

**RANCANG BANGUN KUALITAS UDARA CO DAN CO<sub>2</sub>  
MENGUNAKAN KOMUNIKASI RADIO LORA**

**SKRIPSI**

Disusun untuk memenuhi persyaratan kelulusan Sarjana Teknik Elektro



Disusun Oleh :

Dhiva Mahendra Arifin

1803025015

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI DAN INFORMATIKA  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR HAMKA**

**JAKARTA**

**2022**

**RANCANG BANGUN KUALITAS UDARA CO DAN CO<sub>2</sub>  
MENGUNAKAN KOMUNIKASI RADIO LORA**

**SKRIPSI**

Disusun untuk memenuhi persyaratan kelulusan Sarjana Teknik Elektro



Disusun Oleh :

Dhiva Mahendra Arifin

1803025015

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI DAN INFORMATIKA  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR HAMKA  
JAKARTA**

**2022**

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**RANCANG BANGUN KUALITAS UDARA CO DAN CO<sub>2</sub> MENGGUNAKAN  
KOMUNIKASI RADIO LORA**

**SKRIPSI**

**Dibuat Untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan  
Sarjana Teknik Elektro**

Oleh :

**Dhiva Mahendra Arifin  
1803025015**

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan ke Sidang Ujian Skripsi

Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik UHAMKA

Tanggal 09 September 2022

Pembimbing-1



**Ir. Harry Ramza, MT., Ph.D., MIPM**  
NIDN. 0303097006

Mengetahui,  
Ketua Program Studi  
Teknik Elektro



**Ir. Harry Ramza, MT., Ph.D., MIPM**  
NIDN. 0303097006

**LEMBAR PENGESAHAN**

**RANCANG BANGUN KUALITAS UDARA CO DAN CO<sub>2</sub> MENGGUNAKAN  
KOMUNIKASI RADIO LORA**

**SKRIPSI**

**Dibuat Untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan  
Sarjana Teknik Elektro**

Oleh :

**Dhiva Mahendra Arifin  
1803025015**

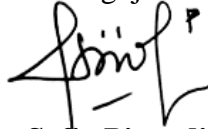
**Telah diuji dan dinyatakan lulus dalam Sidang Ujian Skripsi Program Studi  
Teknik Elektro Fakultas Teknik UHAMKA  
Tanggal 16 November 2022**

**Pembimbing-1**



**Ir. Harry Ramza, MT., Ph.D., MIPM**  
NIDN. 0303097006

**Penguji-1**



**Dr. Ir. Sofia Pinardi, M.T.**  
NIDN. 9990541427  
Mengesahkan,  
Dekan FT UHAMKA



**Dr. San Mugisidi ST, M.Si**  
NIDN. 0301126901

**Penguji-2**



**Emilia Roza, S.T.M.Pd., M.T.**  
NIDN. 0330097402  
Mengetahui,  
Ketua Program Studi  
Teknik Elektro



**Ir. Harry Ramza, MT., Ph.D., MIPM**  
NIDN. 0303097006

## PERNYATAAN KEASLIAN

Saya, yang membuat pernyataan

Nama : Dhiva Mahendra Arifin

NIM : 1803025015

Judul skripsi : Rancang Bangun Kualitas Udara Co Dan Co<sub>2</sub> Menggunakan Komunikasi Radio Lora

Menyatakan bahwa, skripsi ini merupakan karya saya sendiri (ASLI) dan isi dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademis di suatu institusi pendidikan tinggi mana pun, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis dan/atau diterbitkan oleh orang lain, KECUALI yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Referensi. Segala sesuatu yang terkait dengan naskah dan karya yang telah dibuat adalah menjadi tanggung jawab saya pribadi

Jakarta, 7 September 2022



**Dhiva Mahendra Arifin**

## **KATA PENGANTAR**

Segala puji dan syukur dipanjatkan atas kehadiran Allah SWT atas segala nikmat, rahmat, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan skripsi dengan tepat waktu dan tanpa ada halangan yang berarti. Shalawat dan salam tidak lupa selalu tercurahkan kepada junjungan Nabi Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat dan para pengikutnya, yang telah membawa umat manusia dari zaman yang gelap sampai ke zaman yang penuh cahaya keilmuan seperti sekarang ini. Pembuatan skripsi ini dibentuk yang bertujuan sebagai salah satu syarat wajib kelulusan dan memperoleh gelar sarjana teknik di program studi teknik elektro Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. HAMKA. Dalam proses penyusunan skripsi ini penulis tidak hanya sendiri, melainkan melibatkan banyak pihak yang membantu, memberi kritik serta saran. Dan Semoga Allah SWT memberikan balasan yang setimpal untuk mereka yang sudah membantu, memberi kritik dan saran, Aamiin. Maka dari itu penulis ingin mengucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Untuk Ibu, Ibu Nurul Hidayana yang senantiasa memberikan do'a serta dukungan baik dalam bentuk moril maupun materil dan Juga Adikku Anisa Natasya Arifin yang telah memberikan *support* agar bisa menyelesaikan Skripsi ini.
2. Bapak Dr. Dan Mugisidi ST, M.Si selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Prof Dr Hamka.
3. Bapak Ir. Harry Ramza, M.T., Ph.D selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah PROF. DR HAMKA.
4. Bapak Ir. Harry Ramza, MT., Ph.D., selaku pembimbing I yang sudah memberikan saran, arahan, ilmu dan motivasinya agar penulis bisa menyelesaikan skripsi ini dengan maksimal dan di waktu yang tepat.
5. Seluruh KMFT UHAMKA Periode 2019-2020 dan 2020-2021 yang sudah menanamkan jiwa kepemimpinan dan kesolidaritasnya untuk terus memperjuangkan hak haknya.

6. Teman-teman Elektro Angkatan 2018 Dan Pengurus BEM FT UHAMKA Kabinet AMORFATI periode 2020-2021 khususnya yang sudah menjadi bagian hidup selama perkuliahan ini.
7. Terkasih Kartika Ayuni Apsari yang telah memberikan saran kepada penulis agar tidak jenuh dalam mengerjakan skripsi.

Demikian penyusunan skripsi ini dibuat, semoga dapat menjadi ilmu yang bermanfaat dan bisa menjadi bahan acuan bagi mahasiswa dan juga dosen di lingkungan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Prof Dr Hamka. Penulis juga menyadari bahwa dalam penulisan memiliki kelebihan serta kekurangan, maka dari itu penulis mengharapkan kritik dan saran untuk penyempurnaan untuk penulisan di masa yang akan datang.

Jakarta, 7 September 2022



Dhiva Mahendra Arifin  
1803025015

## PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah PROF. DR. HAMKA (UHAMKA), saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Dhiva Mahendra Arifin

NIM : 1803025015

Program Studi : Teknik Elektro

Menyetujui, memberikan Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*non-exclusive royalty free right*) kepada Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA (UHAMKA) atas karya ilmiah saya beserta perangkat yang ada (jika diperlukan) yang berjudul :

---

Rancang Bangun Kualitas Udara Co Dan Co<sub>2</sub>

---

Menggunakan Komunikasi Radio Lora

---

Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Muhammadiyah Prof. DR HAMKA berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Segala sesuatu yang terkait dengan naskah dan karya yang telah dibuat adalah menjadi tanggung jawab saya pribadi.

Jakarta, 7 September 2022



Dhiva Mahendra Arifin



## ABSTRAK

Saat ini Sektor industri berkembang sangat pesat di Negara Kesatuan Republik Indonesia, yang tentunya berdampak pada lingkungan termasuk baik dan buruknya kualitas udara (Pencemaran Udara). Oleh karena itu rancang bangun pengukuran kualitas udara menggunakan komunikasi Lora yang terdapat dua jenis sensor yaitu sensor MQ-7 dan sensor MQ-135 Untuk Mengetahui nilai partikel udara karbon monoksida (CO) dan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) saat diberikan asap kendaraan dan polutan udara dan ditampilkan nilai partikel udara melalui LCD serta indikator mengenai udara sehat Lora bertujuan untuk Mengetahui nilai jarak maksimum yang terdapat dari Rangkaian *Sender* dan *receiver* data Lora. Sumber partikel karbon monoksida (CO), karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dan Asap kendaraan Terdeteksi oleh kedua sensor yaitu MQ-7 dan MQ-135, kemudian partikel udara tersebut terbaca oleh lora arduino 915 Mhz yang dikirim kepada rangkaian penerima (*Receiver*). Data tersebut diterima oleh rangkaian penerima (*receiver*) yang dan dapat dilihat di serial monitor Arduino IDE. Didapatkan hasil Persamaan Regresi linier dari sensor MQ-7 mempunyai nilai  $Y = 4,978 + 299,3 X$  dan MQ-135 mempunyai nilai  $Y = 5,1 + 587,6 X$  Dan Perbandingan tingkat ketepatan sensor MQ-7 sebesar 94,6 % dan sensor MQ-135 sebesar 97,1%. Hasil Pengiriman jarak lora untuk keadaan LOS sampai 120 Meter sedangkan hasil ketidakmampuan terdapat pada jarak lebih dari 150 Meter. Hasil Pengiriman jarak lora untuk keadaan non LOS sampai 100 meter sedangkan hasil ketidakmampuan terdapat pada jarak lebih dari 120 Meter.

**Kata Kunci :** *Arduino Atmega328; Lora; Mikrokontroler; Sensor MQ-135; Sensor MQ-7.*

## **ABSTRACT**

*Currently the industrial sector is growing very rapidly in the Unitary State of the Republic of Indonesia, which of course has an impact on the environment, including good and bad air quality (Air Pollution). Therefore, the design of air quality measurement uses Lora communication which has two types of sensors, namely the MQ-7 sensor and the MQ-135 sensor. The air particle value is displayed through the LCD as well as an indicator regarding Lora's healthy air aimed at knowing the maximum distance value contained in the Lora data sender and receiver circuit. Sources of carbon monoxide (CO), carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) particles and vehicle smoke are detected by both sensors, namely MQ-7 and MQ-135, then the air particles are read by lora arduino 915 Mhz which is sent to the receiver circuit. The data is received by the receiver circuit and can be viewed on the Arduino IDE serial monitor. The results of the linear regression equation from the MQ-7 sensor have a value of  $Y = 4.978 + 299.3 X$  and MQ-135 has a value of  $Y = 5.1 + 587.6 X$  And the comparison of the accuracy level of the MQ-7 sensor is 94.6% and MQ-135 sensors by 97.1%. The results of sending lora distances for LOS conditions are up to 120 meters while the results of incapacity are at a distance of more than 150 meters. The results of sending lora distance for non-LOS conditions are up to 100 meters while the results of incapacity are at a distance of more than 120 meters.*

**Keyword** : Arduino Atmega328;Lora; Mikrokontroler; Sensor MQ-135; Sensor MQ-7.

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PERSETUJUAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>v</b>
<b>PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>viii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
<b>BAB II DASAR TEORI.....</b>	<b>5</b>
2.1 Kualitas Udara.....	5
2.2 Lora (Long Range Area) .....	5
2.3 Arduino.....	6
2.4 Lora Dragino Shield 915MHz.....	7
2.5 <i>Liquid Crystal Display</i> 16x2 .....	7
2.6 Sensor Kualitas Udara .....	8
2.6.1 Sensor Gas MQ-7.....	9
2.6.2 Sensor Gas MQ-135.....	9
2.7 Persamaan Regresi Linier Sederhana .....	11
2.8 Indeks Standar Pencemaran Udara .....	11
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>13</b>
3.1 Alur Perancangan .....	13
3.2 Alat dan bahan.....	14

3.3 Blok Diagram Sistem .....	15
3.4 Perancangan Perangkat Pengirim ( <i>Sender</i> ).....	16
3.4.1 Perancangan Sensor Gas.....	18
3.4.2 Perancangan pada LCD 16x2 .....	19
3.5 Perancangan Perangkat Penerima ( <i>Receiver</i> ).....	20
3.6 Perancangan Perangkat Lunak ( <i>Software</i> ) .....	21
3.6.1 Flowchart Perangkat lunak.....	24
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>25</b>
4.1 Hasil Perancangan Perangkat Keras ( <i>Hardware</i> ).....	25
4.2 Hasil Pengujian Sensor.....	27
4.2.1 Kalibrasi Sensor.....	28
4.2.2 Pengujian Data Sensor dengan persamaan regresi linier .....	30
4.2.4 Pengujian Ketepatan Sensor MQ-7.....	35
4.2.5 Pengujian Ketepatan Sensor MQ-135.....	36
4.3 Pengujian Jarak Lora .....	37
4.3.1 Deskripsi Jarak Pengiriman Lora.....	37
4.3.2 Alat-alat Pengujian Jarak Pengiriman Lora.....	38
4.3.3 Hasil data pengujian jarak pengiriman lora .....	38
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>48</b>
5.1 Kesimpulan.....	48
5.2 Saran.....	49
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>50</b>
<b>LAMPIRAN LAMPIRAN.....</b>	<b>52</b>
Lampiran A (Pemograman Arduino) .....	53
Lampiran B (Saat Pengujian) .....	57
LAMPIRAN C (DATASHEET DARI SETIAP KOMPONEN YANG DIGUNAKAN) .....	67
LAMPIRAN D Lembar Bimbingan Skripsi Pembimbing I.....	73
LAMPIRAN E Surat Kelayakan Sidang Bimbingan Skripsi Pembimbing I....	74
LAMPIRAN F Lembar Revisi Penguji .....	75
LAMPIRAN G Turnitin .....	77

## DAFTAR GAMBAR

gambar 2-1 Visualisasi Lora .....	6
Gambar 2-2 Arduino .....	7
Gambar 2-3 Lora Dragino Shield 915mhz.....	7
Gambar 2-4 Lcd .....	8
Gambar 2-5 Sensor Mq-7.....	9
Gambar 2-6 Sensor Mq-135.....	10
Gambar 2-7 Ilustrasi Garis Linier Sederhana .....	11
Gambar 3-1 Alur Perancangan.....	13
Gambar 3-2 Blok Diagram Sistem.....	15
Gambar 3-3 Blok Diagram Perangkat Pengirim .....	17
Gambar 3-4 Perancangan Perangkat Pengirim .....	18
Gambar 3-5 Perancangan Sensor Gas .....	19
Gambar 3-6 Koneksi Pin Lcd Ke Lora Arduino Shield.....	19
Gambar 3-7 Diagram Blok Penerima.....	21
Gambar 3-8 Tampilan Antarmuka Arduino.....	22
Gambar 3-9 Tampilan Serial Monitor (Sender).....	23
Gambar 3-10 Tampilan Serial Monitor (Receiver).....	23
Gambar 3-11 Flowchart Perangkat Lunak .....	24
Gambar 4-1 Ilustrasi Perangkat Keras .....	25
Gambar 4-2 Sistem Pengirim (Sender) .....	26
Gambar 4-3 Sistem Penerima (Receiver).....	27
Gambar 4-4 Kalibrasi Sensor Mq-7 .....	29
Gambar 4-5 Kalibrasi Sensor Mq-135 .....	30
Gambar 4-6 Grafik Regresi Linier Sensor Mq-7 .....	32
Gambar 4-7 Grafik Regresi Linier Sensor Mq-135 .....	34
Gambar 4-8 Ilustrasi Los Dan Non Los .....	38
Gambar 4-6 Grafik Regresi Linier Keadaan Los (Sensor Mq-7).....	41
Gambar 4-7 Grafik Regresi Linier Keadaan Los (Sensor Mq-135).....	43
Gambar 4-8 Grafik Regresi Linier Keadaan Non Los (Sensor Mq-7).....	45
Gambar 4-9 Grafik Regresi Linier Keadaan Non Los (Sensor Mq-135).....	47

## DAFTAR TABEL

Tabel 2-1 Indeks Sensor Mq-7 .....	9
Tabel 2-2 Indeks Sensor Mq-135 .....	10
Tabel 3-2 Aplikasi Yang Dipakai .....	15
Tabel 3-3 Hubungan Pin Sensor Mq-7 Ke Lora Arduino .....	19
Tabel 3-4 Koneksi Pin Sensor Mq-135 Ke Lora Arduino .....	19
Tabel 3-5 Koneksi Pin Lcd Ke Lora Arduino .....	20
Tabel 4-1 Hasil Pengujian Sensor .....	27
Tabel 4-2 Pengukuran Sensor Mq-7 .....	30
Tabel 4-3 Pengukuran Sensor Mq-135 .....	32
Tabel 4-4 Pengujian Ketepatan Sensor Mq- 7 .....	35
Tabel 4-5 Pengujian Ketepatan Sensor Mq- 135 .....	37
Tabel 4-6 Pengujian Pengirim Lora Dalam Keadaan Los .....	39
Tabel 4-7 Pengujian Pengiriman Lora Dalam Keadaan Non Los.....	43

## **BAB I PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Saat ini Sektor industri berkembang sangat pesat di Negara Kesatuan Republik Indonesia, yang tentunya berdampak pada lingkungan termasuk baik dan buruknya kualitas udara (Pencemaran Udara). Campuran gas yang membentuk udara termasuk gas nitrogen, yang membentuk 78,1%, gas oksigen, 20,93%, dan karbon dioksida, 0,03%. Gas-gas lainnya adalah gas argon, neon, kripton, xenon, dan helium.(Ikhtiar, 2018)

Pencemaran (Polusi) merupakan proses masuknya bahan pencemar ke lingkungan yang bisa menurunkan kualitas lingkungan. dari Undang-Undang Pengelolaan Lingkungan hidup nomor 4 Tahun 1982,Pencemaran lingkungan hidup ialah masuknya makhluk hidup, zat yang memiliki tenaga serta komponen lain dalam lingkungan hidup, yang berdampak terhadap kegiatan manusia atau proses alam sehingga kualitas lingkungan menurun sampai pada taraf tertentu, lingkungan yang tidak stabil penyebab utamanya berasal dari kendaraan bermotor ,Industri, dan asap berasal dari kebakaran hutan yg tergolong sangat berbahaya.

Saat ini, standar indeks kualitas udara yang resmi digunakan di Indonesia adalah Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU) yang diatur sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup SURAT KEPUTUSAN 45/MENLH/1997 yang membahas tentang Standar kontaminan pencemaran udara. Pentingnya untuk memastikan bahwa informasi kualitas udara dibagikan dengan nyaman kepada publik di tempat dan waktu tertentu, dan indeks polutan standar merupakan pertimbangan penting dalam kegiatan pengelolaan polusi udara (*INDEX KUALITAS UDARA*, n.d.). Indeks Standar Pencemar Udara adalah angka tanpa satuan yang menggambarkan kualitas udara di suatu wilayah dan waktu tertentu tergantung bagaimana pengaruhnya suatu udara terhadap kesehatan masyarakat. oleh sebab itu, *tracking* pada polusi udara menjadi suatu hal yang sangat krusial dilakukan. di Indonesia, *tracking* kualitas udara saat ini hanya memakai satu alat saja serta pada cakupan lokasi yang tertentu, sehingga kurang tepat untuk mendeskripsikan kondisi kualitas udara yang terdapat diindonesia. dibutuhkan

lebih dari satu alat untuk mencakup lokasi semuanya untuk *tracking* polusi udara ini.

Untuk menanggulangi hal ini bisa menggunakan Aplikasi *Wireless Sensor Network* (WSN) adalah kebutuhan peralatan yang relatif murah namun dapat memberikan informasi dari lingkungan, seperti suhu, tekanan udara ataupun pencemaran udara dengan konsumsi daya yang rendah (Sabiq et al., 2017).

Tujuan utama penggunaan JSN (Jaringan Sensor Nirkabel) adalah untuk memaksimalkan pemantauan udara. di penelitian sebelumnya, pemantauan kualitas udara berbasis JSN menggunakan komunikasi nRF905 dan perangkat lunak hanya menampilkan nilai satuan dari zat-zat yang dipantau sehingga hal itu tidak menyampaikan informasi yang berguna, mengakibatkan orang yang tidak mengetahui tentang monitoring udara (Munabbih et al., 2020)

Di Dalam penelitian ini juga dibutuhkan teknologi yang membantu untuk menuntaskan alat yang sudah dirancang, salah satu teknologi yang terbaru dan paling digunakan adalah Lora (*Long Range Area*) adalah teknik modulasi radio yang dimiliki oleh Semtech. Terdapat dua buah sensor diantaranya Sensor MQ-7 untuk pendeteksian CO dan sensor MQ-135 untuk pendeteksian CO<sub>2</sub> digunakan dalam pembuatan alat ini. Saat Akan menggunakan alat ini dimulai membaca data keluaran dari LCD secara otomatis. Saat terdeteksi polusi udara berupa asap, sensor gas ini langsung mengukur nilai kualitas udara CO dan CO<sub>2</sub> dalam satuan ppm (*parts per million*). Berdasarkan hal tersebut di atas, diperlukannya membuat **rancang bangun pengukur kualitas udara menggunakan komunikasi radio lora**. yang bertujuan untuk mengetahui nilai dari kadar kualitas udara dari nilai karbon monoksida dan karbon dioksida menggunakan mikrokontroler sebagai pusat kendali dengan media pemantau melalui *Liquid Crystal Display* (LCD) dan Lora (*Long Range*) dan juga untuk melihat nilai jarak maksimum yang terdapat pada rangkaian sender dan *receiver* lora. Alat ini menggunakan sensor gas untuk mengetahui kadar kualitas udara dari karbon monoksida (CO) dan Karbon dioksida (CO<sub>2</sub>).



## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka didapatkan rumusan masalah sebagai berikut :

1. Dibutuhkan perancangan pengukuran kualitas udara menggunakan komunikasi Lora.
2. Berapakah Nilai PPM yang terdapat dari kedua sensor ketika diberikan asap kendaraan.
3. Berapakah Nilai Jarak Maksimum yang terdapat dari rangkaian Sender dan receiver data Lora.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penulisan ini adalah :

1. Mengimplementasikan sebuah rancang bangun kualitas udara menggunakan komunikasi lora.
2. Menentukan nilai PPM yang terdapat dari kedua sensor ketika diberikan asap kendaraan.
3. Menentukan nilai jarak maksimum yang terdapat dari Rangkaian *Sender* dan *receiver* data Lora.

## **1.4 Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah dalam penulisan ini adalah :

1. Lora yang digunakan adalah Lora dragino shield 915 MHz dengan 2 buah antenna dBi
2. Kadar Polutan udara Karbon monoksida (CO) diukur menggunakan sensor MQ-7, dan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) diukur menggunakan sensor MQ-135.
3. Tidak Membahas secara rinci mengenai Indikator Udara Sehat dan Tidak Sehat.
4. Menggunakan satu *end device* dalam perancangan alat.

## **1.5 Manfaat Penelitian**

Adapaun manfaat dari penulisan ini adalah :

1. Menentukan kadar Polutan dari karbon monoksida (Co) dan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) di udara (Co<sub>2</sub>)
2. Melalui penelitian ini, diharapkan semua masyarakat lebih peduli terhadap lingkungan sekitar agar terhindar dari bahaya polusi udara yang disebabkan oleh Asap Kendaraan.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Prosedur penulisan yang digunakan dalam Skripsi ini adalah sebagai berikut:

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini membahas tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

### **BAB II DASAR TEORI**

Bab ini akan memaparkan berbagai sumber pustaka dan dasar teori mengenai . Rancang Bangun Monitoring Kualitas Udara Menggunakan Sensor Gas Berbasis Komunikasi Lora

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Di bab ini akan menjelaskan berbagai kebutuhan dan alur dari perancangan alat pemantau udara yang akan dibuat.

### **BAB IV Hasil dan Pembahasan**

Bab ini akan menjelaskan proses perancangan serta hasil pengujian pada setiap percobaan dan keseluruhan alat monitoring ini.

### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab ini akan memaparkan kesimpulan dan saran yang telah didapat.

## **BAB II DASAR TEORI**

Dalam sebuah penelitian tentunya membutuhkan referensi baik berupa dasar-dasar teori, *datasheet* komponen, ataupun *flowchart* dari berbagai sumber seperti buku dan jurnal. Dengan adanya referensi, maka penelitian dapat dilakukan secara sistematis dan resiko terjadinya kesalahan dapat diminimalisir. Berikut adalah beberapa dasar teori dibawah ini :

### **2.1 Kualitas Udara**

Kualitas udara dapat mempengaruhi kesehatan suatu lingkungan dan penghuninya. Udara yang sehat akan berdampak positif bagi kehidupan, begitu pula sebaliknya. Udara merupakan salah satu sumber daya alam yang tidak dapat dimanfaatkan dan sangat penting bagi kelangsungan hidup semua makhluk hidup di bumi. Oleh karena itu, diperlukan kualitas udara yang baik yang tidak tercemar atau berbahaya bagi kesehatan agar aktivitas kehidupan dapat berjalan dengan lancar. Kualitas udara di kota Jakarta sejak 2012 hingga saat ini terus mengalami peningkatan karena kegiatan aktivitas manusia saat ini dimana menurut Sejak Januari hingga Desember 2021, Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU) Jakarta tidak mengalami udara yang buruk dikarenakan kondisi kualitas udara sedang. (Inews, 2021)

Dimana berdasarkan ISPU (Indeks Standar Pencemaran Udara) dari Kementerian Lingkungan Hidup, Negara Republik Indonesia untuk kadar polutan CO memiliki kisaran standar 20 ppm - 2000 ppm, dan kadar polutan CO<sub>2</sub> memiliki kisaran 318 ppm (AQI). Standar udara yang diukur dalam penelitian ini adalah karbon monoksida (CO) menggunakan sensor gas MQ-7 dan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) menggunakan sensor gas MQ-135.

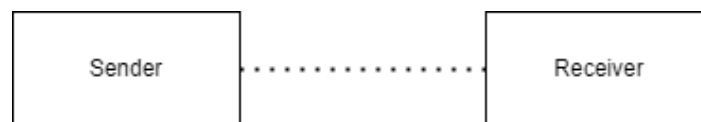
### **2.2 Lora (Long Range Area)**

Long Range (LoRa) adalah teknologi nirkabel yang mencakup jangkauan konektivitas jaringan area yang luas dengan menggunakan spektrum radio nirkabel dan standar protokol komunikasi 802.15.4g. Berikut ini adalah aplikasi jaringan sensor nirkabel yang menggunakan protokol LPWAN (*Low Power Wide Access Network*). Lora beroperasi pada pita frekuensi 433-, 868-, 915-, dan 923-MHz,

tergantung pada peraturan masing-masing negara. Lora bukan hanya modul komunikasi dan aplikasi IoT yang membutuhkan daya yang hemat. (Hozanna & Nur, 2021)

Lora menggunakan pita ISM secara gratis, memungkinkan sistem untuk memelihara jaringannya sendiri. Lora mengelola kecepatan data di saluran bandwidth untuk mengubah sensitivitas. Perancang sistem dapat mengelola daya dan aliran data yang dibatasi untuk memaksimalkan kinerja jaringan dan menjaga bandwidth tetap konstan.

Pada **Gambar 2-1** Merupakan Ilustrasi dari Lora *Sender* digunakan sebagai pengirim data ke objek, dimana sensor yang terhubung Lora pada *Receiver*. Lora *Receiver* yang digunakan untuk menerima data lora *Sender* yang bisa dimonitoring.



**Gambar 2-1** Visualisasi Lora

### 2.3 Arduino

Arduino merupakan perangkat lunak dan perangkat keras yang dapat digunakan siapapun dalam membuat project yang berkaitan dengan elektronika dengan mudah dan cepat. Dalam hal ini, papan arduino dinyatakan sebagai perangkat keras dan arduino IDE (*Integrated Development Enviroment*) dinyatakan sebagai perangkat lunak yang digunakan untuk memrogram papan arduino. Papan Arduino sendiri bermacam-macam jenisnya, salah satu yang populer adalah Arduino Uno. *Hardware* yang terdapat pada Arduino Uno hadir dalam berbagai varietas, masing-masing dengan kelebihan dan keterbatasannya sendiri. Jenis Arduino tergantung pada kebutuhan prosesor yang digunakan. Dimasukkannya fungsionalitas di setiap papan memisahkan satu Arduino dari yang lain. Pada penelitian ini Arduino yang digunakan yaitu Arduino Atmega 328. (Arisandi, 2016)



**Gambar 2-2** Arduino

#### **2.4 Lora Dragino Shield 915MHz**

Lora Dragino Shield 915MHz adalah transceiver jarak jauh yang dirancang untuk pengguna sebagai pemancar data untuk mencapai jarak yang sangat jauh dengan kecepatan data rendah. Lora Dragino Shield 915MHz didasarkan pada chip Semtech SX1276/SX1278 dan menargetkan aplikasi jaringan sensor nirkabel seperti sistem irigasi, dan otomatisasi pengembangan. Akurasi yang tinggi dikombinasikan dengan penguat daya +20 dBm terintegrasi membuatnya ideal untuk semua aplikasi yang membutuhkan jangkauan. Keuntungan Lora adalah interogasi teknis jarak jauh, di mana satu stasiun pangkalan dapat mencakup seluruh kota atau ratusan kilometer persegi. Jarak jauh bergantung pada gangguan lingkungan dan lokasi, tetapi Lora dapat mengelola hubungan lebih baik daripada teknologi komunikasi standar lainnya. (Kadman, 2018)



**Gambar 2-3** Lora Dragino Shield 915MHz

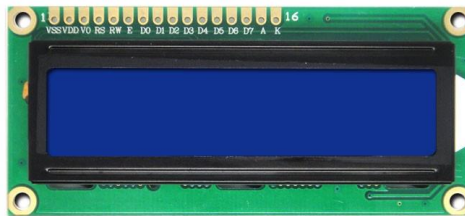
#### **2.5 Liquid Crystal Display 16x2**

LCD banyak digunakan saat merancang sistem dengan mikrokontroler. LCD (*Liquid Crystal Display*) dapat digunakan untuk menampilkan nilai sensor,

menampilkan teks, dan menampilkan menu pada aplikasi mikrokontroler. Fitur-fitur yang terdapat pada LCD ini adalah:

1. Dua baris 16 karakter, disebut 16x2. kristal cair
2. Ada 192 karakter dalam lcd.
3. Terdapat fitur generator karakter yang dapat diprogram.
4. Tersedia dalam mode 4-bit dan 8-bit.
5. Dapat digunakan untuk lampu latar.

Pada **Gambar 2-5** LCD yang digunakan adalah LCD 16x2 yang artinya lebar display 2 baris 16 kolom dengan 16 Pin konektor.



**Gambar 2-4** LCD

## 2.6 Sensor Kualitas Udara

Dalam mendeteksi polusi udara dibutuhkan parameter-parameter yaitu Polutan udara Karbon monoksida (CO) dan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>). Untuk mendapatkan nilai tahanan pada sensor kualitas udara dibutuhkan persamaan sebagai berikut :

$$R_s = (VC \times RL / VRL) - RL \quad (1)$$

(Literata & Indonesia, 2020)

Keterangan :

- RS = Tahanan Sensor  
VC = Tegangan Masukan Sensor  
RL = Tahanan Beban Pada Rangkaian  
VRL = Tegangan keluaran sensor

Kedua gas tersebut dapat dideteksi oleh sensor kualitas udara yaitu sensor MQ-7 dan MQ-135

### 2.6.1 Sensor Gas MQ-7

Sensor MQ-7 memiliki sensitivitas karbon monoksida (CO); itu digunakan sebagai perangkat elektronik untuk mengubah gas menjadi sinyal listrik. Ketika sensor mendeteksi CO di udara, tegangan keluaran pada sensor meningkat, mengakibatkan turunnya resistansi sensor, yang berisi pemanas yang berfungsi untuk membersihkan udara dari polusi dalam jangkauan sensor. *Output* sensor memiliki karakteristik yaitu tegangan output yang akan semakin besar jika mendeteksi ppm CO itu semakin besar (Faroqi et al., 2016)



**Gambar 2-5** Sensor MQ-7

Berikut adalah Indeks Sensor MQ-7 :

**Tabel 2-1** Indeks Sensor MQ-7

VC/ (Tegangan Sensor)	5V±0.1
Koneksi untuk pemanasan (Tinggi)	5V±0.1
Koneksi untuk pemanasan (Rendah)	1.4V±0.1
Tahanan Panas dan Tahanan Beban yang Dapat Disesuaikan	33Ω±5%
Waktu untuk dalam keadaan panas (Tinggi)	60±1 detik
Waktu untuk dalam keadaan panas (Rendah)	90±1 detik
PH Komsumsi pada sensor	Sekitar 350 Mw

### 2.6.2 Sensor Gas MQ-135

Sensor gas MQ-135 adalah sejenis sensor kimia yang peka terhadap senyawa NH<sub>3</sub>, NO<sub>x</sub>, alkohol, benzena, asap (CO), CO<sub>2</sub> Sensor ini bekerja dengan menerima perubahan resistansi (analog) saat terkena gas. Sensor ini mengkonsumsi sedikit daya dan sangat toleran terhadap penggunaan penanda bahaya polusi. Pengaturan

sensitivitas sensor ditentukan oleh berbagai nilai resistansi MQ-135 untuk berbagai konsentrasi gas. Sensitivitas perlu disesuaikan saat menggunakan komponen ini. Kalibrasi tambahan untuk mendeteksi konsentrasi NH<sub>3</sub> 100 ppm atau 50 ppm di udara. (Rosa et al., 2020)



**Gambar 2-6** Sensor MQ-135

Berikut adalah Indeks Sensor MQ-135 :

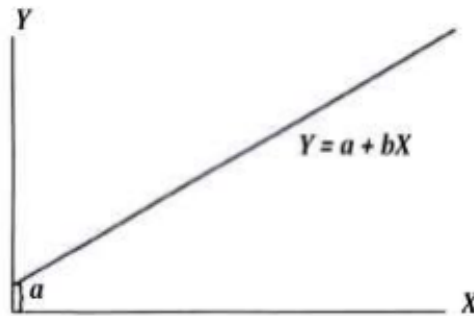
**Tabel 2-2** Indeks Sensor MQ-135

Tegangan	5v ± 0,1 AC atau DC
Tahanan beban	5v ± 0,1 AC atau DC
Tegangan Panas	Bisa menyesuaikan
Tahanan Panas	33 Ω ± 5% suhu ruangan
Temperatur suhu	20°C - 45°C
Jarak Pengukuran pada asam	10 – 300 ppm asam ammonia 10 – 1000 ppm asam bensol 10 – 300 ppm asam alkohol



## 2.7 Persamaan Regresi Linier Sederhana

Persamaan regresi linier sederhana adalah model matematika yang menggambarkan hubungan antara satu variabel independen/prediktor (X) dan satu variabel dependen/respon (Y), yang biasanya diwakili dengan garis lurus.



**Gambar 2-7** Ilustrasi Garis Linier sederhana

Persamaan regresi garis linier sederhana secara matematik dirumuskan sebagai berikut :

$$\hat{Y} = a + bX$$

yang dimana rumusnya adalah :

$\hat{Y}$  = Respon Variabel

a = konstanta (*intersep*), perpotongan dengan sumbu vertikal

b = konstanta regresi (*slope*)

X = variabel bebas/ predictor

$$a = \frac{(\sum YI)(\sum xi^2) - (\sum xi)(\sum x_{iyi})}{n \sum xi^2 - (\sum xi)^2}$$
$$b = \frac{n(\sum x_{iyi}) - (\sum xi)(\sum yi)}{n \sum xi^2 - (\sum xi)^2} \text{ (Fisika et al., 2016)}$$

N = Jumlah Data yang didapat

## 2.8 Indeks Standar Pencemaran Udara

Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) merupakan angka atau nilai yang tidak mempunyai satuan untuk menggambarkan kondisi kualitas udara ambien di lokasi dan waktu tertentu. Indeks Standar Pencemar Udara ditetapkan dengan cara mengubah kadar pencemar udara yang terukur menjadi suatu angka yang tidak

berdimensi. Adapun kategori dan dampaknya sebagai berikut yang menjadi nilai acuan sebagai udara sehat dan tidak sehat.

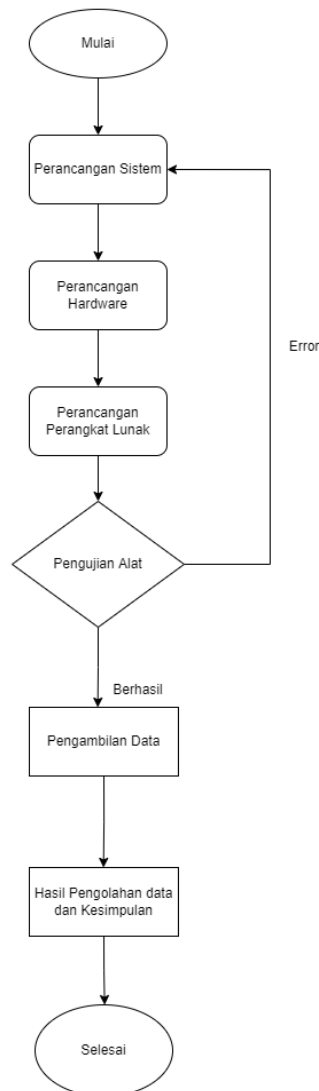
ISPU	Pencemaran Udara Level	Dampak kesehatan
0 - 50	Baik	tidak memberikan dampak bagi kesehatan manusia atau hewan.
51 - 100	Sedang	tidak berpengaruh pada kesehatan manusia ataupun hewan tetapi berpengaruh pada tumbuhan yang peka.
101 - 199	Tidak Sehat	bersifat merugikan pada manusia ataupun kelompok hewan yang peka atau dapat menimbulkan kerusakan pada tumbuhan ataupun nilai estetika.
200 - 299	Sangat Tidak Sehat	kualitas udara yang dapat merugikan kesehatan pada sejumlah segmen populasi yang terpapar.
300 - 500	Berbahaya	kualitas udara berbahaya yang secara umum dapat merugikan kesehatan yang serius pada populasi (misalnya iritasi mata, batuk, dahak dan sakit tenggorokan).

**Gambar 2.8 ISPU**

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Alur Perancangan

Dalam penelitian ini, Pada gambar 3-1 terdapat flowchart pada proses pengerjaan penelitian ini, yaitu mengenai Penggunaan pemantauan kualitas udara. Sistem harus dirancang dalam penelitian ini, yang kemudian dapat merancang perangkat lunak dan perangkat keras, yang akan diuji, dan jika ada kesalahan akan kembali ke perancangan sistem. untuk di lakukan perbaikan, Apabila tidak terdapat kesalahan atau *error* maka bisa melakukan pengambilan data Setelah itu, akan diolah hasil data berdasarkan pengukuran dan disimpulkan dari hasil data yang telah diambil dan diolah.



**Gambar 3-1** Alur Perancangan

### 3.2 Alat dan bahan

Sebelum memulai proses perancangan sistem, terlebih dahulu harus memenuhi kebutuhan-kebutuhan baik perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). dari alat dan bahan ditunjukkan dalam tabel di bawah ini:

**Tabel 3-1** Alat dan Bahan

No	Nama Alat & Unit	Jumlah	Kegunaan
1.	Arduino Uno	2	Komponen utama proses kontrol sistem.
2.	Lora Dragino Shield 915 MHz	2	Jenis mikrokontroler ini untuk mengirim dan menerima data
3.	Antena dBi	2	Penguat sinyal dari pengirim data dan menerima data
4.	Sensor MQ-7	1	Mendapatkan nilai kadar polutan karbon monoksida
5.	Sensor MQ-135	1	Mendapatkan nilai kadar polutan karbon monoksida
6.	<i>Buzzer</i>	1	sebagai Penanda bunyi.
7.	Kabel Jumper	Secukupnya	Menghubungkan antar Komponen
8.	<i>Liquid Crystal Display 16x2</i>	1	Menampilkan nilai PPM pada Rangkaian sender
9.	<i>Powerbank</i>	1	Sebagai Sumber untuk Pengiriman data
10.	<i>Detector</i> (Sebagai Pemanding)	1	Sebagai pemanding apabila sensor ini tidak akurat

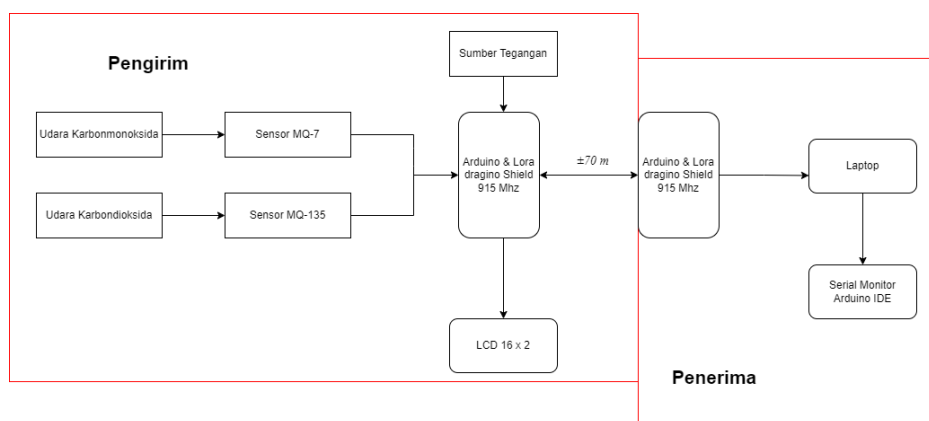
			menampilkan nilai PPM.
11.	<i>Akrilik</i>	1 Buah	Sebagai Cover pada alat Monitoring

**Tabel 3-2** Aplikasi yang Dipakai

No	Aplikasi	Fungsi
1.	Arduino IDE (1.18.19)	Untuk membuat program pada sistem dengan menggunakan bahasa C.

### 3.3 Blok Diagram Sistem

Pada dibagian ini terdapat bagian dari Blok diagram sistem yang terdapat pada **Gambar 3-2**



**Gambar 3-2** Blok Diagram Sistem

Berdasarkan blok diagram sistem di atas menjelaskan tentang bagian komponen pada rangkaian (Pengirim) terdapat Dua Jenis sensor kualitas udara yang memonitoring kualitas udara, Arduino Uno Sebagai Otak pengendali dari sensor Mq-7 dan sensor Mq-135, LCD adalah sebuah Output dari nilai kedua sensor kualitas udara dalam bentuk nilai PPM , pada rangkaian (Penerima) Lora menerima data dari rangkaian pengirim dan dimonitor melalui serial monitor. Dan berikut penjelasannya :

1. Udara Dan Asap Kendaraan

Udara Dan Asap Kendaraan merupakan target uji coba penggunaan alat monitoring.

2. Lora Arduino Shield & Arduino Atmega 328

Lora Arduino Shield adalah sebagai proses dalam rangkaian pengirim (*sender*) dan rangkaian penerima (*receiver*) dan Arduino Atmega 328 sebagai pemrosesan data yang diterima dari kedua sensor dan lora. Lalu akan menghasilkan *output* sesuai data *input*.

3. Sensor kualitas udara

Pada alat yang akan dibuat dibutuhkan 2 sensor diantaranya adalah :

- a) Sensor MQ-7 berfungsi sebagai Mendapatkan nilai kadar polutan karbon monoksida
- b) Sensor MQ-135 berfungsi sebagai Mendapatkan nilai kadar polutan karbondioksida

4. *Output*

*Output* akan ditampilkan pada layer lcd 16x2 berfungsi sebagai keluaran atau output tampilan dari hasil yang telah di monitoring dan menampilkan nilai PPM dari Karbon monoksida dan Karbondioksida.

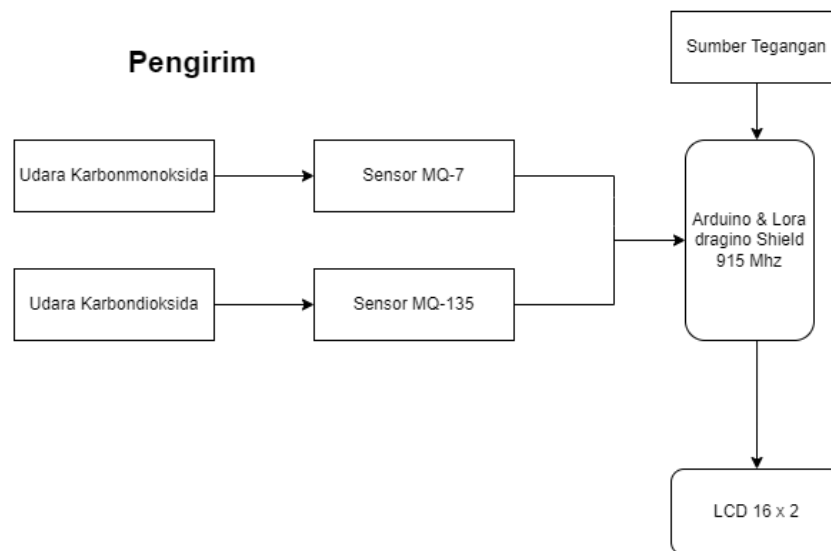
5. *Receiver* (Rangkaian Penerima) adalah yang menerima data rangkaian pengirim dan diterima untuk di monitoring melalui serial monitor pada arduino IDE.

### **3.4 Perancangan Perangkat Pengirim (*Sender*)**

Adapun perancangan perangkat pengirim (*Sender*) diawali dengan penentuan perangkat pengirim yang akan digunakan, yaitu :

1. Arduino Atmega 328 merupakan perangkat keras yang sering digunakan untuk membuat *project* yang berkaitan dengan elektronika dengan mudah dan cepat. Pemilihan mikrokontroler jenis arduino, karena bahasa pemrograman yang digunakan tidak begitu rumit dan cukup mudah dipahami, mikrokontroler jenis ini juga cukup mudah didapatkan karena harganya yang terjangkau.

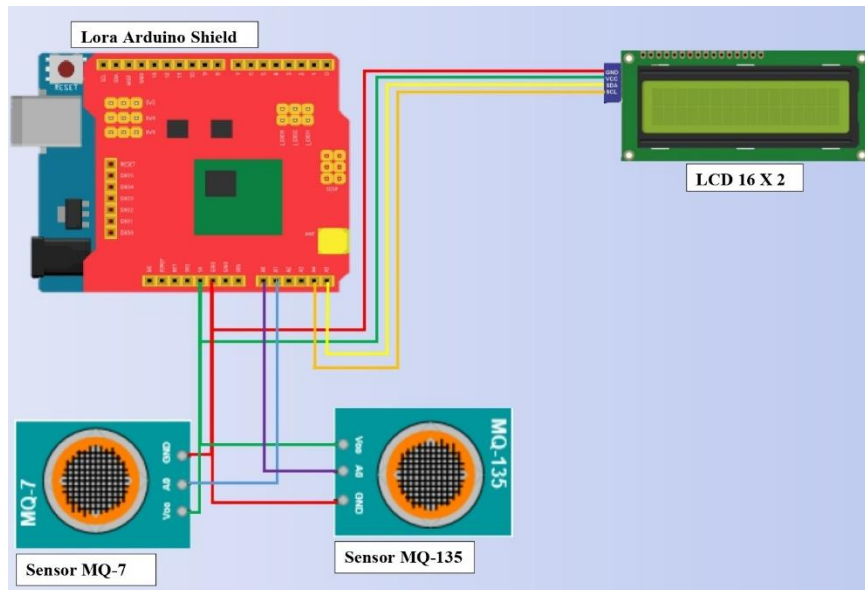
2. Lora Arduino Shield 915mHz, yaitu Berfungsi sebagai Pengirim Paket monitoring udara karbonmonoksida dan karbondioksida.
3. Sensor Gas MQ-7, sensor gas jenis MQ-7 mampu mengukur senyawa gas yang ada di udara terutama karbon monoksida. Karena sensor gas MQ-7 ini sensitif terhadap karbon monoksida, sehingga sangat tepat digunakan untuk penelitian ini karena ingin menentukan nilai ppm dari karbon monoksida yang ada pada asap kendaraan.
4. Sensor Gas MQ-135 merupakan sensor gas yang dapat mendeteksi senyawa / kadar gas – gas berbahaya yang dapat mengganggu kualitas udara dan mengganggu pernapasan manusia. Sensor MQ-135 memberikan hasil deteksikualitas udara berupa perubahan pada nilai resistensi analog.
5. *Powerbank*, yaitu berfungsi sebagai sumber tegangan untuk mikrokontroler.
6. *LCD*, Yaitu berfungsi sebagai penampil nilai kadar CO dan CO<sup>2</sup> Pada rangkaian Pengirim (*Sender*)



**Gambar 3-3** Blok Diagram Perangkat Pengirim

Berdasarkan blok diagram diatas cara kerja dari perangkat keras pengirim alat ini adalah saat lora arduino sebagai pusat pengendali dan sensor mq-7 dan mq-135 sebagai pengolah data dari asap kendaraan, sensor ini mampu mendeteksi karbon

monoksida dan karbon dioksida yang ada di udara. Untuk keluarannya yaitu LCD menampilkan hasil karbon monoksida dan karbon dioksida yang terdeteksi sensor dengan nilai keluaran berupa ppm. Berikut ini adalah sekematik perancangan perangkat keras (Hardware) :

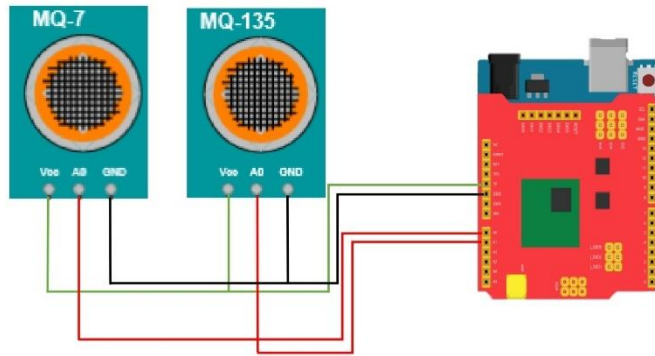


**Gambar 3-4** Perancangan Perangkat Pengirim

### 3.4.1 Perancangan Sensor Gas

Perancangan alat monitoring pada karbonmonoksida dan Karbondioksida menggunakan sensor MQ-7 dan MQ-135, dimana alat ini digunakan untuk mendeteksi nilai atau kadar ppm pada karbonmonoksida yang berada pada asap kendaraan. Percobaan pada alat ini adalah dengan memasukkan program sensor MQ-7 dan MQ-135 pada Arduino Atmega 328 dan juga Lora Arduino Shield 915 Mhz yang dipantau pada serial monitor Arduino IDE hasil yang terdeteksi oleh sensor. Berikut skematik perancangan sensor gas :





**Gambar 3-5** Perancangan Sensor Gas

**Tabel 3-3** Hubungan Pin Sensor MQ-7 Ke Lora Arduino

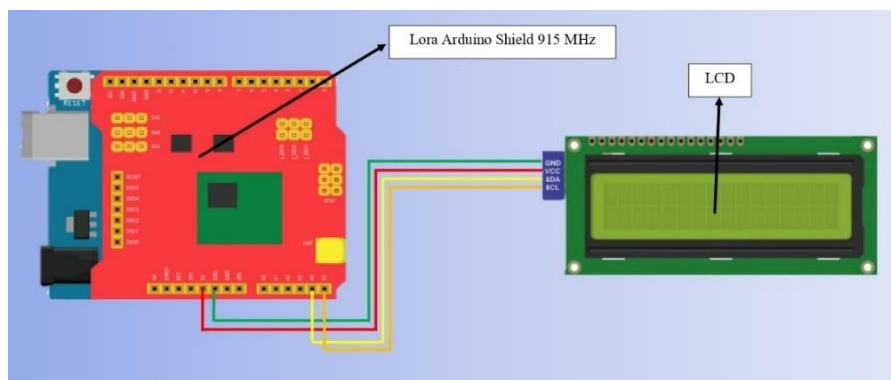
Pin Sensor MQ-7	Pin Sensor Lora Arduino	Keterangan
VCC	5V	Terhubung ke +5V pada Arduino
A0	A1	Terhubung ke pin A1 pada Arduino
GND	GND	Terhubung ke GND pada Arduino

**Tabel 3-4** Koneksi Pin Sensor MQ-135 Ke Lora Arduino

Pin Sensor MQ-135	Pin Sensor Lora Arduino	Keterangan
VCC	5V	Terhubung ke +5V pada Arduino
A0	A0	Terhubung ke pin A0 pada Arduino
GND	GND	Terhubung ke GND pada Arduino

### 3.4.2 Perancangan pada LCD 16x2

Perancangan pada LCD 16x2 ini adalah untuk menampilkan nilai PPM pada Karbon Monoksida dan Karbondioksida. Berikut skematik perancangan LCD :



**Gambar 3-6** Koneksi Pin LCD Ke Lora Arduino Shield

Terdapat komponen pendukung pada LCD yaitu I2C yang merupakan modul. LCD memerlukan banyak pin yang dihubungkan ke Lora Arduino, Untuk garis berwarna kuning merupakan pin SDA pada LCD I2C, garis berwarna oren merupakan pin SCL pada LCD I2C, garis berwarna merah merupakan pin VCC pada LCD I2C, dan garis berwarna hijau merupakan pin GND pada LCD I2C.

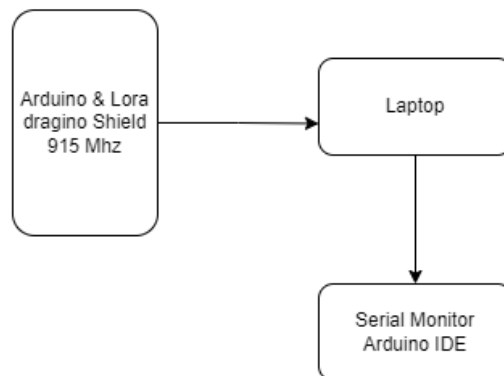
**Tabel 3-5** Koneksi Pin LCD Ke Lora Arduino

Pin LCD	Pin Sensor Lora Arduino	Keterangan
VCC	5V	Terhubung ke +5V pada Lora Arduino
GND	GND	Terhubung ke pin GND pada Lora Arduino
SCL	A4	Terhubung ke A4 pada Lora Arduino
SDA	A5	Terhubung ke A5 pada Lora Arduino

### **3.5 Perancangan Perangkat Penerima (*Receiver*)**

Adapun perancangan perangkat Penerima (*Receiver*) diawali dengan penentuan perangkat penerima yang akan digunakan, yaitu :

1. Arduino Atmega 328 merupakan perangkat keras yang sering digunakan untuk membuat *project* yang berkaitan dengan elektronika dengan mudah dan cepat. Pilih mikrokontroler jenis arduino, karena bahasa pemrograman yang digunakan tidak begitu rumit dan cukup mudah dipahami, mikrokontroler jenis ini juga cukup mudah didapatkan karena harganya yang terjangkau.
2. Lora Arduino Shield 915mHz, yaitu Berfungsi sebagai Penerima Paket dari hasil monitoring udara karbonmonoksida dan karbondioksida yang telah dilakukan.

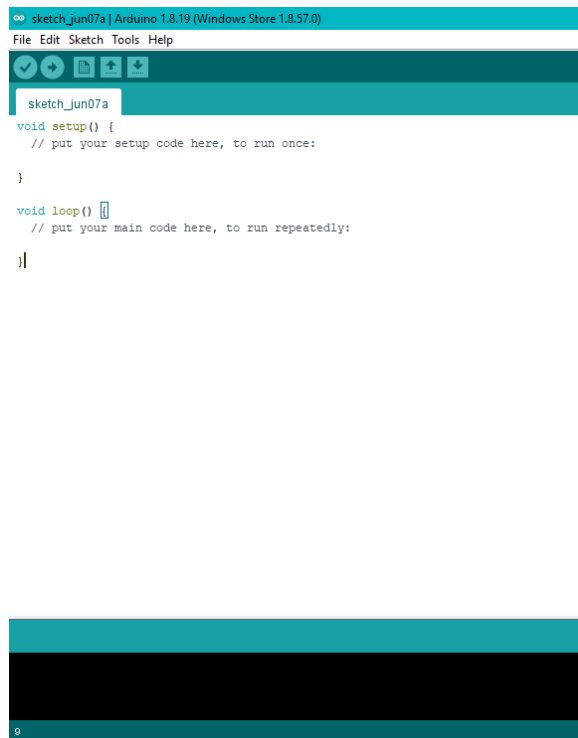


### Penerima

**Gambar 3-7** Diagram Blok Penerima

#### 3.6 Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)

Dalam proses perancangan perangkat lunak yaitu menggunakan software Arduino IDE yang telah terinstal pada komputer atau laptop, dalam pemrograman Arduino IDE bahasa pemrograman yang digunakan adalah bahasa C. Program yang ditulis pada Arduino IDE disebut *sketch*, *sketch* ditulis pada editor teks dan disimpan dalam file dengan format .ino Ada beberapa fitur yang terdapat pada software Arduino IDE salah satunya yaitu cutting dan *searching/replacing* sehingga dalam membuat program tidak terlalu sulit. Cara mengoperasikan software Arduino IDE yaitu pertama klik atau jalankan software Arduino IDE yang telah terinstal pada komputer atau laptop, sebelum melakukan pemrograman pada Arduino IDE pastikan mikrokontroler Arduino UNO telah terinstall pada port tertentu (pengaturan ini dapat dilakukan pada menu *tools*), selanjutnya baru mulai pemrograman pada Arduino IDE menggunakan bahasa C. Terdapat dua program dalam penelitian kali ini yaitu, program untuk mengirim (*Sender*) nilai PPM yang terdapat pada kedua sensor dan program untuk menerima (*Receiver*) nilai PPM yang telah dimonitoring.



**Gambar 3-8** Tampilan Antarmuka Arduino

di atas menunjukkan tampilan antarmuka Arduino IDE dengan informasi yang didapat ialah agar pengguna dapat berinteraksi dengan sistem, baik untuk mengontrol ataupun memonitoring melalui aplikasi tersebut, diperlukan sebuah user interface yang dapat menghubungkan antara pengguna dengan sistem. Pada rancang bangun kualitas udara ini menggunakan serial monitor pada COM 7 arduino IDE untuk menguji kedua sensor. Berikut Serial Monitor pada pengirim (*Sender*)

```
COM7
16:54:58.569 -> data berhasil dikirim
16:54:58.569 -> CO : 69.62ppm
16:54:58.569 -> CO2 = 606
16:54:58.569 -> mengirim data0
16:54:59.602 -> CO : 69.20ppm
16:54:59.602 -> CO2 = 605
16:54:59.602 -> mengirim data1
16:55:00.654 -> CO : 68.79ppm
16:55:00.654 -> CO2 = 604
16:55:00.654 -> mengirim data2
16:55:01.687 -> CO : 68.38ppm
16:55:01.687 -> CO2 = 603
16:55:01.687 -> mengirim data3
16:55:02.770 -> CO : 67.97ppm
16:55:02.770 -> CO2 = 603
16:55:02.770 -> mengirim data4
16:55:03.806 -> CO : 67.56ppm
16:55:03.806 -> CO2 = 602
16:55:03.806 -> mengirim data5
16:55:04.839 -> CO : 67.16ppm
16:55:04.839 -> CO2 = 601
16:55:04.839 -> mengirim data6
16:55:05.893 -> CO : 66.75ppm
16:55:05.893 -> CO2 = 600
16:55:05.893 -> mengirim data7
16:55:06.909 -> CO : 66.35ppm
16:55:06.909 -> CO2 = 599
16:55:06.909 -> mengirim data8
16:55:07.990 -> CO : 66.35ppm
16:55:07.990 -> CO2 = 599
16:55:07.990 -> mengirim data9
16:55:09.016 -> CO : 65.96ppm
16:55:09.016 -> CO2 = 598
16:55:09.016 -> mengirim data10
16:55:10.043 -> CO : 65.56ppm
16:55:10.043 -> CO2 = 597
16:55:10.043 -> mengirim data11
16:55:11.079 -> CO : 65.56ppm
 Autoscroll  Show timestamp
```

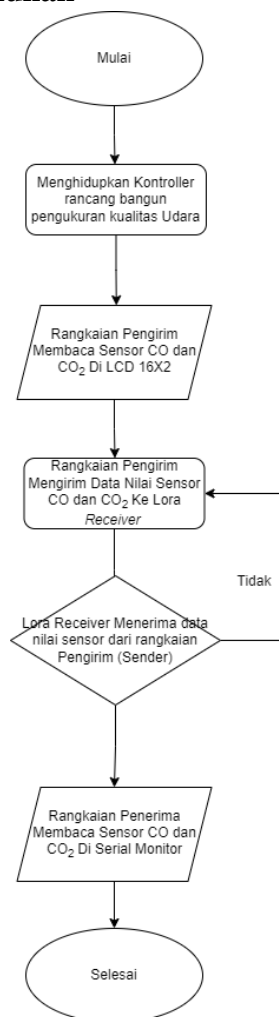
**Gambar 3-9** Tampilan Serial Monitor (*Sender*)

Berikut serial monitor pada penerima (*Receiver*)

```
COM7
00:00:12.836 -> LoRa Receiver
00:00:13.498 -> Menerima Paket data----->
00:00:13.498 -> kadar CO : 16.35 ppm
00:00:13.498 -> kadar CO2 : 13.73 ppm
00:00:25.780 -> Menerima Paket data----->
00:00:25.780 -> kadar CO : 17.52 ppm
00:00:25.828 -> kadar CO2 : 15.62 ppm
00:00:38.103 -> Menerima Paket data----->
00:00:38.103 -> kadar CO : 15.60 ppm
00:00:38.148 -> kadar CO2 : 12.59 ppm
00:00:50.452 -> Menerima Paket data----->
00:00:50.452 -> kadar CO : 18.48 ppm
00:00:50.452 -> kadar CO2 : 17.23 ppm
00:01:02.755 -> Menerima Paket data----->
00:01:02.755 -> kadar CO : 19.61 ppm
00:01:02.801 -> kadar CO2 : 19.23 ppm
 Autoscroll  Show timestamp
```

**Gambar 3-10** Tampilan Serial Monitor (*Receiver*)

### 3.6.1 Flowchart Perangkat lunak



**Gambar 3-11 Flowchart Perangkat Lunak**

Berdasarkan Flowchart Perangkat lunak Gambar 3-11, rancang bangun kualitas udara ini dimulai dengan dihidupkan kontroller Rancang bangun pengukuran kualitas udara, *Output* dari Rangkaian Pengirim (*Sender*) Membaca sensor dari MQ-7 dan MQ-135 selama 20 detik untuk mendapatkan nilai PPM yang terdeteksi oleh kadar polutan dan Asap kendaraan, Nilai tersebut ditampilkan pada LCD. Proses Rangkaian Penerima (*Receiver*) Menerima nilai PPM yang telah terkirim dari rangkaian pengirim (*Sender*) jika terjadi kegagalan maka tidak ada nilai yang diukur melalui rangkaian (*receiver*), Rangkaian penerima dapat melihat data pengiriman (*lora sender*) melalui *Output serial monitor* yang terdapat pada Arduino IDE.

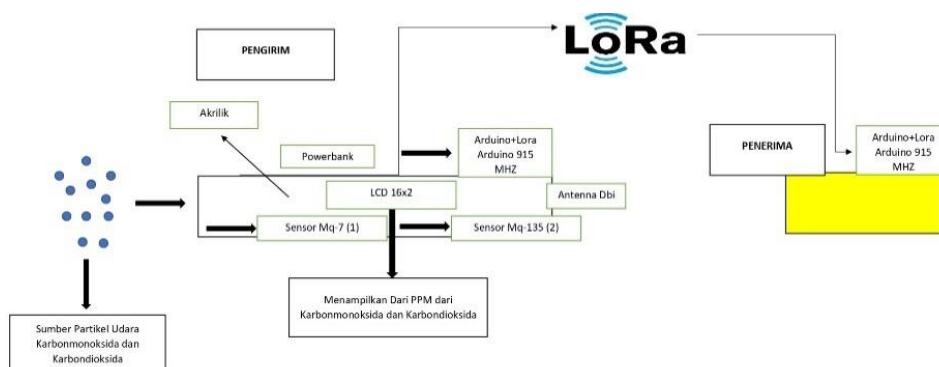
## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dibahas mengenai Rancang bangun Kualitas Udara Berbasis Komunikasi Radio Long Range (LoRa), dengan tujuan mengetahui proses kerja dan kemampuan dari alat yang telah dibuat. Sehingga data dari hasil pengujian alat dapat di analisa. Adapun bagian-bagian yang dilakukan pengujian adalah sebagai berikut :

1. Pengujian Akurasi Pengukuran Sensor Kualitas Udara dengan Alat ukur Pembeding
2. Pengujian Nilai Jarak Maksimum yang terdapat dari sistem *Sender* dan *receiver* data Lora

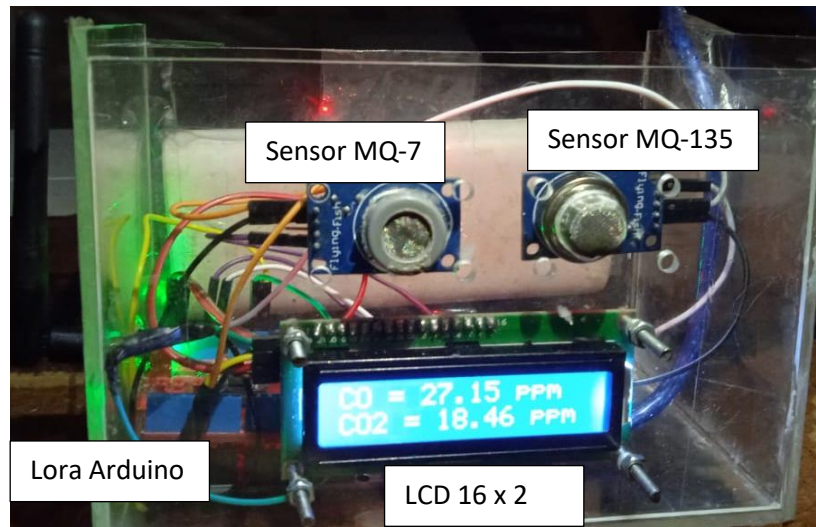
### 4.1 Hasil Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

Hasil dari perancangan sistem monitoring kualitas udara menggunakan bahan gabus yang digunakan untuk menempatkan kedua sensor, arduino lora 915 Mhz yang ditempatkan diatas kiri beserta antenna. Seperti gambar ilustrasi berikut :



**Gambar 4-1 Ilustrasi Perangkat Keras**

Pada Gambar 4-1 menjelaskan cara kerja alat dalam bentuk ilustrasi yaitu, sumber partikel kabon monoksida (CO), karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dan Asap kendaraan Terdeteksi oleh kedua sensor yaitu MQ-7 dan MQ-135, kemudian partikel udara tersebut terbaca oleh lora arduino 915 Mhz yang dikirim kepada rangkaian penerima (*Receiver*). Data tersebut diterima oleh rangkaian penerima (*receiver*) yang dan dapat dilihat di serial monitor Arduino IDE.



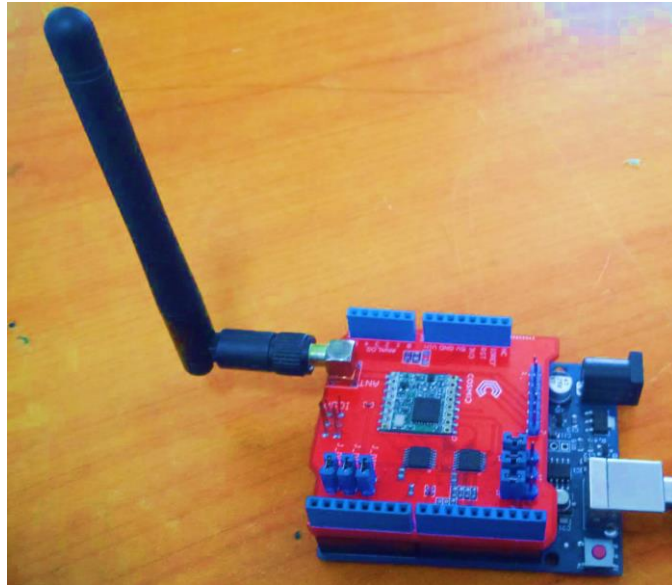
**Gambar 4-2 Sistem Pengirim (*Sender*)**

Pada Gambar diatas ditunjukkan gambar sistem pada bagian pengirim (*Sender*).

Keterangan komponen dari gambar adalah sebagai berikut :

1. Sensor MQ-7
2. Sensor MQ-135
3. Arduino Dan Lora dragino shield 915 Mhz & Antenna Dbi
4. *Liquid Crystal Display*
5. *Powerbank*
6. Kabel *Jumper* & Kabel *Connector*





**Gambar 4-3 Sistem Penerima (*Receiver*)**

Pada Gambar diatas ditunjukkan gambar sistem pada bagian penerima (*Receiver*).

Keterangan Komponen dari gambar adalah sebagai berikut :

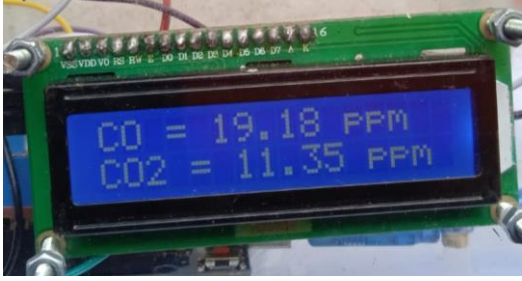

1. Arduino Dan Lora dragino shield 915 Mhz & Antenna Dbi
2. Kabel *Connector*

#### **4.2 Hasil Pengujian Sensor**

Hasil pengujian sensor kualitas udara yang sudah dilakukan pada kondisi luar ruangan dengan cara membandingkan sensor kualitas udara dengan alat ukur CO dan CO<sub>2</sub>. Data yang didapat ditunjukkan pada Tabel 4-1

**Tabel 4-1 Hasil Pengujian Sensor**

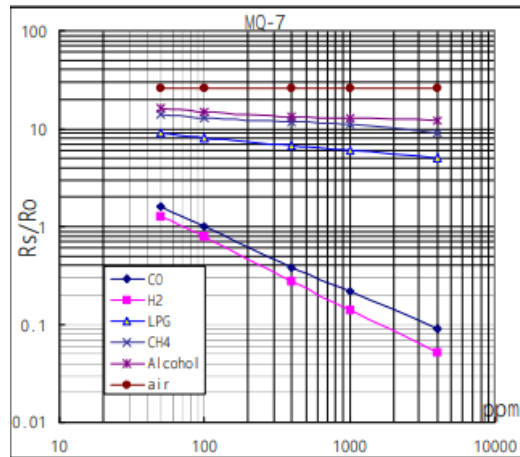
Sensor Kualitas Udara		Alat Ukur Pemanding		Tampilan LCD	Indikator Udara	
CO	CO <sub>2</sub>	CO	CO <sub>2</sub>		Sehat	Tidak Sehat
19,18	11,35	18,15	10,34	Udara Sehat		

					
50,72	72,55	48,50	70		Udara Tidak Sehat

Dari hasil tabel pengujian sensor kualitas udara pada luar ruangan diatas, kadar CO dan CO<sub>2</sub> terdapat perbedaan dengan alat ukur pembanding dimana untuk kadar CO memiliki perbedaan dengan rata-rata 1,625 PPM dan CO<sub>2</sub> 1,78 PPM. Perbedaan ini terjadi karena adanya toleransi dari alat ukur pembanding, faktor kesalahan pengukuran.

#### 4.2.1 Kalibrasi Sensor

Kalibrasi Sensor MQ-7 adalah sensitif terhadap karbon monoksida (CO). Sensor ini digunakan sebagai perangkat elektronik untuk mengubah gas menjadi sinyal listrik. Pengukuran CO ppm diperoleh dengan membandingkan resistansi (Rs) sensor yang mendeteksi CO dengan sensor (Ro) yang tidak mendeteksi CO. Berikut grafik dari Sensor MQ-7 :

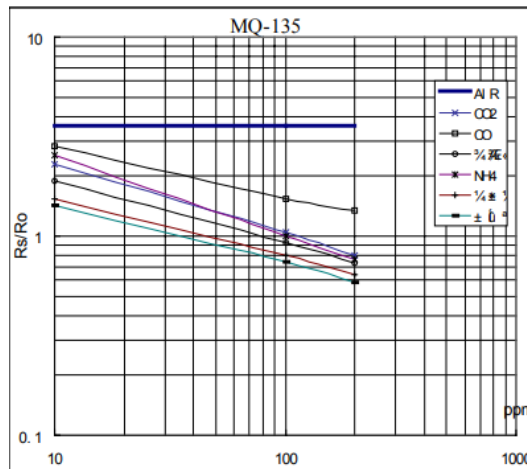


**Gambar 4-4 Kalibrasi Sensor MQ-7**

Grafik di atas menunjukkan nilai ppm yang diperoleh dengan mengetahui  $R_s/R_o$ . Dimana  $R_s$  adalah pembacaan / pengukuran sensor pada level CO tertentu dan  $R_o$  adalah sensor di udara bersih dengan level CO 20 ppm. Data yang dibutuhkan adalah data  $R_o$  dan  $R_s$  untuk mengetahui kadar CO dalam ppm.  $R_o$  merupakan rumus kalibrasi untuk mencocokkan hasil sensor dengan hasil sebenarnya, Oleh karena itu  $R_o$  kemudian digunakan untuk mengubah nilai dan mengkalibrasi pengukuran pada sensor. Beberapa rumus yang dibutuhkan dalam melakukan perhitungan dan konversi terhadap program adalah sebagai berikut :

- a)  $VRL = \text{Nilai sensor} * V_{cc} / 1024$
- b)  $R_s = (V_{cc} * R_L / VRL) - R_L$
- c)  $PPM = 100 * (R_s / R_o) - 1,53$

Kalibrasi Sensor MQ-135 dilakukan kalibrasi untuk menentukan ketepatan nilai sensor dengan nilai yang didapatkan dari *detector* dengan cara membandingkan terhadap nilai sensor yang diukur. Menurut Karakteristik Sensitivitas (MQ-135) rasio resistansi  $R_S/R_0$ . Resistansi  $R_L$  yang dapat diidentifikasi adalah resistansi sensor yang berubah sesuai dengan konsentrasi gas, & ( $R_0$ ) resistansi sensor yang diketahui konsentrasinya di udara bersih.



**Gambar 4-5 Kalibrasi Sensor MQ-135**

Pembacaan pada grafik diatas adalah :

1. Grafik skala adalah log dalam skala linier. Konsentrasi gas relatif terhadap resistensi eksponensial.
2. Data konsentrasi gas hanya berkisar antara (10 ppm sampai 200 ppm).
3. Hubungan antara rasio hambatan dan konsentrasi gas tampak linier

#### 4.2.2 Pengujian Data Sensor dengan persamaan regresi linier

Langkah Langkah Pengambilan Data Sensor MQ-7 Sebagai Berikut :

- a) Menghidupkan alat Rancang bangun pengukur kualitas udara.
- b) Sensor MQ-7 didekatkan dengan Asap Kendaraan bermotor adapun jenisnya adalah motor *matic*
- c) Mendapatkan nilai PPM dari Sensor MQ-7 yang ditampilkan pada LCD 16x2

Adapun terkait nilai awal dari Sensor MQ-7 ketika dihidupkan dan tidak didekatkan dengan asap kendaraan bermotor

No	Sensor MQ-7	Jenis Polusi udara
1.	20 Ppm	Baik

**Tabel 4-2 Pengukuran Sensor MQ-7**

Pengukuran Sensor MQ-7 Karbon Monoksida (CO)					
No	Detik (X)	Sensor MQ-7 ppm (Y)	Detik (X <sup>2</sup> )	Sensor MQ-7 ppm (Y <sup>2</sup> )	XY
1.	20	69,8	400	4872,04	1396
2.	40	105,15	1600	11056,5225	4206
3.	60	141,2	3600	19937,44	8472
4.	80	160,4	6400	25728,16	12832
5.	100	190,3	10000	36214,09	19030
6.	120	220,4	14400	48576,16	26448
7.	140	242,65	19600	58879,0225	33971
8.	160	260,75	25600	67990,5625	41720
9.	180	290,7	32400	84506,49	52326
10.	200	310,5	40000	96410,25	62100
11.	220	325,65	48400	106047,9225	71643
12.	240	360,75	57600	130140,5625	86580
13.	260	380,3	67600	144628,09	98878
14.	280	400	78400	160000	112000
15.	300	420,3	90000	176652,09	126090
16.	320	528,45	102400	279259,4025	169104
17.	340	787,71	115600	620487,0441	267821,4
18.	360	800,79	129600	641264,6241	288284,4
19.	380	820,35	144400	672974,1225	311733
20.	400	850,9	160000	724030,81	340360
<b><math>\Sigma =</math></b>	<b>4200</b>	<b>7667,05</b>	<b>1148000</b>	<b>4109655,406</b>	<b>2134994,8</b>
Rata Rata X	400				
Rata Rata Y	730,1952				
Rata Rata X <sup>2</sup>	109333,3333				
Rata Rata Y <sup>2</sup>	391395,7529				
Rata Rata Xy	203332,8381				

Penjelasan Tabel pengukuran Sensor MQ-7.

- X = Detik (Nilai Respon Waktu)
- Y = Sensor MQ-7 (Nilai yang diperoleh dari Asap Kendaraan Bermotor)
- X<sup>2</sup>= Perpangkatan nilai detik (Respon Waktu)
- Y<sup>2</sup>= Perpangkatan nilai Sensor (Respon dari Asap Kendaraan)
- Xy=Perkalian dari nilai X dan Y

Dan Untuk mencari nilai konstanta  $b$  ditentukan dengan menggunakan rumus yang telah dituliskan, yaitu :

$$b = \frac{n (\sum x_{iyi}) - (\sum Xi)(\sum yi)}{n \sum xi^2 - (\sum xi)^2}$$

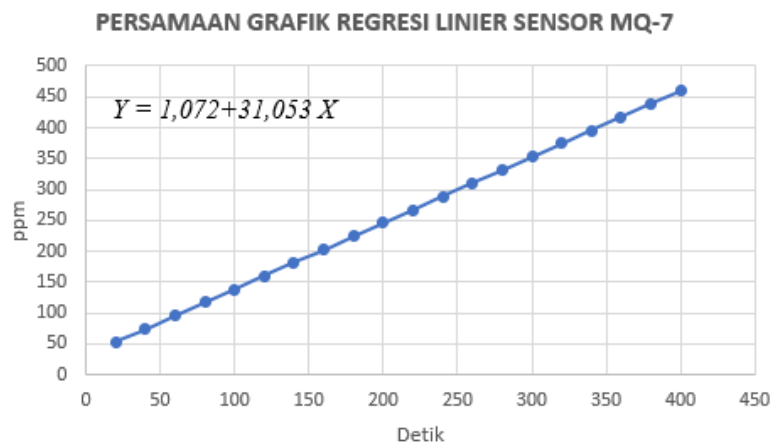
$$= \frac{20 (2134994,8) - (4200)(7667,05)}{20(1148000) - (1148000)^2} = \frac{10498286}{9789600} = 1,072$$

Dan Untuk mencari nilai konstanta  $\alpha$  ditentukan dengan menggunakan rumus yang telah dituliskan, yaitu :

$$a = \frac{(\sum YI)(\sum xi^2) - (\sum xi)(\sum x_{iyi})}{n \sum xi^2 - (\sum xi)^2}$$

$$= \frac{(7667,05)(1148000) - (4200)(2134994,8)}{20(1148000) - (4200)^2} = \frac{165204760}{5320000} = 31,053$$

Sehingga persamaan regresi linier sederhananya adalah :  $Y = 1,072 + 31,053 X$  dari hasil pengukuran sensor mq-7 ini adalah setiap 20 Detiknya memiliki Kepekaan terhadap asap sehingga nilainya semakin naik. Dan Didapatkan hasil grafik dari persamaan regresi linier dari  $Y = 1,072 + 31,053 X$  dibawah ini :



**Gambar 4-6 Grafik Regresi Linier Sensor MQ-7**

**Tabel 4-3 Pengukuran Sensor MQ-135**

Langkah Langkah Pengambilan Data Sensor MQ-135 Sebagai Berikut :

- a) Menghidupkan alat Rancang bangun pengukur kualitas udara.
- b) sensor MQ-135 didekatkan dengan Asap Kendaraan bermotor adapun jenisnya adalah motor *matic*

- c) Mendapatkan nilai PPM dari Sensor MQ-135 yang ditampilkan pada LCD 16x2

Adapun terkait nilai awal dari Sensor MQ-135 ketika dihidupkan dan tidak didekatkan dengan asap kendaraan bermotor

No	Sensor MQ-135	Jenis Polusi udara
1.	110 Ppm	Baik

Pengukuran Sensor MQ-135 Karbondioksida (CO <sub>2</sub> )					
No	Detik (X)	Sensor MQ-135 (Y)	Detik (X <sup>2</sup> )	Sensor MQ-135 (Y <sup>2</sup> )	Xy
1.	20	117,4	400	13782,76	2348
2.	40	315,45	1600	99508,7025	12618
3.	60	330,3	3600	109098,09	19818
4.	80	345,25	6400	119197,5625	27620
5.	100	360,4	10000	129888,16	36040
6.	120	380,9	14400	145084,81	45708
7.	140	395,14	19600	156135,6196	55319,6
8.	160	400,59	25600	160472,3481	64094,4
9.	180	420,6	32400	176904,36	75708
10.	200	425,8	40000	181305,64	85160
11.	220	440,25	48400	193820,625	96855
12.	240	455,6	57600	207571,36	109344
13.	260	470,7	67600	221558,49	122382
14.	280	480,25	78400	230640,625	134470
15.	300	500	90000	250000	150000
16.	320	751	102400	564001	240320
17.	340	900	115600	810000	306000
18.	360	1981	129600	3924361	713160
19.	380	2000	144400	4000000	760000
20.	400	2500	160000	6250000	1000000
<b>∑ =</b>	<b>4200</b>	<b>13970,63</b>	<b>1148000</b>	<b>17943330,03</b>	<b>4056965</b>
Rata Rata X	400				
Rata Rata Y	1330,536				
Rata Rata X <sup>2</sup>	109333,3333				
Rata Rata Y <sup>2</sup>	1708888,574				
Rata Rata Xy	386377,619				

Penjelasan Tabel pengukuran Sensor MQ-135.

- X = Detik (Nilai Respon Waktu)

- $Y$  = Sensor MQ-135 (Nilai yang diperoleh dari Asap Kendaraan Bermotor)
- $X^2$  = Perpangkatan nilai detik (Respon Waktu)
- $Y^2$  = Perpangkatan nilai Sensor (Respon dari Asap Kendaraan)
- $XY$  = Perkalian dari nilai  $X$  dan  $Y$

Untuk mencari nilai konstanta  $b$  ditentukan dengan menggunakan rumus yang telah dituliskan, yaitu :

$$b = \frac{n(\sum x_i y_i) - (\sum X_i)(\sum y_i)}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$$

$$= \frac{20(4056965) - (4200)(13970,63)}{20(1148000) - (1148000)^2} = \frac{22462654}{9789600} = 2,294$$

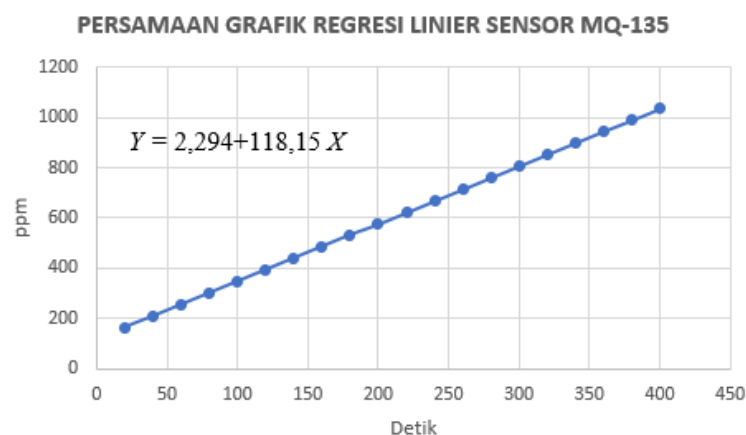
Dan Untuk mencari nilai konstanta  $a$  ditentukan dengan menggunakan rumus yang telah dituliskan, yaitu :

$$a = \frac{(\sum Y_i)(\sum x_i^2) - (\sum x_i)(\sum x_i y_i)}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$$

$$= \frac{(13970,63)(1148000) - (4200)(4056965)}{20(1148000) - (4200)^2} = \frac{1000969760}{5320000} = 188,15$$

Sehingga persamaan regresi linier sederhananya adalah  $Y = 2,294 + 118,15 X$  dari hasil pengukuran sensor mq-135 ini adalah setiap 20 detiknya memiliki sensitivitas terhadap polutan karbondioksida sehingga nilainya semakin naik.

Didapatkan hasil grafik dari persamaan regresi linier dan dibawah ini adalah Gambar Grafik dari Persamaan Regresi Linier dari  $Y = 2,294 + 118,15 X$



**Gambar 4-7 Grafik Regresi Linier Sensor MQ-135**



#### 4.2.4 Pengujian Ketepatan Sensor MQ-7

Pada penelitian ini Adapun penjelasan proses pengambilan data sebagai berikut:

- 1 buah sensor yaitu sensor gas MQ-7 untuk mengetahui nilai karbon monoksida dengan satuan ppm. Di bawah ini adalah tabel perbandingan nilai karbon monoksida yang terbaca oleh sensor gas MQ-7 dengan nilai karbon monoksida yang terbaca oleh alat detector karbon monoksida sebagai tolok ukurnya.

Berdasarkan Tabel 4-4 didapatkan persentase ketepatan yang bervariasi pada masing-masing karbon monoksida yang terdeteksi. Persentase ketepatan data di atas dapat ditentukan dengan cara di bawah ini :

$$\text{Persentase Ketepatan} = \frac{Y}{X} \times 100 \%$$

$$\text{Persentase Kesalahan} = 100\% - \text{Persentase Ketepatan}$$

Keterangan :

X = Karbon monoksida yang terbaca oleh sensor MQ-7.

Y = Karbon monoksida yang terbaca oleh detektor karbon monoksida.

100% = Untuk mendapatkan hasil persentase.

Berikut contoh perhitungannya:

Persentase ketepatan pada saat sensor MQ-7 membaca CO 105,15 ppm :

$$\text{Persentase Ketepatan} = \frac{100}{105,15} \times 100 \% = 95,1\%$$

$$\text{Persentase Kesalahan} = 100\% - 95,1\% = 4,9\%$$

Persentase ketepatan rata-rata

$$\begin{aligned} &= \frac{86 + 95,1 + 92,1 + 93,5 + 94,6 + 95,3 + 94,8 + 95,9 + 96,3 + 96,6 + 98,3 + 97}{12} \\ &= \frac{1135,5}{12} = 94,6 \end{aligned}$$

**Tabel 4-4 Pengujian Ketepatan Sensor MQ-7**

No	CO Pada Sensor MQ-7 (PPM)	Detector CO (PPM)	Ketepatan (%)
1.	69,8	60	86
2.	105,15	100	95,1
3.	141,20	130	92,1
4.	160,40	150	93,5
5.	190,30	180	94,6
6.	220,40	210	95,3
7.	242,65	230	94,8
8.	260,75	250	95,9
9.	290,70	280	96,3
10.	310,50	300	96,6
11.	325,65	320	98,3
12.	360,75	350	97
Rata Rata Ketepatan			94,6

Berdasarkan **Tabel 4-4** Pengujian Ketepatan Sensor MQ-7 memiliki ketepatan sebesar 94,6% Dengan *Error* 5,4%. Sensor ini dapat mendeteksi nilai yang berasal dari asap kendaraan.

#### 4.2.5 Pengujian Ketepatan Sensor MQ-135

Pada penelitian ini Adapun penjelasan proses pengambilan data sebagai berikut:

- 1 buah sensor yaitu sensor gas MQ-135 untuk mengetahui nilai karbon dioksida dengan satuan ppm. Di bawah ini adalah tabel perbandingan nilai karbon Dioksida yang terbaca oleh sensor gas MQ-135 dengan nilai karbon dioksida yang terbaca oleh alat detector karbon monoksida sebagai tolok ukurnya.

Berdasarkan Tabel 4-5 didapatkan persentase ketepatan yang bervariasi pada masing-masing karbon monoksida yang terdeteksi. Persentase ketepatan data di atas dapat ditentukan dengan cara di bawah ini :

$$\text{Persentase Ketepatan} = \frac{Y}{X} \times 100 \%$$

$$\text{Persentase Kesalahan} = 100\% - \text{Persentase Ketepatan}$$

Keterangan :

X = Karbon dioksida yang terbaca oleh sensor MQ-135.

Y = Karbon dioksida yang terbaca oleh detektor karbon dioksida.

100% = Untuk mendapatkan hasil persentase.

Berikut contoh perhitungannya:

Persentase ketepatan pada saat sensor MQ-135 membaca CO<sub>2</sub> 642 ppm :

$$\text{Persentase Ketepatan} = \frac{110}{117,40} \times 100 \% = 93,7 \%$$

$$\text{Persentase Kesalahan} = 100\% - 93,7 \% = 6,3 \%$$

Persentase ketepatan rata-rata

$$\begin{aligned} &= \frac{93,7 + 98,3 + 96,9 + 98,5 + 97,1 + 97,1 + 96,2 + 97,4 + 97,5 + 98,6 + 97,7 + 96,6}{12} \\ &= \frac{1165,6}{12} = 97,1 \end{aligned}$$

**Tabel 4-5 Pengujian Ketepatan Sensor MQ- 135**

No	CO <sub>2</sub> Pada Sensor MQ-135 (PPM)	Detector CO <sub>2</sub> (PPM)	Ketepatan (%)
1.	117,40	110	93,7
2.	315,45	310	98,3
3.	330,30	320	96,9
4.	345,25	340	98,5
5.	360,40	350	97,1
6.	380,90	370	97,1
7.	395,14	380	96,2
8.	400,59	390	97,4
9.	420,60	410	97,5
10.	425,80	420	98,6
11.	440,25	430	97,7
12.	455,60	440	96,6
Rata Rata Ketepatan			97,1

Bedasarkan **Tabel 4-5** Pengujian Ketepatan Sensor MQ-135 memiliki ketepatan sebesar 97,1% Dengan *Error* 2,9%. Sensor ini memiliki sensitivitas dengan baik dan peka terhadap asap dan polusi udara.

### 4.3 Pengujian Jarak Lora

#### 4.3.1 Deskripsi Jarak Pengiriman Lora

Pengujian jarak pengiriman Lora adalah pengujian yang dilakukan untuk mengetahui jarak antara Lora (Pengirim) di sisi pengirim dan Lora (Penerima) di sisi penerima. Serial Monitor digunakan untuk melihat status transfer data antara

pengirim dan penerima. Terkait proses pengambilan data Motor dalam keadaan menyala ditempat dan pedal gas ditarik secara stabil dan rangkaian pengirim diajukkan secara jarak permeter.

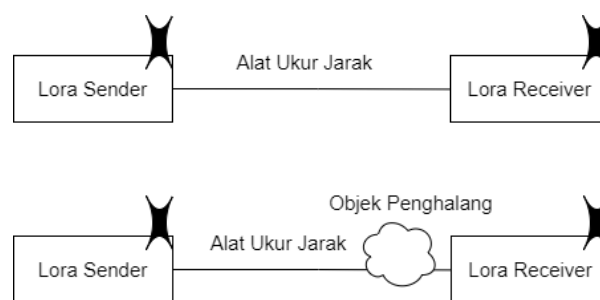
#### 4.3.2 Alat-alat Pengujian Jarak Pengiriman Lora

Untuk melakukan pengujian jarak pengiriman LoRa dibutuhkan alat-alat sebagai berikut:

1. Laptop
2. Kabel USB
3. Arduino Uno
4. LoRa Shield Arduino
5. Sensor kualitas udara MQ-135,MQ-7
6. LCD I2C 16x2
7. Arduino IDE
8. Alat Ukur Jarak

#### 4.3.3 Langkah-langkah Pengujian Jarak Pengiriman Lora

Langkah-langkah pengujian yang dilakukan pada jarak pengiriman sinyal Lora dibagi menjadi 2 parameter yang digunakan yaitu LoS (*line of sight*) dan non-LoS (*line of sight*),



**Gambar 4-8 Ilustrasi LOS dan NON LOS**

#### 4.3.3 Hasil data pengujian jarak pengiriman lora

Hasil pengukuran jarak antara data Lora Sender pada sisi pengirim dan data Lora Receiver pada sisi penerima. Hasil data pengujian adalah sebagai berikut::

1. Hasil Pengujian Pengiriman dengan kondisi LoS (*line of sight*) Pengujian dilakukan di Stadion Mini Persikabo dengan kondisi jalan beraspal lurus dengan kondisi tidak terdapat hambatan. nantinya akan ditampilkan dalam Tabel dibawah ini

**Tabel 4-6 Pengujian Pengirim Lora dalam keadaan LOS (Menggunakan Persamaan Regresi)**

Pengukuran Jarak Pengiriman LOS (Sensor MQ-7)						
No	Jarak Meter (X)	CO ppm (Y)	Jarak Meter (X <sup>2</sup> )	CO ppm (Y <sup>2</sup> )	XY (Jarak dan CO)	Status Penerimaan Data
1.	2	364,56	4	132,904	729,1	Berhasil
2.	4	189,91	16	36,0658	759,6	Berhasil
3.	6	57,85	36	3,3466	347,1	Berhasil
4.	8	56,47	64	3,1889	451,8	Berhasil
5.	10	54,9	1000	3,014	5490	Berhasil
6.	20	54,7	4000	2,9921	10940	Berhasil
7.	30	53,65	9000	2,8783	16095	Berhasil
8.	40	53,45	16000	2,8569	21380	Berhasil
9.	50	52,64	25000	2,771	26320	Berhasil
10.	60	51,25	36000	2,6266	30750	Berhasil
11.	70	50,4	49000	2,5402	35280	Berhasil
12.	80	50,22	64000	2,522	40176	Berhasil
13.	90	49,5	81000	2,4503	44550	Berhasil
14.	100	49,2	100000	2,4206	49200	Berhasil
15.	120	48,25	144000	2,3281	57900	Berhasil
16.	150	48,11	225000	2,3146	72165	Tidak Berhasil
17.	184	47,69	338560	2,2743	87750	Tidak Berhasil
18.	250	46,2	625000	2,1344	115500	Tidak Berhasil
$\sum =$	<b>1274</b>	<b>1378,95</b>	<b>1717680</b>	<b>211,6287</b>	<b>615783,6</b>	
Rata Rata X	134,1052632					
Rata Rata Y	145,152632					
Rata Rata X <sup>2</sup>	180808,4211					
Rata Rata Y <sup>2</sup>	22,27670526					
Rata Rata Xy	64819,32632					

Penjelasan Tabel pengukuran Jarak LOS Sensor MQ-7.

- X = Jarak (Nilai Respon Jarak)
- Y = Sensor MQ-7 (Nilai yang diperoleh dari Asap Kendaraan Bermotor)
- X<sup>2</sup>= Perpangkatan nilai detik (Respon Jarak)
- Y<sup>2</sup>= Perpangkatan nilai Sensor (Respon dari Asap Kendaraan)
- Xy=Perkalian dari nilai X dan Y

Untuk mencari nilai konstanta *b* ditentukan dengan menggunakan rumus yang telah dituliskan, yaitu :

$$b = \frac{n (\sum x_{iyi}) - (\sum Xi)(\sum yi)}{n \sum xi^2 - (\sum xi)^2}$$

$$= \frac{18(615783,6) - (1274)(1378,95)}{18(1717680) - (1274)^2} = \frac{932732250}{141399420} = 6,6$$

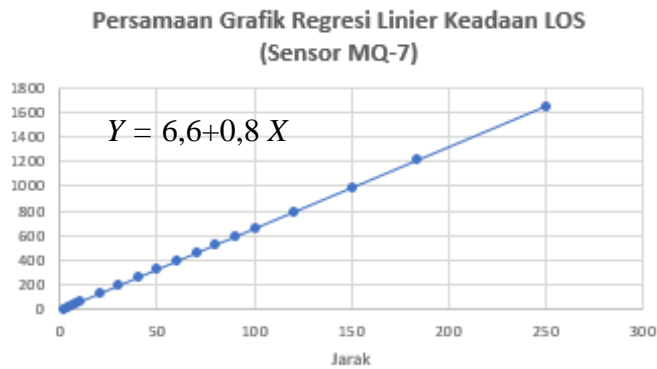
Dan Untuk mencari nilai konstanta *a* ditentukan dengan menggunakan rumus yang telah dituliskan, yaitu :

$$a = \frac{(\sum YI)(\sum xi^2) - (\sum xi)(\sum x_{iyi})}{n \sum xi^2 - (\sum xi)^2}$$

$$= \frac{(1378,95)(1717680) - (1274)(615783,6)}{18(1717680) - (1274)^2} = \frac{2367810,327}{2934193,822} = 0,8$$

Sehingga persamaan regresi linier sederhananya adalah  $Y = 6,6+0,8 X$  dari hasil pengukuran sensor mq-7 dalam keadaan Los.

Didapatkan hasil grafik dari persamaan regresi linier dan dibawah ini adalah Gambar Grafik dari Persamaan Regresi Linier dari  $Y = 6,6+0,8 X$  . Untuk Pembacaan Sensor MQ-7, dalam keadaan LOS sampai jarak 120 Meter merupakan jarak maksimum dari sensor yang berhasil diterima. Nilai pembacaan sensor ini semakin jaraknya jauh, maka nilai kadar polutan CO (PPM) semakin menurun karena kemampuan pembacaan sensitivitas sensor terhadap kadar polutan udara. Ketidakmampuan pembacaan kadar Polutan CO terhadap jarak pengiriman. Nilai penunjukan ketidakmampuan ini ditunjukkan pada jarak lebih dari 150 Meter.



**Gambar 4-6 Grafik Regresi linier keadaan LOS (Sensor MQ-7)**

<b>Pengukuran Jarak Pengiriman LOS (Sensor MQ-135)</b>						
No	Jarak Meter (X)	CO <sub>2</sub> ppm (Y)	Jarak Meter (X <sup>2</sup> )	CO <sub>2</sub> ppm (Y <sup>2</sup> )	XY (Jarak dan CO <sub>2</sub> )	Status Penerimaan Data
1.	2	3860,7	4	14905,0045	7721,4	Berhasil
2.	4	1276,2	16	16286,6864	5104,8	Berhasil
3.	6	145,9	36	212868	875,4	Berhasil
4.	8	145	64	210250	11600	Berhasil
5.	10	144,5	100	208803	14450	Berhasil
6.	20	143,45	400	205779	28690	Berhasil
7.	30	142,29	900	202464	42687	Berhasil
8.	40	141,2	1600	199374	56480	Berhasil
9.	50	140,35	2500	196981	70175	Berhasil
10.	60	140	3600	196000	84000	Berhasil
11.	70	139,6	4900	194882	97720	Berhasil
12.	80	139,5	6400	194603	109200	Berhasil
13.	90	139,4	8100	194324	125460	Berhasil
14.	100	138,56	10000	191989	138560	Berhasil
15.	120	138,5	14400	191823	166200	Berhasil
16.	150	138,2	22500	190992	207300	Tidak Berhasil
17.	184	137,9	33856	190164	253736	Tidak Berhasil
18.	250	137,6	62500	189338	344000	Tidak Berhasil
<b>∑ =</b>	<b>1274</b>	<b>7388,85</b>	<b>1717680</b>	<b>3201825,691</b>	<b>1763959,6</b>	
Rata Rata X	134,1052632					
Rata Rata Y	777,7736842					
Rata Rata X <sup>2</sup>	180808,4211					
Rata Rata Y <sup>2</sup>	337034,2833					

Rata Rata Xy	185679,9579
--------------	-------------

Penjelasan Tabel pengukuran Jarak LOS Sensor MQ-135.

- X = Jarak (Nilai Respon Jarak)
- Y = Sensor MQ-135 (Nilai yang diperoleh dari Asap Kendaraan Bermotor)
- X<sup>2</sup>= Perpangkatan nilai detik (Respon Jarak)
- Y<sup>2</sup>= Perpangkatan nilai Sensor (Respon dari Asap Kendaraan)
- Xy=Perkalian dari nilai X dan Y

Untuk mencari nilai konstanta *b* ditentukan dengan menggunakan rumus yang telah dituliskan, yaitu :

$$b = \frac{n (\sum x_{iyi}) - (\sum Xi)(\sum yi)}{n \sum xi^2 - (\sum xi)^2}$$

$$= \frac{18(1763959,6) - (1274)(7388,85)}{18(1717680) - (1274)^2} = \frac{2233787790}{141399420} = 1,6$$

Dan Untuk mencari nilai konstanta *a* ditentukan dengan menggunakan rumus yang telah dituliskan, yaitu :

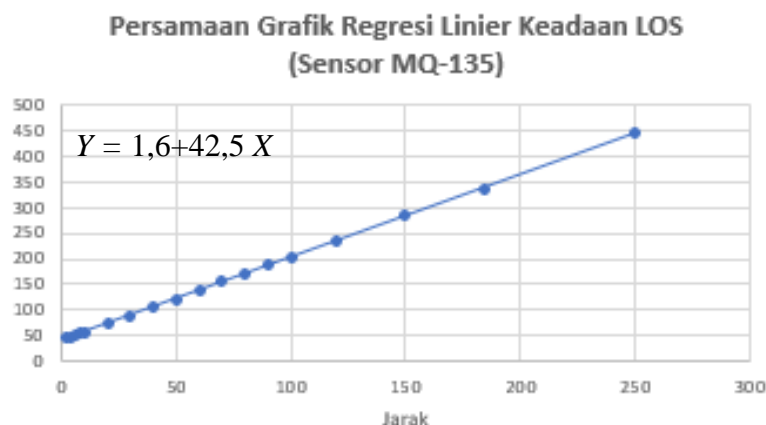
$$a = \frac{(\sum Yi)(\sum xi^2) - (\sum xi)(\sum x_{iyi})}{n \sum xi^2 - (\sum xi)^2}$$

$$= \frac{(7388,85)(1717680) - (1274)(1763959,6)}{18(1717680) - (1274)^2} = \frac{124669514,200}{2934193,822} = 42,5$$

Sehingga persamaan regresi linier sederhananya adalah  $Y = 1,6+42,5 X$  dari hasil pengukuran sensor mq-135 dalam keadaan Los.

Didapatkan hasil grafik dari persamaan regresi linier dan dibawah ini adalah Gambar Grafik dari Persamaan Regresi Linier dari  $Y = 1,6+42,5X$  Untuk Pembacaan Sensor MQ-135, dalam keadaan LOS sampai jarak 120 Meter merupakan jarak maksimum dari sensor yang berhasil diterima. Nilai pembacaan sensor ini semakin jaraknya jauh, maka nilai kadar polutan CO<sub>2</sub> (PPM) semakin menurun karena kemampuan pembacaan sensitivitas sensor terhadap kadar polutan udara. Ketidakmampuan pembacaan kadar Polutan CO<sub>2</sub> ini terhadap jarak pengiriman. Nilai penunjukan ketidakmampuan ini ditunjukkan pada jarak lebih dari 150 Meter.





**Gambar 4-7 Grafik Regresi Linier Keadaan LOS (Sensor MQ-135)**

- Hasil Pengujian Pengiriman dengan kondisi Non LoS (*line of sight*) Pengujian dilakukan di Stadion Mini Persikabo dengan kondisi jalan dengan kondisi terdapat hambatan berupa pohon dan juga tiang listrik, yang ditampilkan dalam Tabel dibawah ini :

**Tabel 4-7 Pengujian Pengiriman Lora dalam keadaan Non LOS**

Pengukuran Jarak Pengiriman Non LOS (Sensor MQ-7)						
No	Jarak Meter (X)	CO (Y)	Jarak Meter (X <sup>2</sup> )	CO (Y <sup>2</sup> )	XY (Jarak dan CO)	Status Penerimaan Data
1.	2	118,24	4	13980,7	236,48	Berhasil
2.	4	81,08	16	6573,966	324,32	Berhasil
3.	6	60,98	36	3718,56	365,88	Berhasil
4.	8	46,9	64	2199,61	375,2	Berhasil
5.	10	45,78	100	2095,808	457,8	Berhasil
6.	20	44,6	400	1989,16	892	Berhasil
7.	30	43,7	900	1909,69	1311	Berhasil
8.	40	43,25	1600	1870,563	1730	Berhasil
9.	50	42,9	2500	1840,41	2145	Berhasil
10.	60	42,8	3600	1831,84	2568	Berhasil
11.	70	42,67	4900	1820,729	2986,9	Berhasil
12.	80	41,9	6400	1755,61	3352	Berhasil
13.	90	41,65	8100	1734,723	3748,5	Berhasil
14.	100	40,25	10000	1620,063	4025	Berhasil
15.	120	39,89	14400	1591,212	4786,8	Tidak Berhasil
16.	150	38,6	22500	1489,96	5790	Tidak Berhasil

17.	184	37,4	338560	1398,76	6881,6	Tidak Berhasil
18.	250	36,85	625000	1357,923	9212,5	Tidak Berhasil
$\sum =$	<b>1274</b>	<b>889,44</b>	<b>1717680</b>	<b>50779,28</b>	<b>51188,98</b>	
Rata Rata X	134,1053					
Rata Rata Y	93,62526					
Rata Rata X <sup>2</sup>	180808,4					
Rata Rata Y <sup>2</sup>	5345,188					
Rata Rata Xy	5388,314					

Penjelasan Tabel pengukuran Jarak Non LOS Sensor MQ-7.

- X = Jarak (Nilai Respon Jarak)
- Y = Sensor MQ-7 (Nilai yang diperoleh dari Asap Kendaraan Bermotor)
- X<sup>2</sup>= Perpangkatan nilai detik (Respon Jarak)
- Y<sup>2</sup>= Perpangkatan nilai Sensor (Respon dari Asap Kendaraan)
- Xy=Perkalian dari nilai X dan Y

Untuk mencari nilai konstanta *b* ditentukan dengan menggunakan rumus yang telah dituliskan, yaitu :

$$b = \frac{n (\sum x_{iyi}) - (\sum Xi)(\sum yi)}{n \sum xi^2 - (\sum xi)^2}$$

$$= \frac{18(51188,98) - (1274)(889,44)}{18(1717680) - (1274)^2} = \frac{211744,92}{141399420} = 0,01497$$

Dan Untuk mencari nilai konstanta *a* ditentukan dengan menggunakan rumus yang telah dituliskan, yaitu :

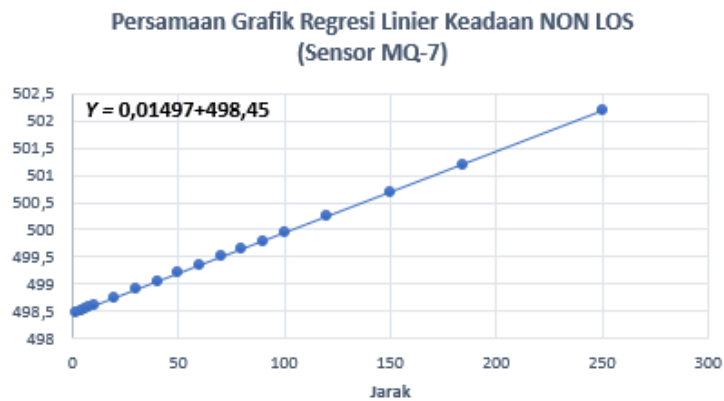
$$a = \frac{(\sum Yi)(\sum xi^2) - (\sum xi)(\sum x_{iyi})}{n \sum xi^2 - (\sum xi)^2}$$

$$= \frac{(889,44)(1717680) - (1274)(51188,98)}{18(1717680) - (1274)^2} = \frac{1462558539}{2934193,822} = 498,45$$

Sehingga persamaan regresi linier sederhananya adalah  $Y = 0,01497 + 498,45 X$  dari hasil pengukuran sensor mq-7 dalam keadaan Non Los.

Didapatkan hasil grafik dari persamaan regresi linier dan dibawah ini adalah Gambar Grafik dari Persamaan Regresi Linier dari  $Y = 0,01497 + 498,45 X$  Untuk Pembacaan Sensor MQ-7, dalam keadaan Non LOS sampai jarak 100 Meter merupakan jarak maksimum dari sensor yang berhasil diterima. Nilai pembacaan

sensor ini semakin jaraknya jauh, maka nilai kadar polutan CO (PPM) semakin menurun karena kemampuan pembacaan sensitivitas sensor terhadap kadar polutan udara. Ketidakmampuan pembacaan kadar Polutan CO terhadap jarak pengiriman. Nilai penunjukan ketidakmampuan ini ditunjukkan pada jarak 120 Meter.



**Gambar 4-8 Grafik Regresi Linier Keadaan NON LOS (Sensor MQ-7)**

Pengukuran Jarak Pengiriman Non LOS (Sensor MQ-135)						
No	Jarak Meter (X)	CO <sub>2</sub> PPM (Y)	Jarak Meter (X <sup>2</sup> )	CO <sub>2</sub> PPM (Y <sup>2</sup> )	XY (Jarak dan CO <sub>2</sub> )	Status Penerimaan Data
1.	2	214,5	4	46010,25	429	Berhasil
2.	4	170,67	16	29128,25	682,68	Berhasil
3.	6	160,75	36	25840,56	964,5	Berhasil
4.	8	156,5	64	24492,25	1252	Berhasil
5.	10	155,9	100	24304,81	1559	Berhasil
6.	20	155,65	400	24226,92	3113	Berhasil
7.	30	155,34	900	24130,52	4660,2	Berhasil
8.	40	155,1	1600	24056,01	6204	Berhasil
9.	50	154,78	2500	23956,85	7739	Berhasil
10.	60	153,75	3600	23639,06	9225	Berhasil
11.	70	153,45	4900	23546,9	10741,5	Berhasil
12.	80	153,39	6400	23528,49	12271,2	Berhasil
13.	90	152,8	8100	23347,84	13752	Berhasil
14.	100	151,55	10000	22967,4	15155	Berhasil
15.	120	151,2	14400	22861,44	18144	Tidak Berhasil
16.	150	150,5	22500	22650,25	22575	Tidak Berhasil
17.	184	150,09	33856	22527,01	27616,56	Tidak Berhasil
18.	250	149,76	62500	22428,06	37440	Tidak Berhasil

$\sum =$	<b>1274</b>	<b>2845,68</b>	<b>1717680</b>	<b>453642,9</b>	<b>193523,6</b>
Rata Rata X	134,1053				
Rata Rata Y	299,5452632				
Rata Rata X <sup>2</sup>	180808,4				
Rata Rata Y <sup>2</sup>	47751,88				
Rata Rata Xy	20370,90947				

Penjelasan Tabel pengukuran Jarak Non LOS Sensor MQ-135.

- X = Jarak (Nilai Respon Jarak)
- Y = Sensor MQ-135 (Nilai yang diperoleh dari Asap Kendaraan Bermotor)
- X<sup>2</sup>= Perpangkatan nilai detik (Respon Jarak)
- Y<sup>2</sup>= Perpangkatan nilai Sensor (Respon dari Asap Kendaraan)
- Xy=Perkalian dari nilai X dan Y

Untuk mencari nilai konstanta  $b$  ditentukan dengan menggunakan rumus yang telah dituliskan, yaitu :

$$b = \frac{n(\sum x_{iyi}) - (\sum Xi)(\sum yi)}{n \sum xi^2 - (\sum xi)^2}$$

$$= \frac{18(193523,6) - (1274)(2845,68)}{18(1717680) - (1274)^2} = \frac{141971,52}{141399420} = 0,0104046$$

Dan Untuk mencari nilai konstanta  $a$  ditentukan dengan menggunakan rumus yang telah dituliskan, yaitu :

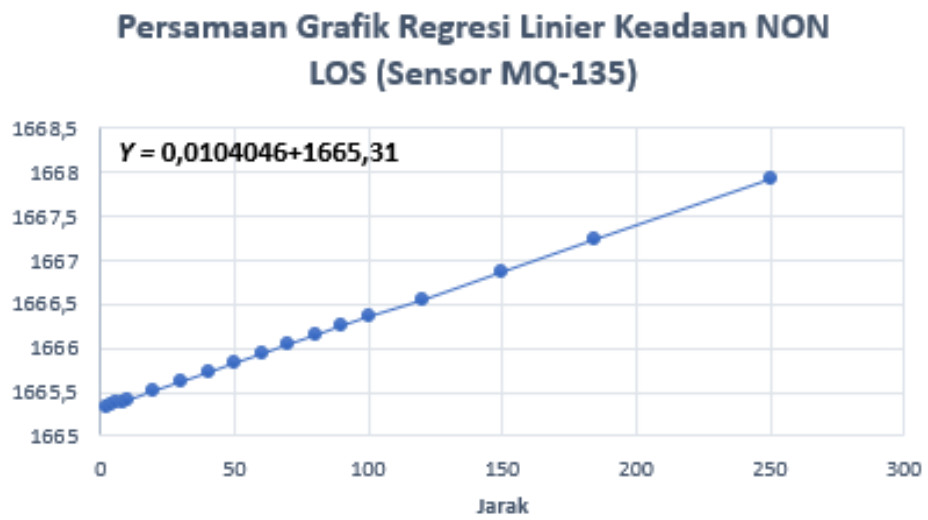
$$a = \frac{(\sum Yi)(\sum xi^2) - (\sum xi)(\sum x_{iyi})}{n \sum xi^2 - (\sum xi)^2}$$

$$= \frac{(2845,68)(1717680) - (1274)(193523,6)}{18(1717680) - (1274)^2} = \frac{4886344546}{2934193,822} = 1665,31$$

Sehingga persamaan regresi linier sederhananya adalah  $Y = 0,0104046 + 1665,31 X$  dari hasil pengukuran sensor mq-135 dalam keadaan Non Los.

Didapatkan hasil grafik dari persamaan regresi linier dan dibawah ini adalah Gambar Grafik dari Persamaan Regresi Linier dari  $Y = 0,0104046 + 1665,31 X$  Untuk Pembacaan Sensor MQ-135, dalam keadaan Non LOS sampai jarak 100 Meter merupakan jarak maksimum dari sensor yang berhasil diterima. Nilai

pembacaan sensor ini semakin jaraknya jauh, maka nilai kadar polutan CO<sub>2</sub> (PPM) semakin menurun karena kemampuan pembacaan sensitivitas sensor terhadap kadar polutan udara. Ketidakmampuan pembacaan kadar Polutan CO<sub>2</sub> terhadap jarak pengiriman. Nilai penunjukan ketidakmampuan ini ditunjukkan pada jarak 120 Meter.



**Gambar 4-9 Grafik Regresi Linier Keadaan NON LOS (Sensor MQ-135)**

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Bedasarkan Hasil Pembahasan dari “Rancang Bangun Pengukur kualitas udara CO dan CO<sub>2</sub> menggunakan jaringan sensor nirkabel berbasis komunikasi Radio lora” maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Rancangan sistem mikrokontroler pada sisi pengirim berbasis komunikasi Lora mampu dirancang menggunakan Arduino Uno untuk mengolah data, sensor kualitas udara MQ-135 dan MQ-7 sebagai pendeteksi nilai CO dan CO<sub>2</sub>, LCD 16x2 sebagai penampil nilai kadar kualitas udara.
2. Persamaan Regresi linier dari sensor MQ-7 mempunyai nilai  $Y = 4,978 + 299,3 X$  dan MQ-135 mempunyai nilai  $Y = 5,1 + 587,6 X$  Di setiap 20 detiknya Sensor memiliki sensitivitas terhadap asap sehingga nilainya semakin naik.
3. Perbandingan tingkat ketepatan sensor MQ-7 sebesar 94,6 % dengan Errorr sebesar 5,4 % dan sensor MQ-135 sebesar 97,1% dengan Errorr sebesar 2,9%
4. Hasil Pengiriman Jarak Lora dalam keadaan LOS untuk Sensor MQ-7 mendapatkan nilai  $Y = 6,6 + 0,8 X$  dan Sensor MQ-135 dengan nilai  $Y = 1,6 + 42,5 X$  Untuk Pembacaan Sensor gas, dalam keadaan LOS sampai jarak 120 Meter merupakan jarak maksimum dari sensor yang berhasil diterima. Ketidakmampuan pembacaan kadar Polutan udara ini terhadap jarak pengiriman. Sedangkan Hasil Pengiriman Jarak Lora dalam keadaan Non LOS untuk Sensor MQ-7 mendapatkan nilai  $Y = 0,01497 + 498,45 X$  dan Sensor MQ-135 dengan nilai  $Y = 0,0104046 + 1665,31 X$  Nilai pembacaan sensor ini semakin jaraknya jauh, maka nilai kadar polutan semakin menurun karena kemampuan pembacaan sensitivitas sensor terhadap kadar polutan udara.

## 5.2 Saran

Bedasarkan Hasil Pembahasan dari “sistem monitoring kualitas udara menggunakan jaringan sensor nirkabel berbasis komunikasi lora” maka dapat terdapat Saran sebagai berikut :

1. Dikembangkan dengan penambahan sensor dan mikrokontroller pada perangkat.
2. Penguatan jarak lora agar bisa lebih jauh jaraknya antara pengirim dan penerima data lora
3. Ditambah mengenai monitoring melalui *Website* secara *realtime*

## DAFTAR PUSTAKA

- Arisandi, E. D. (2016). Kemudahan Pemrograman Mikrokontroler Arduino Pada Aplikasi Wahana Terbang. *Setrum : Sistem Kendali-Tenaga-Elektronika-Telekomunikasi-Komputer*, 3(2), 114.  
<https://doi.org/10.36055/setrum.v3i2.507>
- Faroqi, A., Prabowo Hadisantoso, E., Kurnia Halim, D., & Sanjaya Fakultas Sains dan Teknologi Teknik Elektro, M. W. (2016). *PERANCANGAN ALAT PENDETEKSI KADAR POLUSI UDARA MENGGUNAKAN SENSOR GAS MQ-7 DENGAN TEKNOLOGI WIRELESS HC-05*. X(2).
- Fisika, J., Matematika, F., Ilmu, D., Alam, P., & Udayana, U. (2016). *Regresi linier sederhana*.
- Hozanna, G., & Nur, D. (2021). *Sistem Monitoring Dan Controlling Lampu Lalu Lintas Berbasis Wireless Sensor Network Menggunakan Lora*. *September*, 223–228.
- Ikhtiar, M. (2018). *Pengantar Kesehatan Lingkungan Dr . Muhammad Ikhtiar , SKM , M . Kes* (Issue July).
- INDEX KUALITAS UDARA*. (n.d.).
- Inews. (2021). *No Title*. News/Megapolitan/Dinas-Lh-Dki-Sebut-Saat-Ini-Kualitas-Udara-Di-Jakarta-Terus-Membaik. [www.inews.id](http://www.inews.id)
- Literate, S., & Indonesia, J. I. (2020). *View metadata, citation and similar papers at core.ac.uk*. 274–282.
- Munabbih, M. I., Widiyanto, E. D., Windarto, Y. E., & Indrasto, E. Y. (2020). RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAU KUALITAS UDARA MENGGUNAKAN ARDUINO DAN LORA BERBASIS JARINGAN SENSOR NIRKABEL. *Transmisi*, 22(1), 6–14.  
<https://doi.org/10.14710/transmisi.22.1.6-14>
- Rosa, A. A., Simon, B. A., & Lieanto, K. S. (2020). Sistem Pendeteksi Pencemaran Udara Portabel Menggunakan Sensor MQ-7 dan MQ-135. *Ultima Computing : Jurnal Sistem Komputer*, 12(1), 23–28.  
<https://doi.org/10.31937/sk.v12i1.1611>
- Sabiq, A., Alfarisi, T., & Ade Pratama, Y. (2017). PURWARUPA SISTEM



PEMANTAUAN KUALITAS UDARA DAN CUACA MELALUI WEB  
BERBASIS WIRELESS SENSOR NETWORK. *Jurnal Sains Dan  
Teknologi*, 6(2).

## **LAMPIRAN LAMPIRAN**

## Lampiran A (Pemograman Arduino)

### Source code Arduino (PENGIRIM)

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <MQUnifiedsensor.h>
#include <math.h>
#include <LoRa.h>
#include <SPI.h>
#include <Wire.h>

#define pinsensor A0
#define pinsensor A1

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2);

int counter = 0;
long RL = 1000;
long RO_mq135 = 1375.13;
long RO_mq7 = 884;

void setup() {

Serial.begin(9600); // sets the serial port to 9600
pinMode(13, OUTPUT);
pinMode( 3, INPUT);
while (!Serial);
Serial.println("data berhasil dikirim");
if (!LoRa.begin (915E6)) {
Serial.println("jika data gagal ngrim");
while(1);
```

```
}
```

```
// put your setup code here, to run once:
```

```
}
```

```
void loop() {
```

```
  int sensorvalue = analogRead(A1);
```

```
  float VRL_mq7 = sensorvalue * 5.00/1024;
```

```
  float rs_mq7 = (5.00 * RL/VRL_mq7)-RL;
```

```
  float co = 96.38* pow(rs_mq7 /RO_mq7,-1.549);
```

```
  Serial.print("rs mq7: ");
```

```
  Serial.print(rs_mq7);
```

```
  Serial.println(" ohm ");
```

```
  Serial.print(F("CO : ")); Serial.print(co);
```

```
  Serial.println(" ppm");
```

```
  sensorvalue = analogRead(A0);
```

```
  float VRL_mq135 = sensorvalue * 5.00/1024;
```

```
  float rs_mq135 = (5.00 * RL/VRL_mq135)-RL;
```

```
  float CO2 = 108.8 * pow(rs_mq135/RO_mq135,-2.84);
```

```
  Serial.print("rs mq135: ");
```

```
  Serial.print(rs_mq135);
```

```
  Serial.println(" ohm ");
```

```
  Serial.print(F("CO2 = ")); Serial.print(CO2);
```

```
  Serial.println(" ppm");
```

```
Serial.print("mengirim data");
```

```
Serial.println(counter);
```

```
lcd.init();          // initialize the lcd
```

```
lcd.init();
```

```
// Print a message to the LCD.
```

```
lcd.backlight();
```

```
lcd.setCursor(0,0);
```

```
lcd.print("CO = ");
```

```
lcd.setCursor(5,0);
```

```
lcd.print(co);
```

```
lcd.setCursor(11,0);
```

```
lcd.print("ppm");
```

```
lcd.setCursor(0,1);
```

```
lcd.print("CO2 = ");
```

```
lcd.setCursor(6,1);
```

```
lcd.print(CO2);
```

```
lcd.setCursor(12,1);
```

```
lcd.print("ppm");
```

```
// send packet
```

```
Serial.print("Sending packet: ");
```

```
LoRa.beginPacket();
```

```

LoRa.print("kadar CO : ");
LoRa.print(co);
LoRa.println(" ppm");
LoRa.print("kadar CO2 : ");
LoRa.print(CO2);
LoRa.println(" ppm");
LoRa.endPacket();
delay(10000);
// put your main code here, to run repeatedly:

}

```

#### **Penerima (Receiver)**

```

#include <SPI.h>
#include <LoRa.h>

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  while (!Serial);

  Serial.println("LoRa Receiver");

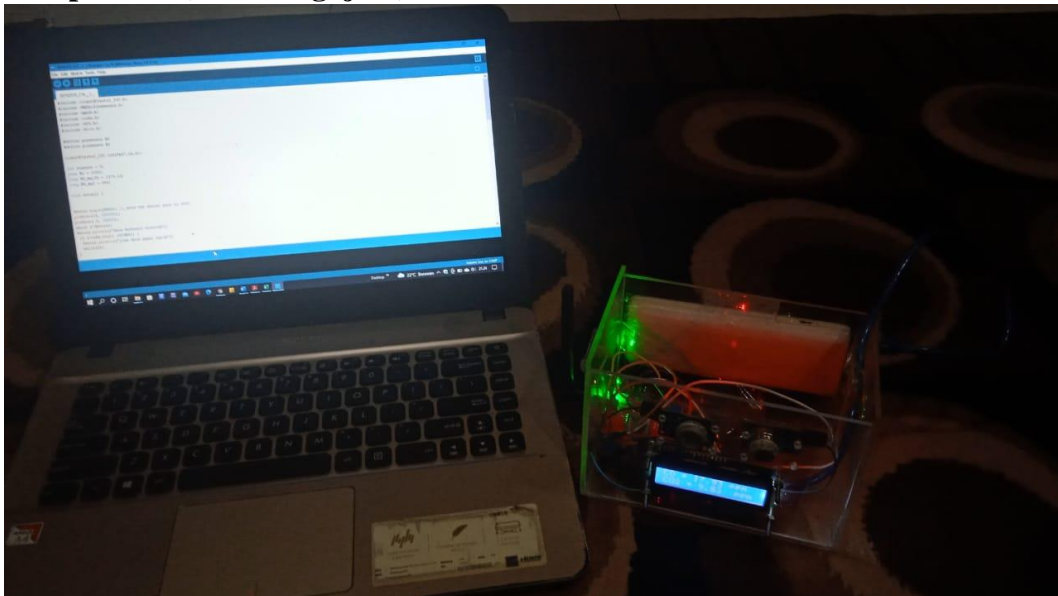
  if (!LoRa.begin(915E6)) {
    Serial.println("Starting LoRa failed!");
    while (1);
  }
}

void loop() {
  // try to parse packet
  int packetSize = LoRa.parsePacket();

```

```
if (packetSize) {  
    // received a packet  
    Serial.println("Menerima Paket data----->");  
  
    // read packet  
    while (LoRa.available()) {  
        Serial.print((char)LoRa.read());  
    }  
  
    // print RSSI of packet  
    // Serial.println(" with lulus tahun ini");  
  
}  
}
```

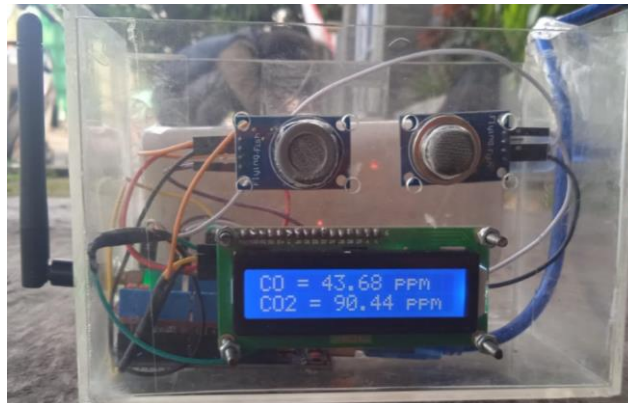
### **Lampiran B (Saat Pengujian)**



Tampak Atas dari Sistem Monitoring Kualitas Udara



Proses Pengambilan Data



Nilai PPM CO dan CO<sub>2</sub> yang terbaca pada LCD



**Nilai ppm CO yang terbaca pada Detector CO**



**Nilai ppm CO<sub>2</sub> yang terbaca pada Detector CO<sub>2</sub>**



## Lembar Pengambilan Data

Hari/Tanggal : Rabu 31 Agustus 2022

Pengukuran Sensor MQ-7 Karbon Monoksida (CO)					
No	Detik (X)	Sensor MQ-7 (Y)	Detik (X <sup>2</sup> )	Sensor MQ-7 (Y <sup>2</sup> )	XY
1.	20	69,8	400	4872,04	1396
2.	40	105,15	1600	11056,52	4206
3.	60	141,20	3600	19937,44	8472
4.	80	160,40	6400	25728,16	12832
5.	100	190,30	10000	36214,09	16040
6.	120	220,40	14400	48576,16	26448
7.	140	242,65	19600	60343,92	34391
8.	160	260,75	25600	67990,56	41720
9.	180	290,70	32400	84506,49	52326
10.	200	310,50	40000	96410,25	62100
11.	220	325,65	48400	106047,92	71643
12.	240	360,75	57600	130140,56	86580
13.	260	380,30	67600	144628,09	98878
14.	280	400	78400	160000	112000
15.	300	420,30	90000	176652,09	126090
16.	320	528,45	102400	279259,40	169104
17.	340	787,71	115600	620407,04	267921,4
18.	360	800,79	129600	641264,62	272268,6
19.	380	820,35	144400	672974,12	311,733
20.	400	850,90	160000	724030,81	340,360
$\Sigma$	<b>4200</b>	<b>7667,05</b>	<b>1148000</b>	<b>4111040,28</b>	<b>1465068,093</b>
Rata Rata X	400				
Rata Rata Y	730,1952381				
Rata Rata X <sup>2</sup>	109333,3333				
Rata Rata Y <sup>2</sup>	391527,6457				
Rata Rata Xy	139530,2946				

Pengambil Data

Hari/Tanggal : Rabu 31 Agustus 2022

Pengukuran Sensor MQ-135 Karbondioksida (CO <sub>2</sub> )					
No	Detik (X)	Sensor MQ-135 (Y)	Detik (X <sup>2</sup> )	Sensor MQ-135 (Y <sup>2</sup> )	Xy
1.	20	117,40	400	13,7288	2,3480
2.	40	315,45	1600	99,5087	12,6180
3.	60	330,30	3600	109,0981	19,8180
4.	80	345,25	6400	119,1976	27,3800
5.	100	360,40	10000	129,8882	36,0400
6.	120	380,90	14400	145,0848	45,7080
7.	140	395,14	19600	156,1356	55,3196
8.	160	400,59	25600	160,4723	64,0944
9.	180	420,60	32400	176,9044	75,6450
10.	200	425,80	40000	181,3056	85,1600
11.	220	440,25	48400	193,8201	96,8550
12.	240	455,60	57600	207,5714	109,3440
13.	260	470,70	67600	221,5585	122,3820
14.	280	480,25	78400	230,6401	134,4700
15.	300	500	90000	2500000	1500000
16.	320	751	102400	5640010	2403200
17.	340	900	115600	8100000	3060000
18.	360	1981	129600	39423610	7131600
19.	380	2000	144400	40000000	7600000
20.	400	2500	160000	62500000	10000000
$\Sigma$	<b>4200</b>	<b>13970,63</b>	<b>1148000</b>	<b>158165764,9</b>	<b>31695687</b>
Rata Rata X	400				
Rata Rata Y	1330,536				
Rata Rata X <sup>2</sup>	109333,3333				
Rata Rata Y <sup>2</sup>	7908288				
Rata Rata Xy	1584784				

Pengambil Data

Hari/Tanggal : Rabu 31 Agustus 2022

No	CO Pada Sensor MQ-7 (PPM)	Detector CO (PPM)
1.	69,8	60
2.	105,15	100
3.	141,20	130
4.	160,40	150
5.	190,30	180
6.	220,40	210
7.	242,65	230
8.	260,75	250
9.	290,70	280
10.	310,50	300
11.	325,65	320
12.	360,75	350

Hari/Tanggal : Rabu 31 Agustus 2022

No	CO <sub>2</sub> Pada Sensor MQ-135 (PPM)	Detector CO <sub>2</sub> (PPM)
1.	117,40	110
2.	315,45	310
3.	330,30	320
4.	345,25	340
5.	360,40	350
6.	380,90	370
7.	395,14	380
8.	400,59	390
9.	420,60	410
10.	425,80	420
11.	440,25	430
12.	455,60	440

Pengambil Data



**Hari Tanggal : Kamis, 1 September 2022**

**Keadaan LOS**

No	Jarak (Meter)	Sensor MQ-7 (PPM)	Sensor MQ-135 (PPM)	Status Penerimaan Data
1.	2	364,56	3860,7	Berhasil
2.	4	189,91	1276,2	Berhasil
3.	6	57,85	145,9	Berhasil
4.	8	56,47	145	Berhasil
5.	10	54,9	144,5	Berhasil
6.	20	54,7	143,45	Berhasil
7.	30	53,65	142,29	Berhasil
8.	40	53,45	141,2	Berhasil
9.	50	52,64	140,35	Berhasil
10.	60	51,25	140	Berhasil
11.	70	50,4	139,6	Berhasil
12.	80	50,22	139,5	Berhasil
13.	90	49,5	139,4	Berhasil
14.	100	49,2	138,56	Berhasil
15.	120	48,25	138,5	Berhasil
16.	150	48,11	138,2	Tidak Berhasil
17.	184	47,69	137,9	Tidak Berhasil
18.	250	46,2	137,6	Tidak Berhasil

**Pengukur Jarak**



**Ambran Kristiadi**

**Pengambil Data**



**Dhiva Mahendra**

**Hari Tanggal : Kamis, 1 September 2022**

**Keadaan NON LOS**

No	Jarak (Meter)	Sensor MQ-7 (PPM)	Sensor MQ-135 (PPM)	Status Penerimaan Data
1.	2	118,24	214,5	Berhasil
2.	4	81,08	170,67	Berhasil
3.	6	60,98	160,75	Berhasil
4.	8	46,9	156,5	Berhasil
5.	10	45,78	155,9	Berhasil
6.	20	44,6	155,65	Berhasil
7.	30	43,7	155,34	Berhasil
8.	40	43,25	155,1	Berhasil
9.	50	42,9	154,78	Berhasil
10.	60	42,8	153,75	Berhasil
11.	70	42,67	153,45	Berhasil
12.	80	41,9	153,39	Berhasil
13.	90	41,65	152,8	Berhasil
14.	100	40,25	151,55	Berhasil
15.	120	39,89	151,2	Tidak Berhasil
16.	150	38,6	150,5	Tidak Berhasil
17.	184	37,4	150,09	Tidak Berhasil
18.	250	36,85	149,76	Tidak Berhasil

**Pengukur Jarak**



**Ambran Kristiadi**

**Pengambil Data**



**Dhiva Mahendra**

## Tempat Pengambilan Data Jarak Lora

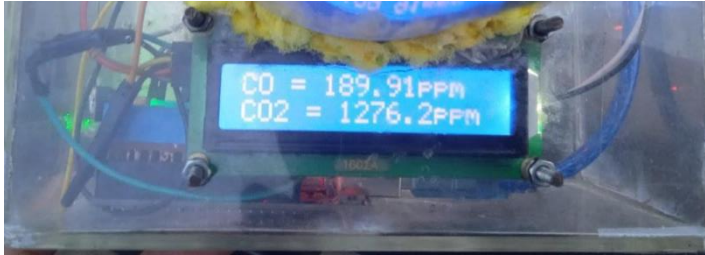


**(Jl. Stadion Mini Persikabo)**



**(Jl. Dishub Jawabarat)**

**Tampilan LCD Dalam Keadaan LOS dengan jarak 4 Meter**



**Tampilan Serial Monitor Dalam Keadaan LOS dengan jarak 4 Meter**

```
17:45:26.695 -> Menerima Paket data----->
17:45:26.695 -> kadar CO : 189.91 ppm
17:45:26.735 -> kadar CO2 : 1276.25 ppm
```

**Tampilan LCD Dalam Keadaan NON LOS Dengan jarak 120 M**



**Tampilan Serial Monitor Dalam Keadaan NON LOS Dengan jarak 120 M**

```
17:53:19.515 -> Menerima Paket data----->
17:53:19.565 -> 750000+510000(h50'd'50{5_00!})_ (5505Mx0550+^555E+55535255H555555m-X5555N55"5^1^4M5XAD5<0REHZ
< >
```

Autoscroll  Show timestamp

Newline 9600 baud Clear output



## LAMPIRAN C (DATASHEET DARI SETIAP KOMPONEN YANG DIGUNAKAN)

- Data Sheet Lora Shield



# Long Range Wireless Transceiver for Arduino

**Lora Shield**



The diagram illustrates the assembly of a Long Range Transceiver Board. On the left, a red Lora Shield is shown. In the middle, a blue Arduino Uno board is shown. On the right, the Lora Shield is mounted on top of the Arduino board, forming the Long Range Transceiver Board. A red antenna wire is connected to the shield.

Lora Shield+Arduino=Long Range Transceiver Board

### OVERVIEW:

Lora Shield is a long range transceiver on a Arduino shield form factor and based on Open source library. The Lora Shield allows the user to send data and reach extremely long ranges at low data-rates. It provides ultra-long range spread spectrum communication and high interference immunity whilst minimising current consumption.

The Lora Shield based on semtech sx1276/sx1278 targets professional wireless sensor network applications such as irrigation systems, smart metering, smart cities, smartphone detection, building automation, and so on.

Using patented LoRa™ modulation technique the Lora Shield can achieve a sensitivity of over -148dBm using a low cost crystal and bill of materials. The high sensitivity combined with the integrated +20 dBm power amplifier yields industry leading link budget making it optimal for any application requiring range or robustness. LoRa™ also provides significant advantages in both blocking and selectivity over conventional modulation techniques, solving the traditional design compromise between range, interference immunity and energy consumption.

### Features:

- Compatible with 3.3v or 5v I/O Arduino Board.
- Frequency Band: one of 433/868/915 MHZ (Pre-configure in factory)
- Low power consumption
- Optional External Antenna via SMA jack
- Compatible with Arduino Leonardo, Uno, Mega, DUE

### Specification:

- 168 dB maximum link budget
- +20 dBm - 100 mW constant RF output vs
- +14 dBm high efficiency PA
- Programmable bit rate up to 300 kbps
- High sensitivity: down to -148 dBm
- Bullet-proof front end: IIP3 = -12.5 dBm
- Excellent blocking immunity
- Low RX current of 10.3 mA, 200 nA register retention
- FSK, GFSK, MSK, GMSK, LoRa™ and OOK modulation
- Built-in bit synchronizer for clock recovery
- Preamble detection
- 127 dB Dynamic Range RSSI
- Packet engine up to 256 bytes with CRC
- Automatic RF Sense and CAD
- Built-in temperature sensor
- Low battery indicator

**Dragino Technology Co., Limited**  
Room 7009, Zi'an Commercial Building, Qian Jin 1 Road,  
Xin'an 6th District, Bao'an District - Shenzhen 518101, China  
Direct: +86 755 86610829 | Fax: +86 755 86647123

**WWW.DRAGINO.COM**  
sales@dragino.com

- Data Sheet Arduino Atmega 328

## Technical Specification

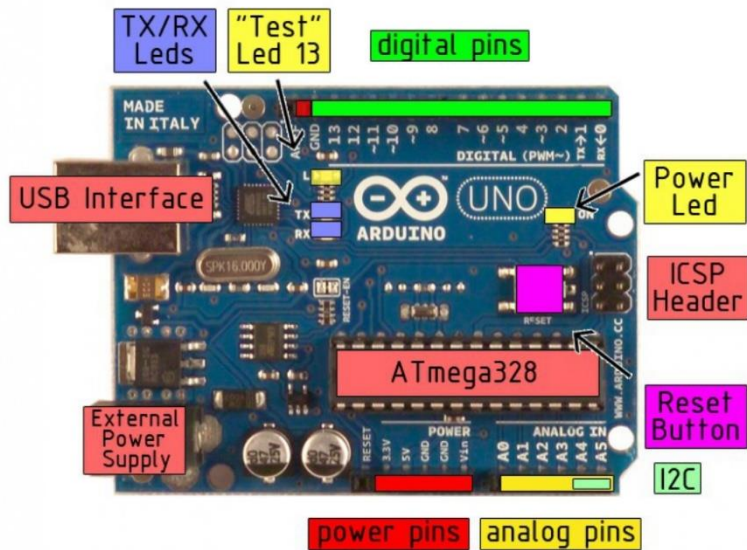


EAGLE files: [arduino-duemilanove-uno-design.zip](#) Schematic: [arduino-uno-schematic.pdf](#)

### Summary

Microcontroller	ATmega328
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB of which 0.5 KB used by bootloader
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Clock Speed	16 MHz

### the board



**radiospares RADIONICS**



• **Datasheet Sensor MQ-7**

**MQ-7 Semiconductor Sensor for Carbon Monoxide**

Sensitive material of MQ-7 gas sensor is SnO<sub>2</sub>, which with lower conductivity in clean air. It make detection by method of cycle high and low temperature, and detect CO when low temperature (heated by 1.5V). The sensor's conductivity is more higher along with the gas concentration rising. When high temperature (heated by 5.0V), it cleans the other gases adsorbed under low temperature. Please use simple electrocircuit, Convert change of conductivity to correspond output signal of gas concentration.

MQ-7 gas sensor has high sensitivity to Carbon Monoxide. The sensor could be used to detect different gases contains CO, it is with low cost and suitable for different application.

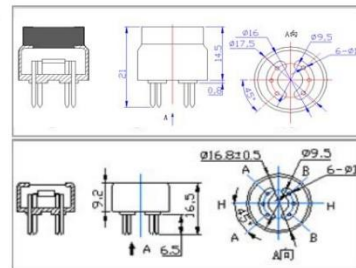
**Character**

- \* Good sensitivity to Combustible gas in wide range
- \* High sensitivity to Natural gas
- \* Long life and low cost
- \* Simple drive circuit

**Application**

- \* Domestic gas leakage detector
- \* Industrial CO detector
- \* Portable gas detector

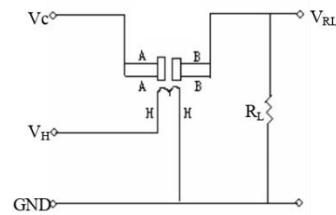
**Configuration**



**Technical Data**

Model No.		MQ-7	
Sensor Type		Semiconductor	
Standard Encapsulation		Plastic	
Detection Gas		Carbon Monoxide	
Concentration		10-10000ppm CO	
Circuit	Loop Voltage	V <sub>c</sub>	≤10V DC
	Heater Voltage	V <sub>H</sub>	5.0V±0.2V AC or DC (High) 1.5V±0.1V AC or DC (Low)
	Heater Time	T <sub>L</sub>	60±1S (High) 90±1S (Low)
	Load Resistance	R <sub>L</sub>	Adjustable
Character	Heater Resistance	R <sub>H</sub>	31Ω±3Ω (Room Tem.)
	Heater consumption	P <sub>H</sub>	≤350mW
	Sensing Resistance	R <sub>s</sub>	2KΩ-20KΩ (in 100ppm CO)
	Sensitivity	S	R <sub>s</sub> (in air)/R <sub>s</sub> (100ppm CO) ≥ 5
	Slope	α	≤ 0.6 (R <sub>100ppm</sub> /R <sub>100ppm</sub> CO)
Condition	Tem. Humidity	20°C±2°C; 65%±5%RH	
	Standard test circuit	V <sub>c</sub> : 5.0V±0.1V; V <sub>s</sub> (High): 5.0V±0.1V; V <sub>s</sub> (Low): 1.5V±0.1V	
	Preheat time	Over 48 hours	

**Basic test loop**



The above is basic test circuit of the sensor. The sensor need to be put 2 voltage, heater voltage (V<sub>H</sub>) and test voltage (V<sub>C</sub>). V<sub>H</sub> used to supply certified working temperature to the sensor, while V<sub>C</sub> used to detect voltage (V<sub>RL</sub>) on load resistance (R<sub>L</sub>) whom is in series with sensor. The sensor has light polarity, V<sub>c</sub> need DC power. V<sub>C</sub> and V<sub>H</sub> could use same power circuit with precondition to assure performance of sensor. In order to make the sensor with better performance, suitable R<sub>L</sub> value is needed:  
Power of Sensitivity body (P<sub>s</sub>):  
 $P_s = V_c^2 \times R_s / (R_s + R_L)^2$

Resistance of sensor( $R_s$ ):  $R_s=(V_c/V_{RL}-1)\times R_L$

**Sensitivity Characteristics**

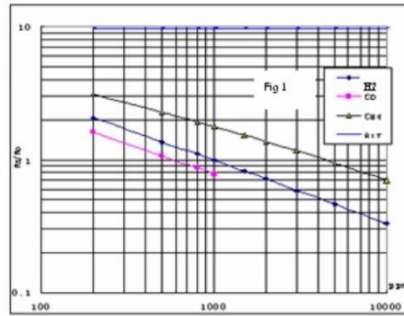


Fig.1 shows the typical sensitivity characteristics of the MQ-7, ordinate means resistance ratio of the sensor ( $R_s/R_o$ ), abscissa is concentration of gases.  $R_s$  means resistance in different gases,  $R_o$  means resistance of sensor in 1000ppm Hydrogen. All test are under standard test conditions.

**Influence of Temperature/Humidity**

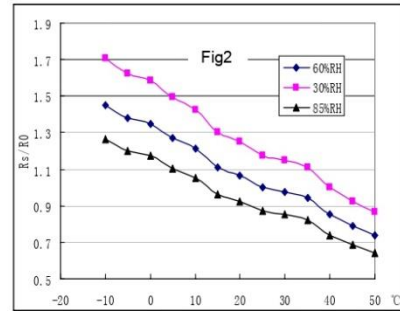
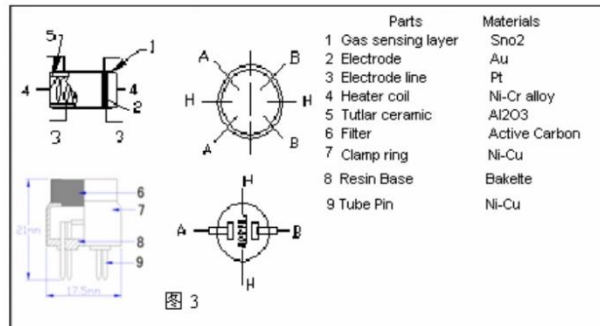


Fig.2 shows the typical temperature and humidity characteristics. Ordinate means resistance ratio of the sensor ( $R_s/R_o$ ),  $R_s$  means resistance of sensor in 100ppm CO under different tem. and humidity.  $R_o$  means resistance of the sensor in environment of 100ppm CO, 20 °C/65%RH

**Structure and configuration**



Structure and configuration of MQ-7 gas sensor is shown as Fig. 3, sensor composed by micro AL2O3 ceramic tube, Tin Dioxide (SnO2) sensitive layer, measuring electrode and heater are fixed into a crust made by plastic and stainless steel net. The heater provides necessary work conditions for work of sensitive components. The enveloped MQ-7 have 6 pin, 4 of them are used to fetch signals, and other 2 are used for providing heating current.

• Datasheet Sensor MQ-135

HANWEI ELECTRONICS CO.,LTD

MQ-135

http://www.hwsensor.com

**TECHNICAL DATA**

**MQ-135 GAS SENSOR**

**FEATURES**

Wide detecting scope  
Stable and long life

Fast response and High sensitivity  
Simple drive circuit

**APPLICATION**

They are used in air quality control equipments for buildings/offices, are suitable for detecting of NH<sub>3</sub>, NO<sub>x</sub>, alcohol, Benzene, smoke, CO<sub>2</sub>, etc.

**SPECIFICATIONS**

A. Standard work condition

Symbol	Parameter name	Technical condition	Remarks
V <sub>c</sub>	Circuit voltage	5V±0.1	AC OR DC
V <sub>H</sub>	Heating voltage	5V±0.1	AC OR DC
R <sub>L</sub>	Load resistance	can adjust	
R <sub>H</sub>	Heater resistance	33 Ω ± 5%	Room Tem
P <sub>H</sub>	Heating consumption	less than 800mw	

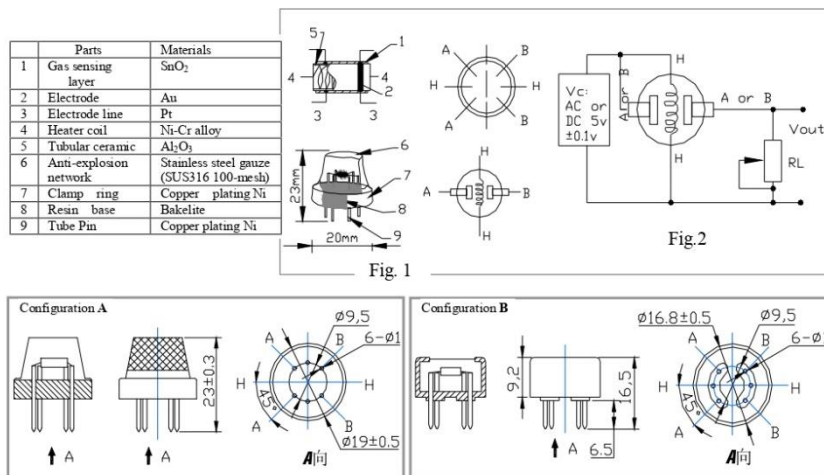
B. Environment condition

Symbol	Parameter name	Technical condition	Remarks
T <sub>ao</sub>	Using Tem	-10℃ -45℃	
T <sub>as</sub>	Storage Tem	-20℃ -70℃	
R <sub>H</sub>	Related humidity	less than 95%Rh	
O <sub>2</sub>	Oxygen concentration	21%(standard condition)Oxygen concentration can affect sensitivity	minimum value is over 2%

C. Sensitivity characteristic

Symbol	Parameter name	Technical parameter	Ramark 2
R <sub>s</sub>	Sensing Resistance	30K Ω -200K Ω (100ppm NH <sub>3</sub> )	Detecting concentration scope: 10ppm-300ppm NH <sub>3</sub> 10ppm-1000ppm Benzene 10ppm-300ppm Alcohol
α (200/50) NH <sub>3</sub>	Concentration Slope rate	≤0.65	
Standard Detecting Condition	Temp: 20℃ ± 2℃ Humidity: 65%±5%	V <sub>c</sub> : 5V±0.1 V <sub>H</sub> : 5V±0.1	
Preheat time	Over 24 hour		

D. Structure and configuration, basic measuring circuit



Structure and configuration of MQ-135 gas sensor is shown as Fig. 1 (Configuration A or B), sensor composed by micro Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ceramic tube, Tin Dioxide (SnO<sub>2</sub>) sensitive layer, measuring electrode and heater are fixed into a crust made by plastic and stainless steel net. The heater provides necessary work conditions for work of

TEL: 86-371-67169070 67169080

FAX: 86-371-67169090

E-mail: sales@hwsensor.com

sensitive components. The enveloped MQ-135 have 6 pin ,4 of them are used to fetch signals, and other 2 are used for providing heating current.

Electric parameter measurement circuit is shown as Fig.2  
E. Sensitivity characteristic curve

Fig.2 sensitivity characteristics of the MQ-135

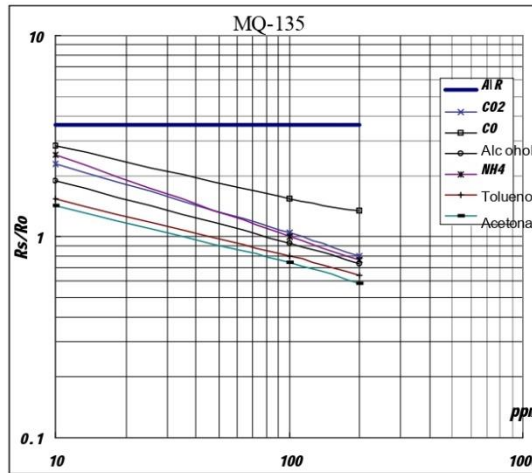


Fig.3 is shows the typical sensitivity characteristics of the MQ-135 for several gases. in their: Temp: 20℃、 Humidity: 65%、 O<sub>2</sub> concentration 21% RL=20kΩ  
Ro: sensor resistance at 100ppm of NH<sub>3</sub> in the clean air.  
Rs: sensor resistance at various concentrations of gases.

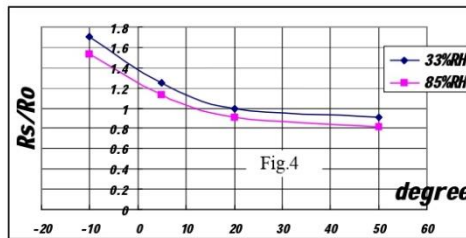


Fig.4 is shows the typical dependence of the MQ-135 on temperature and humidity. Ro: sensor resistance at 100ppm of NH<sub>3</sub> in air at 33%RH and 20 degree.  
Rs: sensor resistance at 100ppm of NH<sub>3</sub> at different temperatures and humidities.

**SENSITIVITY ADJUSTMENT**

Resistance value of MQ-135 is difference to various kinds and various concentration gases. So, When using this components, sensitivity adjustment is very necessary. we recommend that you calibrate the detector for 100ppm NH<sub>3</sub> or 50ppm Alcohol concentration in air and use value of Load resistance that (R<sub>L</sub>) about 20 K Ω (10K Ω to 47 K Ω).

When accurately measuring, the proper alarm point for the gas detector should be determined after considering the temperature and humidity influence.



TEL: 86-371-67169070 67169080

FAX: 86-371-67169090

E-mail: [sales@hwsensor.com](mailto:sales@hwsensor.com)

## LAMPIRAN D Lembar Bimbingan Skripsi Pembimbing I



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA  
 FAKULTAS TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
 Jl. Tanah Merdeka No. 6, Kp. Rambutan, Ps. Rebo, Jakarta Timur  
 Telp. (021) 8782379, Fax. (021) 88400941

### Lembar Bimbingan Skripsi

Nama : Dilve Indekwira  
 NIM : 1605020016  
 Judul :  
 Pembimbing I : Ir. Harry Kunto M.T.Pd

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
1.	29/01/2022	Penyusunan skripsi bab 1-3	<i>[Signature]</i>
2.	15/02/2022	Revisi bab 1 dan bab 2	<i>[Signature]</i>
3.	23/02/2022	Revisi bab 3	<i>[Signature]</i>
4.	15/02/2022	Penyusunan bab 1-5	<i>[Signature]</i>
5.	19/02/2022	Penyusunan keadilannya Ardiwira	<i>[Signature]</i>
6.	28/02/2022	Penyusunan bab 4	<i>[Signature]</i>
7.	17/03/2022	Revisi bab 4	<i>[Signature]</i>
8.	31/03/2022	Pengumpulan Data dan pengumpulan	<i>[Signature]</i>
9.	09/04/2022	Acc bab 1-5	<i>[Signature]</i>




UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA  
 FAKULTAS TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
 Jl. Tanah Merdeka No. 6, Kp. Rambutan, Ps. Rebo, Jakarta Timur  
 Telp. (021) 8782379, Fax. (021) 88400941

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
0.	15/04/2022	Penyusunan PPR skripsi.	<i>[Signature]</i>

Megkahni,  
 Dosen Pembimbing I  
*[Signature]*  
 NIDN. 030300970006

Mahasiswa  
*[Signature]*  
 NIM. 1605020016

## LAMPIRAN E Surat Kelayakan Sidang Bimbingan Skripsi Pembimbing I

 Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA	<b>Surat Pernyataan Kelayakan Sidang Sarjana</b>	Kode Arsip :
		<b>04/Prodi- EI/Akad/2010</b>
		<b>Program Studi Teknik Elektro</b>

Jakarta, 23 September 2022

*Bismillahirrahmanirrahim.*

Dengan ini, saya sebagai pembimbing I menyatakan bahwa,

Nama : Dhiva Mahendra Arifin

NIM : 1803025015

Alamat : Jl. Cipayung Pondok Rajeg Rt 02/ Rw 06 Cibinong Kabupaten Bogor Jawa Barat

Judul Tugas Akhir :

**Rancang Bangun Kualitas Udara Co Dan Co<sub>2</sub> Menggunakan Komunikasi Radio Lora**

bahwa nama yang tertera diatas dinyatakan (~~Layak / Tidak Layak~~) untuk mengikuti sidang sarjana (S-1) pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Prof. DR. Hamka.

Segala kekurangan dan kelebihan selama melakukan pengawasan dalam melakukan penelitian dan penulisan menjadi tanggung jawab saya sebagai pembimbing I.

Terima kasih atas perhatian dan kerjasama.

Jakarta, 23 September 2022

Mengetahui,  
Ketua Program Studi  
Teknik Elektro UHAMKA

Ir. Harry Ramza, MT, PhD

Dosen Pembimbing I

Ir. Harry Ramza, MT, PhD

Cc :

1. Yang bersangkutan.
2. Arsip.



## LAMPIRAN F Lembar Revisi Penguji

LEMBAR REVISI SIDANG SKRIPSI TEKNIK ELEKTRO ONLINE (PENGUJI-1)  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI DAN INFORMATIKA UHAMKA

Nama Mahasiswa	: Dhiva Mahendra Arifin
NIM	: 1803025015
Hari Tanggal Sidang	: Sabtu, 12 November 2022
Nama Pembimbing Skripsi	: Harry Ramza, ST., MT., Ph.D., MIPM
Judul Skripsi	: RANCANG BANGUN KUALITAS UDARA CO DAN CO2 MENGGUNAKAN KOMUNIKASI RADIO LORA


**Catatan**

1	hal 8, rumus-rumus kasi referensinya, hindari kata "penalis". bentuk tulisan skripsi pasif.
2	
3	
4	
5	
6	

VALIDASI REVISI	NAMA DOSEN	TANGGAL REVISI	PARAF
Ketua Sidang	Dr. Ir. Sofia Pinardi, M.T.	16/11/2022	
Pembimbing-1	Harry Ramza, ST., MT., Ph.D., MIPM	16/11/2022	
Pembimbing-2			
Penguji-1	Dr. Ir. Sofia Pinardi, M.T.	16/11/2022	
Penguji-2	Emilia Roza, S.T, M Pd., M.T.	16/11/2022	

Selanjutnya, yang bersangkutan harus segera menyelesaikan permasalahan sehubungan dengan skripsi ini, selambat-lambatnya 7 (tujuh) hari setelah tanggal pelaksanaan sidang.

- ü Apabila revisi telah selesai dan mendapatkan approval (penguji, pembimbing, Kaprodi dan Dekan), maka tulisan (Skripsi, Jurnal) dan Program dikumpulkan dalam bentuk CD diberi label sebanyak 3 buah (lengkap) dan hardcover (Fakultas/Perpustakaan, Pembimbing dan Program Studi)
  - ü Berkas disusun sesuai petunjuk dan tanda tangan setiap berkas Asli, untuk softcopy diampirkan hasil pemindaian / scanning.
  - ü Batas Akhir Revisi: Sabtu, 19 November 2022 (hhbbtttt)
  - ü Batas Akhir Pengumpulan Berkas dan CD (Skripsi, Jurnal) Sabtu, 19 November 2022 (hhbbtttt)
- Wassalamu'alaikum wa Rohmatullahi wa Barakaatuh,

  
Harry Ramza, S.T., MT., Ph.D.  
Ketua Program Studi Teknik Elektro





Catatan: Daftar revisi ini diserahkan kepada mahasiswa untuk acuan revisi bagi Dosen Pembimbing

**LEMBAR REVISI SIDANG SKRIPSI TEKNIK ELEKTRO ONLINE (PENGUJI-2)**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI DAN INFORMATIKA UHAMKA**

Nama Mahasiswa	: Dhiva Mahendra Arifin
NIM	: 1803025015
Hari Tanggal Sidang	: Sabtu, 12 November 2022
Nama Pembimbing Skripsi	: Harry Ramza, ST., MT., Ph.D., MIPM
Judul Skripsi	: RANCANG BANGUN KUALITAS UDARA CO DAN CO2 MENGGUNAKAN KOMUNIKASI RADIO LORA


**Catatan**

1	Penjelasan Proses pengambilan data
2	Tambahkan Nilai awal sebelum dilakukan percobaan
3	Referensi nilai yang jadi nilai standar
4	Penjelasan dari tabel hasil pengujian
5	
6	

VALIDASI REVISI	NAMA DOSEN	TANGGAL REVISI	PARAF
Ketua Sidang	Ir. Sofia Pinardi, M.T., Ph.D.	16/11/2022	
Pembimbing-1	Harry Ramza, ST., MT., Ph.D., MIPM	16/11/2022	
Pembimbing-2			
Penguji-1	Ir. Sofia Pinardi, M.T., Ph.D.	16/11/2022	
Penguji-2	Emilia Roza, S.T, M.Pd., M.T.	16/11/2022	

Selanjutnya, yang bersangkutan harus segera menyelesaikan permasalahan sehubungan dengan skripsi ini, selambat-lambatnya 7 (tujuh) hari setelah tanggal pelaksanaan sidang

- ü Apabila revisi telah selesai dan mendapatkan approval (penguji, pembimbing, Kaprodi dan Dekan), maka tulisan (Skripsi, Jurnal) dan Program dikumpulkan dalam bentuk CD diberi label sebanyak 3 buah (lengkap) dan hardcover (Fakultas/Perpustakaan, Pembimbing dan Program Studi)
  - ü Berkas disusun sesuai petunjuk dan tanda tangan setiap berkas Asli, untuk softcopy dilampirkan hasil pemindaian / scanning.
  - ü Batas Akhir Revisi ..... (hh'bb'ttt)
  - ü Batas Akhir Pengumpulan Berkas dan CD (Skripsi, Jurnal) ..... (hh'bb'ttt)
- Wassalamu'alaikum wa Rahmatullahi wa Barokaatuh,*

  
**Harry Ramza, S.T., M.T., Ph.D.**  
Ketua Program Studi Teknik Informatika

Catatan: Daftar revisi ini diserahkan kepada mahasiswa untuk acuan revisi bagi Dosen Pembimbing

## LAMPIRAN G Turnitin

Dhiva Mahendra Arifin - Rancang Bangun Kualitas Udara CO dan CO2 menggunakan Komunikasi Lora

### ORIGINALITY REPORT

<b>17</b> %	<b>16</b> %	<b>4</b> %	<b>8</b> %
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

### PRIMARY SOURCES

<b>1</b>	<a href="http://repository.ittelkom-pwt.ac.id">repository.ittelkom-pwt.ac.id</a> Internet Source	<b>1</b> %
<b>2</b>	<a href="http://repository.ub.ac.id">repository.ub.ac.id</a> Internet Source	<b>1</b> %
<b>3</b>	<a href="http://123dok.com">123dok.com</a> Internet Source	<b>1</b> %
<b>4</b>	<a href="http://rzabdulaziz.files.wordpress.com">rzabdulaziz.files.wordpress.com</a> Internet Source	<b>1</b> %
<b>5</b>	<a href="http://www.slideshare.net">www.slideshare.net</a> Internet Source	<b>1</b> %
<b>6</b>	Submitted to LL DIKTI IX Turnitin Consortium Part IV Student Paper	<b>1</b> %
<b>7</b>	Submitted to Sriwijaya University Student Paper	<b>1</b> %
<b>8</b>	<a href="http://jurnal.poliupg.ac.id">jurnal.poliupg.ac.id</a> Internet Source	<b>&lt;1</b> %

[www.msn.com](http://www.msn.com)

9	Internet Source	<1 %
10	<a href="http://www.cronyos.com">www.cronyos.com</a> Internet Source	<1 %
11	<a href="http://repository.uhamka.ac.id">repository.uhamka.ac.id</a> Internet Source	<1 %
12	Submitted to Universitas Pendidikan Indonesia Student Paper	<1 %
13	Submitted to Universitas Islam Indonesia Student Paper	<1 %
14	<a href="http://core.ac.uk">core.ac.uk</a> Internet Source	<1 %
15	Submitted to STT PLN Student Paper	<1 %
16	Submitted to Universitas Brawijaya Student Paper	<1 %
17	<a href="http://download.garuda.ristekdikti.go.id">download.garuda.ristekdikti.go.id</a> Internet Source	<1 %
18	<a href="http://knowledgexcross.wordpress.com">knowledgexcross.wordpress.com</a> Internet Source	<1 %
19	Submitted to Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya Student Paper	<1 %

20	<b>zombiedoc.com</b> Internet Source	<1 %
21	<b>media.neliti.com</b> Internet Source	<1 %
22	<b>repository.its.ac.id</b> Internet Source	<1 %
23	<b>Submitted to University of Melbourne</b> Student Paper	<1 %
24	<b>digilib.unhas.ac.id</b> Internet Source	<1 %
25	<b>Submitted to Universitas Diponegoro</b> Student Paper	<1 %
26	<b>Submitted to Universitas Negeri Jakarta</b> Student Paper	<1 %
27	<b>ejournal.uinib.ac.id</b> Internet Source	<1 %
28	<b>Submitted to Politeknik Negeri Bandung</b> Student Paper	<1 %
29	<b>Submitted to Universitas Jenderal Achmad Yani</b> Student Paper	<1 %
30	<b>id.123dok.com</b> Internet Source	<1 %
31	<b>repository.dinamika.ac.id</b>	

	Internet Source	<1 %
32	Submitted to Universitas Nasional Student Paper	<1 %
33	digilib.uinsby.ac.id Internet Source	<1 %
34	jfu.fmipa.unand.ac.id Internet Source	<1 %
35	pdfcoffee.com Internet Source	<1 %
36	Submitted to Universitas Siliwangi Student Paper	<1 %
37	eprints.walisongo.ac.id Internet Source	<1 %
38	donigayo.blogspot.com Internet Source	<1 %
39	journals.upi-yai.ac.id Internet Source	<1 %
40	repository.binadarma.ac.id Internet Source	<1 %
41	repository.radenintan.ac.id Internet Source	<1 %
42	Submitted to Universitas Jember Student Paper	<1 %

43	text-id.123dok.com Internet Source	<1 %
44	Arif Setiawan, Abdul Muid, Irma Nirmala. "Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kerusakan Bearing pada Kendaraan Roda Empat menggunakan Metode KNN (K-Nearest Neighbor)", POSITRON, 2018 Publication	<1 %
45	docplayer.info Internet Source	<1 %
46	mikrokontroler.mipa.ugm.ac.id Internet Source	<1 %
47	repository.pelitabangsa.ac.id:8080 Internet Source	<1 %
48	repository.unj.ac.id Internet Source	<1 %
49	repository.usd.ac.id Internet Source	<1 %
50	Submitted to Academic Library Consortium Student Paper	<1 %
51	Yahya Abdul Ghofur, Misbah Misbah, Yoedo Ageng Suryo. "IDENTIFIKASI DAN PENGUKURAN GAS SO <sub>2</sub> AREA SA (SULPHURIC ACID) DI PT PETROKIMIA GRESIK MENGGUNAKAN SENSOR GAS DAN JARINGAN	<1 %

SYARAF TIRUAN", E-Link: Jurnal Teknik Elektro dan Informatika, 2021

Publication

52	<a href="http://riset.unisma.ac.id">riset.unisma.ac.id</a> Internet Source	<1 %
53	<a href="http://safecultureindo.blogspot.com">safecultureindo.blogspot.com</a> Internet Source	<1 %
54	<a href="http://etheses.uin-malang.ac.id">etheses.uin-malang.ac.id</a> Internet Source	<1 %
55	<a href="http://shintaokrami.wordpress.com">shintaokrami.wordpress.com</a> Internet Source	<1 %
56	Ikhwan Prayoga , Dedi Triyanto , Suhardi. "SISTEM MONITORING KUALITAS UDARA SECARA REALTIME DENGAN PERINGATAN BAHAYA KUALITAS UDARA TIDAK SEHAT MENGGUNAKAN PUSH NOTIFICATION", Coding Jurnal Komputer dan Aplikasi, 2020 Publication	<1 %
57	<a href="http://karyailmiah.narotama.ac.id">karyailmiah.narotama.ac.id</a> Internet Source	<1 %
58	<a href="http://studylibid.com">studylibid.com</a> Internet Source	<1 %
59	<a href="http://yanaanwar94.wordpress.com">yanaanwar94.wordpress.com</a> Internet Source	<1 %
60	<a href="http://jnte.ft.unand.ac.id">jnte.ft.unand.ac.id</a> Internet Source	<1 %



---

61 ikhsanfahrielectrical.blogspot.com <1%

Internet Source

---

62 journal.um-surabaya.ac.id <1%

Internet Source

---

Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography Off