

**SISTEM *MONITORING* KUALITAS UDARA BERBASIS
WIRELESS SENSOR NETWORK (WSN)**

TUGAS AKHIR

**Karya tulis sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana dari
Universitas Fajar**

Oleh

NUR MUAFIA M.

1620223003

YOLANDA APRISA J.

1620223009



PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS FAJAR

2019

**SISTEM *MONITORING* KUALITAS UDARA BERBASIS
WIRELESS SENSOR NETWORK (WSN)**

TUGAS AKHIR

Oleh

NUR MUAFIA M.

1620223003

YOLANDA APRISA J.

1620223009



PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS FAJAR

2019

HALAMAN PENGESAHAN

**SISTEM MONITORING KUALITAS UDARA BERBASIS *WIRELESS SENSOR*
NETWORK (WSN)**

Disusun Oleh :

NUR MUAFIA MASSAKUTA

YOLANDA APRISA JEMARUS

1620223003

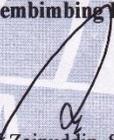
1620223009

Telah diperiksa dan disetujui oleh Dosen Pembimbing
Makassar, 06 September 2019

Pembimbing I

Pembimbing II


Sahbuddin Abdul Kadir, ST.,MT.
NIDN. 0030117508


Zaryantf Zainuddin, ST.,MT.
NIDN. 0907048004

Mengetahui ;


Dekan Fakultas Teknik
Dr. Erniati, ST.,MT.
NIDN. 0906107701


Ketua Program Studi
Safaruddin, S.St.,MT.
NIDN. 0909106901

HALAMAN ORISINALITAS

Penulis dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir:

“Sistem *Monitoring* Kuaalitas Udara Berbasis *Wireless Sensor Network (WSN)*”
adalah karya orisinal saya dan setiap seluruh sumber acuan telah ditulis sesuai dengan
Panduan Penulisan Ilmiah yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Fajar.
Apabila di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka
saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku

Makassar, September 2019

Yang menyatakan



NUR MUAFIA MASSAKUTA

HALAMAN ORISINALITAS

Penulis dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir:

“Sistem *Monitoring* Kuaalitas Udara Berbasis *Wireless Sensor Network (WSN)*”
adalah karya orisinal saya dan setiap seluruh sumber acuan telah ditulis sesuai dengan
Panduan Penulisan Ilmiah yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Fajar.
Apabila di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka
saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku

Makassar, September 2019

Yang menyatakan



YOLANDA APRISA JEMARUS

ABSTRAK

Sistem Monitoring Kualitas Udara Berbasis *Wireless Sensor Network* (WSN), Nur muafiah, Yolanda Aprisa. Polusi udara dewasa ini semakin menampakkan kondisi yang sangat memprihatinkan. Salah satu faktor utama dari pencemaran udara adalah penggunaan transportasi publik yang semakin bertambah. Oleh karena itu, dibuatlah suatu sistem yang dapat memonitoring kualitas udara *karbonmonoksida (CO)* dan *karbondioksida (CO₂)* yang akan ditampilkan dalam sebuah *display* secara *real time*. Sistem ini dibuat menggunakan sensor MQ 7 untuk mengukur kadar gas karbon monoksida (CO) dan sensor MQ 135 untuk mengukur kadar gas karbon dioksida (CO₂) yang dikendalikan oleh Arduino Uno untuk ditampilkan dalam sebuah *display dot matrix* berukuran 16 cm x 32 cm dengan menggunakan modul *wireless HC 11* sebagai *interface* sehingga dibuat sebuah sistem *monitoring* kualitas udara berbasis *wireless sensor network* (WSN). Hasil rata-rata dari pengukuran alat pengukur kualitas udara sebesar 9 ppm, hasil dari *Ambien Analyzer* sebesar 0.313 ppm dan hasil dari *Aeroqual* sebesar 0 ppm. Sehingga dapat disimpulkan bahwa ketiga alat tersebut memperoleh hasil yang berbeda karena perbedaan spesifikasi dan sensitifitas dari masing-masing alat dalam mengukur kualitas udara.

Kata Kunci: *Arduino Uno, MQ-135, MQ-7, HC-11, Display dot Matrix.*

ABSTRACT

Air Quality Monitoring System Based On Wireless Sensor Network (WSN), Nur Muafia Massakuta, Yolanda Aprisa Jemarus. Nowday's, the air pollution is increasingly showing very worried conditions. One of the main factors of air pollution are the increasing use of public transportation. Therefore, a system is created that can monitor air quality of carbon monoxide (CO) and carbon dioxide (CO₂) which will be displayed in real time. This system is created utilizing MQ 7 sensors which is to measure carbon monoxide (CO) gas levels and MQ 135 sensors to measure carbon dioxide (CO₂) gas levels which is controlled by Arduino Uno to be viewed in display dot matrix size 16 cm x 32 cm with utilizing HC 11 wireless module as an interface created by wireless sensor network (WSN). The average results from measurements of air quality gauges are 9 ppm, the results of the Ambien Analyzer are 0.313 ppm and the results from Aeroqual are 0 ppm. So it can be concluded that the three tools obtain different results due to differences in specifications and sensitivity of each tool in measuring air quality.

Keywords: *Arduino Uno, MQ-135, MQ-7, HC-11, Display Dot Matrix.*

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmannirrahim. Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Dengan menyebut nama Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha penyayang, kami panjatkan puji dan syukur atas kehadiran-Nya yang telah melimpahkan rahmat,taufik serta hidayah-Nya lah kami dapat menyelesaikan proposal ini dengan judul “SISTEM *MONITORING* KUALITAS UDARA BERBASIS *WIRELESS SENSOR NETWORK* (WSN)”. Proposal ini disusun sebagai salah satu syarat yang harus dipenuhi dalam menyelesaikan jenjang pada Strata-1 pada program studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Fajar.

Dalam penyusunan proposal ini tidak akan selesai tanpa bantuan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini kami ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dekan Fakultas Teknik Universitas Fajar Makassar, Ibu Dr. Erniati, ST.MT
2. Ketua Prodi Teknik Elektro Universitas Fajar Makassar, Bapak Safaruddin, S.Si.MT
3. Dosen Pembimbing bapak Sahbuddin Abdul Kadir, ST.,MT selaku pembimbing I serta ibu Zaryanti Zainuddin, ST.,MT selaku pembimbing II di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Elektro
4. Orang Tua dan keluarga besar kami yang senantiasa mendoakan agar kami selalu diberi kekuatan dan kesabaran.

5. Teman-teman Teknik Elektro yang selalu membantu dan menolong kami, terlebih khusus untuk Saudari Risma Vindianti yang sangat berjasa bagi kami.
6. Serta semua pihak dengan segala kerendahan hati membantu kami dalam penyelesaian proposal ini.

Bukan menjadi rahasia lagi sebuah karya selalu disertai kekurangannya, oleh sebab itu penulis memohon kelapangan hati pembaca untuk menerima kekurangan yang ada dalam proposal ini. Tidak lupa penulis mengharapkan saran dan kritik dari pembaca demi tercapainya kesempurnaan proposal ini. Penulis berharap semoga proposal ini dapat bermanfaat.

Amin.

Makassar, Agustus 2019

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
PERNYATAAN ORISINALITAS	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	xiii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR SINGKATAN	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Kegunaan Penelitian	5
1.5 Batasan Masalah.....	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Karbon Monoksida.....	6
2.2 Karbon Dioksida.....	7
2.3 Arduino Uno	7

2.4 HC 11	9
2.5 Sensor MQ-7.....	10
2.6 Sensor MQ-135	11
2.4 Panel Dot Matriks.....	13
2.5 Software Defined Radio.....	14
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	17
3.1 Rancangan Penelitian.....	17
3.2 Tempat dan Waktu	20
3.3 Alat dan Bahan	20
3.4 Kerangka Pikir.....	22
3.5 Diagram Alir.....	23
3.6 Teknik Pengumpulan Data	26
3.7 Analisa Data	26
3.8 Road Map.....	26
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1 Hasil	28
4.2 Pengujian	29
4.3 Analisa Perbandingan	39
BAB 5 PENUTUP.....	47
5.1 Kesimpulan	47
4.1 Saran.....	47

Daftar Pustaka

Lampiran

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
3.1 Perangkat Keras	21
4.1 Data Hasil Pengujian.....	31
4.2 Data Hasil Pembanding Udara Ambien.....	37
4.3 Data Hasil Pembanding Asap Rokok.....	38

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Arduino Uno.....	8
2.2 HC-11.....	9
2.3 Sensor MQ-7	10
2.4 Sensor MQ 135.....	12
2.5 Panel Dot Matriks	14
2.6 <i>Software Defined Radio</i>	16
3.1 Rancangan Umum Penelitian	17
3.2 Blog Diagram Sistem.....	19
3.3 Kerangka Pikir.....	22
3.4 Diagram Alir Penelitian	23
3.5 Diagram Alir Sistem	25
4.1 Tampilam Sensor	28
4.2 Tampilan Display	29
4.3 Frekuensi Kerja	30
4.4 Ambien Analyzer dan Aeroqual.....	40

DAFTAR SINGKATAN

SINGKATAN	Nama	Pemakaian Pertama Kali Pada Halaman
NO _x	Mononitrogenoksida	1
HC	Hidrokarbon	1
CO	Carbon Monoksida	1
NAB	Nilai Ambang Batas	2
PM ₁₀	Partikulat Metter	2
CO ₂	Carbon Dioksida	2
SNI	Standart Nasional Indonesia	3
WSN	Wireless Sensor Network	4
O ₂	Oksigen	7
MHz	Mega Hertz	7
ICSP	In Circuit Serial Programming	8
UART	Universal Asynchronous Receiver Transmitter	9
NH ₃	Gas Amonia	11
C ₂ H ₅ OH	Alkohol/Ethanol	11
LED	Led Emitting Diode	17
SDR	Software Defined Radio	14
Rx	Receiver	18
Tx	Transceiver	18
Ppm	Part Per Million	20
C	Celcius	35

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A *Listing Program*

Lampiran B Hasil Penelitian

Lampiran C Dokumentasi Penelitian

Lampiran D MQ-7

Lampiran E MQ-135

Lampiran F HC-11

Lampiran G *Ambien Analyzer/Yes Plus LGA*

Lampiran H *Aeroqual*

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teknologi informasi semakin hari semakin berkembang pesat dengan kebutuhan akan informasi dan pertumbuhan tingkat kecerdasan manusia. Telah banyak sistem informasi yang digunakan saat ini untuk menunjang dan menyelesaikan suatu permasalahan di berbagai kalangan. Contohnya saja dalam penanganan masalah kualitas udara.

Polusi udara dewasa ini semakin menampakkan kondisi yang sangat memprihatinkan. Polusi udara merupakan hadirnya satu atau lebih zat fisik, kimia, maupun biologi di udara dalam jumlah yang banyak sehingga dapat membahayakan kesehatan makhluk hidup, kenyamanan, serta gangguan kesehatan. Terlebih khusus gangguan pernapasan yang merupakan akibat dari sifat polusi udara menjadi masalah yang harus diperhatikan.

Salah satu faktor utama dari pencemaran udara adalah penggunaan transportasi publik yang semakin bertambah. Terdapat berbagai komponen pencemar udara yang diakibatkan oleh penggunaan transportasi diantaranya *mononitrogenoksida (NOx)*, *hidrocarbon (HC)*, karbonmonoksida (*CO*) dan partikel-partikel lainnya. Karbonmonoksida yang berlebih sangat berbahaya bagi tubuh karena dapat berikatan dengan *hemoglobin* dalam tubuh sehingga peningkatan oksigen dalam darah dapat terganggu bahkan jika manusia menghirup gas *karbonmonoksida* dalam

kadar tinggi dapat beresiko kematian. Begitupun dengan karbondioksida, jika jumlahnya terlalu banyak, CO₂ tersebut akan naik ke atmosfer dan mengalami pemancaran panas dari bumi sehingga panas dipantulkan kembali ke bumi, akibatnya bumi menjadi sangat panas dan inilah yang disebut efek rumah kaca (Global Warming). Selain itu faktor yang ikut mempengaruhi pencemaran udara diantaranya adalah suhu dan kelembaban.

Menurut Badan Metodologi dan Geofisika, Nilai Ambang batas (NAB) atau batas konsentrasi polusi udara yang diperbolehkan berada dalam udarabebas dipermukaan bumi adalah $PM_{10} = 150 \mu\text{gram}/\text{m}^3$. *Partikulate matter (PM₁₀)* adalah materi pencemar udara atau debu halus yang melayang dengan ukuran lebih kecil dari 10 mikron (*mikrometer*) yang bersifat *inhalable* (terhirup secara tidak disadari oleh makhluk hidup). Simbol μm adalah satuan untuk pengukuran tingkat kualitas atau level pencemaran udara.

Berbagai upaya dilakukan untuk menanggulangi masalah ini, seperti *eksplorasi* sumber energi bersih dan kendaraan agar lebih ramah lingkungan. Namun, masih terdapat kendala, salah satunya yaitu polusi udara yang sulit dirasakan secara tegas oleh indera manusia. Sehingga masih menimbulkan kekhawatiran masyarakat terhadap pencemaran udara yang membahayakan kesehatan.

Banyaknya kendaraan yang mengakibatkan polusi udara dan kurangnya pepohonan sehingga udara semakin tercemari. Manusia membutuhkan kadar CO dan CO₂ yang seimbang, oleh karena itu manusia pun harus mengetahui kadar CO dan

CO₂ yang terdapat di udara yang mereka hirup sehari-hari. Supaya jika terjadi ketidakseimbangan maka manusia dapat menanggulangnya dengan menggunakan masker serta melakukan penanaman pohon kembali. Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) Nilai Ambang Batas (NAB) zat kimia udara di tempat kerja dari karbonmonoksida (CO) adalah 29 mg/m³ sedangkan untuk karbondioksida (CO₂) adalah 9000 mg/m³.

Masyarakat sekarang kurang sadar akan kondisi lingkungan mereka, bahkan banyak dari mereka sering mencemari lingkungan. Contohnya saja penggunaan kendaraan yang semakin banyak, terutama penggunaan kendaraan bagi para pelajar dan mahasiswa. Asap yang dihasilkan kendaraan sangat berbahaya bagi kesehatan jika dihirup setiap hari, apalagi di sekitar sekolah maupun kampus yang dekat dengan jalan raya. Universitas Fajar merupakan contoh kampus yang dekat dengan jalan raya, mahasiswanya pun banyak yang menggunakan kendaraan, oleh karena itu, dibuatlah suatu sistem yang dapat memonitoring kualitas udara *karbonmonoksida (CO)* dan *karbondioksida (CO₂)* yang akan ditampilkan dalam sebuah *display* secara *real time*.

Pada tahun 2014 telah dibuat penelitian oleh Haris Aydin Ya'kut, Arinto Yudi P.W, dan Hari Arief D dari Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Brawijaya dengan judul “ Rancang Bangun Sistem Pengukur Gas Karbon Monoksida (CO) Menggunakan Sensor MQ 7 Berbasis Mikrokontroler ATmega 16A. Dalam penelitian ini penulis menggunakan sensor MQ 7 untuk mengukur kadar gas CO yang akan ditampilkan melalui komputer dan dikendalikan oleh modul mikrokontroler ATmega 16A dengan alat pembanding Stargas 898. Sedangkan dalam skripsi ini

penulis menggunakan sensor MQ 7 untuk mengukur kadar gas karbon monoksida (CO) dan sensor MQ 135 untuk mengukur kadar gas karbon dioksida (CO₂) yang dikendalikan oleh Arduino Uno untuk ditampilkan dalam sebuah *display dot matriks* berukuran 16 cm x 32 cm dengan menggunakan modul *wireless* HC 11 sebagai *interface* sehingga dibuat sebuah sistem *monitoring* kualitas udara berbasis *wireless sensor network* (WSN).

Sistem ini dibuat agar para pengguna jalan di sekitar Universitas Fajar terutama mahasiswa/(i) dapat memperhatikan kondisi udara dengan mudah dan efisien secara *real time*. Agar masyarakat kampus sadar akan pentingnya kualitas udara yang ada di Universitas Fajar Makassar.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang sistem monitoring kualitas udara CO dan CO₂?
2. Bagaimana mendeteksi kualitas udara CO dan CO₂?
3. Bagaimana menampilkan kualitas udara menggunakan *display dot matriks* secara *real time* di kampus Universitas Fajar Makassar?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Merancang sistem monitoring kualitas udara CO dan CO₂
2. Mendeteksi kualitas udara CO dan CO₂
3. Menampilkan kualitas udara CO dan CO₂ menggunakan *display dot matriks* secara *real time* di Kampus Universitas Fajar Makassar

1.4 Kegunaan Penelitian

1. Dapat mengetahui bagaimana merancang system monitoring kualitas udara CO dan CO₂
2. Dapat mengetahui bagaimana mendeteksi kualitas udara CO dan CO₂
3. Dapat mengetahui bagaimana menampilkan kualitas udara menggunakan *display dot matriks* secara *realtime* di Kampus Universitas Fajar Makassar .

1.5 Batasan Masalah

1. Penelitian ini dilakukan untuk merancang system monitoring kualitas udara CO dan CO₂
2. Penelitian ini dilakukan untuk mendeteksi kualitas udara CO dan CO₂
3. Penelitian ini dilakukan untuk menampilkan kualitas udara CO dan CO₂ secara *real time* di kampus Universitas Fajar Makassar.
4. Detektor kualitas udara menggunakan sensor gas MQ 7 (CO) dan sensor MQ 135 (CO₂)

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

Bab 2 merupakan bab yang mengkaji pustaka dan berbagai sumber yang menjadi acuan dalam pelaksanaan kegiatan tugas akhir (skripsi). Kajian pustaka tersebut meliputi definisi: karbon monoksida, karbon dioksida, arduino uno, sensor gas MQ 135 (CO₂), sensor gas MQ 7 (CO), HC 11, *displaydotmatriks* dan SDR (*Software Defined Radio*).

2.1 Karbon Monoksia (CO)

Karbon monoksida merupakan senyawa molekul kembar yang berupa gas, tidak berwarna, tidak berbau, mudah terbakar, dipakai dalam pembuatan berbagai macam senyawa organik dan anorganik. Setelah udara dihirup, karbon monoksida berikatan dengan molekul hemoglobin pada sel darah merah, menggantikan oksigen. Karbon monoksida mengikat hemoglobin dua ratus kali lebih efektif daripada oksigen. Hal ini mencegah butir darah merah membawa oksigen ke jaringan tubuh. Oleh karena itu karbon monoksida merupakan racun yang kerjanya cepat. (Widodo, Amin, Sutrisman, & Putra, 2017).

Karbon monoksida adalah pembunuh yang tidak tampak, karena keberadaannya tidak dapat dideteksi dengan penglihatan atau bau. Lazimnya orang mengaitkan keracunan karbon monoksida dengan mobil yang beroperasi di daerah tertutup atau pemanas ruangan (*heater*) yang dirancang kurang baik. Namun demikian setiap hari jutaan manusia menghirup udara yang tercemar dengan karbon monoksida(Widodo, Amin, Sutrisman, & Putra, 2017)

2.2 Karbon Dioksida (CO₂)

Gas karbon dioksida merupakan gas yang dihasilkan oleh makhluk hidup yaitu manusia, hewan, dan tumbuhan melalui proses respirasi. Karbon dioksida merupakan senyawa kimia yang terdiri dari dua atom oksigen (O₂) yang terikat secara kovalen dengan atom karbon (C) sebagai buangan dari sisa hasil pembakaran karbon yang sempurna. (Sihotang, & Assomadi, 2010).

Kelebihan karbon dioksida untuk waktu tidak lebih dari 5 menit dapat menimbulkan efek pada penglihatan berupa penyempitan area penglihatan, pembesaran blind spot, fotofobia, hilangnya konvergensi dan akomodasi, berkurangnya adaptasi terhadap gelap, sakit kepala, insomnia, perubahan kepribadian, sebagian besar depresi dan iritabilitas. Meskipun terdapat cukup oksigen untuk mencegah terjadinya asfiksia karena karbon dioksida, konsentrasi tinggi dapat menimbulkan efek berat melalui gangguan eliminasi normal dari tubuh (Widodo, Amin, Sutrisman & Putra, 2017)

2.3 Arduino Uno

Arduino uno merupakan salah satu produk berlabel arduino yang sebenarnya adalah suatu papan elektronika yang mengandung mikrokontroler ATmega328 (sebuah keping yang secara fungsional bertindak seperti sebuah komputer) piranti ini dapat dimanfaatkan untuk mewujudkan rangkaian elektronik dari yang sederhana hingga yang kompleks. Arduino uno mengandung mikroprosesor (berupa Atmel AVR) dan dilengkapi dengan *oscillator* 16MHz (yang memungkinkan operasi

berbasis waktu dilaksanakan dengan tepat) dan regulator (pembangkit tegangan) 5 volt. (Kadir, 2013).

Arduino Uno adalah sebuah papan mikrokontroler berbasis ATmega328. Arduino Uno mempunyai 14 pin digital input/output, 6 input analog, sebuah osilator kristal 16 MHz, sebuah koneksi USB (Universal Serial Bus), sebuah power jack, sebuah ICSP (In Circuit Serial Programming) header, dan sebuah tombol reset.” (Matus Arihta Sebayang 2017). Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan Board Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau listrik dengan AC yang ke adaptor-DC atau bisa juga menggunakan baterai untuk menjalankannya. (Sebayang, 2017)

Uno berbeda dengan semua board sebelumnya dalam hal koneksi USB-to-serial, yaitu menggunakan fitur Atmega8U2 yang diprogram sebagai konverter USB-to-serial. Berbeda dengan board sebelumnya yang menggunakan chip FTDI driver USB-to-serial.



Gambar 2.1 Arduino Uno

2.4 HC-11

Modul komunikasi RF-UART nirkabel HC-11 adalah generasi baru modul transmisi data nirkabel tertanam multi-saluran. Frekuensi radio 433,4 - 439.0MHz, dapat mengatur saluran komunikasi, langkah 400kHz, total 20 saluran. Modul daya pancar maksimum 10mW (10dBm), jarak komunikasi sekitar 100 meter.

Ukuran HC-11 adalah 27.4mm * 13.2mm * 4mm (termasuk kursi antenna, tidak termasuk antenna pegas), yang nyaman bagi pelanggan untuk tertanam dalam sistem aplikasi. Modul ini memiliki kursi antenna PCB ANT1, pengguna dapat menggunakan kabel koaksial, penggunaan antenna eksternal 433MHz band. Modul ini juga memiliki lubang pengelasan antenna ANT2, antenna pegas yang mudah dilas pengguna. Pengguna dapat memilih satu jenis antenna sesuai permintaan.

Modul ini berisi MCU, di samping itu pengguna tidak perlu memprogram, cukup kirim dan terima data UART. Modul ini menggunakan berbagai mode transmisi UART, pengguna dapat memilih sesuai dengan persyaratan penggunaan perintah AT. Keempat mode UART dari FU1, FU2, FU3, FU4, arus operasi rata-rata adalah 3.5mA, 80 μ A, 22mA dan 22mA, arus operasi maksimum adalah 40mA (kondisi transmisi daya penuh).



Gambar 2.2 Modul RF (HC-11)

Spesifikasi

- Jarak komunikasi yang panjang (Sekitar 100 meter pada pengaturan standar)
- Rentang frekuensi pengoperasian (434,4—439,0MHz)
- Daya pancar (maks: 10dBm)
- Tegangan catu daya (DC 3.2V ~ 5.5V)

2.5 Sensor Gas MQ-7

Sensor Gas MQ-7 digunakan dalam peralatan pendeteksi gas untuk karbon monoksida (CO) dalam ruang lingkup keluarga dan industri atau mobil. Sensor gas MQ-7 memiliki sensitivitas tinggi terhadap karbon monoksida serta sangat stabil dan tahan lama.



Gambar 2.3 Sensor MQ-7

Spesifikasi MQ-7:

- a. Tegangan kerja pada 5V AC/DC
- b. Tegangan tinggi 5V AC/DC dan tegangan rendah 1,4 AC/DC
- c. Tahan terhadap beban
- d. Resistensi pemanasan sesuai temperatur ruangan

- e. Waktu pemanasan (tinggi) 60dtk/1 mnit dan waktu pemanasan (rendah) 90dtk/ 1 menit
- f. dapat menerima panas hingga 350mW

Kondisi lingkungan:

- a. Dapat digunakan pada suhu -20°C - 50°C
- b. Dapat disimpan pada suhu -20°C - 50°C
- c. Kelembapan kurang dari 95% RH

Karakteristik Sensitifitas

- a. Suhu kerja standar $-20^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$
- b. Kelembapan relatif $65\% \pm 5\%$
- c. RL pada kondisi $10\text{K}\Omega \pm 5\%$
- d. Tidak dapat digunakan kurang dari 48 jam.

2.6 Sensor Gas MQ-135

MQ-135 Air Quality Sensor adalah sensor yang memonitor kualitas udara untuk mendeteksi gas amonia (NH_3), natrium-(di)oksida (NO_x), alkohol / ethanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$), benzena (C_6H_6), karbondioksida (CO_2), gas belerang / sulfur-hidroksida (H_2S) dan asap / gas-gas lainnya di udara.

Sensor ini melaporkan hasil deteksi kualitas udara berupa perubahan nilai resistansi analog di pin keluarannya. Sensor ini bekerja pada tegangan 5 Volt dan menghasilkan sinyal keluaran analog.” (Sebayang, 2017)



Gambar 2.4 Sensor MQ-135

Dimensi : 5,6 cm (P) x 4 cm (L) x 3,4 cm (T)

Spesifikasi :

- Tegangan kerja : 5 VDC.
- Target gas : amonia (NH_3), nitrogen oksida (NO_x), alkohol, bensol, asap, karbon dioksida (CO_2), dll.
- *Range* deteksi : 10 ppm - 300 ppm amonia, 10 ppm - 1000 ppm bensol, 10 ppm - 300 ppm alkohol.

Antarmuka :

- UART TTL : 38400 bps, 8-bit data, 1-bit stop, *no parity, no flow control*.
- I2C : dapat di-*cascade* hingga 8 buah modul dalam satu jalur komunikasi.
- Menggunakan ADC 10-bit untuk konversi data analog dari sensor.
- Memiliki *output* berupa data digital dengan nilai 0 - 1023 (hasil konversi ADC).
- Terdapat 1 buah *variable resistor* untuk pengaturan nilai *threshold* secara manual.
- Disediakan beberapa *jumper* untuk konfigurasi *pull-up* I2C, resistor beban, serta *variable resistor threshold*.

- Memiliki fitur kendali *on/off* dengan 2 mode kerja pilihan yaitu *hysteresis* dan *window*.
- Pin I/O yang kompatibel dengan *level* tegangan TTL dan CMOS.
- Memiliki 2 buah LED sebagai indikator.
- Dilengkapi dengan rangkaian EMI filter untuk mengurangi gangguan elektromagnetik.

2.7 Panel Dot Matriks

Menurut Galih Mustiko Aji, Purwiyanto, Muhamad Yusuf (2017) Panel Dot Matrix P10 RGB merupakan dot matriks yang disusun dalam panel dengan ukuran LED 32x16 piksel. Panel dot matriks sudah dilengkapi dengan shift register sehingga mudah untuk diaplikasikan. Panel dot matriks tipe P10 berarti jarak antar LED adalah sebesar 10 mm atau 1 cm, sehingga dimensi untuk satu panel adalah 32 cm x 16 cm. Dot Matrix Display yaitu berupa LED (Light Emitting Diode) yang disambung dan dirangkai menjadi deretan LED (Light Emitting Diode) ataupun dapat berupa dot matrix.

Pada dasarnya LED (Light Emitting Diode) memiliki dua buah kaki Anoda dan Katoda yang dimana untuk mengaktifkan LED (Light Emitting Diode) tersebut Anoda kita beri VCC dan Katoda kita hubungkan ke Ground. Dot Matrix merupakan kumpulan dari LED (Light Emitting Diode) yang dihubungkan.



Gambar 2.5 Panel Dot Matrix P10 RGB

Untuk menampilkan sebuah huruf pada display, maka data binernya harus dikirimkan secara terus menerus. Sebagai contoh adalah cara pembentukan karakter “A”. Langkah selanjutnya adalah mengubah bentuk pola karakter “A” dimana LED (Light Emitting Diode) yang nyala (merah) logika 1 dan yang padam (hitam) logika 0.

2.8 *Software Defined Radio (SDR)*

Software Defined Radio (SDR) adalah teknologi yang berkembang pesat dan selalu menarik untuk industri telekomunikasi. Beberapa tahun terakhir, sistem radio analog telah digantikan dengan sistem radio digital untuk berbagai aplikasi radio, yaitu pada militer, sipil, dan untuk komersial. Teknologi SDR bertujuan untuk memaksimalkan *programmable hardware* untuk membangun sebuah radio yang berbasis *software*.

Software-Defined Radio (SDR), ada yang menyebut juga Software Radio (SWR), diperkenalkan pertama kali pada tahun 1991 oleh Joseph Mitola. Istilah SDR ini digunakan untuk menunjuk sebuah kelas radio yang dapat dikonfigurasi ulang

atau diprogram ulang, sehingga menghasilkan sebuah jenis perangkat komunikasi nirkabel dengan mode dan band frekuensi ditentukan oleh fungsi perangkat lunak. "Secara ideal, SDR memiliki keuntungan karena sifat fleksibilitas (*flexibility*), lengkap dan dapat dikonfigurasi ulang secara mudah (*complete and easy reconfigurability*), dapat diskala (*scalability*), dapat diprogram ulang (*reprogrammability*), serta dapat diperluas (*expandability*).” (Marpanaji, Riyanto, Langi, & Kurniawan, 2007)

Teknologi SDR diimplementasikan di beberapa fungsi pada sistem radio, seperti modulasi/demodulasi, pengolahan sinyal, pemrograman dan *link-layer protocol* pada *software*. Hal ini sangat membantu pada saat mendesain ulang sistem *software* radio dimana parameter-parameternya sering diubah-ubah untuk mendapatkan kualitas yang sesuai dengan yang diharapkan. Pada sistem radio yang menggunakan *full hardware* susah dilakukan karena parameter-parameter yang digunakan sudah *fix*, dan jika ingin mengubah suatu parameter, maka *hardware*-nya juga harus diganti. Sistem radio yang dibangun menggunakan teknologi SDR, dapat dikembangkan untuk berbagai aplikasi yang menggunakan *link-layer* yang berbeda *protocol* dan teknik modulasi/demodulasi.

Teknologi SDR mengatasi masalah ini dengan mengimplementasikan fungsi radio sebagai sebuah *software* yang dijalankan pada suatu *platform hardware*. Selanjutnya, beberapa *software* mengimplementasikan standar yang berbeda pada sistem radio. Sistem ini dapat diaplikasikan untuk keperluan yang berbeda-beda, sesuai dengan *software* yang digunakan. Selain itu, *software* dapat

mengimplementasikan layanan baru dengan cara di-*download* langsung dari udara ke handset. *Fleksibilitas* ini dapat diperoleh dari sistem SDR.



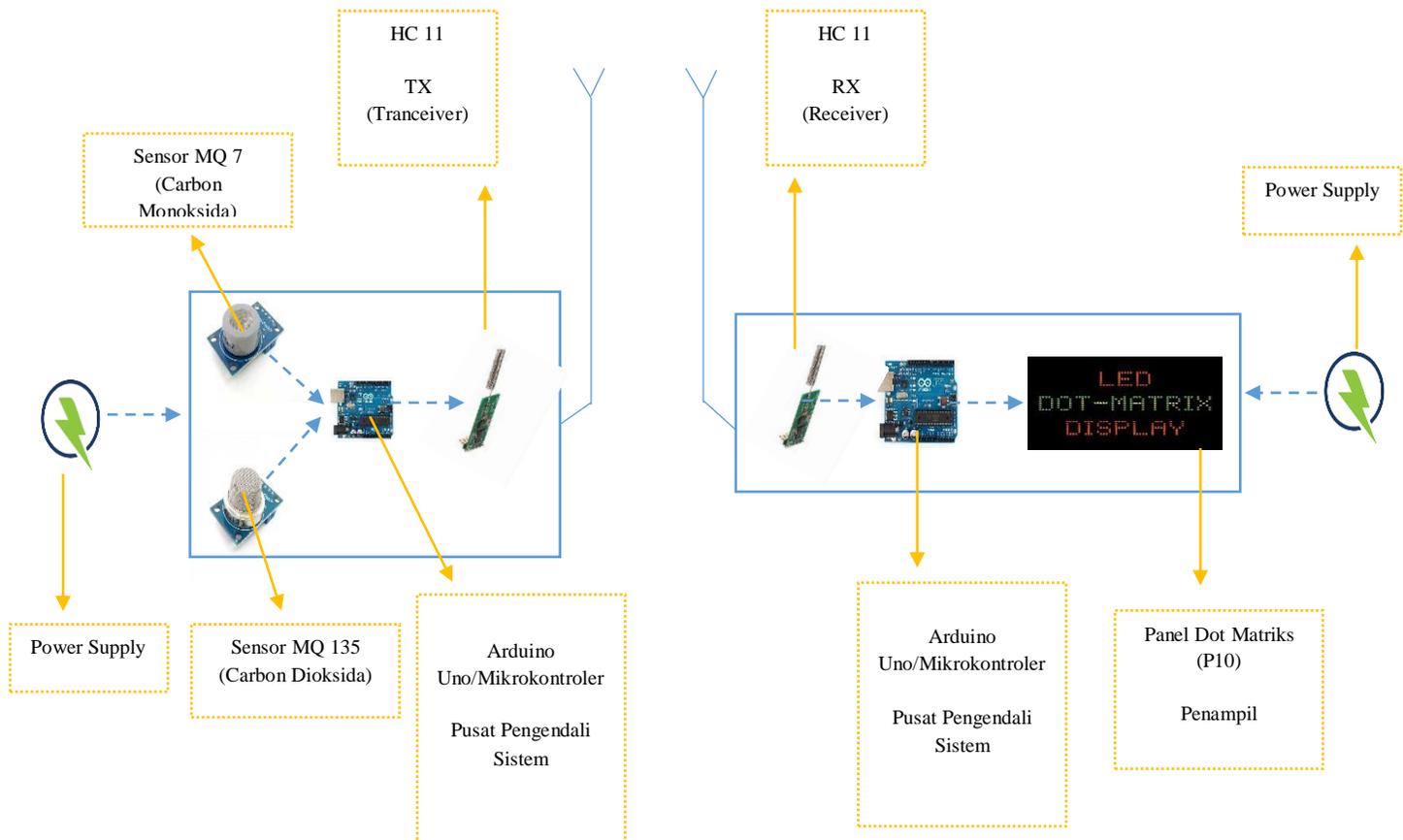
Gambar 2.6 *Software Defined Radio*

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

1 Rancangan Umum Penelitian



Gambar 3.1 (Rancangan Umum Penelitian)

Sistem monitoring kualitas udara dibuat untuk mengetahui berapa kadargas CO dan CO2 yang ada diudara secara real time, sistem ini bekerja dengan beberapa komponen yang bekerja sesuai dengan fungsi masing-masing. Sensor ini digunakan untuk membaca atau mendeteksi kadar gas CO dan CO2 diudara,

sedangkan pada tampilan display akan memonitoring berapa kandungan gas diudara secara *realtime*.

Sensor ini bekerja jika adanya tegangan atau aliran listrik 5 Volt, dari sensor MQ 135 dan sensor MQ 7 ke mikrokontroler dikirim data analog, kemudian dari mikrokontroler ke HC 11 pada sisi *transceiver* (Tx) dikirim data serial begitupun dengan HC 11 pada sisi penerima/*receiver* (Rx) hingga ke mikrokontroler. Pada sisi Tranceiver dan Receiver ini bisa terhubung karena bekerja pada frekuensi yang sama yaitu sekitar 434.075 MHz hingga 434.750 Mhz sesuai dengan pengujian yang telah dilakukan. Selanjutnya pada mikrokontroler dikirim sebuah data output (dalam bentuk teks) yang nantinya akan ditampilkan dalam sebuah *display dot matriks* secara *real time*.

2 Blog Diagram Sistem

Berikut adalah blog diagram dari perancangan monitoring kualitas udara sebagai berikut :



Gambar 3.2 Blog Diagram Sistem

Perancangan kerja sistem monitoring kaulitas udara yaitu CO dan CO₂ yang akan ditampilkan dalam sebuah display, secara umum yaitu sensor melakukan pembacaan atau mendeteksi terhadap kandungan gas karbon dan mengirimkan data ke arduino sebagai pengolah data. Kemudian data akan dikirim ke arduino pada sisi Receiver yang akan ditampilkan kedalam sebuah display secara real time melalui wireless yaitu dengan menggunakan modul RF HC 11. Tahapan rancangan sistem ini adalah sebagai berikut :

- ✓ Sensor melakukan pembacaan terhadap kandungan gas karbon yang ada di udara dengan menggunakan sensor MQ 7 untuk membaca nilai kandungan gas karbon monoksida (CO) dan sensor MQ 135 untuk membaca nilai

kandungan gas karbon dioksida (CO₂) kemudian data dari sensor akan dikirim ke mikrokontroler/arduino uno untuk diolah.

- ✓ Kemudian data yang telah diolah oleh mikrokontroler/arduino uno pada sisi *transceiver* selanjutnya dikirimkan ke mikrokontroler pada sisi *receiver* melalui *wireless* yaitu menggunakan modul HC 11 yang akhirnya akan ditampilkan dalam sebuah *display dot matriks* secara *real time* dalam skala atau satuan ppm (*part per million*).

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Perancangan sistem *monitoring* kualitas udara berbasis *wireless* ini bertempat di Laboratorium Jurusan Teknik Elektro Universitas Fajar Makassar. Berdasarkan pada waktu pelaksanaannya, dimulai sejak November sampai dengan Agustus 2019.

3.3 Alat dan Bahan

1. Perangkat Keras (*Hardware*)

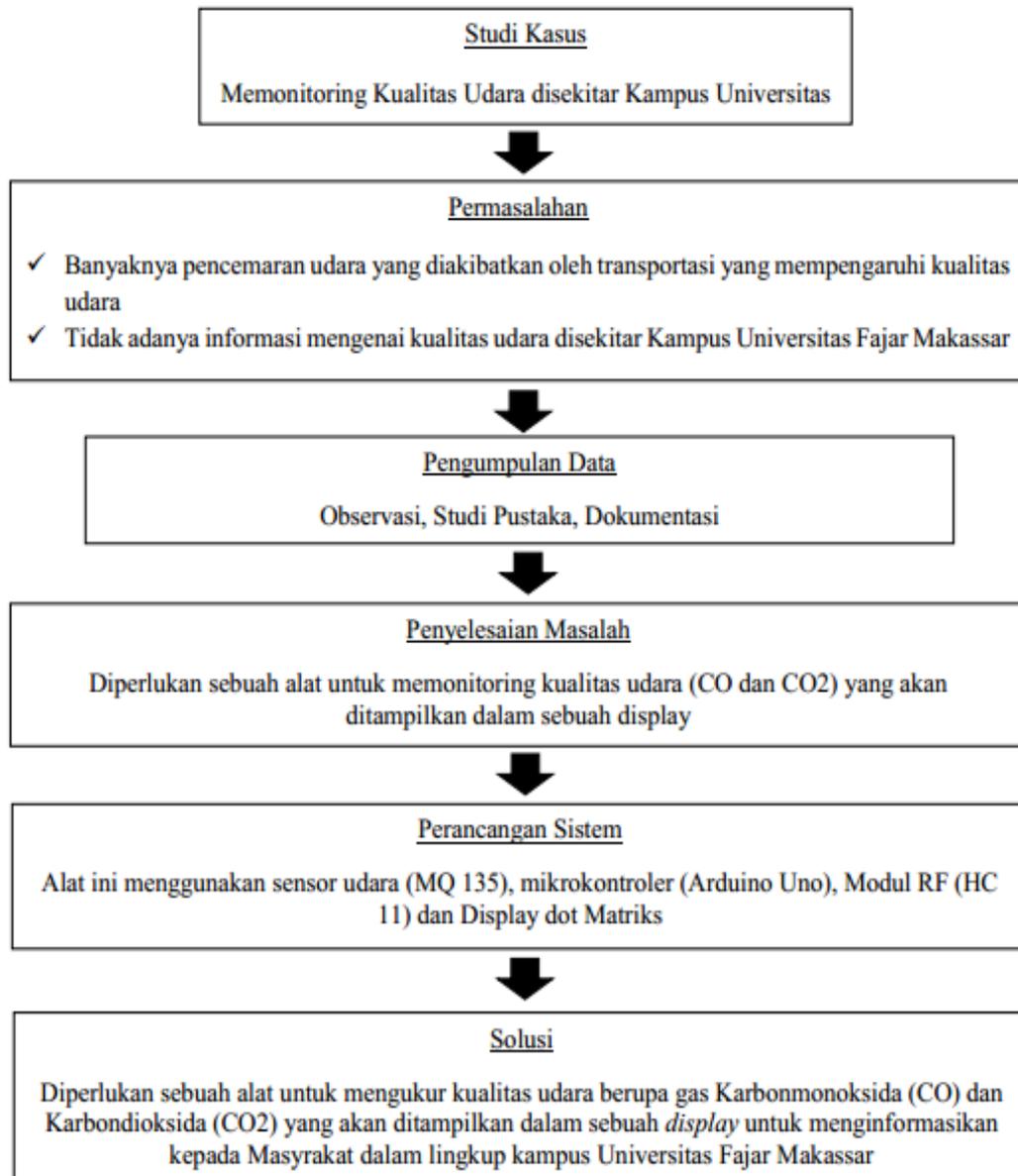
Perangkat keras yang digunakan untuk melakukan desain, proses *coding*, dan pembuatan Sistem Monitoring Kualitas Udara berupa :

Tabel 3.1 Perangkat Keras

No.	Nama Alat	Jumlah
1.	Laptop“HP Pavilion G Series, Processor AMD A4-3305M APU, RAM 4 Gb, layar 14” dan 64-bit, OS Windows 7” (Programing)	1 buah
2.	Arduino Uno/Mikrokontroler, Tx dan Rx (Pusat Pengendali Sistem)	2 buah
3.	Sensor CO2 (MQ 7) (Mendeteksi Gas Karbon Monoksida)	1 buah
4.	Sensor CO (MQ 135) (Mendeteksi Gas Karbon Dioksida)	1 buah
5.	Modul HC 11 (wireless)	2 buah
6.	Display Dot Matriks (P10) Berukuran 16 cm x 32 cm (Penampil)	2 buah
7.	SDR (Software Defined Radio)	1 buah
8	Power Bank (Sebagai Catu Daya Sebesar 5 Volt)	1 buah

3.4 Kerangka Pikir

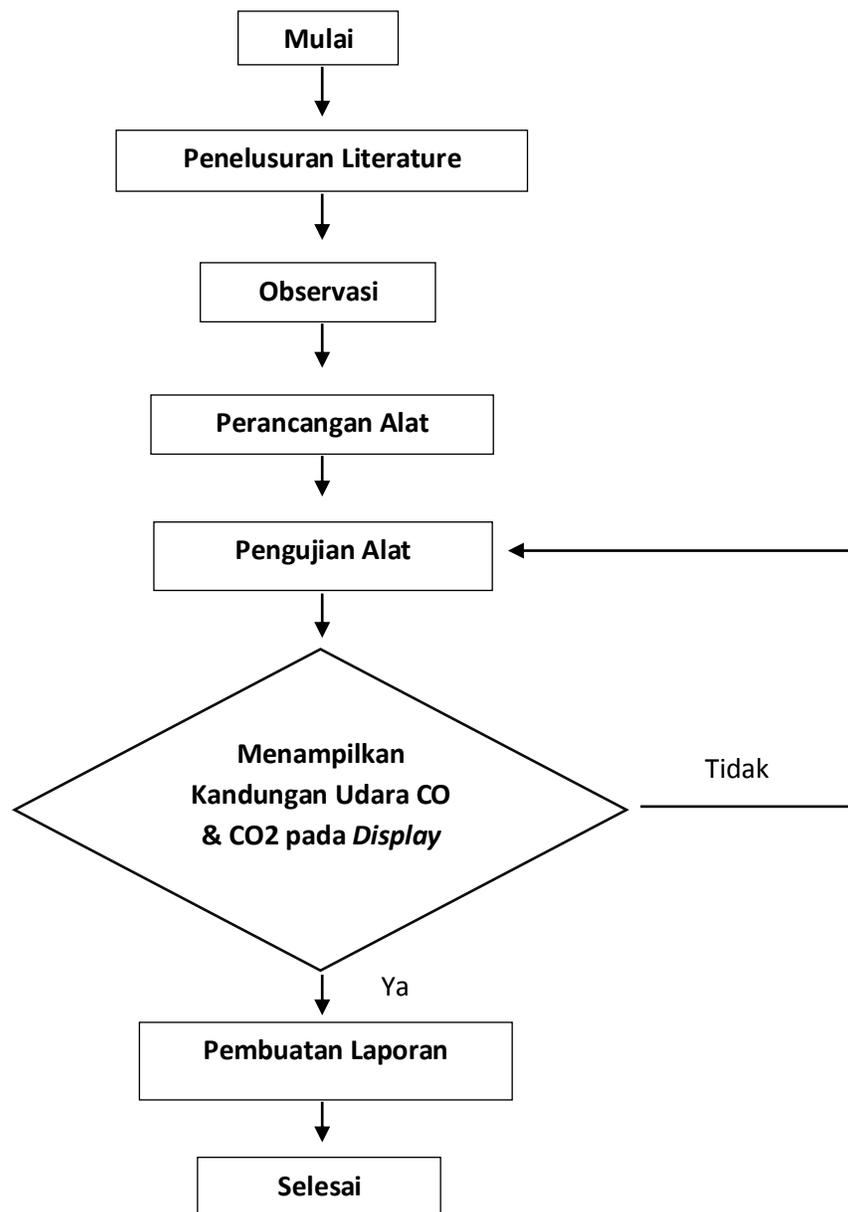
Secara garis besar tahapan-tahapa yang ditempuh dalam melakukan penelitian dalam sebuah kerangka pikir yaitu :



Gambar 3.3 Kerangka Pikir

3.5 Diagram Alir

1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.4 Diagram Alir Penelitian

- Mulai

Penelitian dimulai untuk menginformasikan kualitas udara dengan ditampilkan pada *display*/papan informasi di kampus Universitas Fajar Makassar secara *real time*.

- Observasi

Tahap ini dilakukan dengan mengetahui bagaimana kondisi kadar udara pada waktu *real time*.

- Literature

Pada tahap ini adalah proses penelusuran pustaka yang berkaitan dengan Arduino UNO, Sensor CO & CO₂, *wireless* dan *Display Dot Matrix*

- Perancangan Alat

Pada tahap ini dilakukan perancangan sistem kerja alat.

- Pengujian Alat

Setelah melakukan perancangan alat, maka selanjutnya melakukan pengujian pada alat tersebut dan melakukan perbaikan jika ditemukan kesalahan atau kerusakan pada alat

- Menampilkan Kandungan Udara CO & CO₂ pada display

Setelah melakukan pengujian alat, maka akan terjadi dua pilihan yaitu YA atau TIDAK. Jika alat berhasil mengirim informasi kualitas CO & CO₂ ke

Display, maka akan dilanjutkan dengan pembuatan laporan. Namun, jika alat tidak berhasil mengirim informasi maka akan kembali dalam pengujian alat.

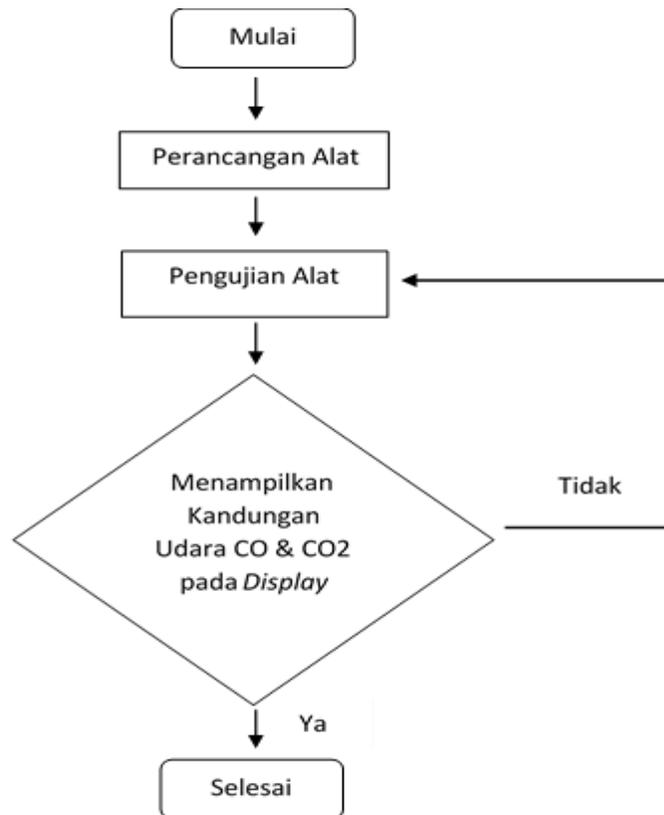
- Pembuatan Laporan

Pada tahap ini membuat laporan dari hasil rangkaian alat yang telah diuji.

- Selesai

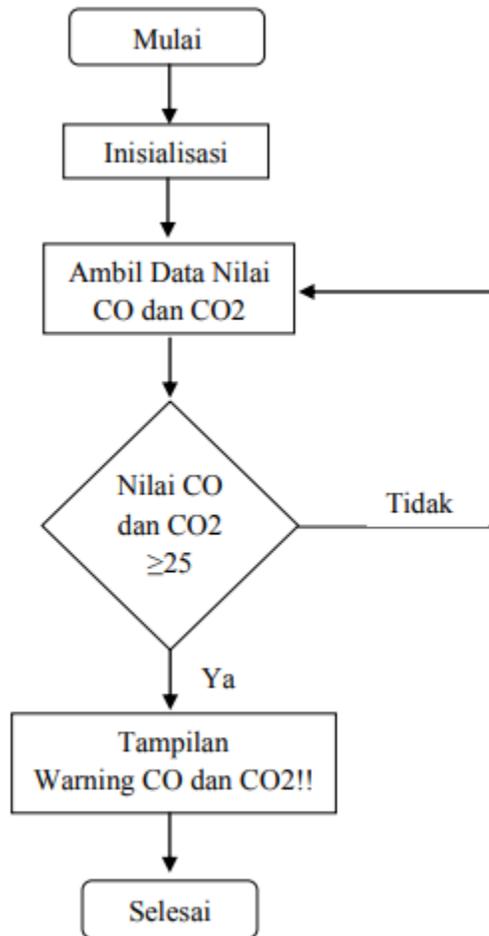
Pada tahap ini pembuatan laporan selesai dan alat dapat digunakan untuk informasi kualitas udara secara *real time*.

2 Diagram Alir Sistem



Gambar 3.5 Diagram Alir Sistem

3 Diagram Alir Program



Gambar 3.6 Diagram Alir Program

Dari diagram alir program dapat dijelaskan langkah-langkah pembacaan program yang terjadi pada alat pengukur kualitas udara, berikut adalah penjelasannya:

- Mulai
Penelitian dimulai untuk menginformasikan kualitas udara dengan ditampilkan pada display/papan informasi.

- Inisialisasi
Menyiapkan program agar dapat bekerja dengan baik.
- Ambil data nilai CO dan CO₂
Pada tahap ini alat akan memperoleh data dari sensor MQ-135 dan MQ-7 untuk mendeteksi kandungan CO dan CO₂ di udara.
- Nilai CO dan CO₂ ≤ 25
Pada tahap ini display akan menampilkan data yang diperoleh dari sensor MQ-135 dan MQ-7 melalui modul RF HC-11. Jika hasil yang diperoleh kurang dari 25 maka akan kembali mengambil data nilai CO dan CO₂.
- Tampilan *warning* CO dan CO₂
Namun jika hasil yang diperoleh lebih dari 25 maka akan menampilkan tampilan *warning* CO dan CO₂.
- Selesai
Pada tahap ini proses pengambilan data telah selesai dan mulai membuat laporan.

3.6 Teknik Pengumpulan Data

Dalam pengembangan sistem ini, penulis mengumpulkan data berdasarkan hasil studi literatur dan pengujian alat yang telah dilakukan. Pengujian alat dilakukan untuk mengetahui kadar kandungan gas CO dan CO₂ secara *real time* yang akan ditampilkan dalam sebuah *display*/papan informasi.

3.7 Analisa Data

Analisa data merupakan suatu langkah yang paling menentukan dari suatu penelitian, karena data berfungsi untuk menyimpulkan hasil penelitian. Analisa data dapat dilakukan berdasarkan beberapa parameter hasil pengujian. Data yang di peroleh dari pengujian alat dapat dibandingkan dengan data yang sesungguhnya. Sehingga dapat di lihat tingkat keakuratan data hasil pengujian

3.8 Road Map

1. System monitoring kualitas udara berbasis mikrokontroler Atmega dengan komunikasi protocol TCP/IP, penelitian yang dilakukan oleh Yulfiani Fikri, Sumardi dan Budi Setiono. Dalam penelitian ini digunakan mikrokontroler AVR tipe ATmega 8535 sebagai unit pusat control dan sebuah Ethernet kontroler sebagai kontroler jaringan yang menangani komunikasi antara mikrokontroler dengan jaringan menggunakan TCP/IP. Selain itu system ini menggunakan bahasa C sebagai konfigurasi antara mikrokontroler dan system Ethernet. Tingkat polusi udara diukur dengan sensor gas TGS 2600 yang berfungsi untuk mengukur kadar CO₂ dan TGS 2201 untuk mengukur kadar NO₂.
2. Implementasi machine to machine untuk system pemantau kualitas udara dan sungai, penelitian yang dilakukan oleh Tunggul A. Nugroho, Sinung Suakanto, Bernad Robinson H dan Dina Angela. Penelitian ini menggunakan sensor yang diproses oleh modul M2M kemudian ditransmisikan ke pusat pengolahan data melalui jaringan nirkabel CDMA.

3. Rancang bangun sistem pengukur gas karbon monoksida (CO) menggunakan sensor MQ 7 berbasis mikrokontroler ATmega 16A, penelitian yang dilakukan oleh Ya'kut Haris Aydin, Yudi Arinto, dan Arif Hari. Penelitian ini menggunakan sensor gas MQ7 berbasis mikrokontroler ATmega 16A dengan komunikasi serial USART dan mengetahui output pengukuran, yang hasilnya dapat ditampilkan pada computer.

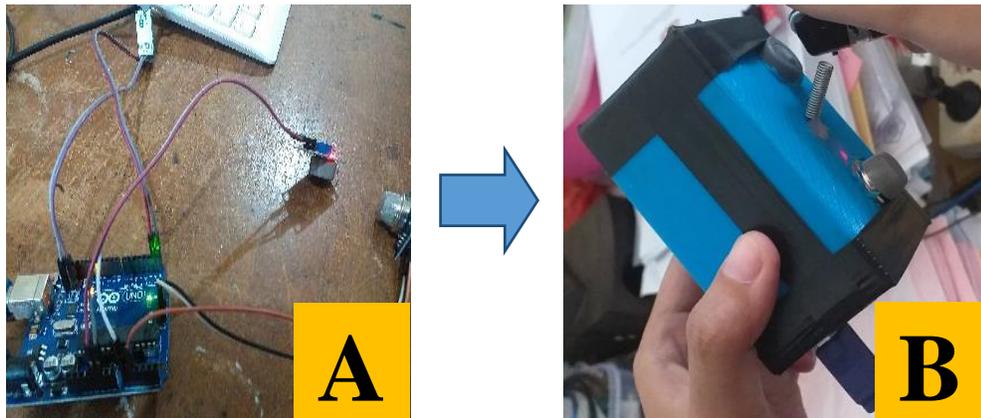
BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

Hasil perancangan system monitoring kualitas udara CO dan CO₂ yang telah dibuat dapat dilihat pada gambar berikut :

1. Sensor (Mengukur kadar gas CO dan CO₂)

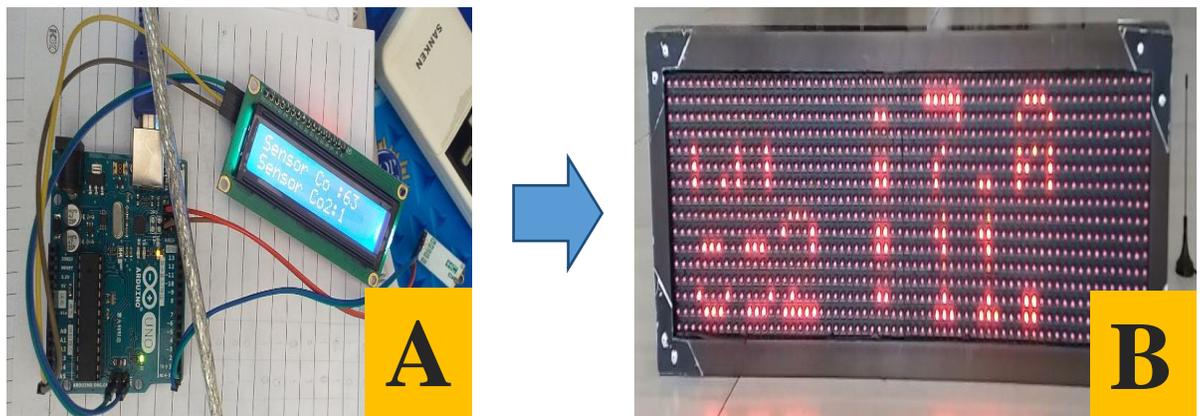


Gambar 4.1 Tampilan Sensor

Sensor ini berfungsi untuk mendeteksi/mengukur kadar gas CO dan CO₂ yang terdapat diudara secara real time. Gambar A merupakan rangkaian utama dari sensor yang telah dirangkai yaitu arduino uno, HC 11, MQ 135 dan MQ 7. Adapun fungsi dari komponen ini, yaitu sensor MQ 135 mempunyai kepekaan dalam mendeteksi gas karbon dioksida, sensor MQ 7 mempunyai kepekaan dalam mendeteksi gas karbonmonoksida, HC 11 (Tx) sebagai *interface*, dan mikrokontroler sebagai pusat

pengendali sistem. Setelah perangkaian selesai maka dibuatlah sebuah kotak kecil sebagai media penyimpanan sensor tersebut seperti yang terlihat pada gambar B.

2. Tampilan pada *display* dot matriks



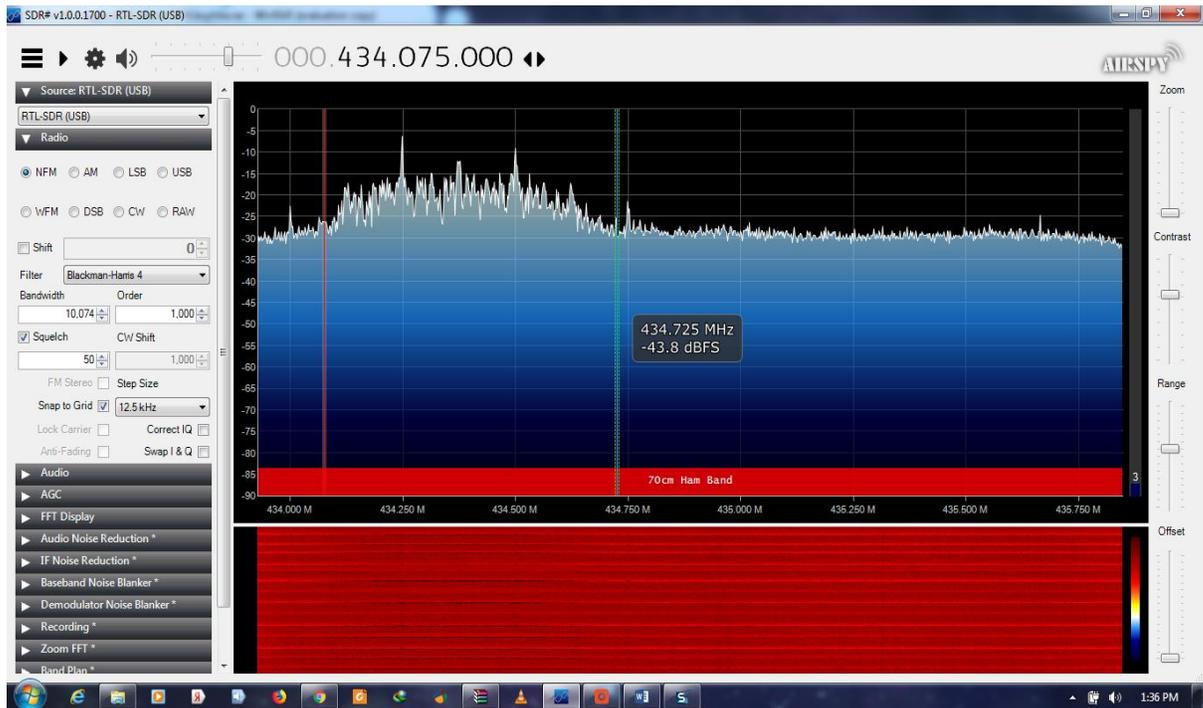
Gambar 4.2 Tampilan *display*

Gambar A diatas merupakan hasil rangkaian panel display monitoring kualitas udara, yaitu terdapat arduino uno/mikrokontroler, HC 11 (Rx) dan LCD (LCD ini digunakan sebagai uji coba sebelum diganti menggunakan *diplay dot matriks*). Gambar B merupakan hasil dari *monitoring* kualitas udara dalam sebuah panel *dot matriks* yang akan ter-update secara *real time*.

4.2 Pengujian

Adapun hasil pengujian yang telah dilakukan di Kampus Universitas Fajar Makassar yaitu sebagai berikut :

1. Frekuensi kerja



Gambar 4.3 Frekuensi Kerja

Pada pengukuran Frekuensi kerja modul RF (HC 11) digunakan aplikasi SDR (*Software Defined Radio*) untuk mengukur seberapa jauh jangkauan frekuensi antara Tx dan Rx pada alat monitoring kualitas udara yang dapat dijangkau. *Range* frekuensi kerja HC 11 yaitu 434.4 MHz – 439.0 MHz sesuai dengan data sheet, hasil pengujian yang diperoleh yaitu 434,075 MHz- 434,750 MHz (Masih dalam *range* frekuensi yang seharusnya). Setelah dilakukan pengujian alat, diperoleh hasil bahwa maksimal jangkauan yang dicapai yaitu 35 Meter antara *Tranceiver* (Tx) dan *Receiver* (Rx), jika melebihi jarak tersebut maka tidak dapat terdeteksi lagi.

2. Data Hasil Pengujian

Adapun data hasil pengujian alat system monitoring kualitas udara berbasis wireless, sebagai berikut :

Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian

Pukul (WITA)	Suhu (Derajat)	Jarak (Meter)	Kandungan Kadar Gas di Udara (ppm)	
			CO	CO2
PAGI 10.00	23°	5	6.0	11
		10	6.0	10
		15	5.0	7.0
		20	6.0	11
		25	7.0	13
		30	7.0	14
11.00	25°	5	9.0	13
		10	9.0	12
		15	9.0	12
		20	8.0	11
12.00	27°	5	7.0	12
		10	7.0	11
		15	6.0	10
		20	6.0	12

SIANG 13.00	30°	5	16	20
		10	13	16
		15	11	14
		20	11	13
14.00	32°	5	6.0	10
		10	6.0	10
		15	6.0	10
		20	6.0	10
SORE 15.00	30°	5	7.0	10
		10	7.0	11
		15	7.0	11
		20	6.0	10
		25	6.0	10
16.30	28°	5	9.0	10
		10	8.0	9.0
		15	7.0	9.0
		20	7.0	8.0
		25	7.0	8.0
		30	7.0	8.0
		35	7.0	8.0
17.30	25°	5	8.0	10
		10	8.0	10

		15	7.0	8.0
		20	8.0	9.0
		25	8.0	9.0
		30	7.0	8.0

Berdasarkan tabel hasil pengujian, dilakukan pengujian yang berbeda yaitu pada pagi hari dari jam 10, siang hari sampai sore hari jam 17.30. Pada pukul 10 pagi dengan pembacaan suhu sebesar 23°C jarak jangkauan maksimal 30 meter. Jarak 5 meter diperoleh hasil kandungan gas CO sebesar 6.0 ppm dan CO₂ sebesar 11 ppm, jarak 10 meter kandungan gas CO sebesar 6.0 ppm dan CO₂ sebesar 10 ppm, jarak 15 meter kandungan gas CO sebesar 5.0 ppm dan CO₂ sebesar 7.0 ppm, jarak 20 meter kandungan gas CO sebesar 6.0 ppm dan CO₂ sebesar 11 ppm, jarak 25 meter kandungan gas CO sebesar 7.0 ppm dan CO₂ sebesar 13 ppm, jarak 30 meter kandungan gas CO sebesar 7.0 ppm dan CO₂ sebesar 14 ppm.

Pada pukul 11 pagi dengan pembacaan suhu sebesar 25°C jarak jangkauan maksimal yaitu 20 meter. Pada jarak 5 meter diperoleh hasil kandungan gas CO sebesar 9.0 ppm dan CO₂ sebesar 13 ppm, jarak 10 meter kandungan gas CO sebesar 9.0 ppm dan CO₂ sebesar 12 ppm, jarak 15 meter kandungan gas CO sebesar 9.0 ppm dan CO₂ sebesar 12 ppm, jarak 20 meter kandungan gas CO sebesar 8.0 ppm dan CO₂ sebesar 11 ppm.

Pada pukul 12 siang dengan pembacaan suhu sebesar 27°C jarak jangkauan maksimal yaitu 20 meter. Pada jarak 5 meter diperoleh hasil kandungan gas CO

sebesar 7.0 ppm dan CO₂ sebesar 12 ppm, jarak 10 meter kandungan gas CO sebesar 7.0 ppm dan CO₂ sebesar 11 ppm, jarak 15 meter kandungan gas CO sebesar 6.0 ppm dan CO₂ sebesar 10 ppm, jarak 20 meter kandungan gas CO sebesar 6.0 ppm dan CO₂ sebesar 12 ppm.

Pada pukul 13.00 siang dengan pembacaan suhu sebesar 30°C jarak jangkauan maksimal yaitu 20 meter. Pada jarak 5 meter diperoleh hasil kandungan gas CO sebesar 16 ppm dan CO₂ sebesar 20 ppm, jarak 10 meter kandungan gas CO sebesar 13 ppm dan CO₂ sebesar 16 ppm, jarak 15 meter kandungan gas CO sebesar 11 ppm dan CO₂ sebesar 14 ppm, jarak 20 meter kandungan gas CO sebesar 11 ppm dan CO₂ sebesar 13 ppm.

Pada pukul 14.00 siang dengan pembacaan suhu sebesar 32°C jarak jangkauan maksimal yaitu 20 meter. Pada jarak 5 meter diperoleh hasil kandungan gas CO sebesar 6.0 ppm dan CO₂ sebesar 10 ppm, jarak 10 meter kandungan gas CO sebesar 6.0 ppm dan CO₂ sebesar 10 ppm, jarak 15 meter kandungan gas CO sebesar 6.0 ppm dan CO₂ sebesar 10 ppm, jarak 20 meter kandungan gas CO sebesar 6.0 ppm dan CO₂ sebesar 10 ppm.

Pada pukul 15.00 sore dengan pembacaan suhu sebesar 30°C jarak jangkauan maksimal yaitu 25 meter. Pada jarak 5 meter diperoleh hasil kandungan gas CO sebesar 7.0 ppm dan CO₂ sebesar 10 ppm, jarak 10 meter kandungan gas CO sebesar 7.0 ppm dan CO₂ sebesar 11 ppm, jarak 15 meter kandungan gas CO sebesar 7.0

ppmdan CO₂ sebesar 11 ppm, jarak 20 meter kandungan gas CO sebesar 6.0 ppm dan CO₂ sebesar 10 ppm, jarak 25 meter 6.0 ppm dan CO₂ sebesar 10 ppm.

Pada pukul 16.30 sore dengan pembacaan suhu sebesar 28°C jarak jangkauan maksimal yaitu 35 meter. Pada jarak 5 meter diperoleh hasil kandungan gas CO sebesar 9.0 ppm dan CO₂ sebesar 10 ppm, jarak 10 meter kandungan gas CO sebesar 8.0 ppm dan CO₂ sebesar 9.0 ppm, jarak 15 meter kandungan gas CO sebesar 7.0 ppm dan CO₂ sebesar 9.0 ppm, jarak 20 meter sampai 35 meter kandungan gas CO sebesar 7.0 ppm CO₂ sebesar 8.0 ppm.

Pada pukul 17.30 sore dengan pembacaan suhu sebesar 25°C jarak jangkauan maksimal yaitu 30 meter. Pada jarak 5 meter sampai 10 meter diperoleh hasil kandungan gas CO sebesar 8.0 ppm dan CO₂ sebesar 10 ppm, jarak 15 meter kandungan gas CO sebesar 7.0 ppm dan CO₂ sebesar 8.0 ppm, jarak 20 meter sampai 25 meter kandungan gas CO sebesar 8.0 ppm dan CO₂ sebesar 9.0 ppm, jarak 30 meter kandungan gas CO sebesar 7.0 ppm dan CO₂ sebesar 8.0 ppm.

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kualitas udara di ruang lingkup Universitas Fajar yaitu:

a. Faktor Cuaca

Cuaca yang dimaksud disini adalah pengalihan dari pagi ke siang hari dan dari siang ke sore hari. Pada saat pagi hari, cuaca cenderung lebih mendung sehingga suhu udara menjadi lebih rendah. Ketika suhu udara rendah maka RF *Receiver* akan lebih mudah menanggapi RF *Transceiver*. Perlu diketahui bahwa RF *transceiver* mengirimkan

hasil dari sensor MQ-135 dan sensor MQ-7 (CO &CO₂) ke RF *receiver* yang akan ditampilkan melalui *display dot matriks*/papan informasi.

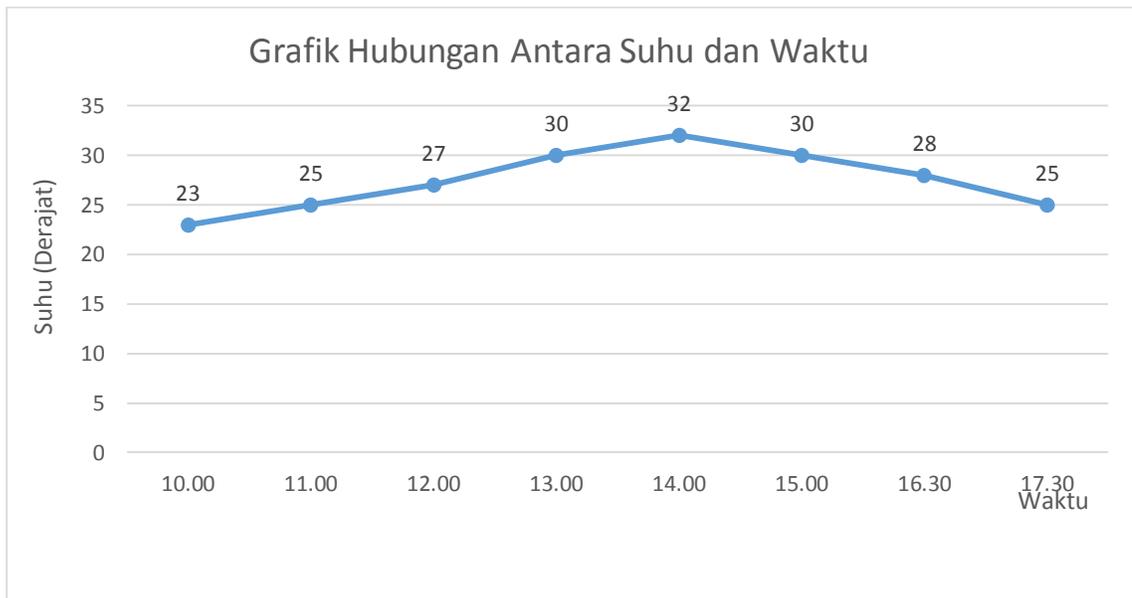
Sebaliknya pada saat siang hari, cuaca akan menjadi sangat terik sehingga suhu udara akan naik. Pada saat suhu udara naik maka RF *receiver* lebih susah untuk menerima RF *transceiver*. Pada saat mendung alat RF dapat menjangkau jarak yang lebih jauh namun sebaliknya, pada saat cuaca terik maka alat RF tidak dapat menjangkau jarak yang jauh. Pengujian ini menyimpulkan bahwa suhu udara atau cuaca dapat mempengaruhi kualitas kerja alat.

b. Faktor Kendaraan

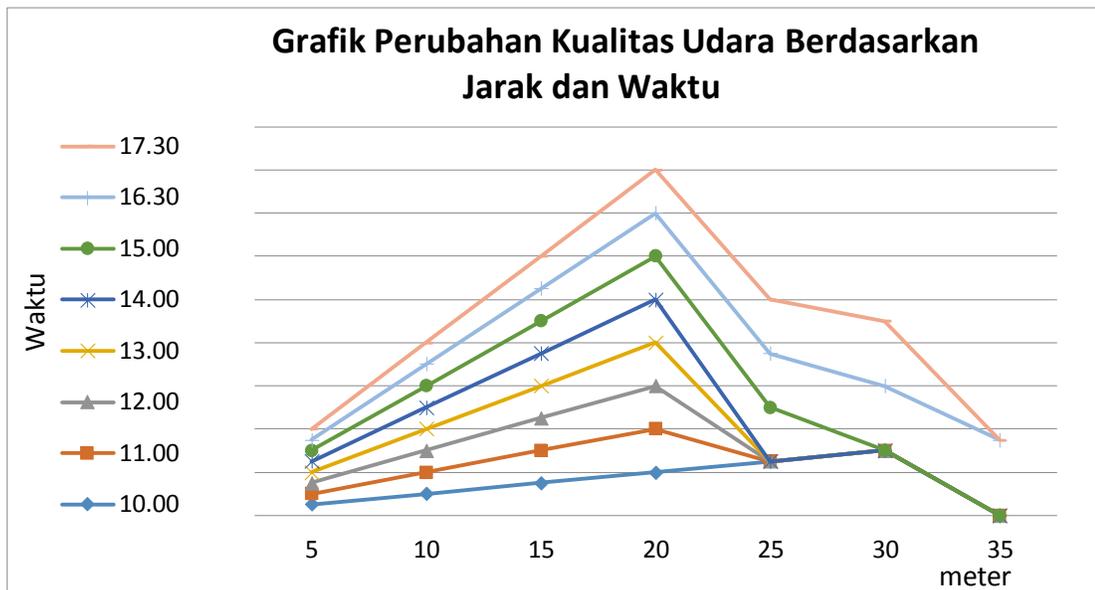
Kendaraan yang keluar masuk sangat mempengaruhi kualitas udara. Pada saat asap kendaraan bertambah banyak maka secara otomatis CO dan CO₂ naik. Dan ini membuktikan bahwa asap kendaraan sangat berpengaruh terhadap kualitas udara.

Melalui hasil percobaan diatas maka diperoleh juga:

1. Grafik Perubahan Suhu yang mempengaruhi kualitas udara
2. Grafik perubahan kualitas udara berdasarkan jarak dan waktu



Berdasarkan hasil pembacaan grafik diatas, pada pagi hari pukul 10.00 suhu sebesar 23°C, pukul 11.00 suhu sebesar 25°C, pada siang hari pukul 12.00 suhu sebesar 27°C, pukul 13.00 suhu sebesar 30°C, pukul 14.00 suhu sebesar 32°C, pada sore hari pukul 15.00 suhu sebesar 30°C, pukul 16.30 suhu sebesar 28°C, pukul 17.30 suhu sebesar 25°C. Sehingga dapat diperoleh hasil pada pagi hari suhu rendah yaitu 23°C, siang hari suhu lebih meningkat yaitu 32°C kemudian pada sore hari suhu kembali menurun yaitu 25°C. Jadi dapat disimpulkan bahwa suhu dan waktu sangat berpengaruh terhadap kualitas kerja alat karena alat dapat bekerja dengan baik jika suhu lebih rendah dibanding jika suhu lebih tinggi.



Berdasarkan grafik diatas, pada pukul 10.00 pagi jarak maksimal yaitu 30 meter, pukul 11.00 jarak maksimal 20 meter, pukul 12.00 siang jarak maksimal 20 meter, pukul 13.00 jarak maksimal 20 meter, pukul 14.00 jarak maksimal 20 meter, pukul 15.00 jarak maksimal 25 meter, pukul 16.30 jarak maksimal 35 meter, pukul 17.30 jarak maksimal 30 meter.

Sehingga dapat disimpulkan bahwa jarak maksimal yang sering diperoleh yaitu 20 meter namun jika pada sore hari yaitu pukul 15.00 hingga pukul 17.30 jaraknya akan semakin jauh dikarenakan intensitas cahaya menjadi berkurang.

Dari hasil pengukuran diatas diperoleh jarak maksimal 35 meter, jarak tersebut dikatakan belum maksimal, karena dari spesifikasi HC-11 yaitu alat yang berperan sebagai modul wireless, jarak maksimum yang dapat diperoleh dari data sheet HC-11 adalah sekitar 100 meter. Setelah itu dilakukan analisa kembali dan memutuskan untuk melakukan pengukuran ulang dengan meletakkan alat tersebut di

tempat yang lebih tinggi. Karena metode yang dilakukan pada saat pengambilan data pertama dilakukan di tempat yang rendah. Kemudian dilakukan pengukuran kembali dengan mengubah posisi modul *wireless* dan meletakkan modul *wireless* tersebut di tempat yang tinggi (pada lantai 2 sebuah gedung). Setelah dilakukan pengukuran dengan mengubah metode pengambilan data tersebut yaitu dengan cara mengubah posisi tempat modul *wireless* yang lebih tinggi. Hasil yang diperoleh dari pengambilan data ke dua bahwa jarak yang dapat dijangkau yaitu 60 meter.

Antara sisi *transceiver* dan sisi *receiver* tidak boleh ada penghalang, jika ada penghalang maka pada sisi *receiver* tidak dapat membaca nilai atau data yang dikirim pada sisi *transceiver*.

Untuk membuktikan apakah alat ini dapat bekerja dengan baik maka dilakukan pengujian di sekitar jalan raya kampus Universitas Fajar Makassar, dari hasil pengujian di jalan raya maka hasil yang diperoleh yaitu pada saat kendaraan padat maka sensor akan otomatis warning karena kadar gas CO dan CO₂ tinggi atau melebihi batas yang seharusnya yaitu 25ppm.

4.3 Analisa Pemanding

Setelah melakukan pengujian alat maka dilakukan pengujian alat kembali dengan menggunakan pembandingan. Alat yang telah dibuat yaitu sensor MQ-135 dan MQ-7 ini akan dibandingkan dengan alat yang paten. Sehingga dapat mengetahui apakah kondisi kerja alat yang telah dibuat telah sesuai atau tidak dengan alat yang telah paten digunakan dalam pengukuran kualitas udara. Namun penulis memperoleh

sebuah kendala yaitu hanya menemukan alat ukur untuk kadar karbonmonoksida (CO) tetapi tidak menemukan alat yang dapat mengukur kadar karbondioksida (CO₂). Adapun alat yang digunakan sebagai pembanding kadar karbonmonoksida (CO) yaitu *Ambien Analyser* dan *Aeroqual*.



Gambar 4.4 *Ambien Analyser & Aeroqual*

Setelah diperoleh alat pembanding yang tepat, maka pengambilan data dilakukan kembali dengan membandingkan hasil pengukuran karbonmonoksida (CO) menggunakan sensor MQ-7 dengan *Ambien Analyser* dan *Aeroqual*. Berikut adalah hasil pengambilan data dan perbandingannya:

1. Udara Ambien (udara sekitar yang dihirup oleh manusia)

Hari/Tanggal : Jumat, 23 Agustus 2019

Waktu : Pukul 14.00 WITA

Tempat : Balai Besar Industri Hasil Perkebunan Jl. Prof. Abdurahman Basalamah no. 28 Makassar.

Tabel 4.2 Data Hasil Pembanding Udara Ambien

No.	Waktu Penelitian		Alat MQ-7 (mengukur kadar CO diudara ambien)	Ambien Analyses (mengukur kadar CO diudara ambien)	Aeroqual (mengukur kadar CO diudara ambien)
1	Dalam Ruang	Pukul 14.31 wita	8 ppm	0.26 ppm	0.0 ppm
2		Pukul 14.32 wita	8 ppm	0.24 ppm	0.0 ppm
3		Pukul 14.33 wita	8 ppm	0.39 ppm	0.0 ppm
4		Pukul 14.34 wita	8 ppm	0.43 ppm	0.0 ppm
5		Pukul 14.35 wita	8 ppm	0.14 ppm	0.0 ppm
6	Area Udara Bebas	Pukul 14.50 wita	7ppm	0.16 ppm	0.0 ppm
7		Pukul 14.51 wita	13 ppm	0.53 ppm	0.0 ppm
8		Pukul 14.52 wita	12 ppm	0.41 ppm	0.0 ppm
9		Pukul 14.55 wita	10 ppm	0.35 ppm	0.0 ppm
10		Pukul 15.00 wita	8 ppm	0.22 ppm	0.0 ppm

Perbandingan pertama yaitu pada tabel 4.2 dimana dilakukan percobaan perbandingan dengan menggunakan tempat yang berbeda yaitu didalam ruangan dan diluar ruangan dengan 10 waktu yang berbeda. Berikut adalah pernjelasan masing-masing tabel tersebut:

Analisa tabel 4.2 (Data Hasil Pembanding Udara Ambien)

Pada tabel nomor 1, pada pukul 14.31 dari hasil perbandingan alat MQ-7 dengan *Ambien analyser* dan *Aeroqual* terdapat perbedan nilai kadar karbonmonoksida (CO) yang terdapat didalam ruangan. Nilai hasil pengukuran alat MQ-7 yaitu 8ppm sedangkan nilai hasil pengukuran *Ambien analyser* yaitu 0,26ppm dan *Aeroqual* 0,0ppm.

Pada tabel nomor 2, pada pukul 14.32 dari hasil perbandingan alat MQ-7 dengan *Ambien analyser* dan *Aeroqual* terdapat perbedan nilai kadar karbonmonoksida (CO) yang terdapat didalam ruangan. Nilai hasil pengukuran alat MQ-7 yaitu 8ppm sedangkan nilai hasil pengukuran *Ambien analyser* yaitu 0,24ppm dan *Aeroqual* 0,0ppm.

Pada tabel nomor 3, pada pukul 14.33 dari hasil perbandingan alat MQ-7 dengan *Ambien analyser* dan *Aeroqual* terdapat perbedan nilai kadar karbonmonoksida (CO) yang terdapat didalam ruangan. Nilai hasil pengukuran alat MQ-7 yaitu 8ppm sedangkan nilai hasil pengukuran *Ambien analyser* yaitu 0,39ppm dan *Aeroqual* 0,0ppm.

Pada tabel nomor 4, pada pukul 14.34 dari hasil perbandingan alat MQ-7 dengan Ambien analyser dan Aeroqual terdapat perbedaan nilai kadar karbonmonoksida (CO) yang terdapat didalam ruangan. Nilai hasil pengukuran alat MQ-7 yaitu 8ppm sedangkan nilai hasil pengukuran Ambien analyser yaitu 0,43ppm dan Aeroqual 0,0ppm.

Pada tabel nomor 5, pada pukul 14.35 dari hasil perbandingan alat MQ-7 dengan Ambien analyser dan Aeroqual terdapat perbedaan nilai kadar karbonmonoksida (CO) yang terdapat didalam ruangan. Nilai hasil pengukuran alat MQ-7 yaitu 8ppm sedangkan nilai hasil pengukuran Ambien analyser yaitu 0,14ppm dan Aeroqual 0,0ppm.

Pada tabel nomor 6, pada pukul 14.50 dari hasil perbandingan alat MQ-7 dengan Ambien analyser dan Aeroqual terdapat perbedaan nilai kadar karbonmonoksida (CO) yang terdapat di udara bebas. Nilai hasil pengukuran alat MQ-7 yaitu 7.0ppm sedangkan nilai hasil pengukuran Ambien analyser yaitu 0,16ppm dan Aeroqual 0,0ppm.

Pada tabel nomor 7, pada pukul 14.51 dari hasil perbandingan alat MQ-7 dengan Ambien analyser dan Aeroqual terdapat perbedaan nilai kadar karbonmonoksida (CO) yang terdapat di udara bebas. Nilai hasil pengukuran alat MQ-7 yaitu 13ppm sedangkan nilai hasil pengukuran Ambien analyser yaitu 0,53ppm dan Aeroqual 0,0ppm.

Pada tabel nomor 8, pada pukul 14.52 dari hasil perbandingan alat MQ-7 dengan *Ambien analyser* dan *Aeroqual* terdapat perbedaan nilai kadar karbonmonoksida (CO) yang terdapat di udara bebas. Nilai hasil pengukuran alat MQ-7 yaitu 12ppm sedangkan nilai hasil pengukuran *Ambien analyser* yaitu 0,41ppm dan *Aeroqual* 0,0ppm.

Pada tabel nomor 9, pada pukul 14.55 dari hasil perbandingan alat MQ-7 dengan *Ambien analyser* dan *Aeroqual* terdapat perbedaan nilai kadar karbonmonoksida (CO) yang terdapat di udara bebas. Nilai hasil pengukuran alat MQ-7 yaitu 10ppm sedangkan nilai hasil pengukuran *Ambien analyser* yaitu 0,35ppm dan *Aeroqual* 0,0ppm.

Pada tabel nomor 10, pada pukul 15.00 dari hasil perbandingan alat MQ-7 dengan *Ambien analyser* dan *Aeroqual* terdapat perbedaan nilai kadar karbonmonoksida (CO) yang terdapat di udara bebas. Nilai hasil pengukuran alat MQ-7 yaitu 8ppm sedangkan nilai hasil pengukuran *Ambien analyser* yaitu 0,22ppm dan *Aeroqual* 0,0ppm.

Dari hasil perbandingan ketiga alat diatas yaitu sensor MQ-7, *Ambien Analyser* dan *Aeroqual* terdapat perbedaan nilai yang besar. Perbedaan nilai tersebut dikarenakan spesifikasi alat yang berbeda, dimana alat MQ-7 menghitung kualitas karbonmonoksida (CO) mulai dari angka 1ppm. Sedangkan alat *Ambien Analyser* dan *Aeroqual* menghitung kadar gas karbonmonoksida (CO) mulai dari angka 0,1ppm. Alat *Aeroqual* tidak memberikan perubahan nilai kualitas

karbonmonoksida (CO) baik didalam ruangan maupun diudara bebas karena spesifikasi alat tidak sensitif terhadap udara dalam ruangan maupun diudara bebas (diluar ruangan).

a. Nilai rata-rata dari alat MQ-7:

$$\frac{\text{Nilai MQ - 7}}{10} = \frac{8 + 8 + 8 + 8 + 8 + 7 + 13 + 12 + 10 + 8}{10} = \frac{90}{10} = 9ppm$$

b. Nilai rata-rata dari Ambien Analyser:

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{nilai Ambien Analyser}}{10} \\ &= \frac{0.26 + 0.24 + 0.39 + 0.43 + 0.14 + 0.16 + 0.53 + 0.41 + 0.35 + 0.22}{10} \\ &= \frac{3.13}{10} \\ &= 0.313 ppm \end{aligned}$$

c. Nilai rata-rata Aeroqual:

$$= \frac{\text{nilai aeroqual}}{10} = \frac{0.0}{10} = 0 ppm$$

Dari hasil perhitungan diatas maka dapat diperoleh tiga nilai dari masing-masing alat pengukur kualitas udara. Alat yang pertama yaitu MQ-7 memperoleh nilai 9 ppm, sedangkan alat yang kedua yaitu Ambien Analyser memperoleh nilai 0.313 ppm dan alat yang ketiga yaitu Aeroqual memperoleh nilai 0 ppm. Maka dapat disimpulkan bahwa ketiga alat tersebut memiliki selisih perbedaan nilai yang sangat

besar. Hal tersebut dikarenakan spesifikasi alat dan sensitifitas alat yang berbeda. Namun hal ini membuktikan bahwa ketiga alat tersebut dapat bekerja dan membaca kualitas udara.

2. Udara Ambien yang diberikan asap rokok

Hari/Tanggal : Jumat, 23 Agustus 2019

Waktu : Pukul 15.20 WITA

Tempat : Balai Besar Industri Hasil Perkebunan Jl. Prof. Abdurahman Basalamah no. 28 Makassar.

Tabel 4.3 Data Hasil Pembandingan Asap Rokok

No.	Waktu Penelitian	Alat MQ-7 (mengukur kadar CO diudara ambien)	Ambien Analyses (mengukur kadar CO diudara ambien)	Aeroqual (mengukur kadar CO diudara ambien)
1	Pukul 15.20 wita (sebelum diberikan asap rokok)	0.9 ppm	0.25 ppm	0.8 ppm
2	Pukul 15.21 wita	≥ 25.0 ppm	14.5 ppm	0.9 ppm
3	Pukul 14.22 wita	≥ 25.0 ppm	18.84 ppm	8.9 ppm
4	Pukul 14.23 wita	21,0 ppm	3.7 ppm	6.6 ppm
5	Pukul 14.24 wita	≥ 25.0 ppm	46.54 ppm	9.3 ppm

Analisa tabel 4.3(Data Hasil Perbandingan Asap Rokok)

Pada tabel nomor 1, pada pukul 15.20 dari hasil perbandingan alat MQ-7 dengan *Ambien analyser* dan *Aeroqual* terdapat perbedaan nilai kadar karbonmonoksida (CO) yang sebelum diberikan efek asap rokok. Nilai hasil pengukuran alat MQ-7 yaitu 9.0ppm sedangkan nilai hasil pengukuran *Ambien analyser* yaitu 0,25ppm dan *Aeroqual* 0,8ppm.

Pada tabel nomor 2, pada pukul 15.21 dari hasil perbandingan alat MQ-7 dengan *Ambien analyser* dan *Aeroqual* terdapat perbedaan nilai kadar karbonmonoksida (CO) setelah diberikan efek asap rokok. Nilai hasil pengukuran alat MQ-7 yaitu ≤ 25.0 ppm sedangkan nilai hasil pengukuran *Ambien analyser* yaitu 14.5ppm dan *Aeroqual* 0,9ppm.

Pada tabel nomor 3, pada pukul 15.22 dari hasil perbandingan alat MQ-7 dengan *Ambien analyser* dan *Aeroqual* terdapat perbedaan nilai kadar karbonmonoksida (CO) setelah diberikan efek asap rokok. Nilai hasil pengukuran alat MQ-7 yaitu ≤ 25.0 ppm sedangkan nilai hasil pengukuran *Ambien analyser* yaitu 18.84ppm dan *Aeroqual* 8,9ppm.

Pada tabel nomor 4, pada pukul 15.23 dari hasil perbandingan alat MQ-7 dengan *Ambien analyser* dan *Aeroqual* terdapat perbedaan nilai kadar karbonmonoksida (CO) setelah diberikan efek asap rokok. Nilai hasil pengukuran alat MQ-7 yaitu 21.0ppm sedangkan nilai hasil pengukuran *Ambien analyser* yaitu 3.7ppm dan *Aeroqual* 6.6ppm.

Pada tabel nomor 5, pada pukul 15.22 dari hasil perbandingan alat MQ-7 dengan Ambien analyser dan Aeroqual terdapat perbedaan nilai kadar karbonmonoksida (CO) setelah diberikan efek asap rokok. Nilai hasil pengukuran alat MQ-7 yaitu ≤ 25.0 ppm sedangkan nilai hasil pengukuran Ambien analyser yaitu 46.54ppm dan Aeroqual 9.3ppm.

Dari hasil yang diperoleh dari percobaan dengan menggunakan asap rokok maka dapat disimpulkan bahwa meskipun nilai dari alat sensor MQ-7, Ambien Analyser dan Aeroqual sangat berbeda namun dari pembacaan kadar karbonmonoksida (CO) terlihat bahwa ketiga alat tersebut memberikan reaksi yang sama yaitu tetap mengalami perubahan kadar gas karbon monoksida. Hal ini dapat membuktikan bahwa alat MQ-7 dapat membaca perubahan nilai kadar CO dengan baik.

Perbedaan ini disebabkan oleh spesifikasi alat yang berbeda. Alat MQ-7 memiliki standart kualitas udara minimum mulai dari 20 ppm-2000 ppm. Sedangkan alat *Ambien Anlyser* dan *Aeroqual* memiliki standart kualitas minimum mulai dari 0.1 ppm.

BAB 5

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pengukuran yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Pengaruh cuaca dan suhu sangat mempengaruhi kualitas perangkat/alat. Sehingga jarak jangkauan antar sisi *transceiver* dan *receiver* tidak dapat bekerja dengan baik, atau tidak dapat menjangkau jarak maksimal yang seharusnya. Jarak maksimal yang dapat dijangkau sekitar 35 meter pada suhu sebesar 28°C yaitu kondisi suhu atau cuaca sedang yaitu pada pagi hari dan sore hari. Dan pada siang hari jarak maksimal yang dapat dijangkau yaitu 20 meter pada suhu 25°C, 27°C, 30°C dan 32°C. Pada saat asap kendaraan bertambah banyak, maka secara otomatis kandungan kadar gas CO dan CO₂ akan naik.
2. Jarak jangkauan maksimal pada awalnya diperoleh 35 meter namun, setelah dilakukan analisa dan pengujian ulang maka jarak yang diperoleh dapat sampai 60 meter jika alat disimpan ditempat yang tinggi dan antara sensor satu dengan yang lain tidak boleh ada halangan/*obstacle*.

3. Kualitas udara (CO dan CO₂) ditampilkan pada *displaydotmatriks* dalam skala ppm (*part per million*) dengan dua baris dan 3 bit karakter secara *real time*.

6.2 Saran

Berdasarkan penelitian dan perancangan yang telah dilakukan, secara garis besar semuanya berjalan dengan baik namun terdapat sedikit kekurangan sertaketerbatasan. Berikut beberapa saran dalam peningkatan kualitas yang diharapkan membantu kelak kedepannya, sebagai berikut:

Penambahan parameter cuaca dalam pengukuran, serta sensor lain agar diperoleh beberapa parameter yang lebih lengkap. Agar memiliki kualitas data yang lebih baik. Penggunaan komunikasi wireless dengan jenis dan tipe lainnya yang tidak mempunyai pengaruh terhadap perubahan cuaca, suhu dan kecepatan angin. Agar jangkauan pancaran lebih jauh sebaiknya menggunakan modul transceiver receiver yang memiliki daya pancar yang lebih besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Aji, G. M., Purwiyanto, & Yusuf, M. (2017). Papan Informasi Elektronik Untuk Kualitas Udara Di Kawasan Industri Sebagai Alat Bantu Kenyamanan Berkendara. *SNITT*.
- Astria, F. d. (2014). Rancang Bangun Alat Ukur PH dan Suhu Berbasis Short Message Service (SMS) Gateway. *Jurnal MEKTRIK*, Vol.1 No.1.
- Faroqi, A., & Hadisantoso, E. P. (2016). Perancangan Alat Pendeteksi Kadar Polusi Udara Menggunakan Sensor Gas MQ-7 Dengan Metode Wireless HC-05. *Edisi juli*, Vol. X No. 2.
- Islam, J. H., Harianto, & Wibowo, M. C. (2013). Rancang Bangun Alat Pendeteksi Gas CO, CO₂, dan SO₂ Sebagai Informasi Pencemaran Udara. *JCONES*, Vol.2 No.1.
- Kadir, A. (2013). *Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Pemrogramannya Menggunakan Arduino*. Yogyakarta.
- Marpanaji, E., Riyanto, B., Langi, A. Z., & Kurniawan, A. (2007). Pengukuran Unjuk Kerja Modulasi GMSK pada Software-Define Radio Platform. *TELKOMNIKA*, Vol.5 No.2.
- Sebayang, M. A. (2017). Stasiun Pemantau Kualitas Udara Berbasis Web. *Journal of Informatics and Telecommunication Engineering*, Vol.1 (1).

Sihotang, S. R., & Assomadi, A. F. (2010). Pemetaan Distribusi Konsentrasi Kendaraan Bermotor di Kampus ITS Surabaya . *Jurnal Ilmiah Surabaya* .

Widodo, S., Amin, M., Sutrisman, A., & Putra, A. A. (2017). Rancang Bangun Alat Monitoring Kadar Udara Bersih dan Gas Berbahaya CO, CO₂, dan CH₄ Di Dalam Ruangan Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Pseudocode* , Volume IV Nomor 2.