.print("Pembacaan R0...");

```

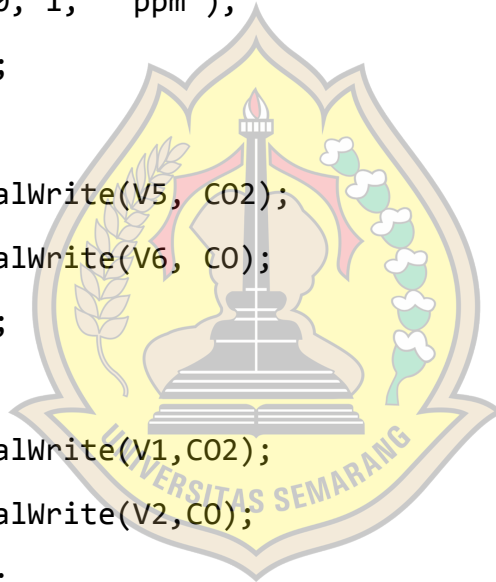
```

float MQ135calcR0 = 0;
for (int i = 1; i <= 10; i ++)
{
  MQ135.update();
  MQ135calcR0 += MQ135.calibrate(RatioMQ135CleanAir);
  Serial.print(".");
}
MQ135.setR0(MQ135calcR0 / 10);
Serial.println(" Selesai!");
Serial.print("(MQ135):");
Serial.print(MQ135calcR0 / 10); Serial.print(" | ");*/
}
void loop() {
  BlynkEdgent.run();
  MQ135.update();
  MQ135.setA(110.47); MQ135.setB(-2.862); //CO2
float CO2 = MQ135.readSensor();
  MQ135.setA(605.18); MQ135.setB(-3.937); //CO
float CO = MQ135.readSensor();

  delay(1000);
  Serial.print("CO2 : "); Serial.println(CO2);
  Serial.print("CO : "); Serial.println(CO);
  Serial.println("-----");
  Serial.println("-----");
  delay(500);

```

```
lcd.print(0, 0, "CO2 :");  
lcd.print(5, 0, CO2);  
lcd.print(10, 0, " ppm");  
delay(5000);  
  
lcd.print(0, 1, "CO :");  
lcd.print(5, 1, CO);  
lcd.print(10, 1, " ppm");  
delay(5000);  
  
Blynk.virtualWrite(V5, CO2);  
Blynk.virtualWrite(V6, CO);  
delay(5000);  
  
Blynk.virtualWrite(V1,CO2);  
Blynk.virtualWrite(V2,CO);  
delay(5000);  
if (CO >= berbahaya) {  
    digitalWrite(D0, LOW);  
    digitalWrite(D1, LOW);  
    digitalWrite(D2, HIGH);  
    Serial.println(" Kadar melebihi 25 ppm.");  
}  
else if (CO >= waspada) {  
    digitalWrite(D0, LOW);  
    digitalWrite(D1, HIGH);  
    digitalWrite(D2, LOW);
```

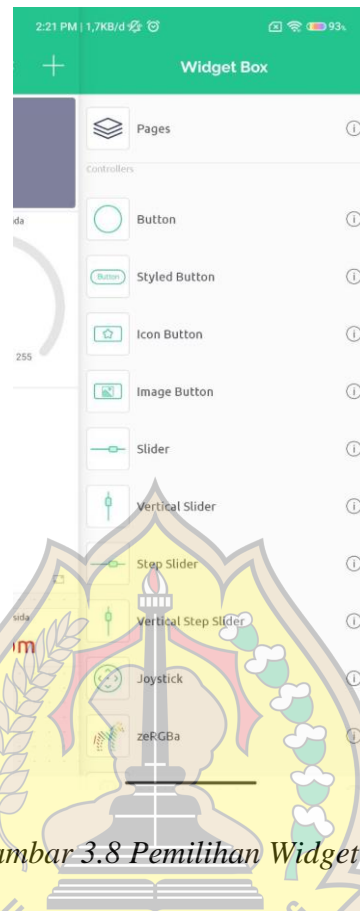


USM

```
Serial.println(" status waspada mendekati 25 ppm.");  
}  
else {  
digitalWrite(D0, HIGH);  
digitalWrite(D1, LOW);  
digitalWrite(D2, LOW);  
Serial.println(" Kadar gas dalam batas normal");  
}  
delay(10);  
}
```

3.3.4 Aplikasi Blynk IoT

Blynk IoT adalah aplikasi smartphone yang dapat digunakan untuk membuat tampilan, perintah, dan dashboard tampilan data yang diperoleh dari NodeMCU. Langkah awal untuk menggunakan aplikasi Blynk ini adalah dengan cara registrasi yang dapat dilakukan melalui Email kemudian melakukan verifikasi untuk mengaktifkan akun yang telah dibuat. Dalam penggunaannya Blynk mempunyai dua macam dashboard, dashboard mobile menggunakan aplikasi Blynk IoT yang dapat di download di *PlayStore* dan dapat diakses lewat website dari <https://blynk.cloud/dashboard/login>. Pada penelitian ini aplikasi yang digunakan dalam smartphone adalah Blynk IoT Versi 1.5.4. Sebelum dilakukan pembuatan layout terlebih dahulu proses penghubungan antara Blynk dengan NodeMCU ESP8266, setelah itu barulah bisa dibuat template baru untuk pembuatan desain layout.



Gambar 3.8 Pemilihan Widget Box

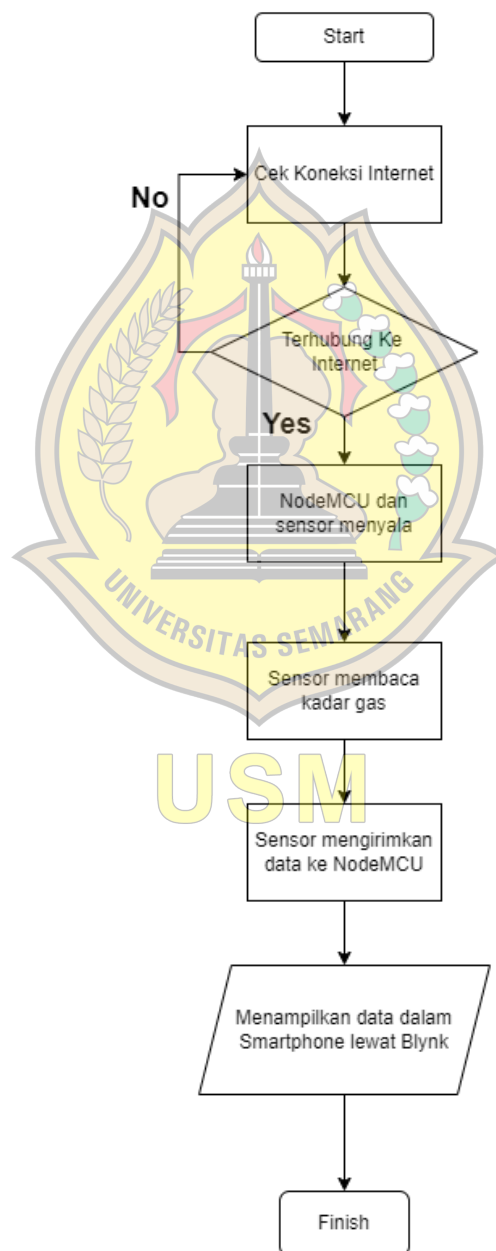
Pada tahap pembuatan layout Blynk IoT menyediakan berbagai macam widget yang dapat digunakan. Untuk memilih widget yang diinginkan hanya perlu melakukan *drag and drop* dan melakukan setting pada posisi *widget*, *datastreams* dan nama widget. Dalam pembuatan *datastreams* perlu dilakukan di web dashboard, misalnya untuk pembuatan *Virtual Pin*. Dalam tab *information* juga menyediakan informasi *device* dalam keadaan *offline* atau *online*.

3.4 Perancangan Pemodelan Alat

3.4.1 Flowchart Desain Sistem

Flowchart dapat digunakan sebagai salah satu pilihan dalam menggambarkan sebuah algoritma, karena menggunakan simbol standar yang mudah untuk dipahami.

Flowchart digunakan untuk memudahkan *user* menggambarkan jalannya sebuah sistem yang akan dibuat, sehingga akan membantu dalam pembacaan gambaran hasil jadi dari alat yang akan dibuat. Adapun *Flowchart* pada perancangan sistem ini dapat dilihat pada gambar 3.1 dibawah ini :



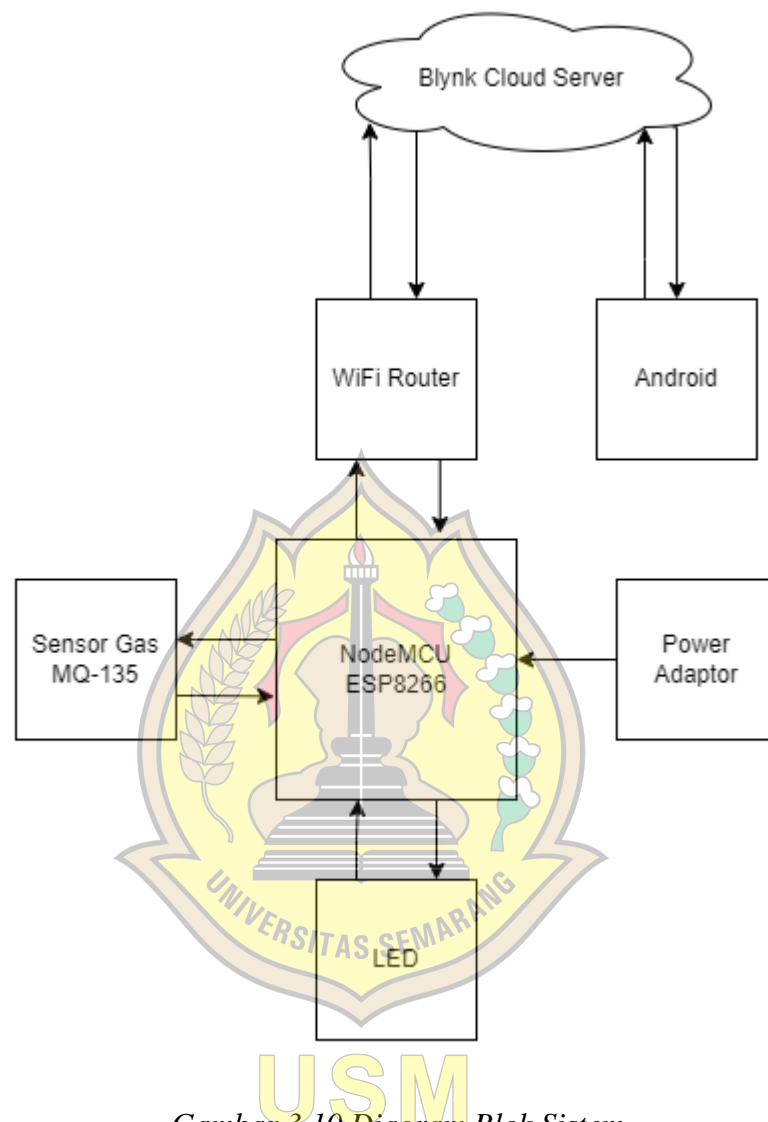
Gambar 3.9 Flowchart Desain Sistem

Keterangan

1. Start
2. Cek koneksi internet, dilakukan cek koneksi apakah sudah terhubung dengan *cloud* dari Blynk, karena nantinya data yang diperoleh akan disimpan kedalam *cloud* ini. Jika sudah tersambung maka data akan otomatis muncul kedalam *Smartphone* dan device status akan berubah menjadi *Online*.
3. Jika koneksi berhasil maka secara otomatis akan muncul dalam aplikasi Blynk di *Smartphone*.
4. Sensor akan membaca kadar gas Karbon Monoksida (CO) dan Karbon Dioksida (CO₂) yang sebelumnya telah dengan perintah yang telah dituliskan dalam kode program.
5. Data yang sebelumnya telah dibaca oleh sensor akan dikirimkan ke NodeMCU dan kemudian dilanjutkan di upload lewat jaringan *WiFi* ke dalam server Blynk.
6. Aplikasi Blynk dalam *smartphone* akan menampilkan data yang sebelumnya telah diterima dari *Cloud Server* Blynk.
7. Finish

3.4.2 Perancangan Diagram Blok

Diagram blok adalah salah satu bagian penting dalam perancangan pemodelan alat karena dalam diagram blok dapat diketahui prinsip kerja dari keseluruhan rangkaian. Perancangan diagram blok pada sistem ini dapat dilihat pada gambar 3.2 dibawah ini :



Gambar 3.10 Diagram Blok Sistem

Berikut penjelasan dari diagram blok berdasarkan fungsi dari tiap bagian diagram blok adalah sebagai berikut :

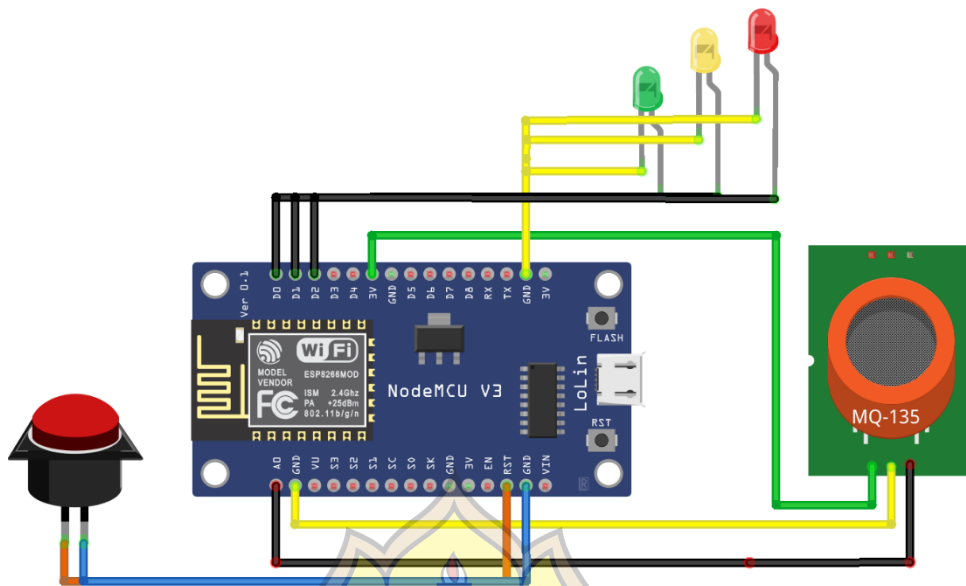
- a. NodeMCU ESP8266 adalah mikrokontroller yang digunakan sebagai pengendali utama dalam proses input, output dan komunikasi yang dikirim melalui internet untuk keseluruhan sistem.
- b. Wifi Router berfungsi sebagai media perantara penghubung dengan jaringan internet antara alat dan Smartphone.

- c. Power Adaptor berfungsi sebagai suplai utama daya listrik ke komponen dalam alat.
- d. Sensor MQ-135 berfungsi untuk pembaca kadar gas karbon dioksida dan karbon monoksida di udara.
- e. LED digunakan sebagai indikator kadar gas apabila mencapai kondisi tertentu.
- f. Android digunakan untuk tampilan monitoring lewat aplikasi Blynk IoT yang sudah terhubung dengan jaringan Internet.
- g. Blynk Cloud Server digunakan untuk digunakan untuk penyimpanan data dan pengiriman data dari NodeMCU ke aplikasi Blynk IoT di Smartphone.

3.5 Perancangan Perangkat Keras

3.5.1 Skema Keseluruhan Rangkaian

Dalam skematik rangkaian ini dijelaskan keseluruhan rancangan dari alat. Pada gambar dibawah ini terdapat mikrokontroller NodeMCU ESP8266, Sensor MQ-135, dan LED yang sudah terhubung. NodeMCU ESP8266 berfungsi sebagai kontroller utama dari keseluruhan rangkaian, yang bertugas sebagai penerimaan dan pengolahan data. Keuntungan dari penggunaan NodeMCU adalah sudah terpasangnya modul *WiFi* yang digunakan sebagai saluran komunikasi antara alat dan juga smartphone. Kemudian sensor MQ-135 digunakan sebagai sensor pembaca kadar gas Karbon Monoksida (CO) dan Karbon Dioksida (CO₂) dan LED digunakan sebagai indikator jika gas sudah mencapai kondisi tertentu. Adapun skematik dalam sistem ini adalah sebagai berikut :



Gambar 3.11 Skema Rangkaian

Keterangan

1. NodeMCU ESP8266 digunakan sebagai mikrokontroler penerima dan pengolah data sensor dan juga program yang telah dibuat.
2. Sensor MQ-135 berfungsi untuk pembaca kadar gas karbon dioksida dan karbon monoksida di udara.
3. LED digunakan sebagai indikator kadar gas apabila mencapai kondisi tertentu.
4. Pushbutton disambungkan dengan pin RST yang digunakan untuk merestart sistem jika terjadi suatu masalah.
- 5.

Untuk memperjelas penggunaan pin, berikut tabel penggunaan pin dari setiap komponen :

Tabel 3.1 Penggunaan Pin Untuk MQ-135

Pin NodeMCU	Pin MQ-135
3V	VCC
A0	Analog Input
GND	GND

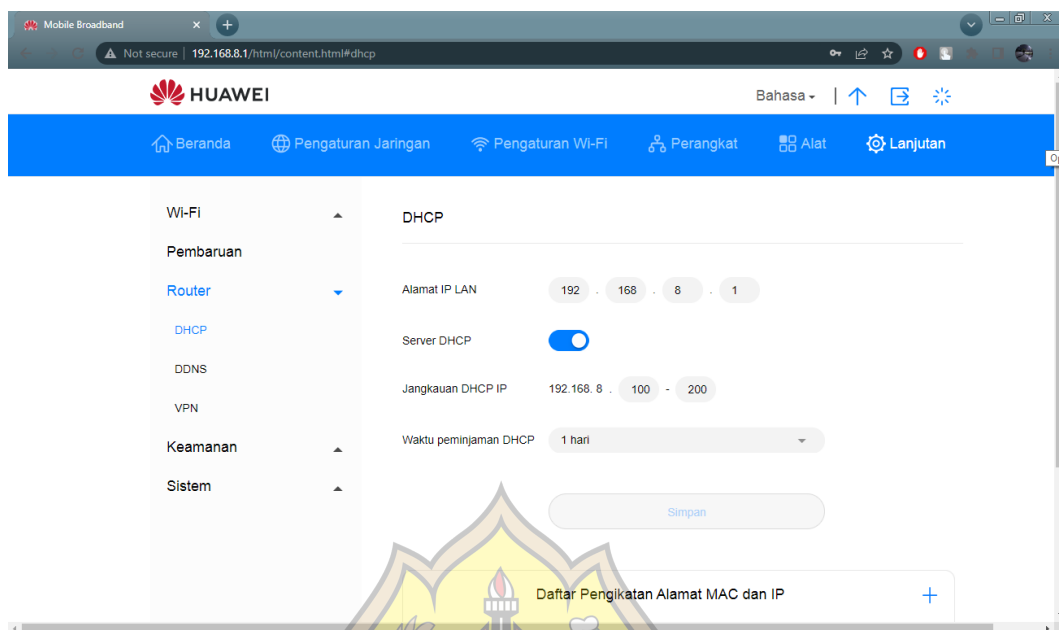
Tabel 3.2 Penggunaan Pin Untuk LED

Pin NodeMCU	Pin LED	Warna Lampu LED
D0	Anoda	Hijau
GND	Katoda	
D1	Anoda	Kuning
GND	Katoda	
D2	Anoda	Merah
GND	Katoda	

Tabel 3.3 Penggunaan Pin Pushbutton

Pin NodeMCU	Pin Pushbutton
RST	Pin1
GND	Pin2

Untuk penghubung jaringan internet ke dalam cloud blynk yang diperlukan untuk upload data dan penyimpanan data digunakan WiFi Router. Untuk setting IP digunakan protokol DHCP, dan IP yang digunakan adalah IP kelas C.



Gambar 3.6 Setting Protokol DHCP

3.6 Tahap Perencanaan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak perlu dilakukan untuk mempersiapkan kebutuhan software dan juga rancangan interface dari aplikasi yang digunakan untuk monitoring kadar gas pada lokasi lahan parkir *basement*. Perancangan perangkat lunak yang akan dibahas adalah pengkodean dan proses upload menggunakan software IDE dan perancangan antarmuka monitoring di aplikasi Blynk IoT dalam Smartphone.

3.6.1 Instalasi Software IDE

Untuk menulis kode program pada board NodeMCU penulis menggunakan software Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) yang bersifat *open-source* dan dapat di download secara gratis di website resmi dari arduino <https://www.arduino.cc/en/software>, hasil download nantinya berupa file zip yang dapat langsung di *install*. Penulisan program disini menggunakan bahasa C/C++. Software Arduino IDE ini sudah mendukung bermacam jenis board, salah satunya adalah NodeMCU

jadi tidak harus menggunakan board Arduino saja untuk bisa menggunakan software ini.

Arduino IDE memiliki fitur Library, didalam library ini berisi berbagai macam fungsionalitas tambahan. Penyesuaian awal diperlukan dalam aplikasi ini, misalnya penyesuaian board penulis menggunakan board NodeMCU, disini penulis menggunakan Library Blynk dan juga MQUnified Sensor untuk dapat melakukan fungsi tambahan.

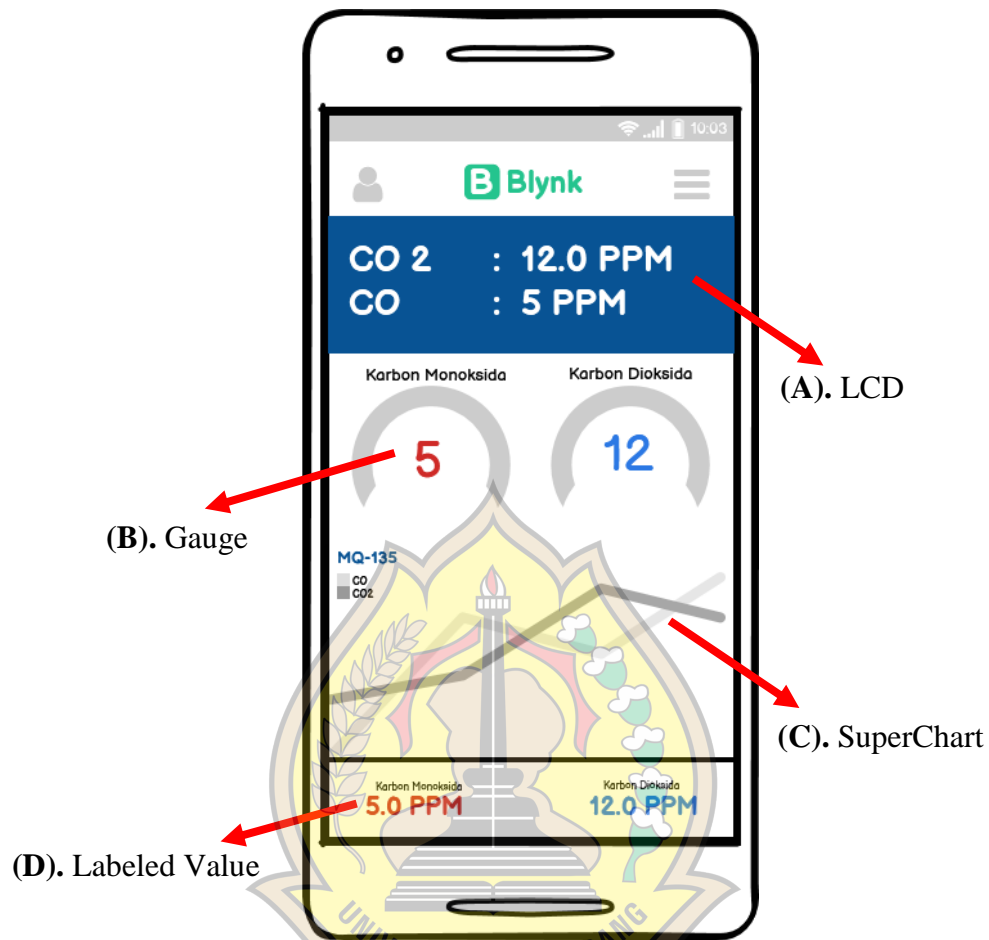
Untuk menghubungkan dan komunikasi data antara komputer dengan board NodeMCU dapat digunakan kabel USB standar A-B. Buka aplikasi Arduino IDE lalu sambungkan dengan board lewat port USB ke port dalam Komputer, setelah tersambung maka akan terdeteksi dalam NodeMCU.

3.6.2 Perencanaan Desain Interface Aplikasi Blynk IoT

Pada perencanaan ini penulis membuat mockup awal untuk desain tampilan sistem monitoring dari aplikasi Blynk IoT menggunakan Balsamiq Wireframes v.4. Aplikasi ini bisa digunakan untuk membuat model desain dari interface sebuah aplikasi. Untuk lebih jelasnya berikut dapat dilihat dalam Gambar 3.7 desain awal dari interface yang akan dibuat menggunakan aplikasi Blynk IoT :

Penjelasan mock up :

Pada bagian **A** terdapat widget LCD yang digunakan untuk menampilkan hasil pembacaan dari sensor MQ-135. Kemudian bagian **B** terdapat widget Gauge yang digunakan menampilkan data dalam bentuk bilangan bulat. Bagian **C** terdapat widget Superchart digunakan untuk monitoring kadar gas yang dideteksi dalam satuan waktu tertentu. Terakhir bagian **D** widget Labeled Value untuk menampilkan data pembacaan sensor secara terpisah.



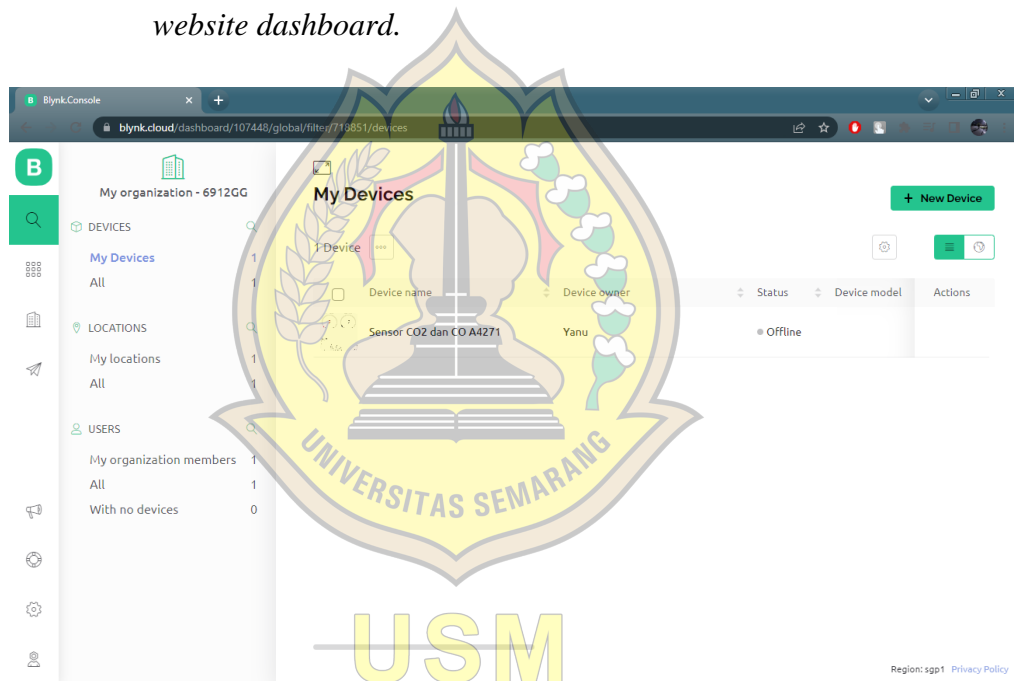
Gambar 3.12 Mockup Sistem Monitoring

3.6.3 Perencanaan Program Aplikasi Blynk IoT

Pada perencanaan ini penulis menggunakan software aplikasi Blynk IoT, aplikasi ini bersifat open-source jadi dapat di download lewat playstore atau melalui link berikut <https://play.google.com/store/apps/details?id=cloud.blynk&hl=in&gl=US>. Namun beberapa fitur lebih mengharuskan pengguna untuk melakukan upgrade account berbayar, seperti untuk akses widget tertentu, download data *device*, jumlah *device* yang dapat terhubung. Selain *mobile dashboard* Blynk IoT juga menyediakan web dashboard yang dapat diakses melalui link berikut <https://blynk.cloud/dashboard/login>. Dalam penggunaan aplikasi ini user harus menggunakan kedua dashboard, *mobile dashboard*

digunakan untuk membuat *setting layout interface* dan web dashboard digunakan untuk pembuatan *datastreams*.

Dalam pembuatan *layout interface* dalam mobile dashboard hanya perlu melakukan *drag and drop* widget yang sudah tersedia kedalam halaman kerja. Jika telah selesai melakukan desain layout dalam Blynk IoT, bisa dilakukan setting setiap widget yang digunakan. Mulai dari nama widget dan *datastreams* perlu disesuaikan, untuk pembuatan *datastreams* bisa dilakukan lewat *website dashboard*.



Gambar 3.13 Tampilan Halaman Awal Web Dashboard⁶

3.6.4 Perancangan Konfigurasi Alat ke Smartphone

Pada perencanaan ini penulis menggunakan software aplikasi Blynk IoT, di dalam Blynk IoT terdapat banyak widget yang dapat digunakan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Dalam melakukan penyambungan antara NodeMCU ESP8266 dengan Blynk

⁶ Hasil Penelitian

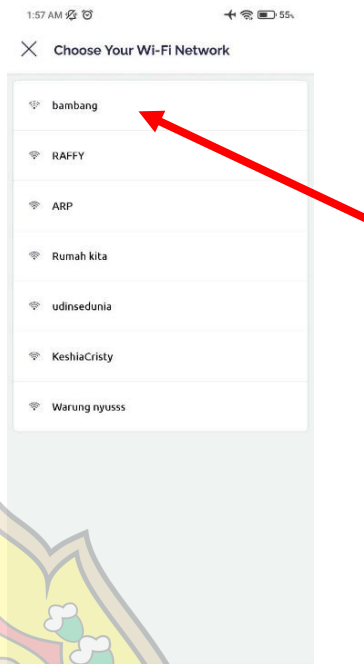
diperlukan sebuah jaringan penghubung yakni *WiFi*, dalam prosesnya berbeda dengan Blynk versi sebelumnya (Blynk Legacy) Blynk IoT melakukan konfigurasi pada Smartphone. Adapun caranya adalah sebagai berikut :

1. Klik New Device pada halaman dashboard Blynk IoT, kemudian akan muncul tampilan seperti dibawah ini, tekan start.



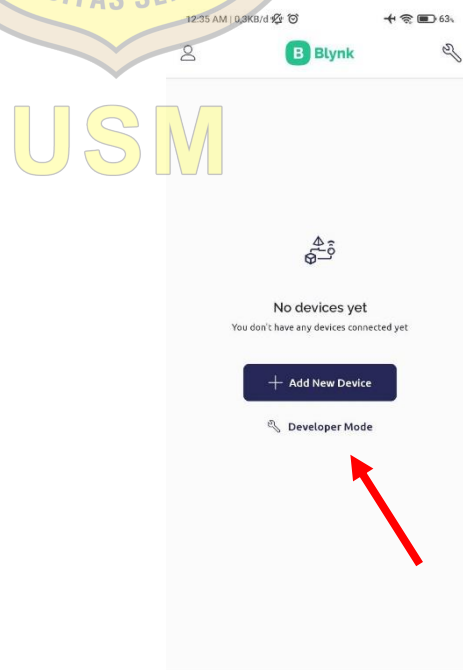
Gambar 3.14 Halaman Add New Device

2. Kemudian pilih jaringan yang nantinya akan digunakan disini digunakan SSID dengan nama “bambang” NodeMCU untuk upload data kedalam cloud, jaringan ini nantinya yang akan terhubung secara otomatis ketika alat pertama kali dihidupkan.



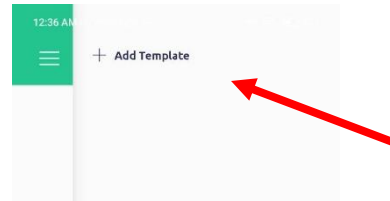
Gambar 3.15 Halaman Pemilihan jaringan WiFi

- Selanjutnya proses pembuatan Interface, terlebih dulu masuk kedalam Developer Mode, seperti gambar dibawah ini.



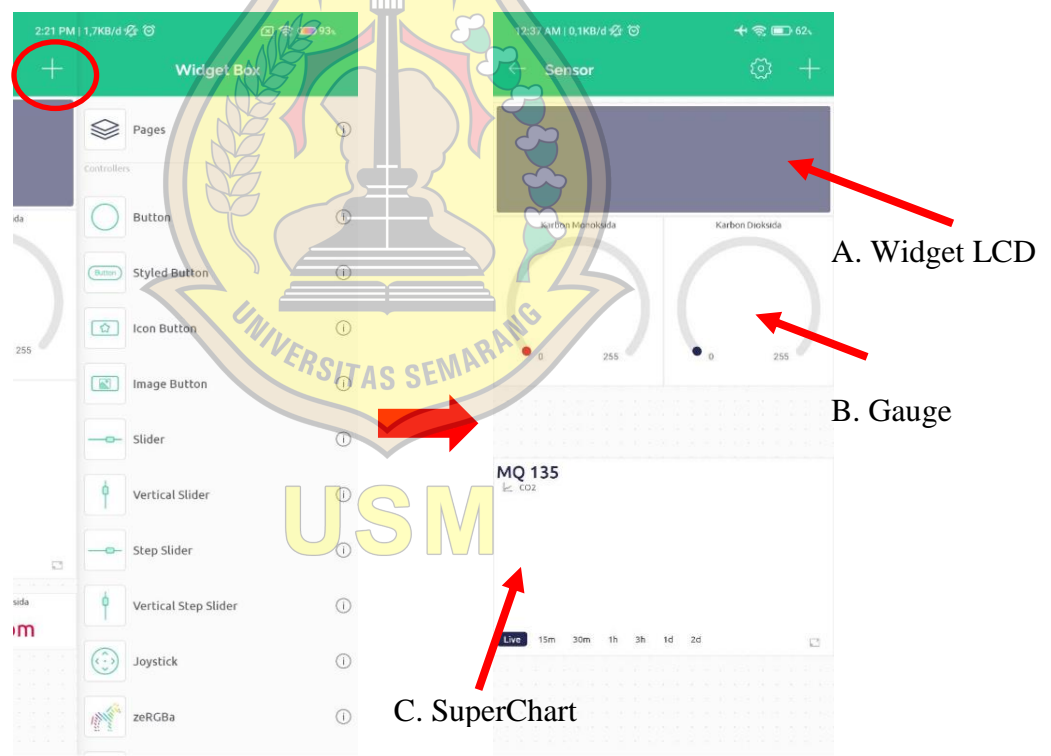
Gambar 3.16 Dashboard awal Aplikasi Blynk IoT

4. Tekan pojok kanan atas baris bar lalu pilih + Add Template.



Gambar 3.17 Tombol + Add Template

5. Tambahkan dengan menekan tombol + pada pojok kanan atas , dan tambahkan widget LCD, Gauge dan SuperChart seperti gambar dibawah ini.

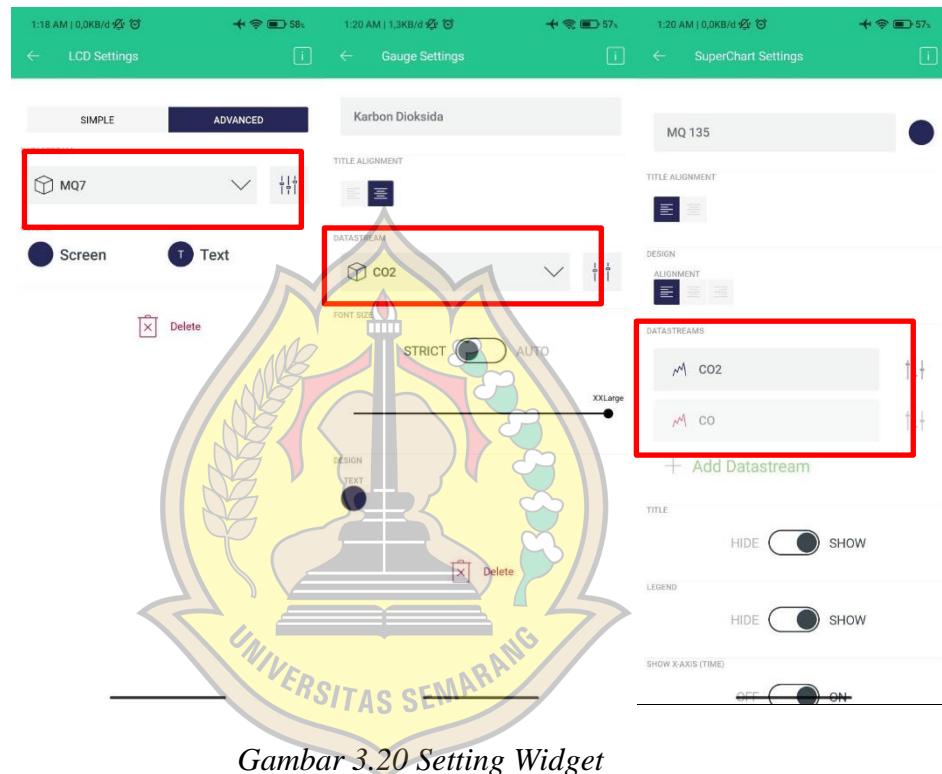


Gambar 3.18 & 3.19 Halaman Setting Interface pada Blyn IoT

Pada bagian **A** terdapat widget LCD yang digunakan untuk menampilkan hasil pembacaan dari sensor MQ-135. Kemudian bagian **B** terdapat widget Gauge yang digunakan menampilkan data dalam bentuk bilangan bulat. Bagian **C** terdapat widget Superchart

digunakan untuk monitoring kadar gas yang dideteksi dalam satuan waktu tertentu.

Berikutnya adalah setting datastreams sesuaikan seperti dibawah ini. Khusus untuk LCD gunakan **Advanced Mode**.



Gambar 3.20 Setting Widget

Pada bagian settings widget LCD perlu dilakukan perubahan datastream kedalam datastream MQ7 (V7) kemudian penyesuaian warna screen LCD dan warna text bisa menyesuaikan. Kemudian untuk Gauge setting dilakukan perubahan datastream CO2 (V5) & CO (V6) dan font size bisa menyesuaikan. Untuk widget SuperChart perlu diubah datastream sesuai jumlah data yang di deteksi dan juga *time range* yang dapat dilihat untuk proses monitoring.

BAB IV

IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN SISTEM

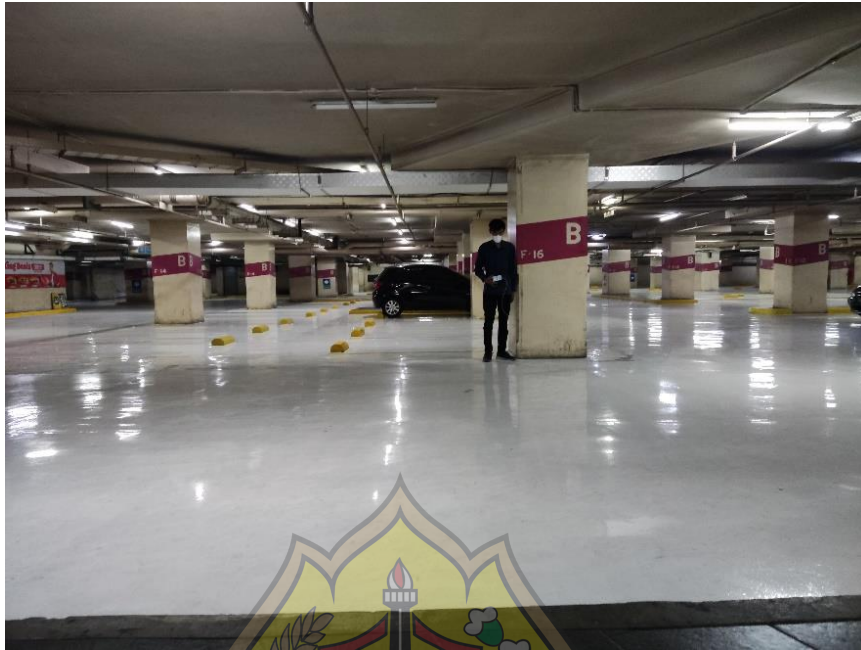
4.1 Implementasi Sistem

Implementasi merupakan tahapan penerapan perangkat keras dan perangkat lunak yang sebelumnya telah dijabarkan agar dapat bekerja sesuai dengan kebutuhan dan fungsionalitasnya. Perangkat keras nantinya akan dihubungkan dan disusun menjadi sebuah kesatuan dan dihubungkan dengan perangkat lunak.

Pada perangkat lunak penulis menggunakan Arduino IDE sebagai editor code dan Blynk IoT sebagai aplikasi untuk monitoring. Sedangkan pada perangkat keras akan terbagi menjadi menjadi beberapa modul komponen elektronika.



Gambar 4.1 Dokumentasi Implementasi alat



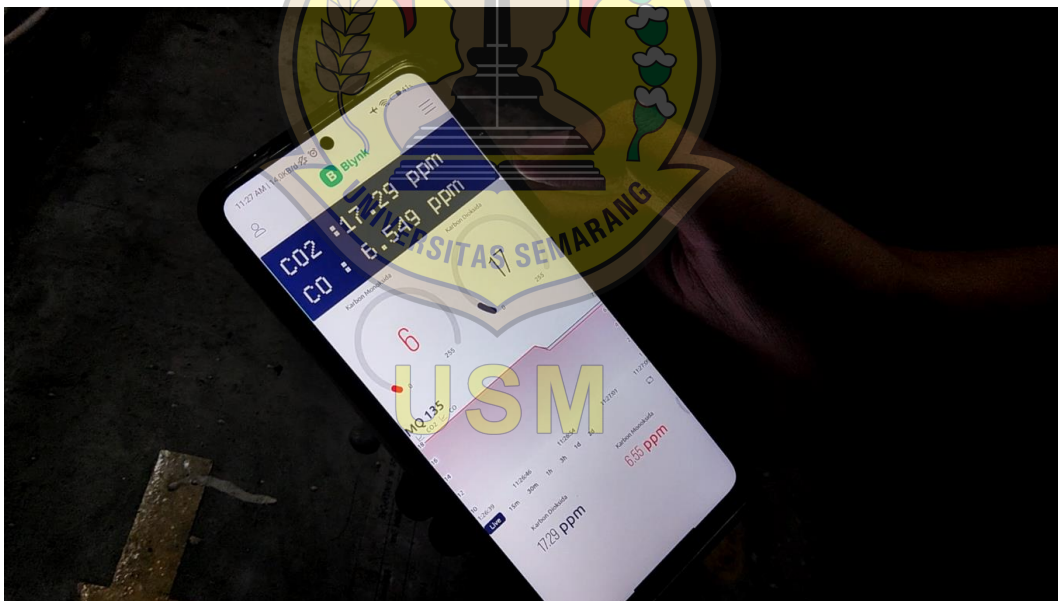
Gambar 4.2 Dokumentasi Implementasi Alat



Gambar 4.3 Dokumentasi Penempatan Alat di Lokasi Basement



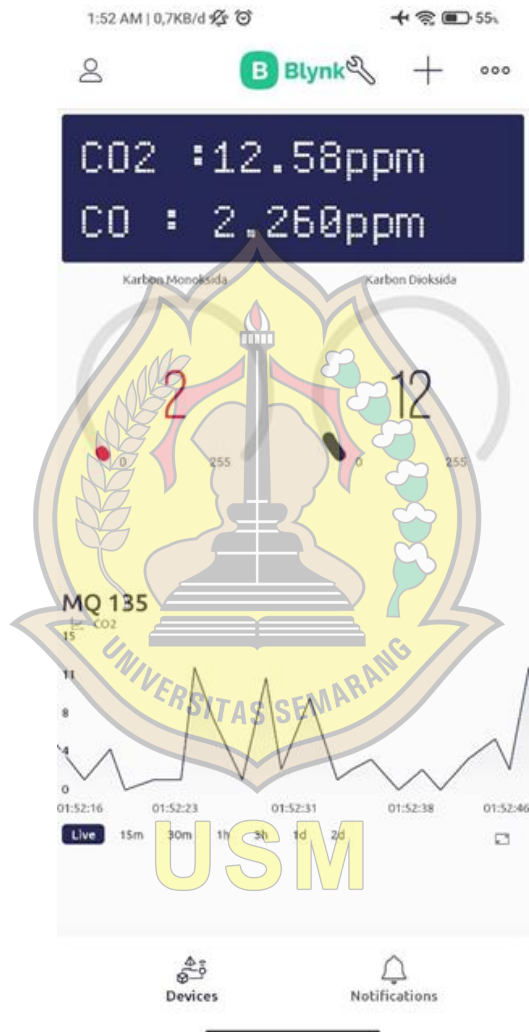
Gambar 4.4 Lokasi Penempatan Alat



Gambar 4.5 Cek koneksi Alat ke Smartphone

4.2 Dashboard Blynk IoT

Setelah dilakukan proses perencanaan desain mockup menggunakan Balsamiq Wireframe, kemudian didapatkan hasil akhir desain dashboard pada Aplikasi Blynk IoT pada gambar 4.4 dibawah ini :



Gambar 4.6 Dashboard Project⁷

⁷ Hasil Penelitian

4.3 Hasil Implementasi

Implementasi dilakukan untuk mengetahui apakah sistem yang telah dibuat sudah sesuai dengan maksud dan tujuan dari pembuatan dan sistem bekerja dengan baik.

4.3.1 Implementasi Keseluruhan Alat

Implementasi ini dilakukan untuk mengetahui sistem telah bekerja sesuai dengan yang dikehendaki. Proses implementasi ini dilakukan secara langsung pada lahan parkir *Basement Mall Pollux Paragon Mall*, Kota Semarang. Dilakukan dalam rentang waktu 4 hari pada tanggal 25 Juli 2022 – 29 Juli 2022. Pengambilan data dimulai pada pukul 12.00 – 19.00 tanpa dilakukan jeda. Data yang diperoleh berupa keluaran nilai yang terbaca oleh sensor dalam bentuk file dengan format .csv dimana terdapat keterangan waktu secara detail mulai dari tanggal, bulan, jam hingga detik. Gambar dibawah ini adalah hasil dari pembacaan sensor pada hari pertama dalam bentuk .csv yang dibuka melalui Ms. Excel :

ID	Timestamp	CO2 double
11428	7/25/2022 11:27	18.026
11429	7/25/2022 11:27	7.292
11430	7/25/2022 11:27	17.294
11431	7/25/2022 11:27	6.549
11432	7/25/2022 11:27	17.053
11433	7/25/2022 11:27	6.315
11434	7/25/2022 11:27	17.294
11435	7/25/2022 11:27	6.549
11436	7/25/2022 11:27	17.053
11437	7/25/2022 11:27	6.315
11438	7/25/2022 11:27	17.053
11439	7/25/2022 11:27	6.315
11440	7/25/2022 11:27	17.294
11441	7/25/2022 11:27	6.549
11442	7/25/2022 11:27	17.294
11443	7/25/2022 11:27	6.549
11444	7/25/2022 11:27	17.294
11445	7/25/2022 11:27	6.549
11446	7/25/2022 11:27	17.536
11447	7/25/2022 11:27	6.79
11448	7/25/2022 11:27	17.536
11449	7/25/2022 11:27	6.79
11450	7/25/2022 11:26	18.026
11451	7/25/2022 11:26	7.292
11452	7/25/2022 11:26	18.026

Gambar 4.7 Hasil Output Data Blynk

Nilai diatas diperoleh dari perhitungan dengan rumus berikut ini :

$$PPM = A * \left(\frac{RS}{R0}\right)^B$$

Keterangan :

PPM : Nilai hasil akhir dari perhitungan.

A : Nilai set *slope* (koefisien regresi sumbu X) pada gas

RS : Resistansi sensor yang berubah tergantung pada konsentasi gas

R0 : Resistansi sensor pada konsentrasi gas tertentu tanpa gas lain di udara

B : Nilai set *Intercept* (koefisien regresi sumbu Y) pada gas

4.3.2 Hasil Pembacaan Data

Setelah sebelumnya dilakukan riset selama kurun waktu tertentu dalam lokasi lahan parkir *basement* Mall Pollux Paragon Mall Kota Semarang, didapatkan hasil pengukuran yang telah di unduh dari <https://blynk.cloud/dashboard/global> dalam tabel 4.1 dibawah ini :

Tabel 4.1 Hasil Pembacaan Data 1 Menit Pertama

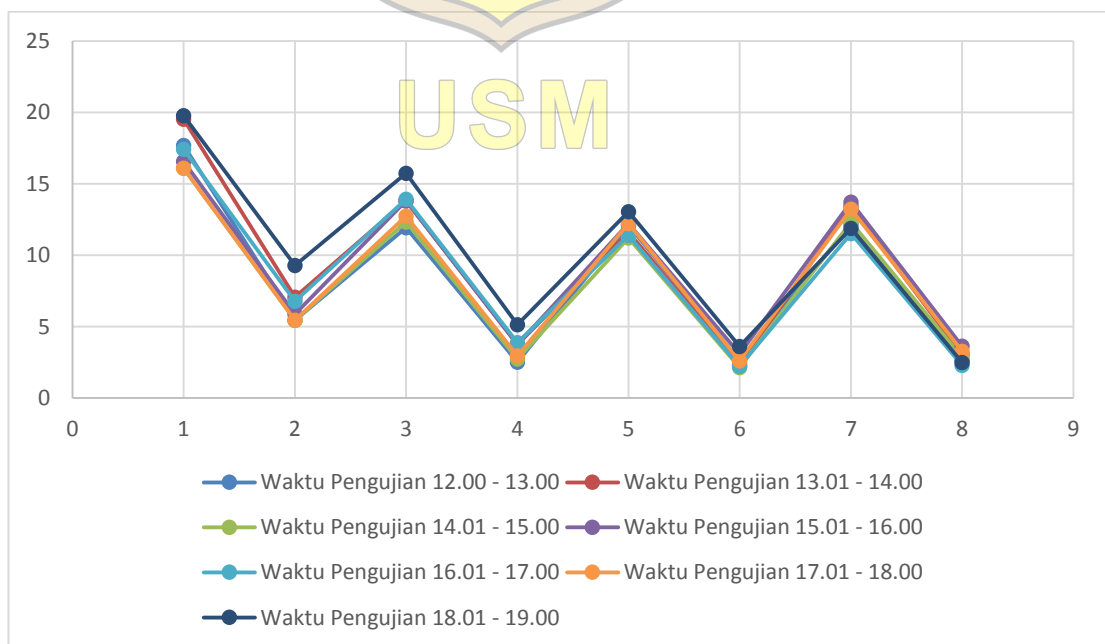
Waktu	Datastream	Nilai (PPM)
7/25/2022 11:27:58	CO2 double	18.77
7/25/2022 11:27:58	CO double	8.099
7/25/2022 11:27:54	CO double	12.827
7/25/2022 11:27:53	CO2 double	22.411
7/25/2022 11:27:49	CO2 double	22.411
7/25/2022 11:27:49	CO double	12.827
7/25/2022 11:27:44	CO2 double	18.77

7/25/2022 11:27:44	CO double	8.099
7/25/2022 11:27:43	CO2 double	17.294
7/25/2022 11:27:43	CO double	6.549
7/25/2022 11:27:38	CO2 double	17.294
7/25/2022 11:27:38	CO double	6.549
7/25/2022 11:27:34	CO2 double	18.026
7/25/2022 11:27:34	CO double	7.292
7/25/2022 11:27:33	CO2 double	17.294
7/25/2022 11:27:33	CO double	6.549
7/25/2022 11:27:28	CO2 double	17.053
7/25/2022 11:27:28	CO double	6.315
7/25/2022 11:27:24	CO2 double	17.294
7/25/2022 11:27:24	CO double	6.549
7/25/2022 11:27:23	CO2 double	17.053
7/25/2022 11:27:23	CO double	6.315
7/25/2022 11:27:18	CO2 double	17.053
7/25/2022 11:27:18	CO double	6.315
7/25/2022 11:27:14	CO2 double	17.294
7/25/2022 11:27:14	CO double	6.549
7/25/2022 11:27:13	CO2 double	17.294
7/25/2022 11:27:13	CO double	6.549
7/25/2022 11:27:08	CO2 double	17.294
7/25/2022 11:27:08	CO double	6.549
7/25/2022 11:27:04	CO2 double	17.536
7/25/2022 11:27:04	CO double	6.79
7/25/2022 11:27:03	CO2 double	17.536
7/25/2022 11:27:03	CO double	6.79
7/25/2022 11:26:58	CO2 double	18.026
7/25/2022 11:26:58	CO double	7.292
7/25/2022 11:26:54	CO2 double	18.026

Setelah mendapatkan hasil data monitoring kadar gas, kemudia dilakukan perhitungan rata-rata kadar gas dalam kurun waktu per-jam. Hasil yang diperoleh telah dibuat ke dalam tabel 4.2 dibawah ini :

Tabel 4.2 Hasil Implementasi Secara Langsung

Tanggal	Jenis Gas	Waktu Pengujian						
		12.00 - 13.00	13.01 - 14.00	14.01 - 15.00	15.01 - 16.00	16.01 - 17.00	17.01 - 18.00	18.01 - 19.00
Senin, 25 Juli 2022	CO ₂	17.68	19.52	16.1	16.57	17.43	16.1	19.78
	CO	5.442	7.058	5.442	5.878	6.77	5.442	9.281
Rabu, 27 Juli 2022	CO ₂	11.93	13.81	12.33	13.81	13.93	12.74	15.74
	CO	2.502	3.742	2.726	3.74	3.88	2.966	5.137
Kamis, 28 Juli 2022	CO ₂	12.11	11.62	11.22	12.22	11.4	12.21	13.06
	CO	2.6	2.34	2.13	3.1	2.23	2.6	4.6
Jum'at, 29 Juli 2022	CO ₂	12.17	13.42	12.32	13.73	11.52	13.22	15.89
	CO	2.64	3.04	2.85	3.64	2.28	3.27	5.48



Gambar 4.8 Pembacaan data bentuk Diagram

Berdasarkan tabel hasil dari implementasi diatas jumlah kadar CO tidak pernah menyentuh angka > 10 ppm, sedangkan menurut Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No.13 Tahun 2011 ambang batas kadar gas Karbon Monoksida (CO) dalam suatu ruangan adalah 25 ppm, dapat disimpulkan bahwa area lahan parkir basement Paragon Mall Semarang masih memenuhi syarat kelayakan. Sedangkan menurut *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA) nilai ambang batas zat karbondioksida di udara adalah 500 ppm dalam pengukuran 8 jam kerja, jika dibandingkan hasil pengukuran di *basement* Mall Paragon, nilai ini terbilang masih sangat jauh.

Kadar CO Dan CO₂ terlihat mengalami kenaikan signifikan mulai dari sore hari. Hal ini dikarenakan tingginya jumlah pengunjung yang berdatangan seiring dengan naiknya jumlah kendaraan yang masuk kedalam lahan parkir basement. Semakin banyak jumlah kendaraan yang melintas di area lahan parkir basement maka kadar CO yang dibuang ke udara akan semakin meningkat. Salah satu sumber utama dari gas Karbon Monoksida berasal dari pembakaran bahan bakar fosil berupa gas buangan dari knalpot kendaraan. Kondisi lapangan dari lahan parkir basement paragon mall yang tidak terdapat ventilasi udara tidak menyebabkan terperangkapnya gas-gas hasil pembuangan kendaraan bermotor, dikarenakan terdapat kipas-kipas dengan filter yang berfungsi secara efektif.

4.4 Pengujian *Blackbox*

Pengujian ini bertujuan mengetahui fungsi dari setiap fitur yang ada pada sistem yang telah dibuat. Berikut ini adalah tabel Blackbox Testing :

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Sensor MQ-135

Uji Coba	Kondisi	Hasil yang diharapkan	Hasil
Sensor MQ-135	Didekatkan dengan korek gas	Output CO & CO2 bernilai naik	✓
	Disambungkan dengan pin NodeMCU	LED menyala	✓

Tabel 4.4 Hasil Pengujian LED

Uji Coba	Kondisi	Hasil yang diharapkan	Hasil
Lampu LED	Menjalankan perintah ketika CO > 25 PPM	LED warna merah menyala	✓
	Menjalankan perintah ketika CO < 25	LED warna hijau menyala	✓
	Menjalankan perintah ketika CO > 15 dan CO < 25	LED warna kuning menyala	✓

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Blynk

Uji Coba	Kondisi	Hasil yang diharapkan	Hasil
Blynk IoT	Memasukan datastream MQ7 (Virtual Pin 7) Untuk Widget LCD	Menampilkan data dari sensor MQ135, dalam bentuk angka dengan satuan ppm	✓

	Memasukkan datastream CO & CO2 Datastream Virtual Pin	Menampilkan data dari sensor MQ135 bentuk graph dan juga gauge, dalam bentuk angka dengan satuan ppm	✓
	Melakukan ekspor data	Dapat mengunduh data device dalam bentuk .csv	✓

4.5 Pengujian Komparasi

Pengujian ini dilakukan dengan melihat jurnal referensi untuk melihat efektivitas dan keakuratan dari sensor gas MQ-135 dengan melakukan perbandingan dengan alat manual maupun dengan metode tertentu.

- A. Menurut jurnal yang ditulis oleh Sandi et al. (2020) yang berjudul “Sistem Pendeteksi Kesegaran Ikan Bandeng Berdasarkan Bau Dan Warna Daging Berbasis Sensor MQ135 Dan TCS3200 Dengan Metode Naive Bayes” Pengujian sensor MQ-135 untuk deteksi amonia memiliki performa yang baik. Dari pengujian akurasi menggunakan metode *Naive Bayes* didapatkan korelasi antara vout dan PPM sebesar 99,22% dari total uji sebanyak 18 data dengan mendapatkan 1 kali error.
- B. Menurut jurnal yang ditulis oleh Alwan et al. (2022) yang berjudul “Sistem Mitigasi Emisi CO₂ Pada Ruangan Menggunakan Fotobioreaktor Mikroalga Berbasis Sensor MQ-135” Pengujian sensor MQ-135 untuk deteksi CO₂ dengan melakukan perbandingan keluaran dengan lutron CO₂ kesalahan dari 10 kali uji didapatkan rata-rata kesalahan 1,94% dapat disimpulkan bahwa sensor MQ-135 dapat berfungsi dengan baik

Selain dalam jurnal diatas disebutkan dalam datasheet bahwa sensor MQ-135 dapat bekerja dengan maksimal dalam temperatur $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ dan kelembapan $65\% \pm 5\%$ (Huanwei Electronics, 2014).

4.6 Pengujian Delay Respon Alat

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui keakuratan waktu yang telah sebelumnya diimplementasikan dalam alat, disini alat diatur untuk melakukan pembacaan dalam rentang waktu per-5 detik. Berikut adalah tabel hasil pengujian delay respon alat.

Tabel 4.6 Pengujian Delay Respon Alat

Uji	Waktu pembacaan sensor	Waktu LED menyala	Delay
1	11:03:39	11:03:46	00:00:06
2	11:05:41	11:05:48	00:00:07
3	11:09:21	11:09:29	00:00:08
4	11:15:04	11:15:09	00:00:05
5	11:20:15	11:20:21	00:00:06
6	11:24:17	11:24:23	00:00:05
7	11:29:02	11:29:08	00:00:06
8	11:35:21	11:35:26	00:00:05
9	11:40:13	11:40:19	00:00:06
10	11:44:40	11:44:46	00:00:06
Rata – rata delay			00:00:06

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisa dan implementasi dari sistem monitoring gas ini penulis dapat menyimpulkan sebagai berikut :

1. Sistem yang dibuat mampu mendeteksi gas karbon dioksida dan karbon monoksida dan mampu melakukan pengukuran dalam jangka waktu yang panjang.
2. Interface yang dirancang menggunakan aplikasi Blynk IoT berbasis android mampu menampilkan data untuk monitoring secara *real-time*.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan untuk pengembang dan peningkatan performa sistem monitoring gas ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk penelitian lebih lanjut alat ini dapat dikembangkan dengan melakukan integrasi dengan kipas ataupun ventilasi yang ada pada *basement*.
2. Untuk pengembangan dapat ditambahkan beberapa sensor seperti DHT11 untuk mengetahui kondisi suhu dan kelembapan dalam ruangan.

Daftar Pustaka

- Adli, F. F., & Arifin, A. S. (2019). SISTEM MONITORING GAS CO PADA PARKIRAN BASEMENT MALL DI JAKARTA MENGGUNAKAN METODE REAL-TIME BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT). *Jurnal Ilmiah Teknologi Dan Rekayasa*, 24(3), 171–181. <https://doi.org/10.35760/tr.2019.v24i3.2394>
- Alwan, M. N., Costrada, A. N., & Harmadi, H. (2022). Sistem Mitigasi Emisi CO₂ pada Ruangan Menggunakan fotobioreaktor Mikroalga Berbasis Sensor MQ-135. *Jurnal Fisika Unand*, 11(1), 1–7. <https://doi.org/10.25077/jfu.11.1.1-7.2022>
- Bahga, A., & Madisetti, V. (2014). *Internet Of Things A Hands-On Approach*.
- Deris, A. (2019). Sistem Informasi Darurat Pada Mini Market Menggunakan Mikrokontroler Esp8266 Berbasis Internet of Things. *Komputasi: Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer Dan Matematika*, 16(2), 283–288. <https://doi.org/10.33751/komputasi.v16i2.1622>
- Dewi, N. H. L., Rohmah, M. F., & Zahara, S. (2019). Prototype Smart Home Dengan Modul Nodemcu Esp8266 Berbasis Internet of Things (Iot). *Jurnal Teknik Informatika*, 3.
- Dharmawan, H. A. (2017). *Mikrokontroler: Konsep Dasar dan Praktis*.
- Febrian, A., & Makarim, C. A. (2019). Analisis Perilaku Tanah Dispersif Terhadap Dinding Penahan Tanah Dalam Pekerjaan Dewatering Konstruksi Basement. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 2(1), 87. <https://doi.org/10.24912/jmts.v2i1.3038>
- Fezari, M., & Dahoud, A. Al. (2018). Integrated Development Environment “ IDE ” For Arduino. *ResearchGate*, October, 1–12.

<https://www.researchgate.net/publication/328615543%0AIntegrated>

Fitriyah, Q., Putri, T. V., Wirangga, A., & Eko, M. P. (2020). Pemanfaatan Aplikasi Blynk Sebagai Alat Bantu Monitoring Energi Listrik Pada Kulkas 1 Pintu. *National Conference of Industry, Engineering and Technology, 1*(1), C84–C92.

Huanwei Electronics. (2014). Datasheet MQ-135 Gas Sensor. *Hanwei Elcetronics Co.,Ltd, 1*, 3–4.

Kosanti, A. I., & Dwiyanto, A. (2018). Kajian Terhadap Fasad Mall Di Semarang. *Modul, 18*(2), 101. <https://doi.org/10.14710/mdl.18.2.2018.101-107>

Mehta, M. (2015). Esp 8266 : a Breakthrough in Wireless Sensor Networks and. *International Journal of Electronics and Communication Engineering & Technology, 6*(8), 7–11.

Muliarsa, A. I. G., Parwita, G. B. S., Suryani, N. N., & Sudiartini, N. W. A. (2021). Pengaruh Kompensasi, Disiplin Kerja dan Kepuasan Kerja Terhadap Kinerja Karyawan Pada Ashitaba Artshop Bali. *Jurnal Satyagraha, 4*(1), 85–100.

Rosa, A. A., Simon, B. A., & Lieanto, K. S. (2020). Sistem Pendeteksi Pencemaran Udara Portabel Menggunakan Sensor MQ-7 dan MQ-135. *Ultima Computing : Jurnal Sistem Komputer, 12*(1), 23–28. <https://doi.org/10.31937/sk.v12i1.1611>

Sandi, G. D. K., Syauqy, D., & Maulana, R. (2020). Sistem Pendeteksi Kesegaran Ikan Bandeng Berdasarkan Bau Dan Warna Daging Berbasis Sensor Mq135 Dan Tcs3200 Dengan Metode Naⁱve Bayes. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer E-ISSN, 2548*(10), 964X.

Sudarta, M. L., Informatika, T., Informatika, J. T., Komputer, F. I., & Brawijaya, U. (2018). *Sistem Monitoring Kadar Gas Berbahaya Di Lingkungan*.

Sutabri, T. (2012). *Analisis Sistem Informasi* (C. Putri (ed.)). ANDI OFFSET.

Syahwil, M. (2013). *Panduan Mudah Simulasi dan Praktek Mikrokontroler Arduino* (Andi (ed.)).

TYOSO, J. S. P. (2016). *Sistem Informasi Manajemen*. Deepublish.

Wahyudi, D. (2020). 3 Mahasiswi Tewas Keracunan Karbon Monoksida dalam Mobil: Terpapar 1 Jam Sudah Mematikan. *Detik.Com*, 1. <https://oto.detik.com/mobil/d-5187153/3-mahasiswi-tewas-keracunan-karbon-monoksida-dalam-mobil-terpapar-1-jam-sudah-mematikan>

YANTI, N. Y. N. (2020). *Rancang Bangun Smart Home Menggunakan Internet of Things Berbasis Mikrokontroler Nodemcu Esp8266*. <http://repository.uncp.ac.id/459/>

Yudhanto, Y., & Azis, A. (2019). *Pengantar Teknologi Internet of Things (IoT)*. UNSPress.

