

**RANCANG BANGUN SISTEM KESELAMATAN
TERHADAP GAS CO₂ DALAM RUANG
PENYIMPANAN TABUNG GAS CO₂ MENGGUNAKAN
*RASPBERRY PI PICO W***



Disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Pendidikan Diploma IV

IGNATIUS SUDARTO HASUGIAN
NIT.0820011103

PROGRAM STUDI
TEKNOLOGI REKAYASA KELISTRIKAN KAPAL

PROGRAM DIPLOMA IV PELAYARAN
POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA
TAHUN 2024

**RANCANG BANGUN SISTEM KESELAMATAN
TERHADAP GAS CO₂ DALAM RUANG
PENYIMPANAN TABUNG GAS CO₂ MENGGUNAKAN
*RASPBERRY PI PICO W***



Disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Pendidikan Diploma IV

IGNATIUS SUDARTO HASUGIAN
NIT.0820011103

PROGRAM STUDI
TEKNOLOGI REKAYASA KELISTRIKAN KAPAL

PROGRAM DIPLOMA IV PELAYARAN
POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA
TAHUN 2024

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ignatius Sudarto Hasugian

Nomor Induk Taruna : 08.20.011.1.03

Program Studi : Diploma IV Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal

Menyatakan Bahwa KIT yang saya tulis dengan judul :

**RANCANG BANGUN SISTEM KESELAMATAN TERHADAP GAS CO₂
DALAM RUANG PENYIMPANAN TABUNG GAS CO₂ MENGGUNAKAN
*RASPBERRY PI PICO W***

Merupakan karya asli seluruh ide yang ada dalam KIT tersebut, kecuali tema yang saya nyatakan sebagai kutipan, merupakan ide saya sendiri. Jika pernyataan di atas terbukti tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Pelayaran Surabaya.

Surabaya, 18 Juli 2024



Ignatius Sudarto Hasugian
NIT. 08.20.011.1.03

**PERSETUJUAN SEMINAR HASIL
KARYA ILMIAH TERAPAN**

Judul : **RANCANG BANGUN SISTEM KESELAMATAN
TERHADAP GAS BERBAHAYA DALAM RUANG
PENYIMPANAN TABUNG GAS CO₂ BERBASIS
RASPBERRY PI PICO W**

Nama : **IGNATIUS SUDARTO HASUGIAN**

Nomor Induk Taruna : **08.20.011.1.03**

Program Studi : **Diploma IV Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal**

Dengan ini dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diseminarkan.

SURABAYA, 18 Juli 2024

Menyetujui:

Pembimbing I



(EDI KURNIAWAN, S.ST., M.T)

Penata (III/c)

NIP : 1983120220129021001

Pembimbing II



(DIYAH PURWITASARI, S.Psi., S.SSi., M.M)

Penata Tk.1(III/d)

NIP : 198310092010122002

Mengetahui,
Ketua Prodi
Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal



(AKHMAD KASAN GUPRON, M.Pd)

Penata Tk. I (III/d)

NIP. 198005172005021003

**PENGESAHAN SEMINAR HASIL
KARYA ILMIAH TERAPAN**

**RANCANG BANGUN SISTEM KESELAMATAN TERHADAP
GAS BERBAHAYA DALAM RUANG PENYIMPANAN
TABUNG GAS CO₂ BERBASIS RASPBERRY PI PICO W**

Disusun dan Diajukan Oleh :

IGNATIUS SUDARTO HASUGIAN

NIT.08.20.011.1.03

D-IV TRKK

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Karya Ilmiah Terapan

Politeknik Pelayaran Surabaya

Pada tanggal **31 Juli 2024**

Menyetujui :

Penguji I



SONHAJI, S.T., M.T.

NIP. 197707132023211004

Penguji II



AGUS PRAWOTO, S.Si.T., M.M.
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 197808172009121001

Penguji III



EDI KURNIAWAN, S.T., M.T.
Penata (III/c)
NIP. 198312022019021001

Mengetahui :

Ketua Prodi
Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal



AKHMAD KASAN GUPRON, M.Pd.
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 198005172005021003

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas berkat rahmat dan hidayah-Nya sehingga penelitian dengan judul “RANCANG BANGUN SISTEM KESELAMATAN TERHADAP GAS CO₂ DALAM RUANG PENYIMPANAN TABUNG GAS CO₂ MENGGUNAKAN *RASPBERRY PI PICO W*” dapat diselesaikan dengan baik.

Tentu saja penelitian ini dapat berhasil terlaksana dengan baik tentunya tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini peneliti menyampaikan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu dalam penulisan karya ilmiah terapan ini, di antaranya:

1. Direktur Politeknik Pelayaran Surabaya, Bapak Moejiono MT., M.Mar. E.
2. Ketua Prodi Teknik Rekayasa Kelistrikan Kapal, Bapak Akhmad Kasan Gupron, M.Pd.
3. Dosen Pembimbing I dan II, Bapak Edi Kurniawan, S.ST., M.T dan Ibu Diyah Purwitasari, S.Psi., S.SSi., M.M yang telah membimbing, mengarahkan, serta memotivasi kepada peneliti dalam menyusun karya ilmiah terapan ini.
4. Seluruh dosen dan sivitas akademika Politeknik Pelayaran Surabaya atas pengalaman yang diberikan kepada peneliti.
5. Keluarga tercinta, Ayah Alberto Hasugian dan Ibu Agustina Dwiana Paripurnaningrum Suskalasih, serta Adik Paulus Christ William Hasugian dan Felicia Putri Pax Hasugian, sebagai keluarga besar yang selalu memberikan dukungan, semangat, motivasi, dan doa kepada peneliti.
6. Teman sekelas TRKK Angkatan XI, baik gelombang 1 maupun gelombang 2 yang merupakan teman seperjuangan dan selalu mendukung dan memotivasi peneliti.
7. Teman Kasta Medan yang senantiasa mendukung dan memotivasi peneliti.
8. Teman seperjuangan Angkatan XI Politeknik Pelayaran Surabaya yang selalu kebersamaian, memberi dukungan, serta pengalaman dalam menjalani masa studi pendidikan.

9. Segenap *crew* KM. Tanto Lestari yang telah memberikan banyak ilmu, pengalaman, dan membimbing selama peneliti melaksanakan praktik laut.
10. Kepada amangboru Kresna Siregar dan Abang Indra Sakti Nababan ,yang sudah membantu membimbing dalam pembuatan karya ilmiah terapan ini dan membantu pembuatan prototipe penelitian.
11. Kepada diri peneliti sendiri Ignatius Sudarto Hasugian, yang senantiasa berjuang, berdoa serta memiliki keyakinan kuat untuk dapat menyelesaikan karya ilmiah terapan ini.
12. Bou Sereati Hasugian dan keluarga yang senantiasa menemani , mendukung, membimbing, dan membantu peneliti dalam menyelesaikan prototipe penelitian
13. Seluruh keluarga pinompar Opung Oloan Hasugian yang selalu mendoakan, mendukung, memotivasi, memberi semangat pada peneliti untuk dapat menyelesaikan karya ilmiah terapan ini.
14. Semua pihak yang telah membantu peneliti dalam menyelesaikan penelitian ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Peneliti mengerti bahwa karya ilmiah terapan ini ada banyak kekurangan, sehingga peneliti menyampaikan maaf atas segala kesalahan dan kekurangan dalam karya ilmiah terapan ini. Peneliti selalu mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi perbaikan di masa yang akan datang. Semoga karya ilmiah terapan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak, amin.

Surabaya, 18 Juli 2024



Ignatius Sudarto Hasugian
NIT.08.20.011.1.03

ABSTRAK

Ignatius Sudarto Hasugian, Rancang Bangun Sistem Keselamatan Terhadap Gas CO₂ Dalam Ruang Penyimpanan Tabung Gas CO₂ Menggunakan *Raspberry Pi Pico W*. Dibimbing oleh Bapak Edi Kurniawan, S.ST., M.T dan Ibu Diah Purwitasari, S.Psi., S.SSi., M.M.

Ruang penyimpanan tabung gas CO₂ ada di dalam akomodasi kapal, maka ada risiko bahaya apabila terjadi kebocoran karena akomodasi kapal memiliki sirkulasi udara yang kurang baik. Penelitian ini dikhususkan untuk mengeluarkan gas berbahaya dari ruangan. Penelitian ini merancang dan memodifikasi sebuah alat yang dapat mendeteksi kadar CO₂ dan dapat memberikan sinyal bahaya ke sekitarnya, modifikasi ini menggunakan mikrokontroler *Raspberry Pi Pico W*. Metode penelitian ini menggunakan perancangan sistem, rangkaian alat dengan perancangan *wiring* dan menggunakan 2 rencana pengujian, yaitu : pengujian statis dan pengujian dinamis.

Pengujian presisi sensor dengan pembacaan alat pendeteksi kebocoran CO₂ menggunakan alat ukur CO₂ mendapatkan rata-rata nilai error sebesar 3,5%. Nilai error masih dikategorikan nilai selisih aman dan alat berkerja sesuai dengan fungsi yang diharapkan. Pengujian fungsi alat mendapatkan hasil nilai untuk sensor MQ-135 *buzzer* dan *exhaust fan* akan menyala jika kadar CO₂ diatas nilai 600 ppm sesuai dengan ambang batas aman kadar CO₂ di udara yang sudah diatur didalam program. Pengujian *bot telegram request* dapat bekerja dengan baik sesuai dengan yang diharapkan. Pengujian *bot telegram receive* dapat bekerja dengan baik sesuai dengan yang diharapkan. Tetapi untuk pengujian *bot telegram request* dan *receive* di pengaruhi oleh jaringan *internet*.

Kata kunci: Sistem Keselamatan Gas Berbahaya, *Raspberry Pi Pico W*, *Bot telegram*

ABSTRACT

Ignatius Sudarto Hasugian, Rancang Bangun Sistem Keselamatan Terhadap Gas CO₂ Dalam Ruang Penyimpanan Tabung Gas CO₂ Menggunakan *Raspberry Pi Pico W*. Supervised by Mr. Edi Kurniawan, S.ST., MT and Mrs. Diyah Purwitasari, S.Psi., S.SSi., MM

The storage space for CO₂ gas cylinders is inside the ship's accommodation, so there is a risk of danger if a leak occurs because the ship's accommodation has poor air circulation. This research is devoted to removing dangerous gases from the room. This research designs and modifies a tool that can detect CO₂ levels and can provide a danger signal to the surroundings. This modification uses a Raspberry Pi Pico W microcontroller. This research method uses system design, a series of tools with wiring design and uses 2 test plans, namely: testing static and dynamic testing.

Testing the precision of the sensor by reading the CO₂ leak detector using a CO₂ measuring instrument obtained an average error value of 3.5%. The error value is still categorized as a safe difference value and the prototype works according to the expected function. Testing the function of the tool results in values for the MQ-135 buzzer and exhaust fan sensors which will turn on if the CO₂ level is above 600 ppm in accordance with the safe threshold for CO₂ levels in the air which has been set in the program. Telegram request bot testing can work well as expected. Testing the Telegram Receive bot can work well as expected. However, for testing Telegram bots, requests and receives are influenced by the internet network.

Key words: *Hazardous Gas Safety System, Raspberry Pi Pico W, Bot telegram*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
PERSETUJUAN SEMINAR HASIL	iii
PENGESAHAN SEMINAR HASIL	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
A.Latar Belakang.....	1
B.Rumusan Masalah	4
C.Batasan Masalah	4
D.Tujuan Penelitian	5
E.Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
A. <i>Review</i> Penelitian Sebelumnya	7
B.Landasan Teori	8
C.Kerangka Berpikir.....	17
BAB III METODE PENELITIAN	18
A.Perancangan Sistem	18
B.Rencana Pengujian.....	25

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	28
A.Hasil Penelitian.....	28
B.Pembahasan.....	43
BAB V PENUTUP.....	50
A. SIMPULAN.....	50
B.SARAN.....	52
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Raspberry Pi Pico W</i>	10
Gambar 2.2 Sensor MQ-135	11
Gambar 2.3 <i>Buzzer</i>	12
Gambar 2.4 <i>Liquid Crystal Display (LCD) 20x4</i>	13
Gambar 2.5 <i>Exhaust Fan</i>	14
Gambar 2.6 <i>Relay</i>	15
Gambar 2.7 <i>Adaptor</i>	16
Gambar 2.8 <i>Flowchart</i> Diagram kerangka berpikir	17
Gambar 3.1 Blok Diagram Rancang Bangun Pendeteksi CO ₂	19
Gambar 3.2 <i>Flowchart</i> Sistem kerja alat.....	21
Gambar 3.3 Contoh <i>Wiring</i>	23
Gambar 3.4 Desain 3D Prototipe Penelitian	27
Gambar 4.1 Pengujian <i>Box</i> Akrilik	29
Gambar 4.2 Pengujian Sensor CO ₂ MQ-135	30
Gambar 4.3 Pengujian Sensor CO ₂ MQ-135 Hasil Deteksi Sensor	30
Gambar 4.4 Pengujian <i>Raspberry Pi Pico W</i>	31
Gambar 4.5 <i>Raspberry Pi Pico W</i> Dapat Menyimpan Program	31
Gambar 4.6 <i>Exhaust Fan</i> Mati	32
Gambar 4.7 <i>Exhaust Fan</i> Menyala.....	32
Gambar 4.8 Pengujian <i>Bot Telegram</i> Sebelum Kode Dikirim	33
Gambar 4.9 Pengujian <i>Bot Telegram</i> Sesudah Kode Dikirim.....	33
Gambar 4.10 Pengujian <i>Relay</i> Dengan Tegangan Listrik Mati.....	34
Gambar 4.11 Pengujian <i>Relay</i> Dengan Tegangan Listrik Hidup	34

Gambar 4.12 <i>Liquid Crystal Display</i> sebelum diberi tegangan	35
Gambar 4.13 <i>Liquid Crystal Display</i> menampilkan hasil deteksi sensor	35
Gambar 4.14 Pengujian <i>Buzzer</i>	36
Gambar 4.15 Grafik hasil sensor menyebarkan CO ₂ dibagian kiri <i>box</i>	45
Gambar 4.16 Grafik hasil sensor menyebarkan CO ₂ dibagian kanan <i>box</i>	45
Gambar 4.17 Grafik hasil sensor menyebarkan CO ₂ di bagian tengah <i>box</i>	46
Gambar 4.18 Grafik Pengujian <i>Bot Telegram Request</i>	48
Gambar 4.19 Grafik Pengujian <i>Bot Telegram Receive</i>	48

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Review Jurnal Adi Sucipto	7
Tabel 2.2 Review Jurnal Slamet Widodo	7
Tabel 2.3 Karakteristik Sensor MQ-135	11
Tabel 2.4 Spesifikasi <i>Liquid Crystal Display</i> (LCD)	13
Tabel 2.5 Jenis Memori Yang Terdapat Pada LCD	14
Tabel 3.1 Koneksi Pin Berbagai Modul Pada <i>Raspberry Pi Pico W</i>	24
Tabel 4.1 Data Spesifikasi Ruangan <i>Box</i> Akrilik	29
Tabel 4.2 Data Pengujian dan Presisi Alat Pendeteksi Kebocoran CO ₂	37
Tabel 4.3 Data Pengujian Keakuratan Sensor MQ-135	38
Tabel 4.4 Data Pengujian Fungsi Alat Pendeteksi Kebocoran CO ₂	40
Tabel 4.5 Hasil Data Pengujian <i>Bot Telegram Request</i>	41
Tabel 4.6 Hasil Data Pengujian <i>Bot Telegram Receive</i>	42

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Transportasi laut di Indonesia adalah salah satu transportasi yang sangat penting karena Indonesia adalah negara kepulauan. Sebagai negara kepulauan terbesar di dunia dengan total 17.508 pulau, transportasi laut menjadi bagian vital dari sistem transportasi Indonesia (Kadarisman, 2016). Transportasi laut pada umumnya menggunakan kapal untuk menyeberang dari satu pulau ke pulau lainnya. Ada banyak jenis kapal yang didesain untuk tujuan yang berbeda, seperti kapal kargo digunakan untuk mengangkut barang dan juga kapal penumpang yang digunakan untuk transportasi manusia. Kapal kargo atau kapal kontainer digunakan sebagai salah satu jalur perekonomian. Pada kapal kontainer memiliki struktur yang didesain untuk mampu membawa banyak barang, dengan desain seperti itu kapal kontainer pasti memiliki palka yang cukup luas dan besar.

Palka adalah salah satu *restricted area* pada kapal, ada banyak *restricted area* di atas kapal. Mulai dari area yang berbahaya dan juga tempat yang bersifat pribadi. Ada banyak area yang berbahaya di atas kapal, seperti anjungan, kamar mesin, ruang penyimpanan panel kelistrikan, ruang kargo (palka), dan juga ruang penyimpanan tabung gas CO₂. CO₂ disimpan di dalam ruang penyimpanan tabung gas CO₂ pada akomodasi kapal. Sebuah kasus keracunan gas karbon dioksida (CO₂) yang terjadi di sebuah kapal tongkang milik PT. Kurnia Tunggal menewaskan 5 orang pekerja kapal, dikarenakan para pekerja masuk ke dalam palka kapal tanpa perlengkapan yang memadai dan karena tidak adanya sistem pendeteksi gas berbahaya pada palka kapal tersebut (Suwandi, 2022). Peneliti memiliki

pengalaman yang hampir serupa saat sedang praktik di atas kapal, salah satu pipa ventilasi tanki bahan bakar mengalami kebocoran sehingga akomodasi kapal tercemari bau bahan bakar yang cukup pekat sehingga mengakibatkan banyak *crew* kapal merasa pusing akibat terlalu banyak menghirup udara yang sudah terkontaminasi dengan bau bahan bakar tersebut.

CO₂ merupakan gas tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak beracun. Namun, apabila konsentrasinya meningkat di dalam satu ruangan atau area tertutup dapat membahayakan pada manusia. Konsentrasi gas yang tinggi dapat menggantikan oksigen dalam udara, menyebabkan hipoksia atau kekurangan oksigen, yang dapat menyebabkan pusing, sesak napas, kebingungan, hingga koma, dan kematian jika tidak segera ditangani. Paparan jangka panjang terhadap konsentrasi karbon dioksida yang sedang dapat menyebabkan dampak negatif pada metabolisme kalsium fosfor, yang berujung pada peningkatan endapan kalsium di jaringan lunak (Nebath, 2014). Kandungan karbon dioksida di udara segar dan baik untuk pernapasan bervariasi antara 300 ppm sampai dengan 600 ppm bergantung pada lokasinya. Umumnya CO₂ dalam udara di luar ruangan memiliki kadar 400ppm, kadar CO₂ pada ruangan yang memiliki putaran udara yang baik umumnya 400-1000 ppm. Kadar maksimum CO₂ yang dianjurkan untuk kualitas udara dalam ruangan adalah 1200 ppm, namun disarankan agar konsentrasi CO₂ tetap di bawah 600 ppm (Megarani, 2019). CO₂ digunakan di atas kapal sebagai sistem pemadam kebakaran.

Ruang penyimpanan tabung gas CO₂ ada di dalam akomodasi kapal, maka ada risiko bahaya apabila terjadi kebocoran karena akomodasi kapal memiliki sirkulasi udara yang kurang baik. Sehingga sangatlah penting sebuah kapal memiliki *safety*

device yang mampu mendeteksi CO₂ sebagai sistem keselamatan di atas kapal. Pada penelitian ini, peneliti memfokuskan pada *safety device* dalam ruang penyimpanan tabung gas CO₂ di atas kapal. Sejumlah penelitian telah dilakukan untuk menemukan solusi dalam mengurangi polusi udara di dalam ruangan. Salah satunya adalah pembuatan sistem pemantauan kualitas udara dan deteksi gas berbahaya seperti CO, CO₂, dan CH₄ dalam ruangan tertutup yang berbasis mikrokontroler Atmega 8535. Sistem ini menggunakan sensor MQ-135 dengan tipe berbeda sesuai dengan sensitivitas terhadap masing-masing gas tersebut (Slamet Widodo, 2017). Hasil pemantauan ditampilkan pada *Liquid Crystal Display* (LCD). LED berfungsi sebagai indikator, sementara blower digunakan untuk menetralkan udara dari gas berbahaya. Penelitian ini difokuskan pada pengeluaran gas CO₂ dari ruangan, sehingga perlu dilakukan pengembangan lebih lanjut untuk menyempurnakan sistem ini. Berdasarkan latar belakang di atas, peneliti merancang dan memodifikasi sebuah alat yang dapat mendeteksi kadar CO₂ dan dapat memberikan sinyal bahaya ke sekitarnya. Peneliti memodifikasi alat terdahulu dengan menggunakan mikrokontroler *Raspberry Pi Pico W* karena prosesor pada mikrokontroler ini lebih cepat dengan memiliki arsitektur *dual core* ARM Cortex-M0+. Sensor yang digunakan serupa dengan sensor pada alat penelitian terdahulu tetapi pada prototipe terbaru menggunakan 3 sensor MQ-135 agar dapat mendeteksi CO₂ lebih baik. Pada prototipe terbaru juga memiliki sinyal *output* suara pada *buzzer* sebagai pengingat adanya bahaya. Hasil monitoring gas CO₂ yang terdeteksi juga ditampilkan pada LCD dan pada *Bot Telegram* yang dikirim langsung melalui modul wifi yang ada pada mikrokontroler. Agar menjaga keselamatan dengan lebih

baik prototipe ini juga dilengkapi dengan kipas *blower* untuk mengontrol kadar CO₂ pada ruang penyimpanan tabung gas CO₂.

Berdasarkan uraian di atas dilakukan penelitian dengan mengambil judul :
 “RANCANG BANGUN SISTEM KESELAMATAN TERHADAP GAS CO₂
 DALAM RUANG PENYIMPANAN TABUNG GAS CO₂ MENGGUNAKAN
RASPBERRY PI PICO W”

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, ditemukan permasalahan yang muncul ketika merancang sistem keselamatan terhadap gas CO₂ dalam ruang penyimpanan tabung gas CO₂ menggunakan *Raspberry Pi Pico W*. Adapun rumusan masalahnya yaitu :

1. Bagaimana cara merancang dan membangun sistem keselamatan terhadap gas CO₂ dalam ruang penyimpanan tabung gas CO₂ menggunakan *Raspberry Pi Pico W* untuk dapat mendeteksi dan menghitung kadar CO₂ di udara?
2. Bagaimana cara sistem keselamatan terhadap gas CO₂ dalam ruang penyimpanan tabung gas CO₂ menggunakan *Raspberry Pi Pico W* dalam mengirim data kadar CO₂ yang dideteksi ke *hanphone crew* kapal?

C. Batasan Masalah

Batasan masalah merupakan suatu hal berisi pemfokusan pada objek suatu penelitian yang dikerjakan. Dalam perancangan sistem keselamatan terhadap gas CO₂ dalam ruang penyimpanan tabung gas CO₂ menggunakan *Raspberry Pi Pico W*, maka ditentukan batasan masalah meliputi :

1. Sistem ini dibangun dalam bentuk prototipe dengan menggunakan ruangan *box* akrilik berukuran 50x20x20 cm.

2. *Software* yang digunakan untuk mengolah data adalah *Raspberry Pi Pico W*.
3. Mendeteksi kadar CO₂ yang ada di dalam ruang penyimpanan tabung gas CO₂ menggunakan sensor CO₂ tipe MQ-135.
4. Kadar CO₂ yang dideteksi sensor akan ditampilkan dalam monitor LCD 20x4.
5. Sinyal pemberitahuan akan menghasilkan suara dari *buzzer* dan memberikan pemberitahuan pada *Handphone crew* melalui aplikasi telegram dengan menggunakan *Bot Telegram*.

D. Tujuan Penelitian

Setelah menentukan rumusan masalah dan batasan masalah maka dapat ditentukan tujuan dari penelitian ini yaitu :

1. Merancang dan membangun sistem keselamatan terhadap gas CO₂ dalam ruang penyimpanan tabung gas CO₂ menggunakan *Raspberry Pi Pico W* agar dapat mendeteksi dan menghitung kadar CO₂ di udara.
2. Mengetahui seberapa optimal sistem keselamatan terhadap gas CO₂ dalam ruang penyimpanan tabung gas CO₂ menggunakan *Raspberry Pi Pico W* untuk dapat memberikan peringatan dan pemberitahuan kepada *crew* kapal.

E. Manfaat Penelitian

Peneliti memiliki harapan dari penelitian rancang bangun sistem keselamatan terhadap gas CO₂ dalam ruang penyimpanan tabung gas CO₂ menggunakan *Raspberry Pi Pico W* dapat memberi manfaat yaitu:

1. Secara Teoritis
 - a. Dapat menjaga kesehatan para *crew* di atas kapal dengan menjaga kadar CO₂ untuk tetap dalam batas normal.

- b. Dapat menerapkan hasil pembelajaran tentang mikrokontroler serta menambah pengetahuan peneliti tentang penggunaan mikrokontroler *Raspberry Pi Pico W*.
- c. Dapat memantau konsentrasi CO₂ secara akurat agar mengurangi risiko *crew* kapal terpapar gas CO₂ berkonsentrasi tinggi.

2. Secara Praktis

- a. Sebagai alat yang dapat membantu para *crew* kapal dengan mengoptimalkan sistem pendeteksi gas CO₂ di atas kapal dengan sistem mikrokontroler, otomasi, *alarm*, dan monitoring.
- b. Karena kualitas udara yang baik diharapkan kesehatan para *crew* kapal dapat lebih terjaga dan mengurangi risiko terpapar gas berbahaya.
- c. Dapat menjaga keberlangsungan pelayaran dengan memperhatikan kualitas udara di atas kapal dan memberikan manfaat dengan mengurangi risiko terkena hipoksia akibat menghirup CO₂ dengan konsentrasi tinggi terlalu banyak.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Review Penelitian Sebelumnya

Pada setiap penelitian pasti memiliki penelitian sebelumnya yang digunakan sebagai referensi untuk diubah dan menciptakan sebuah penelitian terbaru yang diharapkan menjadi lebih baik untuk ke depannya. Pada penelitian ini, peneliti melakukan *review* pada 2 penelitian terdahulu seperti terdapat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Tabel *Review* Jurnal Adi Sucipto (2023)

Judul Jurnal	Rancang Bangun Alat Deteksi Dan Pengukur Gas Emisi Karbondioksida (CO ₂) Dan Gas Emisi Metana (CH ₄) Berbasis Mikrokontroler
Penulis	Adi Sucipto, Aulia Brilliantina, Novita Sari, Rizza Wijaya, Dimas Triardianto (2023)
Kesimpulan	Sensor MQ-4 berfungsi untuk mendeteksi dan mengukur konsentrasi gas karbon dioksida di lingkungan. Sensor MQ-135 digunakan untuk mendeteksi dan mengukur konsentrasi gas metana. Lampu berfungsi sebagai indikator adanya gas karbon dioksida dan gas metana di lingkungan. Pengujian sistem deteksi gas emisi karbon dioksida dan gas metana menunjukkan bahwa sistem bekerja dengan baik. Ketika alat terkena gas karbon dioksida dan gas metana, lampu menyala. Sebaliknya, jika tidak terdeteksi gas karbon dioksida dan gas metana, lampu indikator tetap mati.
Perbedaan Penelitian	Perbedaan penelitian terletak pada jenis gas berbahaya yang diteliti pada penelitian sebelumnya mendeteksi gas berbahaya CO ₂ , dan CH ₄ , dan alat yang digunakan pada penelitian sebelumnya adalah Arduino Uno dan juga menggunakan dua sensor, sensor MQ-4 dan MQ-135. Sementara pada penelitian terbaru menggunakan alat <i>Raspberry Pi Pico W</i> dan sensor MQ-135. Perbedaan juga terletak pada isi penelitian, penelitian sebelumnya yang lebih terfokus pada sistem pendeteksi dan monitoring gas berbahaya sementara kajian pada Karya Ilmiah Terapan ini lebih terfokus pada sistem dari alat yang dibuat sebagai alat keselamatan dari gas berbahaya dan dapat memberikan hasil deteksi sensor ke <i>handphone crew</i> menggunakan <i>wireless</i> .

Sumber : Adi Sucipto dkk. (2023)

Tabel 2.2 Tabel *Review* Jurnal Slamet Widodo (2017)

Judul Jurnal	Rancang Bangun Alat Monitoring Kadar Udara Bersih Dan Gas Berbahaya CO, CO ₂ , dan CH ₄ Di Dalam Ruangan Berbasis Mikrokontroler
Penulis	Slamet Widodo, M.Miftakhul Amin, Adi Sutrisman, Aldo Aziiz Putra (2017)

Kesimpulan	Jika kadar gas berbahaya CO, CO ₂ , dan CH ₄ melebihi batas yang telah ditetapkan, LED merah, buzzer, dan blower akan aktif secara otomatis. Blower akan mengeluarkan udara tercemar dari simulasi ruangan hingga udara menjadi bersih kembali. Setelah kadar udara di dalam simulasi ruangan kembali bersih, buzzer, LED merah, dan blower akan berhenti berfungsi secara otomatis. Semakin tinggi kadar ppm yang terdeteksi oleh sensor gas MQ, semakin tinggi pula output tegangan yang dihasilkan oleh sensor, yang dapat menyebabkan sensor menjadi panas. Dengan kata lain, semakin tinggi kadar gas, semakin tinggi pula tegangan yang dihasilkan oleh masing-masing sensor.
Perbedaan Penelitian	Perbedaan penelitian terletak pada jenis gas berbahaya yang diteliti pada penelitian sebelumnya mendeteksi gas berbahaya CO, CO ₂ , dan CH ₄ , dan alat yang digunakan pada penelitian sebelumnya adalah ATmega 8535. Sementara pada penelitian terbaru menggunakan alat <i>Raspberry Pi Pico W</i> , sensor MQ-135. Perbedaan juga terletak pada isi penelitian sebelumnya yang terfokus pada sistem penghitungan dan sistem keselamatan terhadap gas berbahaya sementara kajian pada Karya Ilmiah Terapan ini lebih terfokus pada sistem dari alat yang dibuat sebagai alat keselamatan dari gas berbahaya dan dapat memberikan hasil deteksi sensor ke <i>handphone crew</i> menggunakan <i>wireless</i> .

Sumber : Slamet Widodo dkk. (2017)

B. Landasan Teori

Landasan teori merupakan bagian penting dalam suatu penelitian yang memberikan kerangka acuan konseptual yang mendasari sebuah penelitian. Ini berisi teori-teori, konsep, dan prinsip yang relevan dan digunakan untuk menganalisis serta memahami masalah penelitian. Untuk mendukung penelitian ini, alat yang dibuat oleh peneliti menggunakan teori *hazardous gas sensor*, *Raspberry Pi Pico W*, sensor MQ-135, *buzzer*, *Liquid Crystal Display (LCD)*, *exhaust fan*, *relay*, dan *adaptor 5v*.

1. Hazardous Gas Sensor

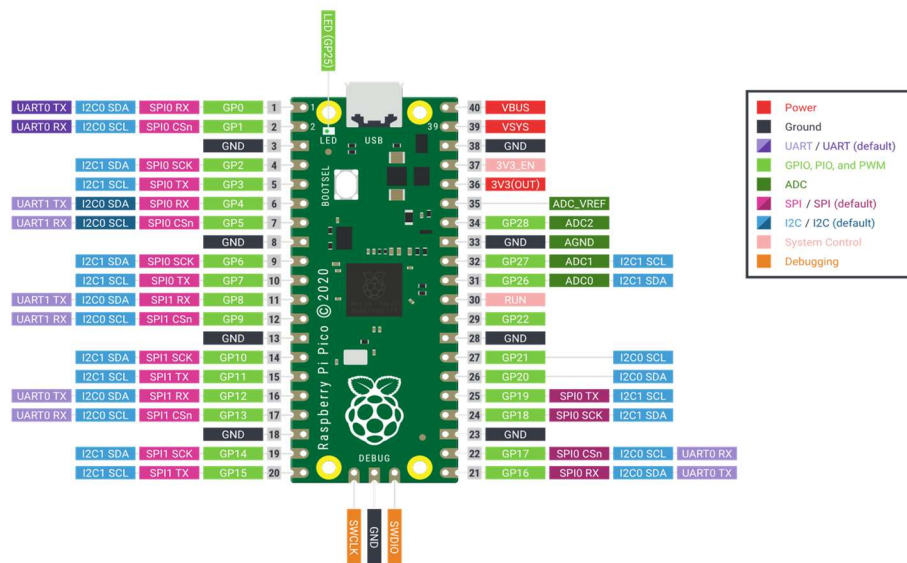
Hazardous Gas Sensor atau sensor gas berbahaya adalah teknologi keselamatan yang digunakan untuk menjaga keselamatan para pekerja dari paparan gas berbahaya (Thomas, 2021). Kebocoran gas dan kontaminasi lain yang tidak diinginkan dapat mengakibatkan konsekuensi ledakan, kerusakan fisik, dan risiko kebakaran. Penggunaan sensor gas ini sangat penting dalam

berbagai industri, laboratorium, dan aplikasi keamanan untuk mencegah kecelakaan dan risiko kesehatan akibat paparan gas berbahaya.

Sistem kontrol dan pemantauan gas berbahaya akan aktif saat sensor mendeteksi gas. Jika konsentrasi gas melebihi batas normal, *alarm* akan berbunyi melalui *buzzer*. (Liandy, 2017). Sistem bekerja dengan mendeteksi perubahan konsentrasi gas di udara dan memberikan sinyal peringatan ketika konsentrasi mencapai tingkat berbahaya. Apabila sensor mendeteksi konsentrasi mencapai tingkat yang berbahaya maka sistem akan otomatis menghasilkan sinyal peringatan untuk memberitahu para pekerja agar segera menjauhi lingkungan yang terpapar gas berbahaya.

2. *Raspberry Pi Pico W*

Raspberry Pi Pico W adalah papan pengembangan yang dikembangkan oleh *Raspberry Pi Foundation*, menggunakan *chip* RP2040 yang dirancang *Raspberry Pi Foundation*. (Prastyo, 2022). Mikrokontroler RP2040 adalah mikrokontroler dengan arsitektur *dual-core* ARM Cortex-M0+ yang memiliki kecepatan frekuensi maksimum mencapai 133 MHz. *Raspberry Pi Pico W* merupakan mikrokontroler *dual core* dengan 12-bit ADC dan penghitung waktu nyata. Dengan *chip* RP2040, ini berfungsi pada 3,3 volt dan berjalan pada *Micro Python*. Perhitungannya adalah lebih cepat dari mikrokontroler Arduino Uno. Fasanya *loop* terkendali memungkinkan perubahan frekuensi intinya menjadi level yang sesuai seperti yang dibutuhkan oleh aplikasi. *Raspberry Pi Pico W* adalah papan pengembangan baru yang dapat digunakan secara efisien berbagai aliran penelitian dan pengembangan (Thothadri, 2021).



Gambar 2.1 *Raspberry Pi Pico W*

Sumber: www.raspberrypi.com

Raspberry Pi Pico W sangat ideal untuk digunakan pada proyek-proyek mikrokontroler dan robotika karena menawarkan performa yang baik.. *Raspberry Pi Pico W* dapat diprogram menggunakan bahasa pemrograman *MicroPython* serta *C/C++*. *Raspberry Pi Pico W* dilengkapi dengan rangkaian regulator daya *internal*, memungkinkan papan ini untuk diberi sumber daya dengan tegangan yang bervariasi dari 1.8 V hingga 5.5 V. Sehingga dua baterai ukuran AA yang disusun secara seri sudah memadai untuk mengoperasikan *board* ini.

3. Sensor MQ-135

Sensor MQ-135 adalah sensor gas yang mampu mendeteksi senyawa dan kadar gas berbahaya yang dapat merusak kualitas udara dan memengaruhi kesehatan pernapasan manusia (Akbar, 2021). Sensor MQ-135 memberikan hasil deteksi kualitas udara melalui perubahan nilai resistensi analog pada pin *outputnya*. Sensor MQ-135 memiliki 4 pin, yaitu:

- a. Pin 1 = Vcc (+5Volt)
- b. Pin 2 = *Ground*
- c. Pin 3 = *Digital Out*, dan
- d. Pin 4 = *Analog out*



Gambar 2.2 Sensor MQ-135

Sumber: Muhammad Firly (2021)

Sensor MQ135 adalah sensor kimia yang sensitif terhadap berbagai senyawa seperti NH_3 , Nox, alkohol, benzol, asap (CO), CO_2 , dan lainnya. Sensor ini beroperasi dengan mendeteksi perubahan nilai resistensi atau analog saat terkena gas. Sensor ini tahan lama dan efektif untuk mendeteksi polusi karena praktis dan tidak memerlukan banyak daya. Sensitivitas sensor dapat disesuaikan berdasarkan nilai resistensi MQ-135 yang bervariasi untuk berbagai konsentrasi gas, yang diukur dalam satuan ppm (*parts per million*).

Table 2.3 Karakteristik Sensor MQ-135

NO	Bagian MQ-135	Detail
1	Sumber Tegangan	5 Volt
2	Deteksi Gas	Karbon Dioksida (CO_2), Nitrogen Oksida (Nox), Alkohol, Benzena, Amonia (NH_3), Smoke dan lain-lain.
3	Tingkat Pengukuran	10-1000 CO_2 , 10-100 PPM Benzena, 10-300 PPM Amonia, 10- 300 Alkohol dan lain-lain
4	Keluaran	Analog

Sumber : Muhammad Firly (2021)

4. *Buzzer*

Buzzer adalah komponen yang menghasilkan suara dengan cara menerima sinyal elektrik dan mengubahnya menjadi getaran untuk menciptakan gelombang suara (Pratama, 2021). *Buzzer* menghasilkan getaran yang mirip dengan yang dihasilkan oleh mikrofon saat merekam pada *tape*, CD, dan media lainnya. Dalam setiap sistem penghasil suara, kualitas suara terbaik sangat bergantung pada *buzzer*.



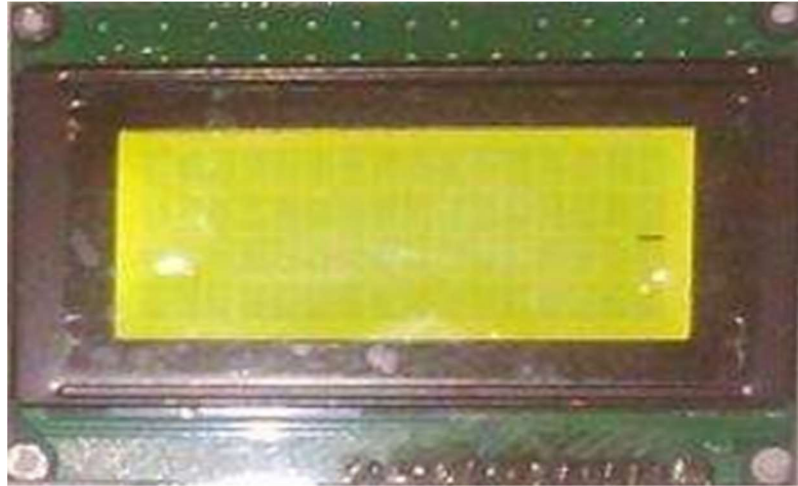
Gambar 2.3 *Buzzer*
Sumber: Mario Manurung (2021)

Buzzer adalah komponen elektronik yang berfungsi mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Prinsip kerja *buzzer* pada dasarnya mirip dengan *loudspeaker*. *Buzzer* sering digunakan sebagai indikator untuk menunjukkan bahwa suatu proses telah selesai atau bahwa terjadi kesalahan pada alat (*alarm*).

5. *Liquid Crystal Display (LCD)*

Liquid Crystal Display (LCD) adalah layar yang menggunakan lapisan kaca dan kristal cair sebagai elemen utama untuk menampilkan informasi (Akbar, 2021). LCD 20x4 ini memiliki 20 karakter dan 4 baris, dengan

tampilan *seven-segment* yang menyimpan 192 karakter. Dilengkapi dengan *backlight*, LCD ini dapat digunakan dalam mode 4-bit maupun 8-bit. Fungsinya adalah untuk menampilkan karakter berupa angka, huruf, atau grafik



Gambar 2.4 *Liquid Crystal Display (LCD)20x4*

Sumber: Wahyu Subawani (2019)

LCD ini adalah modul *display* yang serbaguna, dapat digunakan untuk menampilkan berbagai jenis tampilan seperti huruf, angka, dan karakter lainnya, serta berbagai tulisan atau pesan pendek. Dalam sistem ini, LCD berfungsi untuk menampilkan kadar CO₂ yang terdeteksi oleh sensor.

Tabel 2.4 Spesifikasi *Liquid Crystal Display (LCD)*

Bagian Pin	Detail
Ground	0 Vdc
VCC	5 Volt
V ₀	Mengontrol Kontras karakter pada LCD
RS (<i>Register Select</i>) RW (<i>Read White</i>)	Mengirim Dara dan Instruksi
E (<i>Enable</i>)	Mengontrol data masuk ataupun keluar.
Blacklight +	VCC
Blacklight -	Ground
D0-D7	Jalur Data Bus 0-7

Sumber : Muhammad Firly (2021)

Pada LCD terdapat mikrokontroler yang dilengkapi dengan memori dan register, serta memiliki tiga jenis memori di dalamnya seperti pada tabel 2.4.

Tabel 2.5 Jenis Memori Yang Terdapat Pada LCD

No	Jenis	Detail
1	DDRAM (<i>Display Data Random Access Memory</i>)	Tempat di mana karakter yang akan ditampilkan berada.
2	CGROM (<i>Character Generator Random Only Memory</i>)	Memori permanen yang menyimpan karakter-karakter dalam chipset LCD dan tidak dapat diubah oleh pengguna.
3	CGRAM (<i>Character Generator Random Access Memory</i>)	Memori yang menggambarkan pola karakter yang akan ditampilkan pada layar dan dapat diubah oleh pengguna sesuai keinginannya

Sumber : Jurnal Muhammad Firly (2021)

6. *Exhaust fan*

Kipas *exhaust* atau *exhaust fan* berfungsi untuk menghisap udara dari dalam ruangan dan mengeluarkannya ke luar, sambil menarik udara segar dari luar ke dalam ruangan (Pratama, 2021). Dengan demikian, pemasangan *exhaust fan* di ruangan adalah langkah mekanis untuk mengoptimalkan pertukaran udara dalam ruangan.



Gambar 2.5 *Exhaust fan*

Sumber: Nanda Rezki (2020)

Kipas angin dapat diatur kecepatan hembusannya dengan tiga metode, yaitu melalui pemutar, tali penarik, atau remote control. Perputaran baling-baling kipas angin terbagi menjadi dua jenis yaitu centrifugal di mana angin mengalir searah dengan poros kipas, dan axial di mana angin mengalir sejajar dengan poros kipas. Pada perancangan prototipe ini, *exhaust fan* akan digunakan sebagai alat yang membuang CO₂ ke udara lepas apabila melebihi

batas kadar CO₂ di dalam ruangan. Bagian utama dari fan DC adalah motor DC dengan tegangan 12 volt dan arus 0,20 A.

7. *Relay*

Relay adalah komponen elektronik yang berfungsi sebagai saklar elektronik yang dikendalikan oleh arus listrik. Secara prinsip, *relay* bekerja dengan menggunakan tuas saklar yang dililitkan kawat pada batang besi (*solenoid*) di sekitarnya. Ketika *solenoid* dialiri arus listrik, tuas akan tertarik oleh medan magnet yang dihasilkan, sehingga kontak saklar menutup. Sebaliknya, saat arus berhenti mengalir ke *solenoid*, medan magnet menghilang dan saklar akan kembali terbuka. (Pratama, 2021). *Relay* digunakan untuk mengendalikan sirkuit listrik dengan menggunakan sinyal listrik dari sirkuit yang terpisah. Saat arus listrik mengalir melalui kumparan elektromagnetik, medan magnet yang dihasilkan menarik atau menolak kontak saklar, sehingga membuka atau menutup sirkuit yang terhubung ke *relay* tersebut.



Gambar 2.6 *Relay*

Sumber: Nanda Rezki (2020)

Relay banyak digunakan dalam berbagai aplikasi elektronik dan kontrol otomatis, seperti dalam sistem kendali motor, sistem kendali pencahayaan, sistem kendali pemanas, sistem kendali air, dan banyak lagi. Keuntungan utama penggunaan *relay* adalah dapat mengendalikan sirkuit listrik yang

memiliki tegangan atau arus yang lebih tinggi menggunakan sinyal listrik yang memiliki tegangan atau arus yang lebih rendah.

Perangkat *relay* secara umum memiliki 4 komponen utama di antaranya :

- a. *Armature*
- b. *Electromagnet (Coil)*
- c. *Spring*
- d. *Switch Contact Point* (Saklar)

8. *Adaptor*

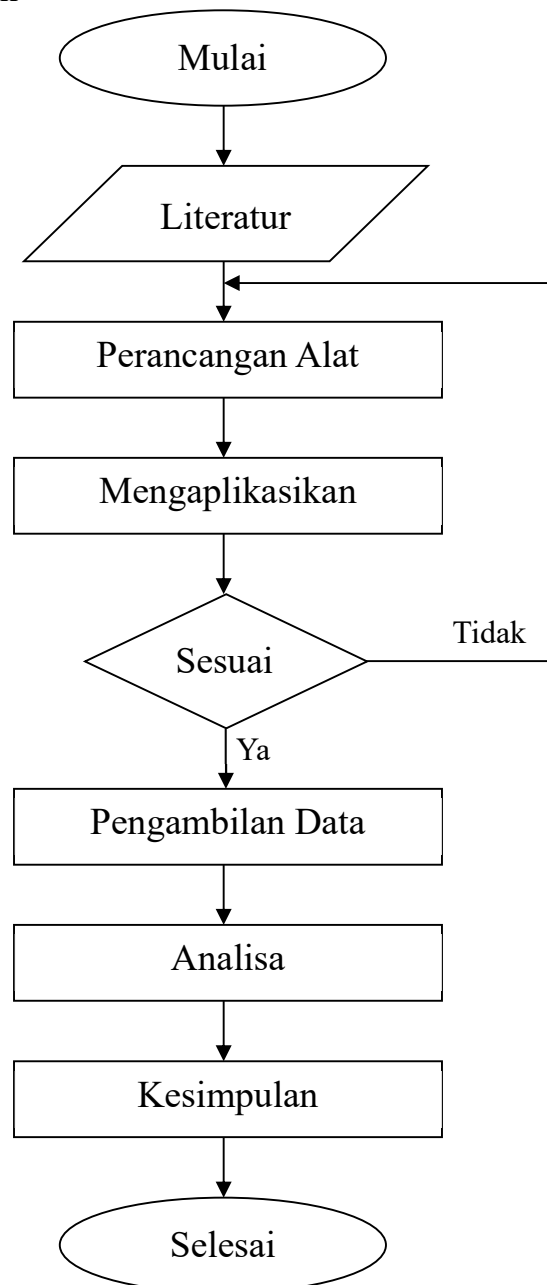
Adaptor power supply adalah perangkat yang berfungsi untuk menurunkan tegangan listrik dan mengubah tegangan *Alternating Current* (AC) yang tinggi menjadi tegangan *Direct Current* (DC) yang lebih rendah (Pratama, 2021). *Adaptor* listrik sering digunakan untuk berbagai perangkat elektronik, mulai dari ponsel, laptop, lampu, hingga peralatan rumah tangga lainnya. *Adaptor 5V* biasanya memiliki kabel yang dapat disambungkan ke perangkat elektronik yang membutuhkan daya, dan sebagian besar *adaptor 5V* memiliki plug USB standar yang dapat digunakan dengan berbagai jenis kabel USB untuk menghubungkan ke perangkat yang memerlukan daya tersebut



Gambar 2.7 *Adaptor*
Sumber: Saepul Rahmat (2022)

Adaptor adalah *alternatif* pengganti untuk sumber tegangan arus searah seperti baterai dan akumulator, karena tegangan arus bolak-balik dapat digunakan lebih lama dan dapat diakses oleh siapa saja selama ada pasokan listrik di lokasi tersebut.

C. Kerangka Berpikir



Gambar 2.8 *Flowchart* Diagram kerangka berpikir.
Sumber : Dokumen Pribadi

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Perancangan Sistem

Perancangan sistem merupakan *fase* di mana suatu sistem direncanakan dan dibangun untuk mencapai tujuan. Proses ini melibatkan pemilihan dan pengintegrasian komponen-komponen sistem dengan tujuan agar sistem dapat beroperasi secara efektif sesuai spesifikasi yang telah ditentukan. Perancangan sistem melibatkan aspek seperti pembuatan model atau diagram yang mencakup elemen-elemen seperti perangkat keras, perangkat lunak, proses, dan interaksi antar komponen untuk mencapai suatu tujuan sistem seperti yang diinginkan.

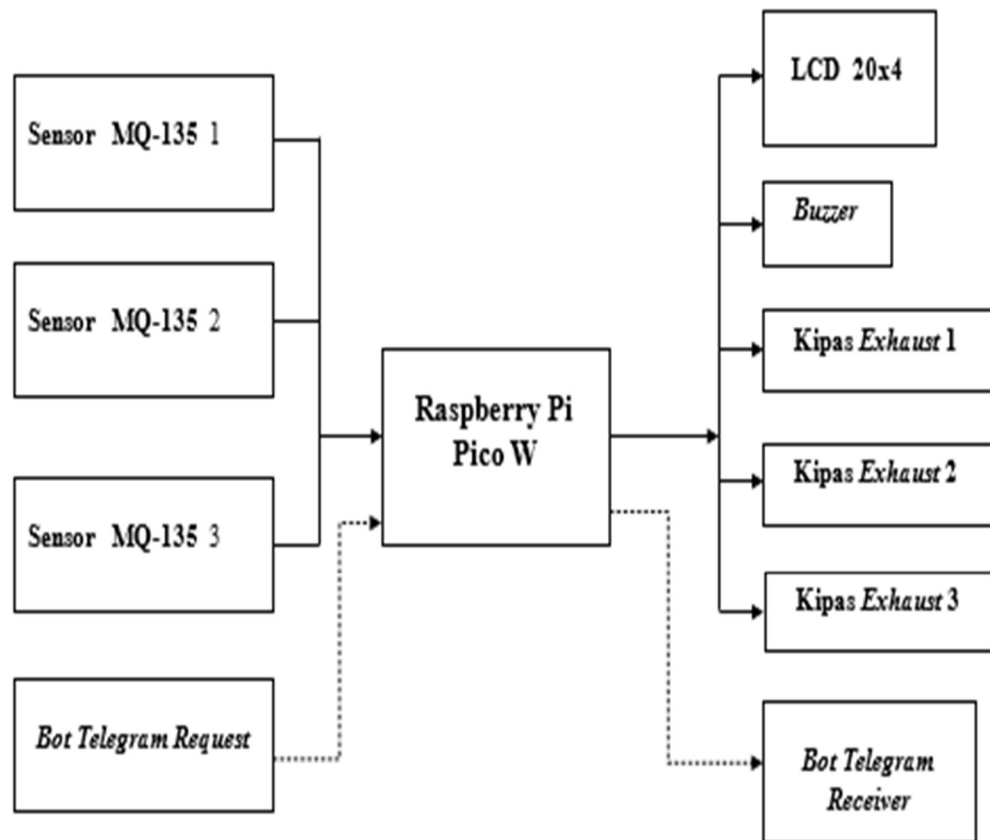
Pada penelitian ini menggunakan metode eksperimen untuk dapat menguji hubungan sebab-akibat antara dua variabel. Metode eksperimen pada penelitian ini untuk menguji rancangan sistem yg telah dibuat. Perancangan sistem ini diwakili dengan diagram blok, dan sistem kerja alat yang diuji menggunakan pengujian statis dan dinamis.

1. Blok Diagram

Dalam rancangan penelitian, alat bantu ini umumnya digunakan oleh peneliti untuk mengumpulkan data guna mencapai tujuan yang telah ditetapkan. Blok diagram pada gambar 3.1 membantu menganalisis, merancang dan memahami struktur sistem, serta menyederhanakan dan memudahkan pembaca. Blok diagram juga berguna untuk pemecahan masalah, perencanaan sistem, dan optimalisasi sistem.

Dengan menyajikan informasi dalam bentuk grafis dan blok diagram. Menggunakan blok atau kotak untuk mewakili komponen utama sistem. Setiap

blok mewakili fungsi atau kegunaan tertentu dalam sistem, dan panah atau garis mewakili aliran informasi, sinyal, atau energi antar blok.



Gambar 3. 1 Blok Diagram Rancang Bangun Pendeteksi CO₂

Sumber : Dokumen Pribadi

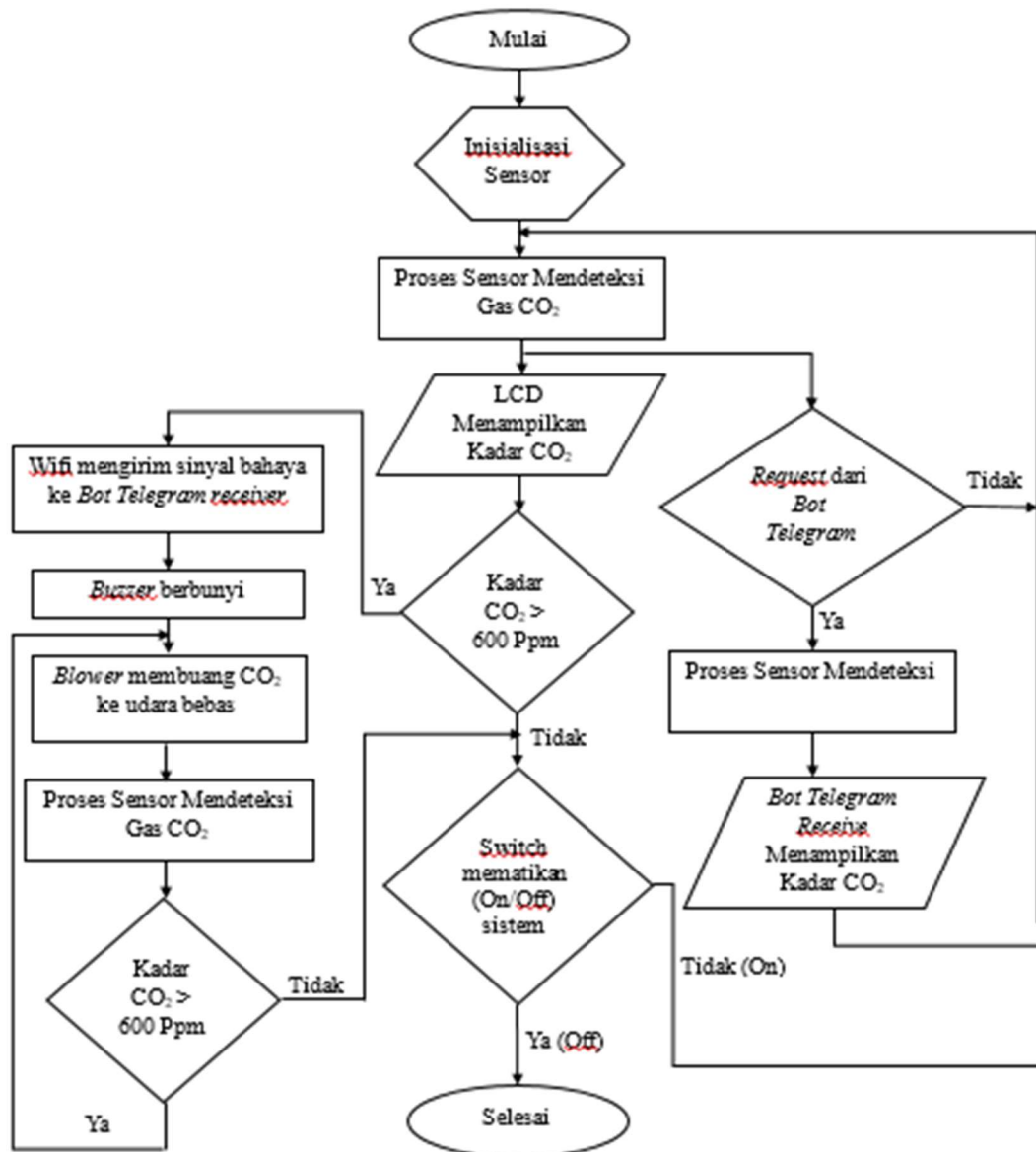
Keterangan blok diagram:

- Raspberry Pi Pico W* adalah mikrokontroler sebagai pengolahan data *input* dari ketiga sensor MQ-135 dan *Bot Telegram Request*.
- Sensor MQ-135 1 sebagai pendeteksi dan penghitung kadar CO₂ di udara, yang akan dipasang pada bagian kiri prototipe.
- Sensor MQ-135 2 sebagai pendeteksi dan penghitung kadar CO₂ di udara, yang akan dipasang pada bagian tengah prototipe.
- Sensor MQ-135 3 sebagai pendeteksi dan penghitung kadar CO₂ di udara, yang akan dipasang pada bagian kanan prototipe.

- e. *Bot telegram Request* sebagai perintah yang diberikan lewat *handphone* agar memudahkan *crew* memonitoring kadar CO₂ pada udara di dalam ruang penyimpanan tabung gas CO₂.
- f. *Bot Telegram Receive* berfungsi sebagai penerima informasi dari mikrokontroler dan pemberitahuan pada *handphone crew* kapal.
- g. LCD 20x4 sebagai monitoring kadar CO₂ yang terkandung pada udara.
- h. *Buzzer* berguna sebagai *alarm* peringatan apabila CO₂ terdeteksi kadar CO₂ melebihi batas aman.
- i. *Exhaust fan 3* sebagai alat yang membuang gas CO₂ yang terdeteksi di bagian kiri dalam ruangan penyimpanan tabung gas CO₂ ke udara lepas.
- j. *Exhaust fan 2* sebagai alat yang membuang gas CO₂ yang terdeteksi di bagian tengah dalam ruangan penyimpanan tabung gas CO₂ ke udara lepas.
- k. *Exhaust fan 1* sebagai alat yang membuang gas CO₂ yang terdeteksi di bagian kanan dalam ruangan penyimpanan tabung gas CO₂ ke udara lepas.

2. Sistem Kerja Alat

Dalam merencanakan sistem kerja, diperlukan rencana yang detail untuk memperjelas sistem yang terlibat agar dapat mengetahui bagaimana rencana tersebut bekerja sesuai dengan yang diharapkan. Maka peneliti membutuhkan penambahan sebuah *flowchart* diagram untuk menjelaskan sistem pada prototipe yang sudah diatur di dalam program. Pada gambar 3.2 *flowchart* menjelaskan bagaimana sistem dari prototipe akan bekerja dengan menampilkan tahapan-tahapan kerja sistem.

a. *Flowchart* Sistem Kerja AlatGambar 3.2 *Flowchart* Sistem Kerja alat.

Sumber : Dokumen Pribadi

Sistem kerja dari alat yang saya buat sebagai objek yang membantu penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.2 *Flowchart* pengujian alat. Memulai program inisialisasi pada perangkat yang akan digunakan seperti sensor, mengatur posisi pin antar komponen dan semua perangkat yang akan digunakan. Sensor MQ-135 akan mendeteksi CO₂ sesuai dengan program yang sudah diatur dalam sistem. Setelah sensor mendeteksi CO₂ maka LCD

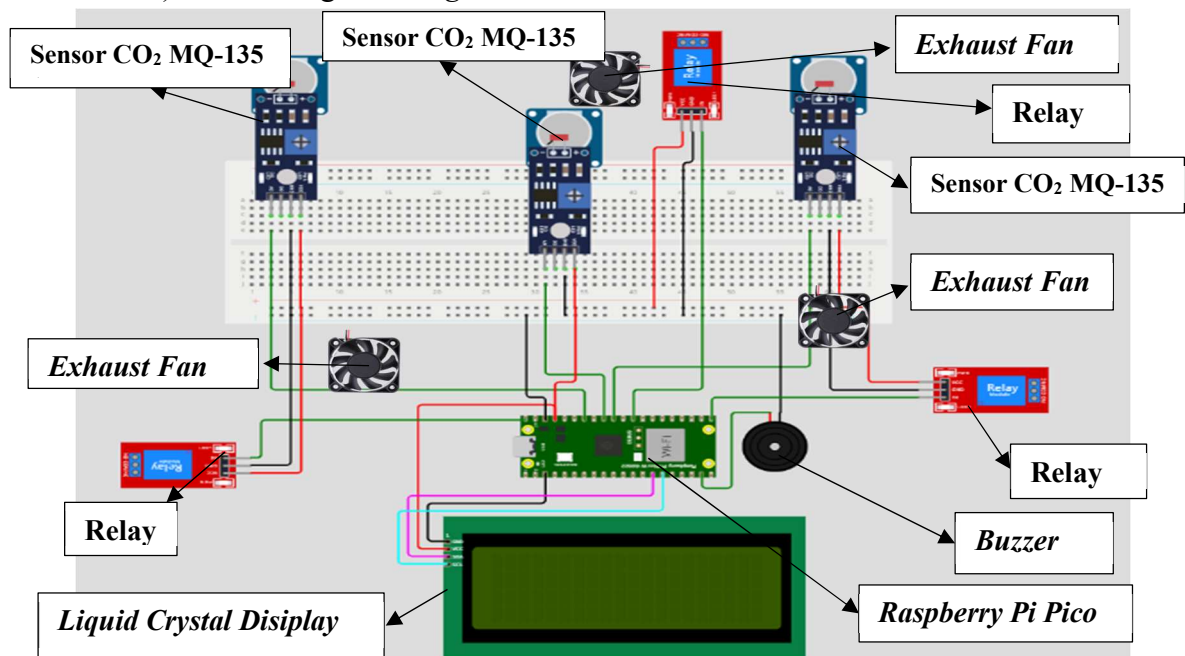
akan menampilkan kadar CO₂ yang berhasil dideteksi. Apabila kadar CO₂ yang dideteksi berada pada batas normal atau di bawah 600 ppm maka sistem akan kembali berjalan sesuai dengan setingan program yang sudah diatur. Namun jika kadar CO₂ yang dideteksi berada di atas batas normal atau di atas 600 ppm maka sistem akan mengirim sinyal bahaya ke *Bot Telegram Receiver* dan *buzzer* akan berbunyi sebagai peringatan adanya situasi tidak normal yang berhasil dideteksi oleh sistem. Karena adanya kondisi yang tidak normal maka blower akan berputar agar udara di dalam ruang penyimpanan tabung gas CO₂ akan dibuang ke udara bebas untuk mengurangi risiko para *crew* kapal terpapar gas CO₂ dengan kadar yang tinggi. Pada saat blower membuang udara yang ada di dalam ruang penyimpanan tabung gas CO₂, sensor MQ-135 akan tetap mendeteksi kadar CO₂ yang ada di dalam ruangan. Apabila kadar CO₂ sudah berada pada batas normal atau di bawah 600 ppm maka sistem akan kembali berjalan sesuai dengan setingan program yang sudah diatur. Namun jika kadar CO₂ yang dideteksi masih berada di atas batas normal atau di atas 600 ppm maka sistem akan kembali mengirim sinyal untuk tetap menghidupkan blower sampai kadar CO₂ yang dideteksi berada pada batas normal atau di bawah 600ppm. Sistem ini juga dirancang sebagai alat monitoring dengan menggunakan aplikasi Telegram yang memiliki fitur *Bot Telegram*. Pada alat yang dirancang ini apabila *Bot Telegram Request* menerima perintah sesuai dengan yang sudah diatur pada program, maka *Bot Telegram* akan mengirim sinyal ke sistem agar hasil deteksi sensor akan dikirim ke *Bot Telegram Receive* untuk menampilkan berapa kadar CO₂ yang dideteksi

sensor dalam ruang penyimpanan tabung gas CO₂. Sistem pada alat ini akan terus berjalan namun sistem dapat berhenti atau mati apabila *switch* pada alat ini dimatikan.

Kemudian uji coba dilakukan satu persatu untuk mengetahui apakah tiap komponen akan mampu dijalankan dengan baik. Bila uji coba setiap komponen telah dilakukan maka pengujian pada rangkaian yang telah terhubung akan dilakukan untuk menguji kolaborasi antar komponen. Apabila sensor telah mampu menghasilkan *input*, *aktuator*, dan *output* mampu terangkai menjadi monitoring, *Raspberry Pi Pico W* juga mampu mengontrol seluruh sistem maka hasil akan didapat dan dilakukan analisa kembali apakah sistem telah berjalan dengan semestinya.

b. Rangkaian Alat

1) Perancangan *Wiring*



Gambar 3.3 Contoh *Wiring*
Sumber : Dokumen Pribadi

Berdasarkan gambar rangkaian di atas koneksi pin pada mikrokontroler *Raspberry Pi Pico W* dan keterangan rangkaian modul pin lainnya yang terhubung pada *Raspberry Pi Pico W* dapat dilihat pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Koneksi Pin Berbagai Modul Pada *Raspberry Pi Pico W*

Sensor CO ₂ MQ-135 1	
Pin pada Sensor CO ₂ MQ-135	Pin Pada <i>Raspberry Pi Pico W</i>
D0	25
A0	31
GND	GND
VCC	VBUS
Sensor CO ₂ MQ-135 2	
Pin pada Sensor CO ₂ MQ-135	Pin Pada <i>Raspberry Pi Pico W</i>
D0	26
A0	32
GND	GND
VCC	VBUS
Sensor CO ₂ MQ-135 3	
Pin pada Sensor CO ₂ MQ-135	Pin Pada <i>Raspberry Pi Pico W</i>
D0	27
A0	34
GND	GND
VCC	VBUS
Relay 4 Chanel	
Pin pada Relay 4 Chanel	Pin Pada <i>Raspberry Pi Pico W</i>
In 1	21
In 2	22
In 3	24
VCC	VBUS
GND	GND
LCD 20X4	
Pin pada LCD 20x4	Pin Pada <i>Raspberry Pi Pico W</i>
VCC	VBUS
SDA	19
SCL	20
GND	GND
Buzzer	
Pin Pada Buzzer	Pin Pada <i>Raspberry Pi Pico W</i>
IO2	17
GND	GND
VCC	VBUS
Exhaust Fan	
Pin Pada Exhaust Fan	Pin Pada Relay 4 Chanel
VCC	12V Power Supply

GND	NO
12V Power Supply	NC

Sumber : Dokumen Pribadi

B. Rencana Pengujian

Rencana pengujian merupakan suatu konsep pengujian sebuah produk yang dibuat guna mengetahui kinerja produk dan permasalahan yang mungkin terjadi pada produk tersebut. Rencana pengujian produk ini menggunakan dua metode pengujian yaitu pengujian statis dan pengujian dinamis.

1. Pengujian Statis

- a. Pengujian Sensor CO₂ MQ-135, diujikan dengan menyambungkan sensor MQ-135 dengan tegangan lalu menyemprotkan gas CO₂ ke arah sensor kemudian memastikan lampu indikator menyala dan melihat hasil deteksi sensor pada LCD.
- b. Pengujian *Raspberry Pi Pico W*, diujikan dengan menyambungkan *Raspberry Pi Pico W* dengan arus dan memasukkan codingan program kemudian memastikan program tersebut berjalan.
- c. Pengujian pada *exhaust fan*, diujikan dengan menyambungkan *exhaust fan* dengan *adaptor* listrik dan memastikan *exhaust fan* menyala.
- d. Pengujian *Bot Telegram*, diujikan dengan mengetik kode yang sudah ditentukan pada sistem dan mengecek apakah *Bot Telegram* menerima respon dengan mengirim jawaban sesuai kode yang dikirim.
- e. Pengujian *relay*, diujikan dengan menyambungkan *relay* dengan aliran listrik dan memastikan *normally close* (NC) maupun *normally open* (NO) pada *relay* berfungsi.
- f. Pengujian LCD, diujikan bersamaan dengan pengujian *Raspberry Pi Pico W* menggunakan codingan program yang dimasukkan ke dalam *Raspberry*

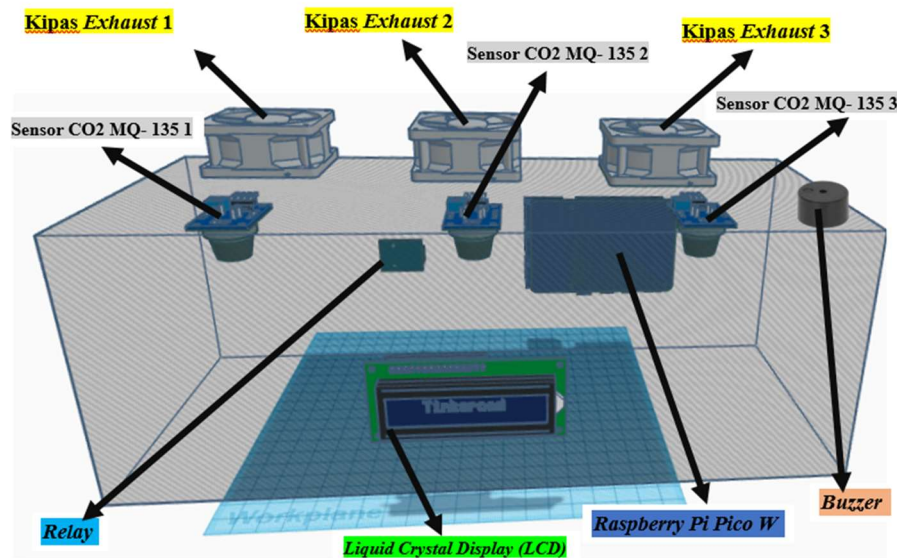
Pi Pico W dan memastikan kalimat yang diatur dalam program pada layar LCD dapat ditampilkan dengan jelas.

- g. Pengujian *buzzer*, diujikan dengan menyambungkan *buzzer* pada aliran listrik 5v dan memastikan *buzzer* mengeluarkan suara.
- h. Pengujian *box* akrilik, diujikan dengan melihat setiap sudut ` akrilik apakah ada jarak antara dinding akrilik yang dapat mengakibatkan kebocoran.

2. Pengujian Dinamis

Pengujian akan dilakukan secara langsung oleh peneliti, dengan menggunakan prototipe ruang penyimpanan tabung gas CO₂. Rencana pengujian akan dilakukan sebanyak 65 kali percobaan, 15 kali percobaan dengan menyebarkan gas CO₂ dengan konsentrasi yang tinggi dan membandingkan hasil deteksi sensor dengan alat kalibrasi sensor PPM meter gas *analyzer*. Dilakukan juga 15 kali pengujian keakuratan sensor dalam mendeteksi gas dengan menyebarkan 3 jenis gas berbeda seperti CO₂, gas Butana pada korek api, dan gas Karbon monoksida. Ketiga gas tersebut akan disebarkan kedalam prototipe dan dibandingkan hasil deteksi sensor pada setiap gas. Dilakukan juga 15 kali percobaan dengan menyebarkan gas CO₂ dengan lokasi yang berbeda untuk mengetahui fungsi alat pendeteksi kemudian pengujian lainnya seperti efektivitas sensor CO₂ dalam mendeteksi adanya CO₂ dengan konsentrasi tertentu pada ruangan dengan menyebarkan CO₂ buatan pada area prototipe ruang penyimpanan tabung gas CO₂ yang akan mengirim sinyal pada *buzzer* sebagai tanda *alarm*, kemudian hasil dari deteksi sensor akan ditampilkan pada LCD 20x4 berapa PPM CO₂ yang ada pada ruang

penyimpanan tabung gas CO₂. Adapun pengujian lainnya adalah pengujian pada *Bot Telegram Request*, pada *Bot Telegram Request* akan dilakukan 10 kali percobaan dengan mengetik kode yang diatur pada sistem dan memastikan hasil deteksi sensor dapat dikirimkan ke *Bot Telegram receive* sesuai dengan kode yang dikirim. 10 kali percobaan dengan menyebarkan gas CO₂ dengan konsentrasi yang tinggi dan menguji apakah *Bot Telegram Receive* menerima pemberitahuan peringatan bahaya sesuai dengan sistem yang sudah diatur. Pengujian dilakukan dengan membuat alat uji coba dalam bentuk prototipe dengan desain 3D sesuai dengan gambar 3.4



Gambar 3.4 Desain 3D Prototipe Penelitian
Sumber : Dokumen Pribadi

Gambar 3.4 merupakan gambar rancangan peletakan komponen pada prototipe penelitian Rancang Bangun Sistem Keselamatan Terhadap Gas CO₂ Dalam ruang Penyimpanan Tabung Gas CO₂ Menggunakan *Raspberry Pi Pico W*, yang terdiri dari *Raspberry Pi Pico W*, 3 sensor MQ-135, 3 *exhaust fan*, *Relay*, *Buzzer*, dan *Liquid Crystal Display (LCD)*.