

SKRIPSI

***MONITORING KUALITAS UDARA DI TPA ANTANG MENGGUNAKAN
APLIKASI TELEGRAM BERBASIS *INTERNET OF THINGS****

Disusun dan diajukan oleh

GITA IRIANDINA

H021 17 1505



**DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2022

**MONITORING KUALITAS UDARA DI TPA ANTANG MENGGUNAKAN
APLIKASI TELEGRAM BERBASIS *INTERNET OF THINGS***

SKRIPSI

*Diajukan sebagai Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Sains
pada Program Studi Fisika Departemen Fisika
Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Hasanuddin*

GITA IRIANDINA

H021 17 1505

**DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2022

LEMBAR PENGESAHAN

**MONITORING KUALITAS UDARA DI TPA ANTANG MENGGUNAKAN
APLIKASI TELEGRAM BERBASIS *INTERNET OF THINGS***

Disusun dan diajukan oleh:

**GITA IRIANDINA
H021 17 1505**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin pada tanggal Juli 2022 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

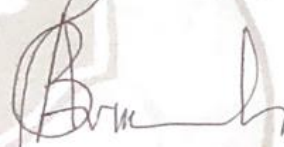
Pembimbing Utama,



Prof. Dr. Arifin, M.T.

NIP. 19670520 199403 1 002

Pembimbing Pendamping,



Dr. Ir. Bidayatul Arminah, M.T.

NIP. 19630830 198903 2 001



Ketua Program Studi,



Prof. Dr. Arifin, M.T.

NIP. 19670520 199403 1 002

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Gita Iriandina
NIM : H021171505
Program Studi : Fisika
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

Monitoring Kualitas Udara Di TPA Antang Menggunakan Aplikasi Telegram Berbasis Internet Of Things

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain, bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau seluruh skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar,

Yang Menyatakan,



Gita Iriandina

ABSTRAK

Monitoring gas karbon monoksida (CO) dan sulfur dioksida (SO_2) di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) dilakukan untuk mengetahui tingkat kandungan gas CO dan gas SO_2 di lingkungan tersebut yang dapat menyebabkan polusi udara. Penelitian ini berfokus pada pembuatan prototipe sistem *monitoring* polusi udara gas CO dan gas SO_2 di TPA Antang Makassar, dengan melakukan pemantauan jarak jauh yang merupakan penerapan dari teknologi *Internet of Things (IoT)*. Sistem *monitoring* gas CO dan SO_2 di TPA Antang dilakukan menggunakan sensor gas MQ-7 dan sensor MQ-136. Hasil pengukuran secara *real-time* oleh arduino uno kemudian terhubung dengan NodeMCU ESP8266 secara *nirkabel*. Data hasil pengukuran ditampilkan pada kolom *bot chat software* telegram. Sensor MQ-7 memiliki besar kesalahan pengukuran yaitu 3,57%. Pada sensor MQ-136 memiliki besar kesalahan pengukuran yaitu 5,63%. Sistem *monitoring* dapat bekerja dengan baik secara *real-time* pada saat pengukuran polutan gas CO dan gas SO_2 , di TPA Antang Makassar. Keunggulan pada penelitian ini adalah instrumen yang digunakan memiliki tingkat sensitivitas yang baik terhadap deteksi gas CO dan gas SO_2 , mudah untuk digunakan, memiliki harga yang murah, dan penyajian data secara *real-time*.

Kata kunci: *Internet of Things*, polusi udara, sensor MQ-7, sensor MQ-136, telegram.

ABSTRACT

Monitoring of carbon monoxide (CO) and sulfur dioxide (SO_2) gases around the Antang Disposal Site (TPA) is carried out to determine the level of CO gas and SO_2 gas content in the environment that can cause air pollution. This research focuses on making a prototype of a CO and SO_2 gas air pollution monitoring system at TPA Antang Makassar, by conducting remote monitoring which is the application of *Internet of Things* (IoT) technology. The CO and SO_2 gas monitoring system at the Antang landfill is carried out using the MQ-7 gas sensor and the MQ-136 sensor. The real-time measurement results by arduino uno are then connected to the NodeMCU ESP8266 wirelessly. The measurement result data is displayed in the telegram bot chat software column. The MQ-7 sensor has a measurement error of 3.57%. The MQ-136 sensor has a large measurement error of 5.63%. The monitoring system can work well in real-time when measuring CO and SO_2 gas pollutants at the Makassar Antang TPA. The advantages of this research are that the instrument used has a good level of sensitivity to detect CO and SO_2 gas, is easy to use, has a low price, and presents data in real-time.

Keywords: Air pollution, *Internet of Things*, MQ-7 sensor, MQ-136 sensor, telegram.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT berkat limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi dengan judul "**Monitoring Kualitas Udara Di TPA Antang Menggunakan Aplikasi Telegram Berbasis *Internet Of Things***" yang merupakan syarat untuk menyelesaikan Pendidikan Strata Satu (S1) Departemen Fisika Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin.

Penulisan skripsi ini masih jauh dari sempurna, hal tersebut disadari oleh penulis karena adanya keterbatasan kemampuan dan pengetahuan yang dimiliki penulis. Selama proses penyelesaian skripsi, penulis mengalami berbagai hambatan di tiap prosesnya. Hambatan dapat teratasi tentu tidak lepas dari bimbingan, dukungan, dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada orang-orang yang turut membantu dan memberikan dukungan yang berharga saat awal pelaksanaan penelitian hingga penyusunan laporan skripsi diselesaikan. Dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan banyak terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Keluarga tercinta terkhusus kepada kedua orang tua yang penulis sayangi dan hormati. Ayahanda **Arifuddin** dan Ibunda **Rudiati** yang selalu mendoakan, memberi pelajaran yang berharga, kasih sayang dan dukungan baik secara moral maupun materi kepada penulis. Untuk adik tercinta **Ahmad Ginza** yang menjadi satu-satunya saudara penulis, terimakasih karena sudah bersedia menjadi teman dalam segala hal bagi penulis.
2. **Prof. Dr. Arifin, M.T.** selaku Dosen Pembimbing utama dan **Ibu Dr. Ir. Bidayatul Arminah, M.T.** selaku Dosen Pembimbing Pertama yang telah banyak membimbing dan meluangkan waktu serta pemikirannya untuk penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
3. **Prof. Dr. Bualkar Abdullah, M.Eng.Sc** dan **Drs. Bangsawang BJ, M.Si.** selaku Tim Penguji dalam melaksanakan seminar proposal, hasil dan ujian

Sidang Skripsi yang telah banyak meluangkan waktu dan tenaga untuk memberikan ilmu, saran, dan diskusi demi kesempurnaan skripsi penulis.

4. Seluruh **Dosen FMIPA Unhas**, khususnya kepada seluruh **Bapak dan Ibu Dosen Pengajar Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin**. Terima kasih telah memberikan ilmu yang bermanfaat dan mendidik penulis selama menjadi mahasiswa di kampus merah ini.
5. Seluruh **Pegawai dan Jajaran Staf Akademik** Departemen Fisika dan Fakultas MIPA; **Pak Syukur, Ibu Rana, Ibu Evi dan Pak Ahmad** yang dengan senang hati banyak membantu penulis dalam menyelesaikan urusan-urusan akademik.
6. Kepada **Zahra** teman penelitian penulis. Terima kasih selalu bersedia menjadi teman baik penulis dari awal sampai diujung perkuliahan ini. Terima kasih untuk dukungan, ide dan motivasi untuk penulis, serta setia menemani penulis mengerjakan penelitian. Terimakasih untuk semua ceritanya.
7. Kepada **Innah dan Suci** terima kasih motivasinya untuk penulis selama penelitian, mendengar curhatan penulis, teman sefrekuensi. Terima kasih selama ini cerita sedih dan senangnya selama perkuliahan.
8. Untuk **Fitri, Kaswa, dan Siska** terima kasih sudah menjadi penetal kebisingan hidup penulis, yang dibutuhkan dicelah-celah kepusingan penulis.
9. Kepada **Muqoil, Ka Hafiz, dan Ka Ida** terima kasih sudah berbagi ilmu kepada penulis dan bersedia membantu penulis.
10. Teman-teman seperjuangan Lab. Elektronika dan Instrumentasi **Zahra, Manja, Suci, Evita, Fadil, Trisna, Rachel, Aat, Puat, Ebiet, Fadlan dan Qoil** terima kasih bantuan dan masukannya untuk penulis.
11. Terima kasih untuk **Uppy** yang sudah bersedia menemani penulis dalam beberapa cerita yang dilewati, semoga menjadi pelajaran untuk masa depan.
12. Teman-teman **Fisika 2017** yang banyak menemani dan membantu penulis selama menjalani studi di Fisika Unhas hingga menyelesaikan skripsi, semoga kesuksesan menghampiri tiap-tiap dari kita dan semoga dipertemukan dimasa yang akan datang.

13. **Himpunan Mahasiswa Fisika (Himafi) FMIPA Unhas** “keras, kuat, cerdas dan berani” terima kasih telah memperkenalkan dan mengajarkan banyak hal baru sejak penulis menjadi mahasiswa baru hingga saat ini.
14. Teman-teman **MIPA 2017** yang menemani dan ikut mengisi kisah penulis dalam berproses di KM FMIPA UNHAS. Salam MIPA 2017 “Kami Satu Kami Bersaudara”.
15. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang telah memberikan kontribusi untuk skripsi ini sehingga dapat terselesaikan dengan baik.

Makassar, 5 Agustus 2022

Gira Iriandina

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah	3
I.3 Tujuan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
II.1 Udara	4
II.2 Tempat Pembuangan Akhir.....	5
II.3 Karbon Monoksida.....	5
II.4 Sulfur Dioksida	6
II.5 Arduino Uno	7
II.6 NodeMCU ESP8266	7
II.7 Sensor.....	8
II.8 Telegram	11
BAB III METODOLOGI	13
III.1 Waktu dan Tempat Penelitian	13
III.2 Alat dan Bahan.....	13
III.3 Metode Penelitian.....	14

III.4 Diagram Alir	19
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	20
IV.1 Perancangan Perangkat Keras Sistem	20
IV.2 Perancangan Perangkat Lunak	21
IV.3 Kalibrasi Sensor	24
IV.4 Pengujian Sistem <i>Monitoring</i> Skala Lapangan.....	31
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	35
V.1 Kesimpulan	35
V.2 Saran.....	35
DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN.....	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Mikrokontroler Arduino Uno	7
Gambar 2.2 NodeMCU ESP8266.....	8
Gambar 2.3 Sensor MQ-7.....	10
Gambar 2.4 Sensor MQ-136.....	11
Gambar 3.1 Diagram blok sistem monitoring kualitas udara.....	16
Gambar 3.2 Rangkaian skematik utama sistem.....	17
Gambar 4.1 Rangkaian perangkat keras	20
Gambar 4.2 Kata Kunci “ /help” pada kolom chat BotFather	23
Gambar 4.3 Pembuatan bot telegram baru “/newbot”	23
Gambar 4.4 Hasil pembuatan bot telegram	23
Gambar 4.5 Grafik pembacaan alat ukur standar dan pembacaan sensor	25
Gambar 4.6 Grafik perbandingan linearitas pengukuran karbon monoksida....	26
Gambar 4.7 Grafik pembacaan dengan persamaan skematik.....	27
Gambar 4.8 Grafik pembacaan alat ukur standar dan pembacaan sensor	28
Gambar 4.9 Grafik perbandingan linearitas pengukuran sulfur dioksida.....	29
Gambar 4.10 Grafik pembacaan dengan persamaan skematik.....	30
Gambar 4.11 Skema peletakkan sensor.....	31
Gambar 4.12 Grafik data gas CO sepuluh menit.....	32
Gambar 4.13 Grafik data gas SO ₂ sepuluh menit.....	33

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Pengambilan data monitoring MQ-7	24
Tabel 4.2 Tabel konversi data ADC ke PPM	26
Tabel 4.3 Pengambilan data monitoring MQ-136	28
Tabel 4.2 Tabel konversi data ADC ke PPM	30

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Script program sensor MQ-7, dan sensor MQ-136	40
Lampiran 2.	Script program NodeMCU ESP8266	43
Lampiran 3.	Tabel data kalibrasi sensor MQ-7	48
Lampiran 4.	Tabel data kalibrasi sensor MQ-136.....	58
Lampiran 5.	Tabel besar kesalahan sensor MQ-7	59
Lampiran 6.	Tabel besar kesalahan sensor MQ-136.....	60
Lampiran 7.	Lokasi titik pengambilan data monitoring.....	61
Lampiran 8.	Data pengujian sistem monitoring skala lapangan	62
Lampiran 9.	Pengukuran sistem skala lapangan	67
Lampiran 10.	Perhitungan persamaan regresi linear MQ-7	68
Lampiran 11.	Perhitungan persamaan regresi linear MQ-136.....	70
Lampiran 12.	Hasil perhitungan persamaan regresi linear MQ-7	72
Lampiran 13.	Hasil perhitungan persamaan regresi linear MQ-136.....	73
Lampiran 14.	Data uji lapangan gas CO ₂ Balai Besar K3 Makassar	74

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Lingkungan yang bersih sangat berpengaruh terhadap kesehatan manusia. Salah satu faktor penunjang lingkungan yang bersih adalah kualitas udara. Dalam kehidupan sehari-hari udara sangat dibutuhkan untuk bernafas. Udara mengandung oksigen yang diperlukan. Dalam proses pernapasan, udara bersih sangat penting bagi tubuh manusia agar tetap sehat. Kebutuhan udara bersih adalah sebuah prioritas yang layak diperhatikan [1]. Udara merupakan materi yang tidak bisa dilihat dengan kasat mata, namun efek dari pencemaran udara tidak bisa langsung dirasakan [2].

Berdasarkan UU nomor 23 tahun 1997, pencemaran udara adalah pencemaran lingkungan oleh aktivitas manusia sehingga kualitasnya turun sampai ke tingkat tertentu, pada akhirnya pencemaran udara ini berdampak negatif terhadap kehidupan manusia. Pencemaran udara sekarang ini semakin meningkat, terutama di kota-kota besar di Indonesia. Sumber pencemaran udara yang utama berasal dari berbagai aktivitas manusia antara lain industri, transportasi, pembakaran sampah, perkantoran, dan perumahan. Berbagai aktivitas tersebut merupakan faktor terbesar dari pencemar udara yang dibuang ke udara bebas. Sumber pencemaran udara juga dapat disebabkan oleh berbagai kegiatan alam, seperti kebakaran hutan, gunung meletus, gas alam beracun, dll [2]. Pencemaran dapat terjadi di udara sebagai akibat dekomposisi sampah [3].

Sampah merupakan suatu zat sisa dari hasil aktivitas manusia baik bersifat organik maupun anorganik yang dibuang ke lingkungan. Kemungkinan sampah yang dibuang masih mengandung komponen berbahaya dan beracun [4]. Oleh karena itu, pembuangan dan pemusnahan sampah harus dilakukan sebaik mungkin. Tempat pembuangan akhir (TPA) merupakan suatu tempat akhir yang digunakan untuk menampung semua sampah [3]. Salah satu akibat adanya TPA adalah pencemaran udara oleh sampah. Sampah menghasilkan beberapa komponen gas yang masuk ke udara dari hasil proses pembusukan maupun

pembakaran. Terdapat beberapa komponen gas yang dihasilkan akibat adanya proses pembusukan sampah seperti, karbon monoksida (CO), karbon dioksida (CO₂), fosfor (PO₄), sulfur dioksida (SO₂), maupun metana (CH₄). Jumlah gas yang dihasilkan akan semakin banyak apabila volume pembusukan sampah semakin besar [4].

Gas yang dihasilkan memiliki kontribusi paling signifikan terhadap peningkatan pencemaran udara. Hal ini menciptakan kebutuhan untuk pengukuran dan analisis pemantauan kualitas udara secara *real-time* [5]. Manusia dibatasi oleh ruang dan waktu untuk melakukan pemantauan udara secara terus-menerus. Indeks kualitas udara dapat diketahui dengan bantuan *Internet of Things* (IoT). Teknologi IoT dapat mengirimkan data dan membantu memproyeksikan nilai ke *cloud* dan nilainya dapat dibaca di mana saja secara *online* menggunakan komputer atau ponsel. IoT saat ini menemukan penggunaan dalam sistem pemantauan kualitas udara secara *real-time* [6,7].

Beberapa penelitian sebelumnya mengenai pemantauan kualitas udara dengan memanfaatkan teknologi IoT sudah banyak dilakukan, seperti penelitian yang dilakukan oleh Jacqueline dkk (2020) tentang sistem pemantauan kualitas udara dalam ruangan berbasis mikrokontroler, android dan IoT. Penelitian yang dilakukan oleh Kinnera dkk (2019) tentang pengaturan pemantauan kualitas udara berbasis iot berbiaya rendah menggunakan sensor arduino dan seri MQ dengan analisis dataset. Dan masih dengan penelitian yang dilakukan oleh Kinnera dkk (2019) tentang sistem monitoring kualitas udara berbasis IoT menggunakan MQ-135 dan MQ-7 dengan analisis pembelajaran mesin. Pada penelitian-penelitian sebelumnya telah dilakukan percobaan monitoring kualitas udara dengan berbagai macam alat dan media yang berbeda. Penelitian yang telah dilakukan memiliki kelemahan seperti pada perangkat lunak memiliki akses yang cukup rumit, dan sensor dapat mendeteksi lebih dari satu jumlah konsentrasi gas dimana sensor yang digunakan hanya satu jenis sensor saja, hal ini tentu akan mempengaruhi efektivitas sensor yang digunakan dalam mengirim data.

Pada penelitian ini, akan dibuat sebuah sistem pemantauan untuk pengukuran kadar gas CO, dan gas SO₂ udara di TPA Antang Makassar

menggunakan sistem berbasis mikrokontroler arduino uno yang terintegrasi dengan sensor MQ-7 untuk konsentrasi gas CO dan sensor MQ-136 untuk konsentrasi gas SO₂. Sistem yang akan digunakan terhubung ke jaringan internet menggunakan modul NodeMCU ESP8266 dengan perangkat lunak Telegram. Data hasil pengukuran sensor ditampilkan pada aplikasi telegram, dimana telegram berfungsi sebagai media *monitoring* data. Telegram memiliki bot *application programming interface* (API) yang cukup lengkap sehingga memungkinkan untuk membuat bot pintar yang dapat merespon pesan, selain itu aplikasi ini gratis, ringan dan multiplatform. Sistem pemantauan ini diharapkan dapat merealisasikan konsep IoT untuk menampilkan data kualitas udara melalui aplikasi telegram dan dapat dipantau secara jarak jauh baik melalui *smartphone* ataupun komputer.

I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka didapatkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem yang dapat memantau kadar gas CO, dan gas SO₂ berbasis *Internet of Things*.
2. Bagaimana mengukur dan menguji kualitas udara di TPA Antang dengan teknologi *IoT* menggunakan sensor MQ-7 dan MQ-136.
3. Bagaimana menganalisis karakteristik sensor gas MQ-7 dan MQ-136 terhadap polusi udara (CO dan SO₂).

I.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan di atas, maka didapatkan tujuan sebagai berikut:

1. Merancang sistem yang dapat memantau kadar gas CO, dan gas SO₂ berbasis *Internet of Things*.
2. Mengukur dan menguji kualitas udara di TPA Antang dengan teknologi *IoT* menggunakan sensor MQ-7 dan MQ-136.
3. Menganalisis karakteristik sensor gas MQ-7 dan MQ-136 terhadap polusi udara (CO dan SO₂).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Udara

Udara merupakan hal yang sangat penting bagi kelangsungan hidup makhluk hidup. Tanpa adanya udara, makhluk hidup tidak akan bisa bertahan hidup lama, bahkan hanya beberapa menit saja. Hal ini karena udara yang ada di bumi ini mengandung banyak gas-gas yang dibutuhkan, terutama untuk kepentingan bernafas, yakni gas oksigen. Oleh karena oksigen ini sangat dibutuhkan untuk bernafas, maka dari itulah udara ini dianggap sebagai komponen yang sangat dibutuhkan disetiap saat [8].

Tidak sembarang udara bisa dikonsumsi oleh makhluk hidup. Makhluk hidup memerlukan keadaan udara yang bersih dan sehat untuk memenuhi kebutuhannya sehari-hari, terutama untuk bernafas. Banyak pihak yang membutuhkan keadaan udara yang bersih dan sehat ini terutama manusia. Manusia membutuhkan udara yang bersih untuk bernafas yang mana dihirup paru-paru. Ketika udara yang dihirup oleh manusia tidak dalam keadaan yang bersih, maka hal itu bisa membahayakan kesehatan paru-paru manusia tersebut. Udara yang bersih dan sehat ini memiliki ciri-ciri khusus yang membedakannya dengan udara yang cenderung tidak baik atau cenderung tercemar [9]. Beberapa ciri udara bersih dan sehat, antara lain :

- Tidak berbau
- Tidak berasa
- Tidak tercampur dengan benda asing
- Terasa segar apabila kita hirup
- Terasa sejuk
- Dapat digunakan sebagai terai kesehatan tubuh

Udara yang mempunyai syarat di atas bisa dikatakan sebagai udara yang dapat dihirup secara terus menerus yang akan menjadi sumber kehidupan manusia. Komponen utama pada udara agar dapat adalah gas oksigen, namun seiring perkembangan jaman aktivitas manusia yang tidak ramah lingkungan,

udara terus mengalami penurunan kualitas. Penurunan kualitas udara untuk respirasi semua organisme akan menurunkan tingkat kesehatan masyarakat dan berakibat timbulnya masalah baru seperti gangguan pernafasan, kanker paru paru, dan berkurangnya kadar oksigen di dalam tubuh manusia.

II.2 Tempat Pembuangan Akhir

Tempat Pembuangan Akhir (TPA) merupakan tempat untuk menimbun sampah dan merupakan bentuk tertua perlakuan sampah. Beberapa TPA masih melakukan pengelolaan sampah menggunakan metode yang dibuang begitu saja (*open dumping*) [10]. Selama ini pembuangan sampah selalu dititikberatkan pada TPA, sehingga beban pencemaran sampah yang menjadi perhatian besar adalah di sekitar TPA. Secara fisik yang perlu diperhatikan adalah proses penyebaran dan pemancaran gas di TPA, serta pergerakan hasil dekomposisi sampah di TPA [11].

Proses dekomposisi sampah organik di TPA berpotensi menyebabkan pencemaran udara. Proses dekomposisi sampah di TPA menghasilkan gas yang disebut dengan *landfill gas* (LFG). LFG terdiri dari gas CH₄, CO₂, N₂, dan sedikit gas *Nonmethane Organic compounds* (NMOCs) seperti *benzene*, *vinyl chloride*, *chloroform* dll. Selain itu gas NH₃, O₂, senyawa toksik seperti merkuri (Hg), dan H₂S juga sering ditemukan dalam gas di TPA.

Kegiatan pengelolaan sampah di TPA didominasi menggunakan alat berat. Padahal aktivitas kendaraan maupun alat berat di TPA dapat berpotensi menyebabkan pencemaran udara. Karena kendaraan maupun alat berat menggunakan bahan bakar yang menghasilkan emisi. Emisi yang dihasilkan yaitu, gas CO₂, NO₂, CO, SO₂, dan partikel lainnya [12].

II.3 Karbon Monoksida

Karbon monoksida merupakan sejenis gas yang tidak berwarna, tidak berbau, tidak berasa dan tidak mudah larut di dalam air, memiliki sifat beracun dan berbahaya. Gas CO pada tubuh manusia akan mengganggu pengikatan oksigen pada darah karena CO cenderung mudah terikat dengan darah dibandingkan dengan gas-gas lainnya [13]. Gas CO merupakan salah satu bahan toksik yang sangat berbahaya jika terhirup oleh manusia. Gas CO dapat terbentuk

secara alamiah, tetapi sumber utamanya adalah dari kegiatan manusia. Gas CO berasal dari alam termasuk dari lautan, oksidasi metal di atmosfer, pegunungan, kebakaran hutan dan badai listrik alam. Gas CO dapat ditemukan dari hasil pembakaran yang tidak sempurna dari karbon dan bahan-bahan organik yang mengandung karbon [14].

Nilai ambang batas adalah konsentrasi dari zat, uap, atau gas dalam udara yang dihirup selama 8 jam per hari dan 40 jam selama satu minggu, tanpa menimbulkan gangguan kesehatan yang sangat berarti. Berdasarkan PER.13/MEN/X/2011 tentang faktor fisika dan faktor kimia di tempat kerja, nilai ambang batas CO di tempat kerja yaitu 30 ppm. [15].

II.4 Sulfur Dioksida

SO₂ adalah gas yang mudah terlarut dalam air, memiliki bau, tidak berwarna dan tidak mudah terbakar. Pencemaran sekunder yang terbentuk dari SO₂ seperti partikel sulfat dapat berpindah dan terdispersi jauh dari sumbernya. Gas SO₂ merupakan gas polutan yang banyak bersumber dari pembakaran bahan bakar fosil yang mengandung unsur belerang seperti minyak, gas, batu bara maupun kokas. SO₂ yang terabsorpsi pada partikel dapat terhirup dan masuk cukup dalam saluran pernapasan. SO₂ yang terabsorpsi kemudian terlarut dalam cairan tubuh dan memasuki aliran darah, sistem limfatik atau jaringan paru-paru penghubung. Efek gas SO₂ dapat menyebabkan gangguan pernapasan, sakit kepala, sakit dada, dan dapat menyerang saraf manusia. Pada kadar 8-12 ppm, dapat menyebabkan batuk dan kesukaran bernapas, iritasi mata yang menyebabkan keluarnya air mata, mata menjadi merah dan perih [16].

Pencemaran SO₂ diudara berasal dari sumber alamiah maupun sumber buatan. Sumber alamiah adalah gunung berapi, pembusukan bahan organik oleh mikroba dan reduksi sulfat secara biologis. Proses pembusukan akan menghasilkan H₂S yang akan cepat berubah menjadi SO₂. Akibat utama polutan SO₂ terhadap manusia adalah terjadinya iritasi pada sistem pernafasan. SO₂ dianggap polutan yang berbahaya bagi kesehatan terutama terhadap manusia usia lanjut dan penderita yang mengalami penyakit kronis pada sistem pernafasan dan

kardiovaskular. Individu dengan gejala tersebut sangat sensitif jika kontak dengan SO₂ walaupun dengan konsentrasi yang relatif rendah [17].

II.5 Arduino Uno

Arduino uno adalah papan mikrokontroler yang berbasiskan ATmega328. .Arduino uno memiliki 14 pin masukan atau keluaran digital (6 pin dapat digunakan sebagai keluaran PWM), 6 pin sebagai masukan analog, sebuah kristal kuarsa 16 MHz, satu koneksi USB, satu untuk colokan listrik, satu untuk ICSP *header* dan satu sebagai tombol reset. Arduino Uno memuat segala hal yang dibutuhkan untuk mendukung mikrokontroler. Hanya dengan menghubungkan ke sebuah komputer melalui kabel USB atau memberikan tegangan dari adaptor AC ke DC atau baterai maka arduino uno sudah dapat dihidupkan dalam bahasa Itali, "uno" berarti satu dan dipilih untuk menandai rilis perangkat lunak arduino IDE 1.0. Papan uno dan versi 1.0 perangkat lunak arduino IDE adalah versi referensi arduino, yang sekarang berevolusi menjadi rilis yang lebih baru [18]. Papan arduino uno dapat dilihat pada Gambar 2.1

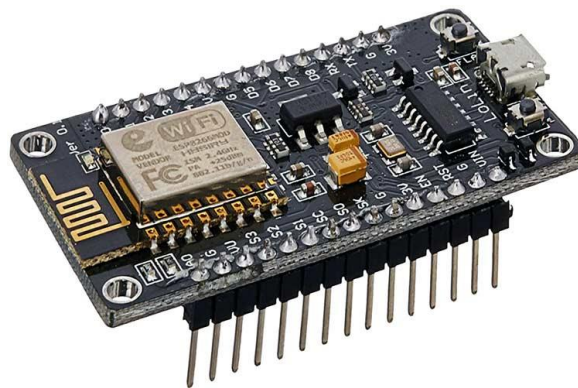


Gambar 2.1 Mikrokontroler arduino uno.

II.6 NodeMCU ESP8266

Nodemcu ESP8266 merupakan modul *wifi* yang menggunakan sebuah *chip wifi* yang berfungsi agar dapat terhubung langsung dengan jaringan *wifi* atau internet. Nodemcu merupakan salah satu *firmware* dari modul ESP8266 yang memiliki sifat *open source* dan memiliki pengembangan kit yang bertujuan untuk memudahkan membangun prototipe produk IoT dengan menggunakan bahasa

pemrograman *scriptins*. Nodemcu adalah mikrokontroler yang sudah dilengkapi modul ESP8622 di dalamnya. ESP8266 merupakan modul *wifi* yang berfungsi sebagai perangkat tambahan mikrokontroler seperti arduino agar dapat terhubung langsung dengan *wifi* dan membuat koneksi IP (*Internet Protocol*) sehingga dapat dimanfaatkan untuk keperluan IoT. ESP8266 memiliki kemampuan *on-board prosesing* dan *storage* yang memungkinkan dengan aplikasi alat tertentu melalui sebuah pin masukan dan pin keluaran hanya dengan pemrograman singkat [19]. Berikut adalah Gambar 2.2 yang menunjukkan mikrokontroler nodeMCU.



Gambar 2.2 Nodemcu ESP8266

II.7 Sensor

Sensor adalah perangkat yang ketika terkena fenomena fisik menghasilkan sinyal keluaran proporsional (listrik, mekanik, magnetik), oleh karena itu dapat dikatakan bahwa secara ideal, sensor adalah perangkat yang merespons perubahan fenomena fisik. Transduser adalah perangkat yang mengubah satu bentuk energi menjadi bentuk energi lain, di sisi lain, kata transduser sering digunakan secara sinonim dengan sensor. Sensor adalah transduser pada saat perangkat tersebut merasakan satu bentuk *input* dan *output* energi dalam bentuk energi yang berbeda. Sebagai contoh, termokopel merespons perubahan suhu (energi panas) dan menghasilkan perubahan proporsional dalam gaya gerak listrik (energi listrik), maka dari itu, termokopel dapat disebut sensor dan atau transduser [20].

II.6.1 MQ-7

Sensor MQ-7 merupakan sensor gas CO yang berfungsi untuk mengukur konsentrasi gas CO. Sensor ini memiliki sensitivitas tinggi dan waktu respon yang cepat. Keluaran yang dihasilkan oleh sensor ini adalah berupa sinyal analog. Sensor ini juga membutuhkan tegangan *direct current* (DC) sebesar 5V. Pada sensor ini terdapat nilai resistansi sensor (R_s) yang dapat berubah bila mendeteksi gas dan juga sebuah pemanas yang digunakan sebagai pembersih sensor dari kontaminasi udara dari luar. Sensor ini mampu mendeteksi kadar nilai karbon monoksida dalam udara dengan cakupan antara 20-2000 ppm [21].

Sensor MQ-7 digunakan untuk mendeteksi keberadaan gas CO yang merupakan hasil pembakaran pada kendaraan. Sensor ini terdiri dari keramik Al_2O_3 , lapisan tipis SnO_2 , elektroda serta pemanas yang digabungkan dalam suatu lapisan kerak yang terbuat dari plastik dan stainless. Apabila terdeteksi gas CO maka tegangan keluaran pada sensor akan naik, sehingga konsentrasi gas akan menurun dan terjadi proses deoksidasi. Akibatnya permukaan dari muatan negatif oksigen akan berkurang, ketinggian permukaan sambungan penghalang pun akan ikut terjadi. Hal ini mengakibatkan penurunan resistansi sensor yang juga memiliki sebuah pemanas sebagai pembersih udara [19].

Sensor MQ-7 memerlukan tegangan pemanas (*power heater*) sebesar 5V, resistansi beban (*load resistance*), dan keluaran sensor dihubungkan ke pin ADC (pengubah nilai *analog ke digital*), sehingga keluaran dapat ditampilkan dalam bentuk sinyal digital. Maka nilai digital yang berupa keluaran sensor ini dapat ditampilkan pada penampil cairan kristal penampil [22].

Spesifikasi dari sensor MQ-7 ini adalah sebagai berikut:

- Sumber tegangan : +5 Volt
- *Interface type* : Analog
- *Pin definition* : 1- output, 2 VCC, 3 GND
- Ukuran : 40 x 20 mm

Sensor MQ-7 terdiri dari tabung mikrokeramik, lapisan sensitif timah dioksida (SnO_2). Sensor ini memiliki elektroda pengukur dan pemanas sebagai lapisan kulit yang terbuat dari plastik dan permukaan jaringan baja tahan karat.

Heater menyediakan kondisi kerja yang diperlukan agar komponen sensitif berfungsi [23]. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Sensor MQ-7.

II.6.2 MQ-136

Sensor MQ-136 adalah suatu komponen semikonduktor yang berfungsi sebagai pengindera SO_2 . Sensor gas MQ-136 memiliki sensitivitas tinggi terhadap SO_2 , juga bisa digunakan untuk mendeteksi uap lain yang mengandung sulfur. Sensor ini membutuhkan tegangan masukan sebesar 5V. Pada sensor ini terdapat nilai resistansi sensor (R_s) yang dapat berubah bila terkena gas dan juga sebuah pemanas yang digunakan sebagai pembersihan ruangan sensor dari kontaminasi udara luar. Sensor ini memerlukan rangkaian sederhana serta memerlukan tegangan pemanas (*power heater*) sebesar 5V, resistansi beban (*load resistance*). Keluaran sensor berupa data analog [17].

Sensor gas MQ-136 terdiri dari elemen sensor, dasar sensor dan tudung sensor. Elemen sensor terdiri dari bahan sensor dan bahan pemanas untuk memanaskan elemen. Elemen sensor menggunakan bahan-bahan seperti timah (IV) oksida SnO_2 , wolfram (VI) oksida WO_3 , dan lain-lain, tergantung pada gas yang hendak dideteksi. Bila suatu kristal oksida logam seperti SnO_2 dipanaskan pada suhu tinggi tertentu di udara, oksigen akan teradsorpsi pada permukaan kristal dengan muatan negatif. Elektron-elektron donor pada permukaan kristal ditransfer ke oksigen teradsorpsi, sehingga menghasilkan suatu lapisan ruang bermuatan positif. Akibatnya potensial permukaan terbentuk, yang akan menghambat aliran elektron. Di dalam sensor, arus listrik mengalir melalui bagian-bagian penghubung (batas butir) kristal mikro SnO_2 . Pada batas-batas

antar butir, oksigen yang teradsorpsi membentuk penghalang potensial yang menghambat muatan bebas bergerak. Tahanan listrik sensor disebabkan oleh penghalang potensial ini. Dalam lingkungan adanya gas pereduksi, kerapatan oksigen teradsorpsi bermuatan negatif pada permukaan semikonduktor sensor menjadi berkurang, sehingga ketinggian penghalang pada batas antar butir berkurang. Ketinggian penghalang yang berkurang menyebabkan berkurangnya tahanan sensor butir dalam lingkungan gas [24]. Sensor MQ-136 dapat dilihat seperti pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Sensor MQ-136

II.8 Telegram

Telegram memiliki sebuah bot yang diberi nama bot telegram. Bot Telegram merupakan sebuah bot yang saat ini mulai populer digunakan dikalangan masyarakat seiring dengan maraknya *messenger*. Perangkat lunak yang digunakan untuk memonitoring hasil deteksi daripada sensor adalah menggunakan aplikasi telegram sebagai penampilan antarmuka yang akan digunakan pengguna. Data yang diperoleh dari sensor akan ditampilkan pada telegram, sesuai dengan instruksi yang diberikan. Telegram adalah aplikasi perpesanan yang didasarkan pada layanan terbuka, tanpa memerlukan pembayaran apapun dengan keamanan dan penampilan yang cepat [25].

Bot telegram seiring *messenger* telegram yang mulai di instal banyak orang dan dipergunakan untuk percakapan sehari-hari. Memang telegram belum sepopuler *whatsapp*, *BlackBerry Messenger* (BBM), maupun *Line*. Namun, bisa jadi suatu saat akan menjadi suatu messenger yang potensial mendapatkan hati dikalangan masyarakat maya. Kelebihan dari telegram ini adalah adanya landasan

untuk menggunakan API untuk masyarakat luas. Salah satu API yang disediakan adalah fitur bot. Bot Telegram adalah bot yang saat ini mulai populer dipergunakan [26].

II.9 LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD adalah suatu jenis media tampil yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD yang digunakan adalah jenis LCD yang menampilkan data dengan 2 baris tampilan pada *display*. *Display* elektronik adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik. LCD adalah salah satu jenis *display* elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS *logic* yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap *front-lit* atau mentransmisikan cahaya dari *back-lit*.

LCD berfungsi sebagai penampil data baik dalam bentuk karakter, huruf, angka ataupun grafik. Material LCD adalah lapisan dari campuran organik antara lapisan kaca bening dengan elektroda transparan indium oksida dalam bentuk tampilan *seven-segment* dan lapisan elektroda pada kaca belakang [27].

Adapun fitur yang disajikan dalam LCD ini adalah :

1. Terdiri dari 16 karakter dan 2 baris.
2. Mempunyai 192 karakter tersimpan.
3. Terdapat karakter generator terprogram
4. Dapat dialamat dengan mode 4-bit dan 8-bit
5. Dilengkapi dengan *back light*.
6. Tersedia VR untuk mengatur kontras.
7. Pilihan konfigurasi untuk operasi *write only* atau *read/write*.
8. Catu daya +5 Volt DC dan Kompatibel dengan DT-51 dan DT-AVR Low

BAB III

METODOLOGI

III.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan mulai dari bulan Februari hingga April 2022. Bertempat di Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi, Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin dan TPA Sampah Antang berlokasi di Jl. Tamangapa Raya. Bangkala. Kec. Manggala, Kota Makassar.

III.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu :

1. NodeMCU ESP8266

NodeMCU ESP8266 memiliki fungsi sebagai mikrokontroler wifi. Membuat koneksi antara mikrokontroler arduino uno dan aplikasi telegram serta mengirim data sensor ke aplikasi telegram.

2. Mikrokontroler Arduino uno

Arduino uno memiliki fungsi sebagai mikrokontroler untuk menerima data dan mengirimkan data sensor ke nodeMCU ESP8266.

3. LCD

LCD (*Liquid Crystal Display*) memiliki fungsi untuk menampilkan pembacaan dari gas sensor.

4. Buzzer

Buzzer memiliki fungsi untuk memberikan sinyal bunyi ketika nilai yang terdeteksi sensor sudah melebihi batas yang telah ditentukan.

5. Smartphone dan Laptop

Smartphone dan laptop memiliki fungsi sebagai media pengkodean serta sebagai media pemantauan.

6. Sensor MQ-7

Sensor MQ-7 memiliki fungsi sebagai sensor pendeteksi gas yang mendeteksi kandungan gas CO.