

# LAPORAN TUGAS AKHIR / *CAPSTONE DESIGN*

## CODE Meter : Alat Ukur Kadar CO dan *Dew Point* pada Kompresor Medis



Penyusun:

Danny Satria Tanjung (18524100)

Athalla Nurul Janna Austrin (18524106)

**Program Studi Teknik Elektro**

**Fakultas Teknologi Industri**

**Universitas Islam Indonesia**

**Yogyakarta**

2022

## HALAMAN PENGESAHAN

### CODE Meter : Alat Ukur Kadar CO dan *Dew Point* pada Kompresor Medis

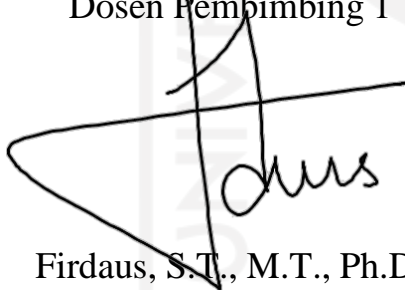
Penyusun:

Danny Satria Tanjung (18524100)

Athalla Nurul Janna Austrin (18524106)

Yogyakarta, 30 Juni 2022

Dosen Pembimbing 1



Firdaus, S.T., M.T., Ph.D.

105240101

Dosen Pembimbing 2



Yusuf Aziz Amrullah, S.T., M.Eng.,  
Ph.D.

045240101

**Program Studi Teknik Elektro  
Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Islam Indonesia  
Yogyakarta**

**2022**

## LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

CODE Meter : Alat Ukur Kadar CO dan Dew Point pada Kompresor Medis



Disusun oleh:

Danny Satria Tanjung 18524100

Athalla Nurul Janna Austrin 18524106

Telah dipertahankan di depan dewan penguji  
pada tanggal: 9 Agustus 2022

Susunan Dewan Penguji

Ketua Penguji

: Firdaus, S.T., M.T., Ph.D. 

Anggota Penguji 1



: Husein Mubarak, S.T., M.Eng. 

Anggota Penguji 2

: Binar Perdana, S.T. 

Tugas akhir ini telah disahkan sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

Tanggal: 16 Agustus 2022

Ketua Program Studi Teknik Elektro  
  
Yusuf Anwar, S.T., M.Eng., Ph.D. 

045240101

## PERNYATAAN

Dengan ini kami menyatakan bahwa:

1. Tugas Akhir ini tidak mengandung karya yang diajukan untuk memperoleh gelar kesarjaan di suatu perguruan tinggi lainnya, dan sepanjang pengetahuan kami juga tidak mengandung karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.
2. Informasi dan materi Tugas Akhir yang terkait hak milik, hak intelektual, paten merupakan milik bersama antaraa tiga pihak, yaitu penulis, dosen pembimbing, dan Universitas Islam Indonesia. Dalam hal ini, penggunaan informasi dan materi Tugas Akhir terkait paten maka akan didiskusikan lebih lanjut untuk mendapatkan persetujuan dari ketiga pihak tersebut di atas.

Yogyakarta, 12 Agustus 2022



Danny Satria Tanjung (18524100)



Athalla Nurul Janna Austrin (18524106)

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	iii
PERNYATAAN	iv
DAFTAR ISI	v
RINGKASAN TUGAS AKHIR	vii
BAB 1 : Definisi Permasalahan	1
BAB 2 : Observasi	3
BAB 3 : Usulan Perancangan Sistem	7
3.1 Usulan Rancangan Sistem	7
3.1.1 Spesifikasi Komponen Utama yang Digunakan :	11
3.1.2 Standar Keteknikan yang Digunakan	12
3.2 Metode Uji Coba dan Pengujian Usulan Rancangan Sistem	12
3.2.1 Kalibrasi Sensor MQ-7	13
3.2.2 Kalibrasi Sensor DHT22	16
3.2.3 Pengujian Box Sensor dan Monitoring Data pada LCD	16
BAB 4 : Hasil Perancangan Sistem	18
4.1 Kesesuaian Usulan dan Hasil Perancangan Sistem	18
4.2 Kesesuaian Perencanaan dalam Manajaemen Tim dan Realisasinya	22
4.3 Analisis dan Pembahasan Kesesuaian antara Perencanaan dan Realisasi	23
BAB 5 : Implementasi Sistem dan Analisis	25
5.1 Hasil dan Analisis Implementasi	25
5.1.1 Kalibrasi Sensor MQ-7	25
5.1.2 Kalibrasi Sensor DHT22	25
5.1.3 Hasil Pengujian Ketahanan Box Sensor dengan Kompresor dan Monitoring Data pada LCD	27
5.2 Pengalaman Pengguna	28
5.3 Dampak Implementasi Sistem	28
5.3.1 Teknologi/Inovasi	28
5.3.2 Medis	29
5.3.3 Ekonomi	29
BAB 6 : Kesimpulan dan Saran	30
6.1 Kesimpulan	30
6.2 Saran	30
LAMPIRAN – LAMPIRAN	34
Lampiran A Logbook	34



## RINGKASAN TUGAS AKHIR

Kompresor medis merupakan sebuah alat penting yang terdapat pada rumah sakit yang berfungsi untuk memfilter dan mengalirkan udara medis kepada pasien. Sebelum masuk ke tahap filtrasi, udara medis akan melalui proses pengeringan terlebih dahulu untuk menurunkan kandungan uap air yang terdapat pada udara medis. Setelah melalui proses pengeringan maka akan dilanjutkan dengan filtrasi udara agar udara yang disalurkan kepada pasien nantinya aman untuk dihirup. Walaupun pada kompresor medis sudah dilakukan proses filtrasi udara, kita tetap perlu memperhatikan kembali kandungan *dew point* yang kemungkinan masih berlebih dari hasil filtrasi tersebut dan kadar CO yang bisa saja dihasilkan oleh kompresor pada saat bekerja.

Oleh karena itu, pada tugas akhir ini penulis membuat sebuah alat ukur kadar CO dan *dew point* yang bernama CODE Meter (CO dan *Dew Point* Meter) pada kompresor medis. Alat ukur ini digunakan untuk *memonitoring* kadar CO dan *dew point* yang dihasilkan setelah proses filtrasi udara medis. Sensor yang digunakan adalah MQ-7 untuk mendeteksi kadar gas CO dan DHT22 untuk mendeteksi kadar *dew point*. Kemudian digunakan Arduino Uno sebagai mikrokontroler serta komponen-komponen pendukung lainnya agar alat dapat berfungsi dengan baik.

Terdapat beberapa metode yang digunakan untuk melakukan uji coba pada alat ukur ini, yaitu kalibrasi sensor MQ-7, kalibrasi sensor DHT22, pengujian box sensor, dan *monitoring* data pada LCD ketika alat dipasangkan ke mesin kompresor.

Dari hasil pengujian yang dilakukan, hasil kalibrasi sensor MQ-7 sebagai pengukur CO menunjukkan tingkat akurasi sebesar 82,3%. Dari hasil kalibrasi sensor DHT22 sebagai pengukur *dew point* menunjukkan tingkat akurasi parameter suhu sebesar 99,78% dan parameter kelembaban udara sebesar 85,6%. Terdapat beberapa aspek yang mempengaruhi alat yang dibuat ini yaitu aspek medis yang dapat membantu pihak medis dapat mengetahui kadar CO dan *dew point* sudah sesuai dengan standar atau belum dan aspek ekonomi karena biaya untuk membuat alat ini cukup terjangkau atau tidak lebih dari Rp1.000.000.



## BAB 1 : Definisi Permasalahan

Kompresor medis merupakan sebuah alat yang memiliki peranan penting pada kegiatan rumah sakit. Beberapa pengaplikasian kompresor untuk kebutuhan medis dapat dilakukan pada alat operasi, alat bantu pernapasan untuk pasien yang membutuhkan alat bantu pernafasan serta fungsi lainnya. Namun hal utama yang harus diketahui adalah, mesin kompresor medis tidak sama dengan mesin kompresor yang digunakan pada bengkel, mesin kompresor medis harus memenuhi standar spesifikasi khusus untuk CO dan *dew point* dihasilkan [1].

Apabila kandungan *dew point* berlebih akan berpengaruh terhadap proses filtrasi udara yang berlangsung nantinya, kemudian pada proses filtrasi yang diharapkan adalah udara yang dihasilkan tidak terkontaminasi dengan gas CO karena akan berbahaya terhadap pasien [2].

Kompresor medis sendiri memiliki standar persyaratan khusus terhadap keluaran *dew point* dan gas CO yang dihasilkan. Untuk kadar *dew point*, suhu yang dihasilkan harus berkisar diangka -10°C hingga 40°C, sementara untuk kadar gas CO yang dihasilkan harus berkisar diangka 1 ppm hingga 5 ppm [3]. Pada dasarnya, kompresor medis telah memiliki beberapa filter yang dirancang untuk melakukan berbagai macam penyaringan namun tetap diperlukan sebuah alat ukur yang dapat memantau kadar CO dan *dew point* untuk mengantisipasi terjadinya kegagalan penyaringan oleh filter-filter tersebut [4].

Berdasarkan paparan tersebut, maka penulis dapat merumuskan bahwa dibutuhkan sebuah alat yang dapat mengukur kadar CO dengan tingkat akurasi pengukuran yang mampu mencapai 1 ppm hingga 5 ppm dan *dew point* dengan tingkat akurasi pengukuran yang mampu mencapai -10°C hingga 40°C. Cara kerjanya yaitu dengan mendeteksi udara sampel keluaran dari kompresor medis dengan menggunakan sensor yang nantinya akan ditampilkan secara riil pada LCD sehingga kualitas udara yang dikeluarkan dapat terlihat dengan jelas dan akurat [5].

Terdapat beberapa batasan realistis dan batasan masalah pada perancangan alat ukur CO dan *dew point* ini, yaitu :

1. Biaya pembuatan atau perancangan alat yang terjangkau atau tidak lebih dari Rp1.000.000
2. Alat ukur CO dan *dew point* dirancang agar kuat terhadap tekanan udara dari kompresor sebesar 4 bar pada saat proses *sampling* dilakukan

Selain batasan realistis, terdapat batasan masalah pada perancangan alat ukur CO dan *dew point* ini, yaitu :

1. Hasil pengukuran hanya bisa dilihat melalui layar LCD
2. Tingkat jangkauan pengukuran suhu berada pada kisaran angka -40°C hingga 80°C
3. Tingkat jangkauan pengukuran kelembaban udara pada kisaran angka 0% hingga 100%
4. Tingkat jangkauan pengukuran CO berada pada kisaran angka 0 hingga 2.000 ppm



5. Alat hanya dapat dipasangkan pada kompresor medis dengan selang keluaran ukuran 8 mm
6. Alat ukur CO dan *dew point* tidak bersifat *portable*

Tujuan dan manfaat dari usulan pembuatan alat ukur ini adalah untuk mempermudah pihak medis dalam *memonitoring* udara medis yang disalurkan pada mesin kompresor medis agar udara medis yang dihirup oleh pasien tetap terjaga kualitasnya serta mencegah kegagalan filter pada kompresor medis dengan harga yang terjangkau.



## BAB 2 : Observasi

Proses observasi yang penulis lakukan bertujuan untuk memastikan bahwa rancangan sistem yang diusulkan sebagai solusi nantinya sesuai dengan batasan realistis dan kebutuhan penggunaannya dan sudah mencakup kebutuhan awal untuk proses *prototyping*. Pada tahapan observasi ini diawali dengan mengumpulkan data-data melalui studi literatur seperti beberapa alternatif solusi terdahulu yang identik dengan proyek tugas akhir ini yang dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Kumpulan solusi terdahulu yang identik dengan proyek tugas akhir

Penulis	Usulan Solusi	Hasil / Evaluasi
Naufal Daffa Zulianza, dkk. (2018) [6]	Penelitian bertujuan untuk mengukur kadar CO pada asap rokok di dalam <i>smoking room</i> dengan logika <i>fuzzy</i> , agar dapat mengendalikan zat beracun yang dikeluarkan oleh asap rokok dengan memperlancar sirkulasi udara. Penelitian ini menggunakan Arduino Uno sebagai mikrokontroler dan sensor MQ-2 dan MQ-135.	Penelitian ini menggunakan logika <i>fuzzy</i> dan cukup membantu karena sudah mirip dengan alat yang akan dibuat yaitu <i>monitoring</i> pengukuran kadar CO dengan <i>output</i> yang ditampilkan pada LCD, penelitian ini cukup membantu namun tidak ada pengukuran <i>dew point</i> dan alat tersebut tidak dikhususkan untuk udara keluaran kompresor medis, melainkan untuk mendeteksi asap rokok.
Heri Subagiyo , Welliya Randa , Retno Tri Wahyuni dan Memen Akbar. (2021) [7]	Peningkatan Akurasi Pengukuran Kadar Gas CO pada Node Sensor Sistem <i>Monitoring</i> Kualitas Udara Menggunakan Kompensasi Kesalahan dengan menggunakan sensor MQ-7 dengan Arduino sebagai mikrokontroler.	Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan akurasi pengukuran kadar gas CO dengan sensor MQ-7 menggunakan kompensasi nilai <i>error</i> . Pada penelitian ini presentase <i>error</i> awal yaitu 19,74% kemudian setelah peningkatan akurasi bertambah menjadi 99,60%. Artinya terjadi peningkatan akurasi sebesar 79,86% setelah menggunakan metode kompensasi nilai <i>error</i> .
Sri Suryaningsih, dkk (2017) [8]	Alat pemantauan kondisi pencemaran udara dengan mengukur kadar gas CO diudara bebas menggunakan sensor MQ-9 dan Arduino Nano sebagai mikrokontroler.	Alat sudah berhasil mengukur konsentrasi gas CO dengan basis <i>wireless RF</i> namun masih memiliki tingkat kesalahan rata-rata 22,83%.
Andri Sewagetra, Dini Fauziah (2021) [9]	Analisis hasil uji <i>dew point</i> dan <i>moisture content gas SF6</i> pada PMT berdasarkan standar.	Mengukur <i>dew point</i> menggunakan SF <i>analyzer</i> dan sudah secara otomatis menunjukkan <i>dew point</i> .
Krisna Armando (2019) [10]	Monitoring kelembaban dan suhu menggunakan DHT22 dan ESP8266.	Menggunakan konsep <i>IoT</i> untuk <i>memonitoring</i> suhu dan kelembaban dengan sensor DHT22 pada laboratorium agar tetap terjaga kondisi suhu dan kelembabannya. Monitoring dapat diakses jarak jauh.

Berdasarkan hasil penelusuran dari solusi terdahulu tersebut, dapat dilihat bahwa secara umum sensor yang digunakan untuk mengukur kadar gas CO adalah sensor MQ-2, MQ-135, MQ-7, dan MQ-9 dan untuk mengukur *dew point* diperlukan sensor yang dapat mendeteksi suhu dan

kelembaban udara yaitu DHT22 dan dibutuhkan mikrokontroler Arduino Uno serta beberapa komponen pendukung lainnya agar proses pengukuran nantinya dapat berjalan dengan baik.

Kemudian penulis membutuhkan informasi mengenai cara kerja kompresor medis secara detail, kegagalan yang pernah terjadi pada kompresor medis, cara memastikan adanya kegagalan filtrasi udara sebelum adanya alat ukur ini, dan kapan saja pengecekan kadar CO dan *dew point* diperlukan serta beberapa informasi kebutuhan spesifikasi lainnya seperti ukuran dimensi box untuk meletakkan sensor, tingkat akurasi pengukuran yang dibutuhkan, dan spesifikasi penting lainnya.

Proses survei ini diawali dengan menghubungi pihak mitra kerja sama tugas akhir ini yaitu PT. Putra Medikaltek Indonesia, beberapa daftar pertanyaannya dapat dilihat pada Tabel 2.2 berikut :

Tabel 2.2. Hasil survei antara pembuat alat dan mitra

Pertanyaan	Jawaban/tanggapan
Bagaimana cara kerja mesin kompresor medis dari awal mesin dihidupkan hingga menyalurkan udara medis ke pasien ?	Cara kerja mesin kompresor diawali dengan penghisapan udara yang berada di sekitar mesin untuk kemudian dilewatkan ke filter udara, setelah melalui filter yang pertama selanjutnya udara disalurkan ke ruang pengering udara, pada tahap ini udara akan didinginkan hingga mencapai batas titik embunnya. Ketika udara tersebut didinginkan maka air yang terkandung pada udara akan mengembun dan terpisah dari udara, kemudian udara yang kering tadi disalurkan ke dalam tangki hingga mencapai tekanan 10 bar, setelah melalui tahap ini, udara keluar dari tangki dan disalurkan lagi ke ruang pengering untuk memastikan tidak ada sisa uap air yang terkandung lalu udara tersebut disalurkan lagi ke beberapa filter akhir untuk kemudian disalurkan ke pasien dengan tekanan udara 4 bar.
Apakah selama ini pernah terjadi kegagalan proses filtrasi udara pada mesin kompresor medis ?	Sejauh ini jarang terjadi kegagalan proses filtrasi udara pada kompresor medis, hanya saja terdapat peraturan atau persyaratan spesifikasi udara tekan medis. Namun diperlukan manajemen resiko agar dapat diminimalisir, andai terjadi kegagalan harus bisa ditangani dengan cepat.
Jika pernah, bagaimana cara memastikan adanya kegagalan filtrasi udara medis tanpa adanya alat ukur CO dan <i>dew point</i> ini ?	Kita menggunakan sistem filter ganda, ada cadangan, jika rangkaian filter utama gagal maka akan diisolasi atau ditutup dan kemudian rangkaian filter cadangan dibuka untuk digunakan.
Kapan saja pengecekan kadar CO dan <i>dew point</i> diperlukan ?	Seharusnya dilakukan tiap siklus, yaitu setiap saat mesin digunakan.
Berapa <i>range</i> akurasi pengukuran dari masing-masing sensor ?	Untuk pengukuran CO berada pada <i>range</i> 1 ppm hingga 5 ppm, untuk <i>dew point</i> berada pada <i>range</i> - 10°C hingga 40°C.
Berapa perkiraan tekanan udara yang terjadi pada saat proses <i>sampling</i> dilakukan ?	Tekanan udara yang terjadi pada saat proses <i>sampling</i> dilakukan adalah 4 bar.
Berapa ukuran box yang diperlukan untuk meletakkan sensor ?	Untuk ukuran box tempat meletakkan sensor adalah 7,6 x 4,6 x 2,2 cm.



Gambar 2.1 Kompresor medis milik PT. Putra Medikaltek Indonesia

Gambar 2.1 merupakan kompresor medis milik PT. Putra Medikaltek Indonesia yang berfungsi untuk mensuplai udara tekan medis dengan cara menyerap udara sekitar yang akan disimpan ke dalam tangki sebelum dialirkan ke pasien. Kompresor medis ini terpasang di ruang sentral gas medis rumah sakit yang terhubung dengan instalasi gas rumah sakit [11].

Dari hasil informasi yang didapatkan dari proses survei dan wawancara dengan mitra PT. Putra Medikaltek Indonesia dan penelusuran beberapa literatur dan *datasheet* sensor serta teknologi yang telah dikembangkan, untuk sensor yang digunakan mengukur kadar gas CO adalah MQ-7 dengan pertimbangan tingkat akurasi pembacaan data yang lebih baik jika dibandingkan dengan sensor MQ lainnya yang dapat mendeteksi gas CO. Kemudian penulis menentukan spesifikasi dari sistem yang akan dibuat sebagai solusi permasalahan yang diangkat, yaitu alat ukur kadar CO dan *dew point* pada kompresor medis. Berikut adalah daftar spesifikasi lengkapnya.

- Alat dapat mengukur kadar CO dan *dew point* dari udara sampel keluaran kompresor medis
- Alat dapat melakukan pengukuran gas CO dari 1 ppm hingga 5 ppm dengan akurasi 80% dan tingkat ketelitian 2 angka di belakang koma
- Alat dapat melakukan pengukuran *dew point* dari  $-10^{\circ}\text{C}$  hingga  $40^{\circ}\text{C}$  dengan tingkat ketelitian 2 angka di belakang koma
- Alat yang dibuat memiliki ukuran box atau  $7,6 \times 4,6 \times 2,2$  cm yang akan dipasangkan ke mesin kompresor untuk meletakkan sensor

- Box akrilik untuk meletakkan komponen pendukung seperti Arduino Uno, *relay*, dan baterai
- Alat harus tahan terhadap tekanan udara sebesar 4 bar karena alat akan dipasangkan pada pipa atau selang yang akan digunakan untuk proses *sampling*
- Alat menggunakan *power* adaptor 12 volt sebagai sumber listrik
- Data hasil pengukuran ditampilkan pada layar LCD
- *Solenoid valve* untuk mengatur keluar dan masuknya udara ke box sensor dengan tambahan baterai

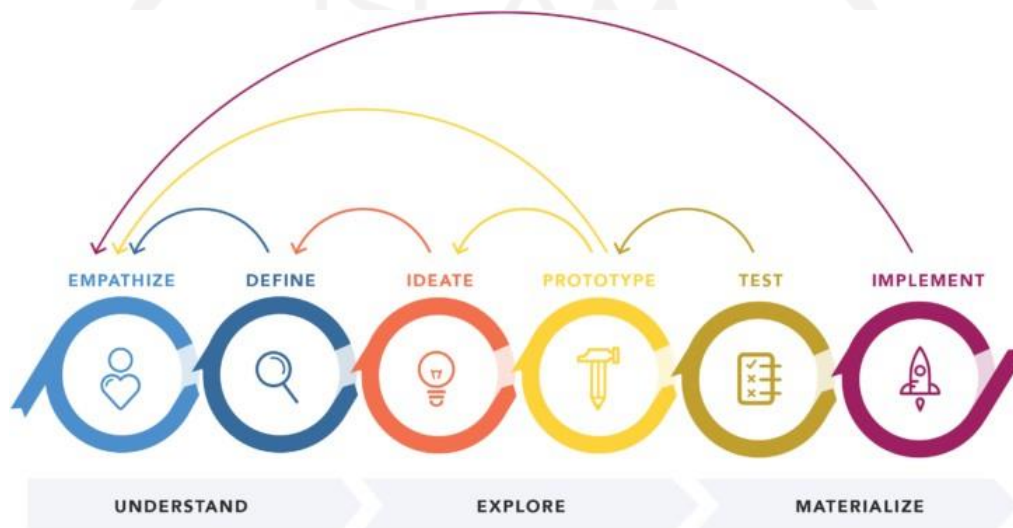
Berdasarkan daftar spesifikasi yang sudah ditentukan tersebut, langkah selanjutnya adalah membuat rancangan usulan sistem alat yang sesuai dengan daftar spesifikasi tersebut.



## BAB 3 : Usulan Perancangan Sistem

### 3.1 Usulan Rancangan Sistem

Pada perancangan sistem rekayasa, terdapat beberapa tahapan sesuai dengan siklus *engineering design* yaitu tahap *understanding*, *exploration*, dan *materialize*. Pada laporan ini merupakan cara untuk merealisasikan usulan perancangan sistem yang meliputi tahapan *exploration* dan *materialize*. Kedua tahapan tersebut memungkinkan untuk terjadinya perubahan, penambahan, maupun perbaikan agar terciptanya hasil realisasi rancangan yang terbaik. Siklus *engineering design* tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Siklus perancangan suatu sistem rekayasa

Pada tahap *emphatize*, tim melakukan studi literatur untuk mendapatkan informasi terkait permasalahan yang terjadi serta melakukan wawancara singkat kepada pihak mitra untuk mengetahui permasalahan yang ada. Pada tahap *define*, tim melakukan perumusan masalah yang didasari dari informasi yang diperoleh dari hasil wawancara, permasalahan yang ditemukan adalah upaya pencegahan terjadinya kegagalan filter udara medis yang dapat membahayakan pasien. Pada tahap *ideate*, tim mencari solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut yaitu dengan cara membuat alat ukur kadar CO dan *dew point* pada keluaran atau ruang *sampling* mesin kompresor medis agar kegagalan filter dapat dipantau. Terdapat dua usulan alternatif untuk mengatasi permasalahan ini, yaitu :

1. Pembuatan alat ukur kadar CO dan *dew point* dengan menggunakan sensor MICS-6814 untuk pengukuran kadar CO dan sensor DHT22 untuk pengukuran kadar *dew point*
2. Pembuatan alat ukur kadar CO dan *dew point* dengan menggunakan sensor MQ-7 untuk pengukuran kadar CO dan sensor DHT22 untuk pengukuran kadar *dew point*



Pada usulan pertama, pemilihan sensor MICS-6814 adalah karena tingkat akurasi pembacaan gas CO yang cukup tinggi, yaitu berada pada kisaran angka 1 hingga 1.000 ppm. Pada usulan kedua, pemilihan sensor MQ-7 adalah karena sensor tersebut sama-sama dapat melakukan pengukuran kadar gas CO namun dengan tingkat akurasi pembacaan tidak sebagus sensor MICS-6814, yaitu berada pada kisaran angka 20 hingga 2.000 ppm. Untuk pemilihan sensor yang digunakan untuk pengukuran *dew point*, sebenarnya terdapat dua pilihan sensor yang sejenis yaitu sensor DHT11 dan DHT22. Namun jika dilihat dari perbandingan tingkat akurasi pembacaan yang lebih diungguli oleh sensor DHT22, maka sensor DHT22 merupakan pilihan yang tepat untuk digunakan pada solusi ini.

Berdasarkan hasil pertimbangan tingkat keakurasian pembacaan data dari masing-masing sensor, maka usulan pertama dipilih sebagai usulan solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut. Hal tersebut dikarenakan jangkauan pengukuran gas CO dengan menggunakan sensor MICS-6814 lebih tinggi daripada sensor MQ-7. Akan tetapi pada proses realisasi terdapat kendala dikarenakan sensor MICS-6814 tidak dapat berfungsi dan terkendala oleh dana sehingga tim memutuskan untuk menggunakan usulan kedua sebagai alternatif solusi.

Pada tahap *prototype*, tim melakukan perancangan alat sesuai dengan solusi yang ditawarkan dan spesifikasi yang dibutuhkan. Setelah perancangan *prototype* dilakukan, maka tahapan selanjutnya adalah tahap *test*, pada tahap ini tim melakukan ujicoba untuk mengetahui apakah alat yang dibuat dapat berjalan dan berfungsi dengan baik serta mengatasi permasalahan yang ada. Uji coba dilakukan dengan cara memasang alat pada selang keluaran kompresor medis agar kadar CO dan *dew point* pada udara medis dapat dipantau dan dibandingkan hasil pengukurannya dengan alat ukur yang sebenarnya, jika masih terdapat perbedaan maka akan dilakukan evaluasi dengan cara mengkalibrasi ulang sensor yang digunakan. Setelah uji coba dan evaluasi selesai dilakukan, maka tahap yang terakhir adalah *implement*, pada tahap ini alat dipasangkan kembali ke mesin kompresor medis untuk dilakukan *monitoring* kembali dengan hasil pengukuran dan penampilan data yang akurat.

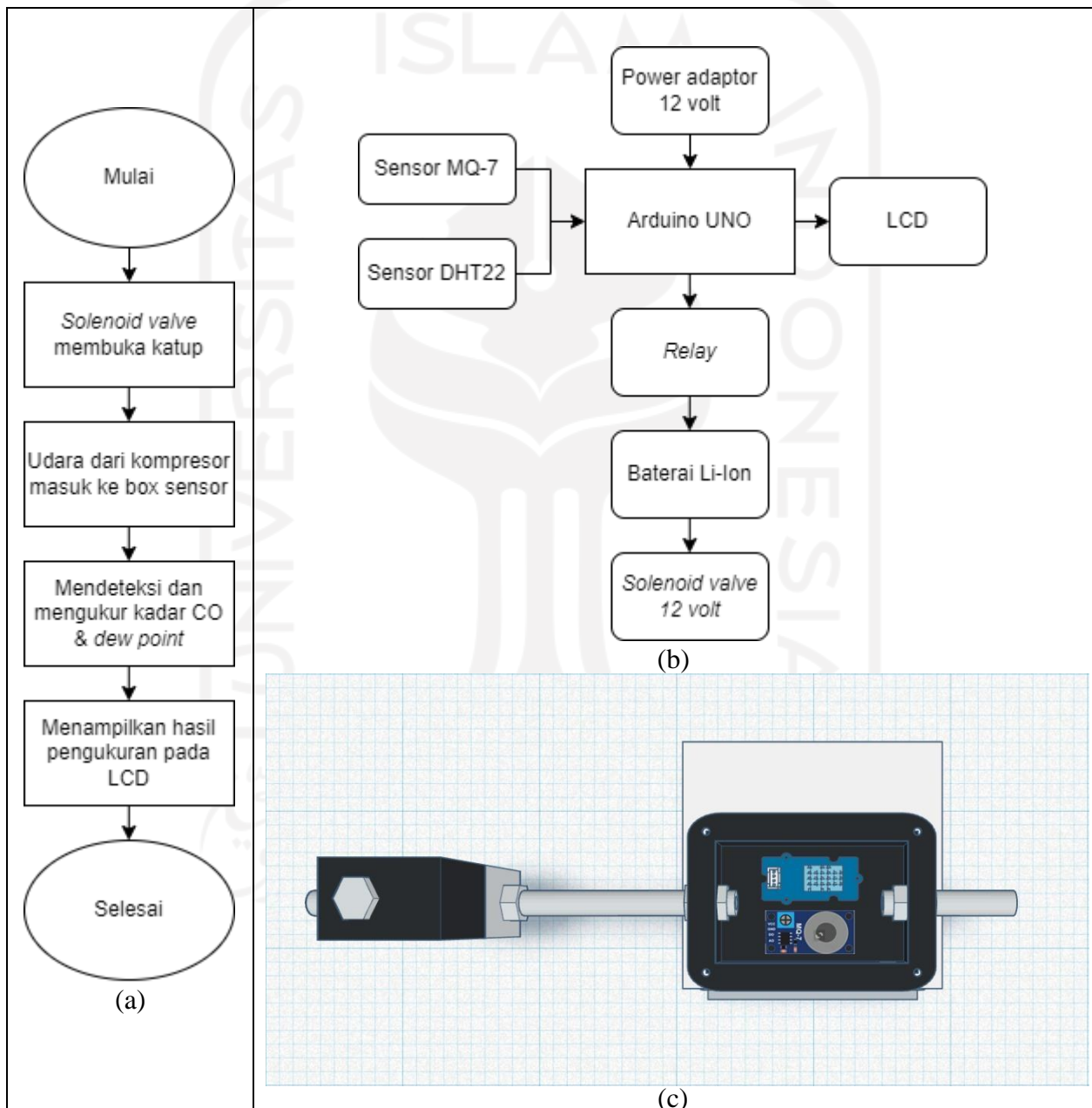
Sistem yang akan dibuat adalah alat ukur kadar CO dan *dew point* pada keluaran mesin kompresor medis. Sistem ini diberi nama CODE Meter (CO dan *Dew Point* Meter). Alat ini dibuat dengan menggunakan sensor MQ-7 untuk mengukur kadar CO dan sensor DHT22 untuk mengukur kadar *dew point*. CODE Meter ini dirancang agar pengguna atau pihak medis dapat memantau kadar gas CO dan *dew point* pada kompresor medis agar dapat mencegah kerusakan atau kegagalan filter pada mesin kompresor medis yang dapat membahayakan pasien.

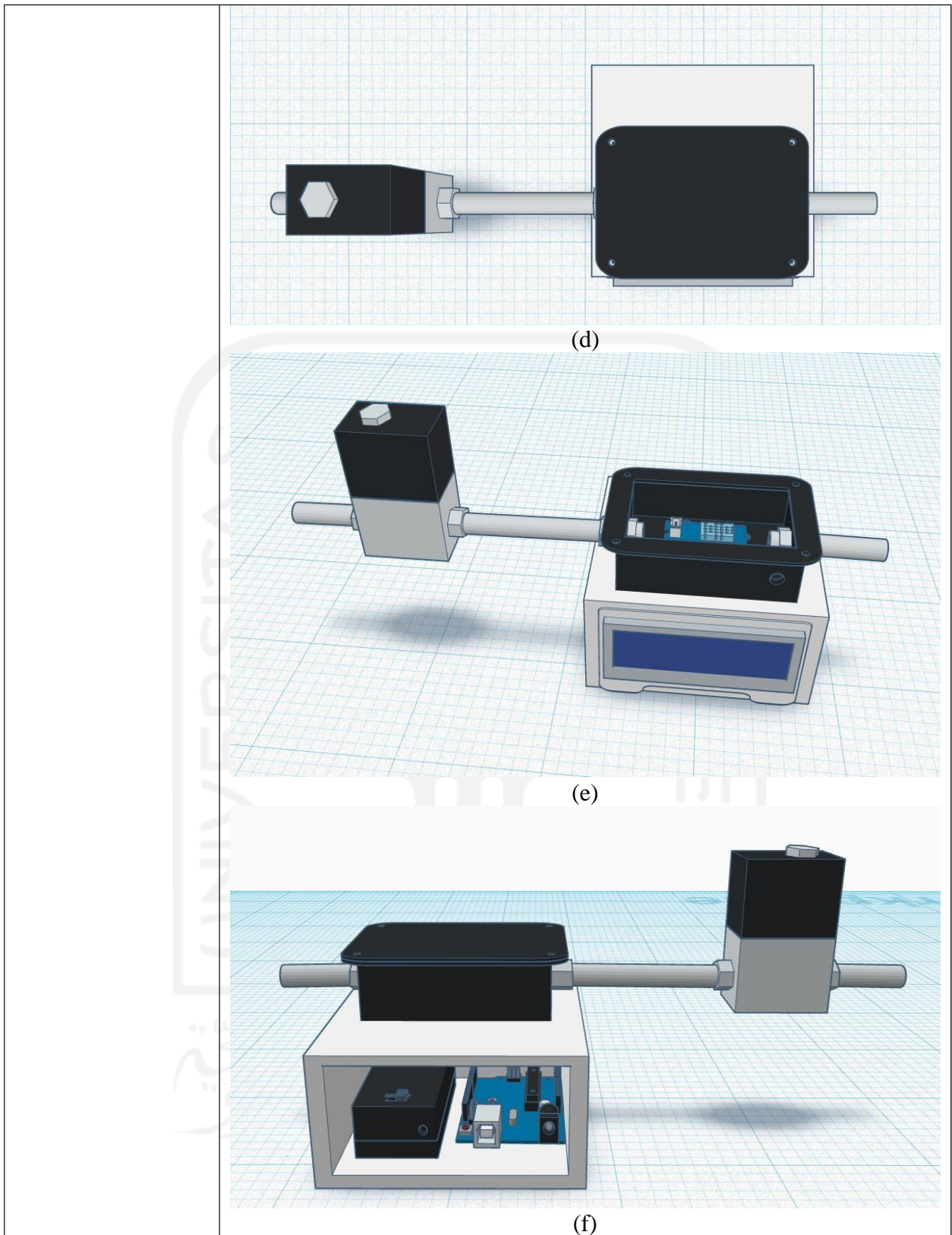


Tabel 3.1 Standar unsur kadar CO dan *dew point* pada kompresor medis

No	Unsur	Tingkat pengukuran
1	CO	1 hingga 5 ppm
2	<i>Dew point</i>	-10°C hingga 40°C

Sistem ini diletakkan pada keluaran kompresor menggunakan selang *pneumatic*. Secara umum cara kerja sistem yaitu pada saat alat disambungkan ke sumber listrik, maka alat akan hidup dan sensor akan membaca kadar CO dan *dew point* yang *disampling* pada box sensor yang dialiri udara medis dari kompresor yang kemudian akan ditampilkan pada LCD. Gambar 3.2 berikut adalah gambaran ilustrasi dan desain keseluruhan sistem secara umum.





Gambar 3.2. Ilustrasi usulan rancangan sistem secara umum. (a) cara kerja sistem, (b) skematik rangkaian, (c) desain rancangan box tanpa tutup, (d) desain rancangan box dengan tutup, (e) desain rancangan box tampak depan, (f) desain rancangan box tampak belakang

Untuk dapat memenuhi usulan sistem tersebut, maka diperlukan inventarisasi kebutuhan sistem perangkat keras. Tabel 3.2 memperlihatkan kebutuhan sistem sesuai usulan dan spesifikasi yang dibutuhkan.

Tabel 3.2 Inventarisasi kebutuhan usulan sistem perangkat keras CODE Meter

No	Nama Alat	Keterangan
1	Box untuk sensor	Box dengan bahan dasar plat besi berguna sebagai tempat untuk meletakkan sensor-sensor yang digunakan untuk <i>sampling</i> udara. Pemilihan bahan dasar plat besi agar tahan terhadap tekanan udara.
2	Box akrilik untuk komponen lainnya	Box akrilik berguna sebagai tempat untuk meletakkan Arduino Uno, <i>relay</i> , baterai untuk <i>solenoid valve</i> , dan kedudukan LCD. Pemilihan bahan akrilik agar alat memiliki bobot yang ringan.
3	Mikrokontroler Arduino Uno	Arduino Uno berfungsi sebagai pusat pemrosesan data yang didapatkan oleh sensor-sensor yang digunakan. Pemilihan mikrokontroler ini karena memiliki harga yang terjangkau dan memenuhi spesifikasi yang dibutuhkan oleh sensor yang akan digunakan seperti pin digital dan pin input tegangan 5 volt.
4	Sensor DHT22	Sensor untuk melakukan pengukuran kadar <i>dew point</i> adalah DHT22 yang nantinya data suhu serta kelembaban udara akan diproses oleh rumus yang dimasukkan pada program untuk mendapatkan data <i>dew point</i> . Pemilihan sensor DHT22 adalah karena perbandingan tingkat akurasi yang lebih baik jika dibandingkan dengan sensor yang sejenis (DHT11).
5	Sensor MQ-7	Sensor untuk melakukan pengukuran kadar gas CO adalah sensor MQ-7, dipilihnya sensor ini dikarenakan sensor ini mudah didapat dengan harga yang terjangkau yang mampu mendeteksi gas CO dengan tingkat akurasi 20 – 2000 ppm.
6	LCD 20x4	LCD digunakan untuk menampilkan hasil pengukuran. LCD dengan ukuran 20x4 dapat menampilkan 20 karakter secara horizontal dan 4 karakter secara vertikal, sehingga cukup untuk menampilkan 4 data suhu, kelembaban udara, <i>dew point</i> , dan CO.
7	<i>Solenoid valve</i> 12 volt	<i>Solenoid valve</i> berguna sebagai pengatur keluar dan masuknya udara ke box sensor. Pemilihan komponen ini adalah karena sistem kerjanya yang dapat diatur melalui Arduino sesuai dengan kebutuhan.
8	3 Baterai Li-ion 18650	Baterai yang digunakan berfungsi sebagai power atau sumber energi untuk <i>solenoid valve</i> . 1 baterai ini memiliki tegangan 3,7 volt sehingga 3 buah baterai ini cukup untuk memberi daya kepada <i>solenoid valve</i> 12 volt.
9	<i>Relay 1 channel</i>	<i>Relay 1 channel</i> ini berfungsi sebagai pengendali dan mengalirkan daya dari baterai menuju <i>solenoid valve</i> . Penggunaan komponen ini dikarenakan <i>solenoid valve</i> membutuhkan komponen pendukung agar dapat bekerja sesuai perintah dari Arduino.
10	<i>Fitting pneumatic</i> dan drat kuning	<i>Fitting</i> dan drat berfungsi untuk penghubung selang <i>pneumatic</i> dari <i>solenoid valve</i> menuju box sensor hingga ke <i>output</i> udara dari box sensor. Penggunaan alat ini untuk memudahkan pemasangan selang dari beberapa bagian alat ukur.
11	Selang <i>pneumatic</i>	Selang <i>pneumatic</i> berfungsi untuk mengalirkan udara bertekanan. Pemilihan selang jenis <i>pneumatic</i> ini dikarenakan jenisnya yang cocok untuk mengalirkan udara dan umum digunakan pada semua jenis kompresor.

### 3.1.1 Spesifikasi Komponen Utama yang Digunakan

- **Arduino Uno**

Arduino Uno adalah mikrokontroler yang berdasarkan ATmega328. Arduino ini mempunyai 14 pin digital *input/output*, 6 pin *input* analog. Pada Arduino kit terdapat

*voltage regulator* sebagai pengatur arus dan tegangan untuk *supply* daya pada perangkat mikrokontroler sehingga input tegangan sebesar 12 volt bisa diturunkan menjadi 5 volt yang kemudian disalurkan ke pin 5 volt.

- **Sensor MQ-7**

Sensor MQ-7 adalah sensor gas yang dikhususkan untuk mendeteksi karbon monoksida (CO). Tabel 3.3 berikut adalah spesifikasi dari sensor MQ-7 berdasarkan *datasheet*.

Tabel 3.3 Spesifikasi sensor MQ-7

Tegangan <i>input</i>	5V
Tegangan pemanas (tinggi)	5V±0.1
Tegangan pemanas (rendah)	1.4V±0.1
Resistansi beban	Dapat disesuaikan
Resistansi pemanas	33Ω±5%
Waktu pemanasan (tinggi)	60±1 <i>seconds</i>
Waktu pemanasan (rendah)	90±1 <i>seconds</i>
Konsumsi pemanasan	±350 mW

- **Sensor DHT22**

Sensor DHT22 adalah sensor yang dapat mengukur suhu dan kelembaban udara, sensor ini mempunyai keluaran digital. Tabel 3.4 berikut adalah spesifikasi sensor DHT22 berdasarkan *datasheet*.

Tabel 3.4 Spesifikasi sensor DHT22

Tegangan <i>input</i>	3.3 – 6 VDC
Sistem komunikasi	Serial ( <i>Single – Wire Two way</i> )
<i>Range</i> suhu	-40°C - 80°C
<i>Range</i> kelembaban	0% - 100%
Akurasi	±2°C (suhu) & ±5% (kelembaban)

### 3.1.2 Standar Keteknikan yang Digunakan

Untuk merancang alat ukur ini, tim merujuk pada peraturan menteri kesehatan Republik Indonesia mengenai standar persyaratan kualitas dan spesifikasi udara tekan medik untuk komposisi unsur carbon monoksida (CO) yang berada pada angka dibawah 1 ppm dan persyaratan kualitas dan spesifikasi udara tekan alat untuk komposisi unsur *dew point* yang berada pada angka maksimum pada -10°C.

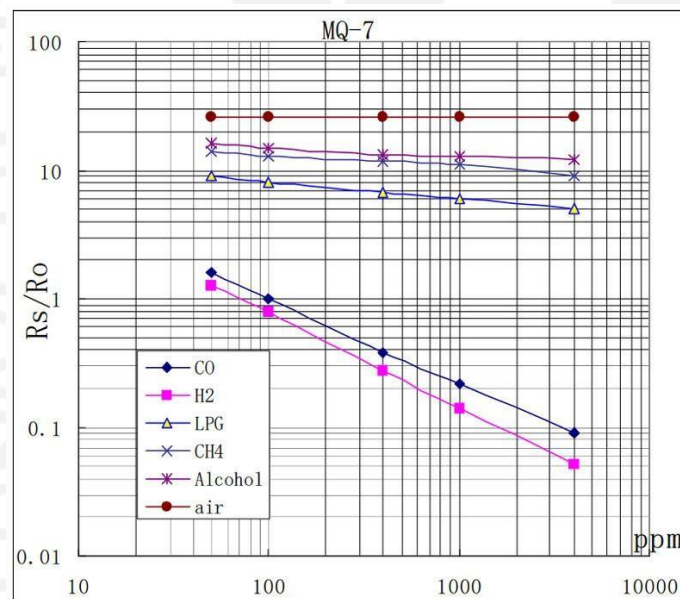
### 3.2 Metode Uji Coba dan Pengujian Usulan Rancangan Sistem

Setelah proses perancangan alat selesai, langkah berikutnya adalah melakukan pengujian untuk mengetahui kinerja dari alat, proses pengujian tersebut terdiri dari beberapa tahap yang dapat dilihat pada sub-bab berikut :



### 3.2.1 Kalibrasi Sensor MQ-7

Sensor MQ-7 adalah sebuah sensor yang dapat digunakan untuk mendeteksi kadar gas karbon monoksida (CO). Untuk mendapatkan data konsentrasi gas karbon monoksida (CO) yang akurat diperlukan kalibrasi terlebih dahulu. Proses kalibrasi sensor MQ-7 dilakukan dengan menggunakan alat ukur kadar gas CO yaitu *Carbon Monoxide Meter Testo 315-3* di laboratorium kualitas lingkungan FTSP UII menggunakan udara bebas dan udara yang sudah tercemar gas pembuangan genset. Dari hasil pengukuran menggunakan *Carbon Monoxide Meter Testo 315-3* terlihat bahwa kadar CO pada udara bebas berada pada angka 0,5 hingga 5 ppm, sedangkan kadar CO pada gas pembuangan genset berada pada angka 30 hingga 150 ppm. Menurut data *United States Enviromental Protection Agency (EPA)*, kandungan gas karbon monoksida (CO) rata-rata pada kondisi normal udara bebas adalah 0,5 ppm hingga 5 ppm [12]. Paparan kadar gas karbon monoksida (CO) dalam jangka pendek adalah 9 ppm, kemudian jika lebih dari 12.800 ppm dapat menyebabkan kematian dalam 3 menit [13].



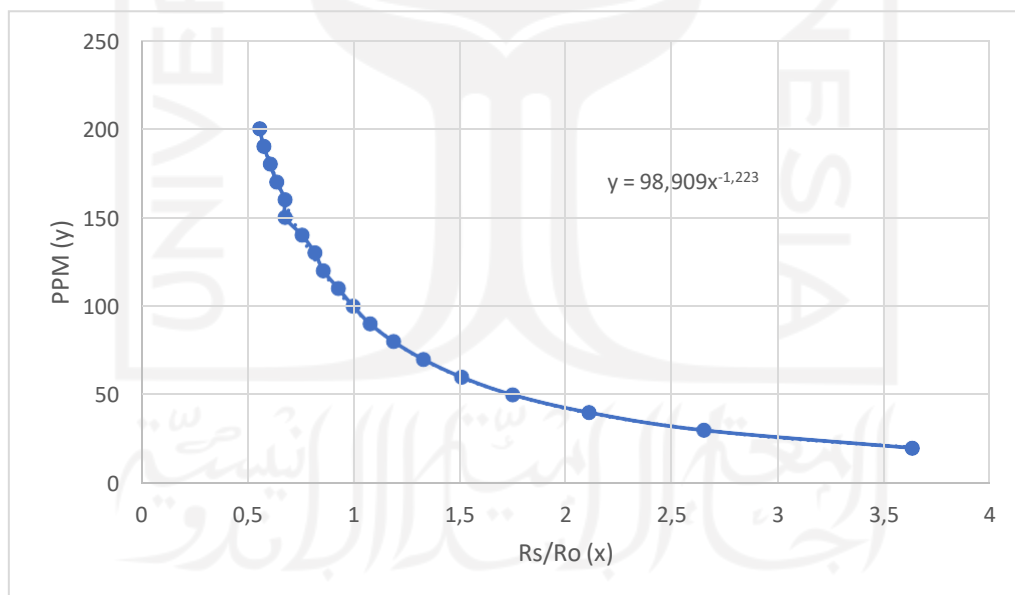
Gambar 3.3 Grafik *datasheet* perubahan nilai  $R_s/R_o$  terhadap ppm dan sensitivitas MQ-7 terhadap beberapa gas

Pada Gambar 3.3 yang didapatkan dari *datasheet* sensor MQ-7 merupakan hubungan nilai  $R_s/R_o$  terhadap ppm gas CO pada sensor MQ-7.  $R_s$  adalah hambatan permukaan sensor sedangkan  $R_o$  adalah nilai yang akan menjadi acuan untuk menentukan nilai ppm pada program Arduino. Semakin tinggi kadar ppm gas CO maka akan semakin kecil nilai  $R_s/R_o$  dan begitu juga sebaliknya. Kemudian pada saat kadar CO berada pada 100 ppm maka  $R_s/R_o$  mempunyai rasio 1. Proses kalibrasi sensor MQ-7 dilakukan menggunakan data perubahan  $R_s/R_o$  terhadap ppm yang didapatkan melalui Gambar 3.3 dan data primer 2017 [14] yang dapat dilihat pada Tabel 3.5 berikut.

Tabel 3.5 Data primer 2017

Rs/Ro	ppm
3.63	20
2.65	30
2.11	40
1.75	50
1.51	60
1.33	70
1.19	80
1.08	90
1	100
0.93	110
0.86	120
0.82	130
0.76	140
0.68	150
0.68	160
0.64	170
0.61	180
0.58	190
0.56	200

Setelah mendapatkan data perubahan Rs/Ro terhadap ppm selanjutnya adalah memasukkan data dari Tabel 3.3 tersebut kedalam bentuk grafik yang dibuat secara otomatis menggunakan Microsoft Excel untuk mencari persamaan garisnya.



Gambar 3.4 Grafik perubahan Rs/Ro terhadap ppm

Dari Gambar 3.4 terlihat bahwa hasil regresi linier berpangkat hubungan antara Rs/Ro dan ppm adalah :

$$y = 98,909x^{-1,223} \quad (3.1)$$

Variabel  $x$  adalah  $R_s/R_o$  dan variabel  $y$  adalah ppm. Untuk mencari nilai  $R_o$ , dilakukan perhitungan dengan memasukkan  $y$  menggunakan hasil pengukuran kadar CO menggunakan *Carbon Monoxide Meter Testo 315-3* yaitu 0,5 ppm. Hasil tersebut dimasukkan ke persamaan yang telah didapatkan pada Gambar 3.4 dengan  $x$  sebagai  $R_s/R_o$ .

$$y = 98,909x^{-1,223} \quad (3.2)$$

$$0,5 = 98,909x^{-1,223}$$

$$\frac{0,5}{98,909} = x^{-1,223}$$

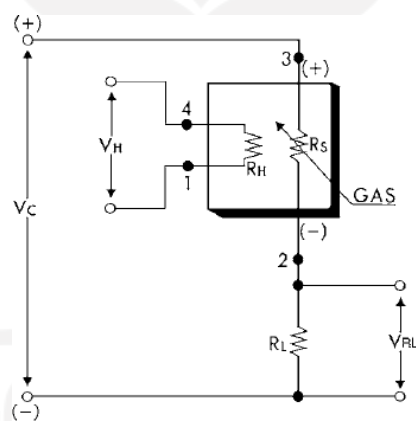
$$x^{-1,223} = 0,0050$$

$$x = {}^{-1,223}\sqrt{0,0050}$$

$$x = 76,1183$$

$$\frac{R_s}{R_o} = 76,1183$$

Selanjutnya untuk mendapatkan nilai  $R_o$  masih perlu dilakukan pengukuran untuk mencari nilai  $R_s$  menggunakan sensor MQ-7 pada udara bebas dengan menggunakan Persamaan 3.3 yang didapatkan dari rangkaian internal sensor MQ-7 yang dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Rangkaian internal pada sensor MQ-7

Berdasarkan rangkaian internal pada sensor MQ-7 [15] didapatkan persamaan untuk menentukan nilai  $R_s$  yaitu :

$$R_s = \frac{(V_C) \cdot (R_L)}{V_{RL}} - R_L \quad (3.3)$$

Berdasarkan *datasheet* MQ-7 nilai variabel yang telah diketahui adalah :

$$V_{RL} = \frac{\text{nilai analog pembacaan sensor}}{1024} \cdot V_C$$



dengan RL adalah  $1000 \Omega$  dan Vc sebagai input yaitu 5 volt.

Setelah dilakukan pengukuran didapatkan nilai Rs yaitu 14428 Ohm. Hasil dari perhitungan tersebut dimasukkan ke persamaan berikut :

$$\frac{Rs}{Ro} = 76,1183 \quad (3.4)$$

$$Ro = \frac{14428}{76,1183}$$

$$Ro = 189,54706 \Omega$$

Setelah mendapatkan nilai Ro maka dapat dimasukkan ke persamaan berikut :

$$ppm = 98,909 \left( \frac{Rs}{189,54706} \right)^{-1,223} \quad (3.5)$$

Dari persamaan tersebut kemudian dimasukkan ke nilai Ro pada program Arduino untuk mendapatkan hasil konsentrasi pengukuran CO yang akurat.

### 3.2.2 Kalibrasi Sensor DHT22

Sensor DHT22 adalah sebuah sensor yang dapat digunakan untuk mendeteksi suhu dan kelembaban udara. Untuk mendapatkan data suhu dan kelembaban udara yang akurat diperlukan kalibrasi terlebih dahulu. Proses kalibrasi sensor DHT22 dilakukan dengan menggunakan *Hygrometer Thermometer HTC-2* di dalam ruangan dengan suhu dan kelembaban udara normal. Kalibrasi dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan DHT22 dan *Hygrometer Thermometer HTC-2*. Kemudian untuk pengukuran *dew point* diperlukan perhitungan dengan rumus yang didapatkan dari artikel Mark G. Lawrence dalam buletin masyarakat meteorologi Amerika pada tahun 2005 [16].

$$Td = T - ((100 - RH)/5) \quad (3.6)$$

Keterangan :

- Td = *Dew point*
- T = *Temperature*
- RH = *Relative Humidity*

### 3.2.3 Pengujian Box Sensor dan Monitoring Data pada LCD

Box sensor yang terbuat dari plat besi digunakan sebagai tempat untuk meletakkan kedua sensor yang digunakan untuk proses *sampling* udara. Uji coba dilakukan dengan mengalirkan udara kompresor dengan tekanan lebih dari 4 bar atau 58,7844 psi ke box sensor untuk mengetahui ketahanan box terhadap udara bertekanan tinggi. Kemudian data yang didapatkan dari hasil

pengukuran dengan menggunakan sensor akan ditampilkan pada layar LCD. Data yang ditampilkan pada layar LCD akan diamati apakah data yang ditampilkan sudah benar dan lengkap sesuai dengan kebutuhan.



## BAB 4 : Hasil Perancangan Sistem

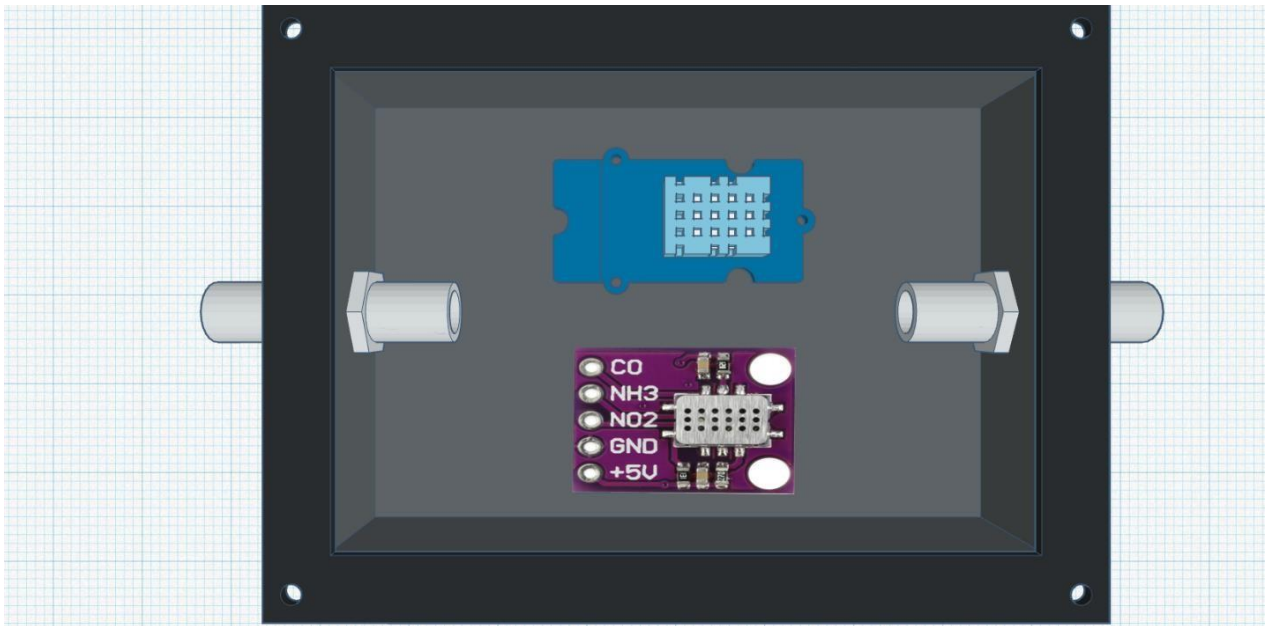
### 4.1 Kesesuaian Usulan dan Hasil Perancangan Sistem

Pada hasil rancangan sistem, terdapat beberapa perubahan rancangan dan tambahan komponen yang digunakan, perbandingan antara rancangan usulan dan hasil realisasi rancangan dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut :

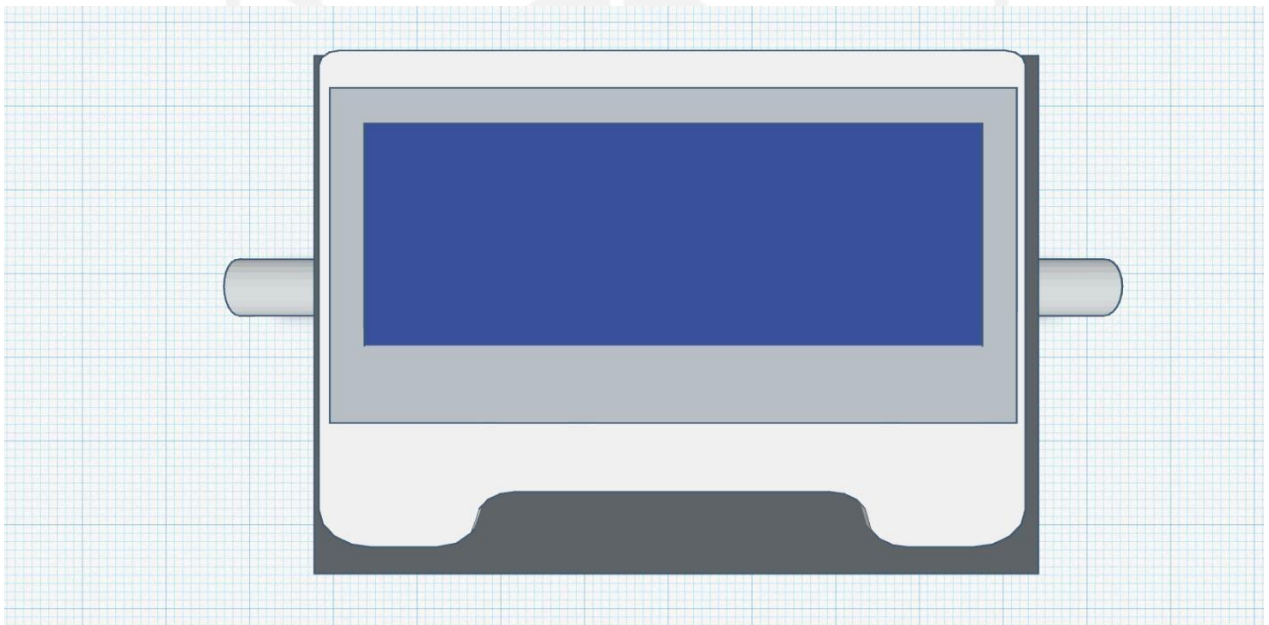
Tabel 4.1 Perbandingan usulan dan hasil perancangan sistem

No	Spesifikasi	Usulan	Realisasi
1	Desain alat	Hanya 1 box untuk semua komponen, tanpa <i>solenoid valve</i>	Terdapat 2 box, 1 box besi untuk sensor dan 1 box akrilik untuk komponen lainnya serta tambahan <i>solenoid valve</i>
2	Dimensi box sensor (panjang x lebar x tinggi)	25 x 15 x 10 cm	7,6 x 4,6 x 2,2 cm
3	Dimensi box akrilik untuk komponen lainnya (panjang x lebar x tinggi)	Tidak ada	12 x 12 x 7 cm
4	Bahan box	Besi	Besi dan akrilik
5	Mikrokontroler	Arduino Uno	Arduino Uno
6	Sensor untuk <i>dew point</i>	DHT22	DHT22
7	Sensor untuk CO	MICS-6814	MQ-7
8	Sumber daya mikrokontroler	Baterai 9 volt	Adaptor 12 volt
9	Sumber daya untuk <i>solenoid valve</i>	Tidak ada	3 Baterai Li-ion 18650
10	LCD untuk menampilkan data	20x4	20x4
11	Relay untuk <i>solenoid valve</i>	Tidak ada	<i>Relay 1 channel</i>

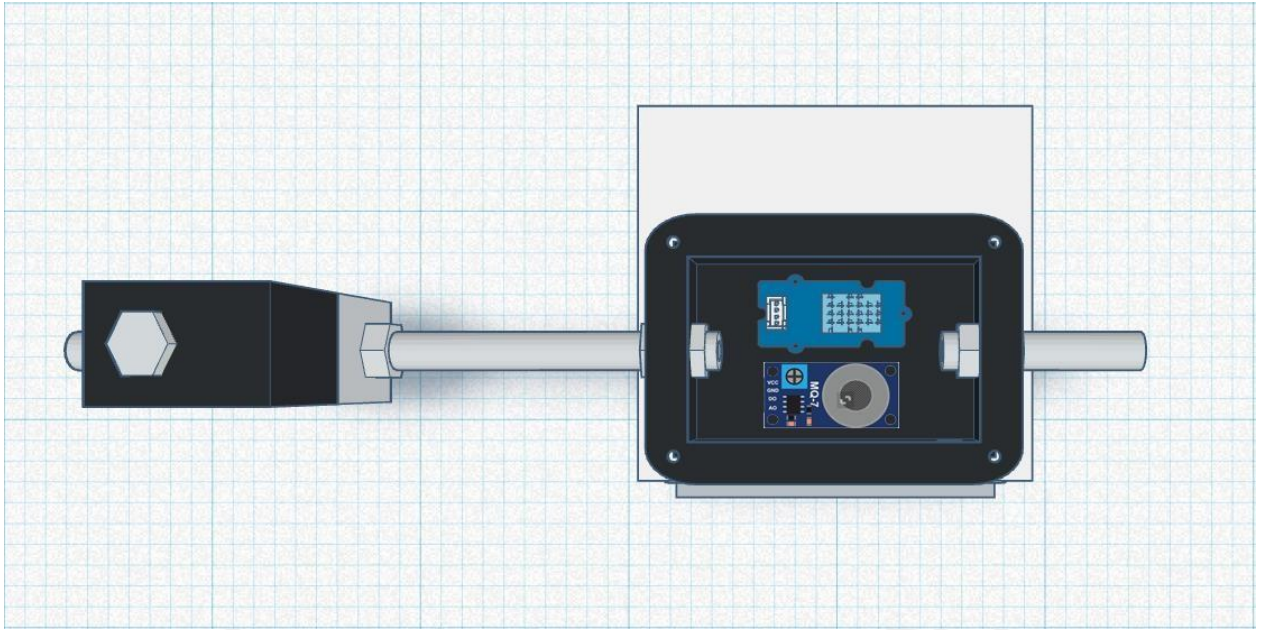
Dari Tabel 4.1 dapat dilihat bahwa terdapat beberapa perubahan dan tambahan komponen. Pada desain alat, pada rancangan awal Tugas Akhir 1 seluruh komponen dirancang untuk diletakkan pada 1 box saja, namun pada Tugas Akhir 2 terdapat perubahan agar membuat 1 box khusus untuk sensor saja agar pada saat proses *sampling* komponen lain tidak terganggu karena adanya udara bertekanan tinggi yang masuk ke dalam box. Kemudian agar mempermudah mengatur keluar masuknya udara ke dalam box sensor, diperlukan sebuah *solenoid valve* 12 volt dan baterai Li-ion sebagai sumber dayanya. Yang terakhir terdapat perubahan sensor yang digunakan untuk mengukur gas CO, pada awalnya sensor yang digunakan adalah MICS-6814, namun ketika dilakukan pengujian sensor tidak dapat mendeteksi dan respon apapun ketika diberi gas, oleh karena itu sebagai alternatifnya penulis memutuskan untuk mengganti sensor gas CO menjadi sensor MQ-7. Meskipun terdapat beberapa perubahan dari usulan rancangan, CODE Meter sudah mencapai standar spesifikasi yang ada pada proposal seperti pengukuran gas CO pada jangkauan 1-5 ppm dan pengukuran *dew point* pada jangkauan -10°C hingga 40°C. Gambar 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7, dan 4.8 merupakan perbandingan antara desain dan hasil realisasinya.



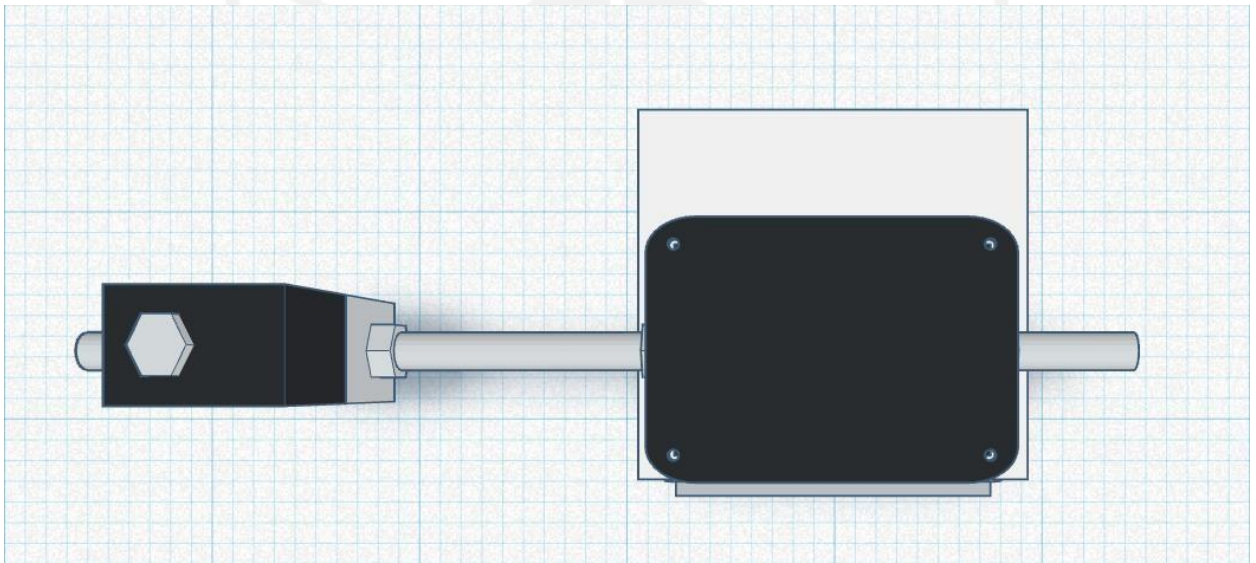
Gambar 4.1 Desain rancangan awal alat tanpa tutup



Gambar 4.2 Desain rancangan awal alat dengan tutup



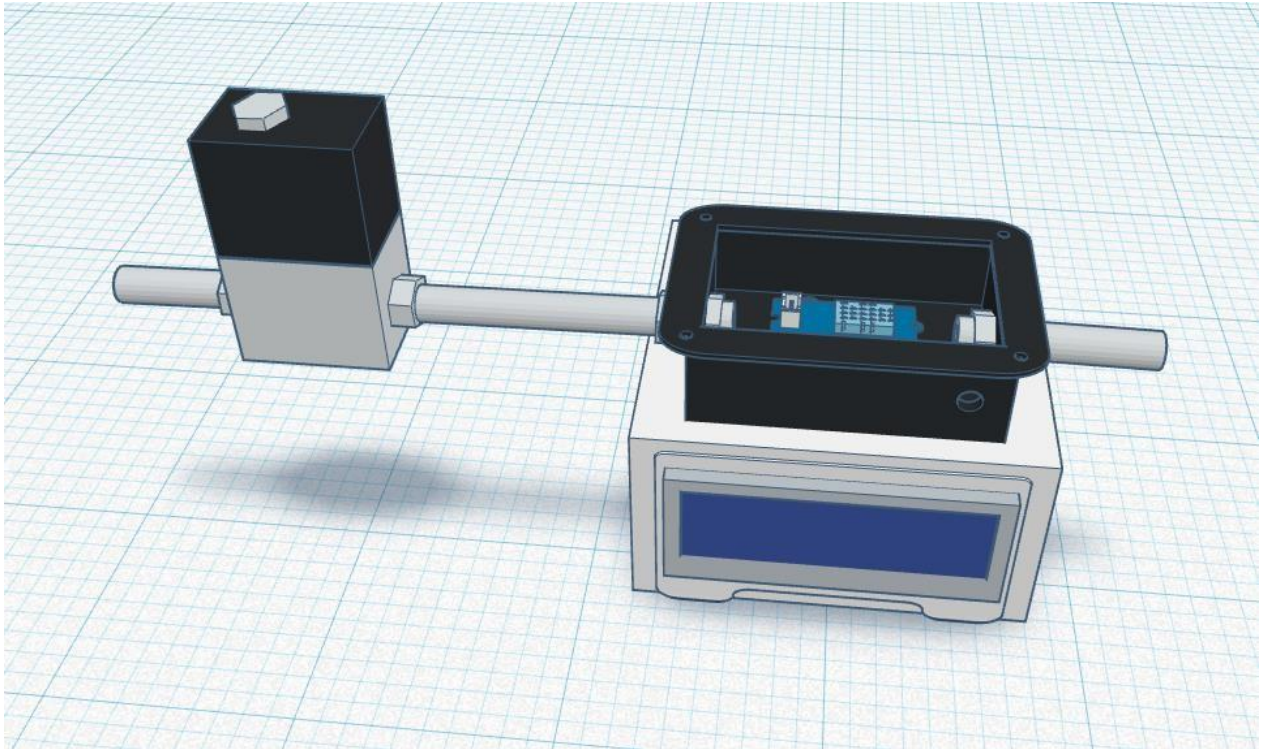
Gambar 4.3 Desain rancangan akhir alat tanpa tutup



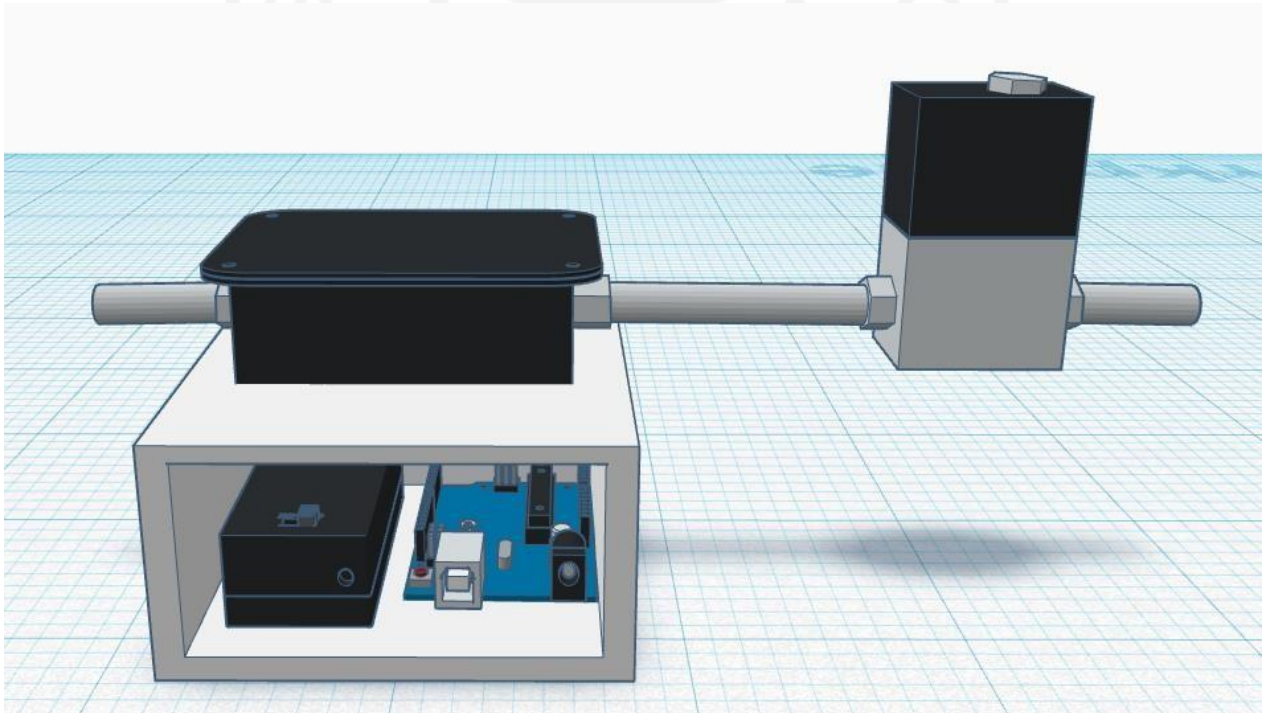
Gambar 4.4 Desain rancangan akhir alat dengan tutup

الجمهورية الإسلامية اندونيسية





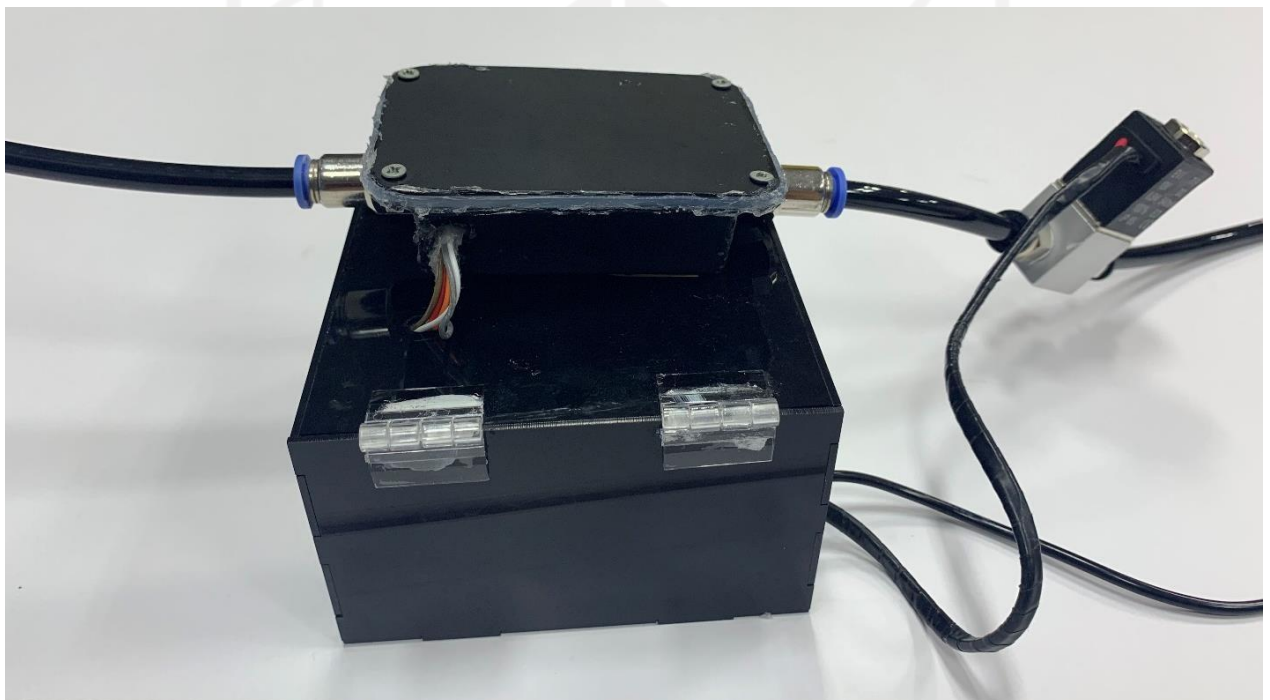
Gambar 4.5 Desain rancangan akhir alat tampak depan



Gambar 4.6 Desain rancangan akhir alat tampak belakang



Gambar 4.7 Hasil realisasi alat tampak depan



Gambar 4.8 Hasil realisasi alat tampak belakang

#### 4.2 Kesesuaian Perencanaan dalam Manajamen Tim dan Realisasinya

Pada tahap realisasi perencanaan manajemen tim, beberapa kegiatan berjalan melebihi waktu yang sudah ditetapkan pada *timeline* Tugas Akhir 1 dikarenakan adanya penambahan dan perubahan komponen yang digunakan pada desain alat yang dapat dilihat pada Tabel 4.2. Kemudian untuk kesesuaian perencanaan dan realisasi terkait Rencana Anggaran Belanja (RAB) terdapat perubahan seperti penambahan komponen dan pergantian komponen yang bermasalah, perbandingan RAB tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.3.



Tabel 4.2 Kesesuaian antara usulan dan realisasi *timeline* pengerjaan Tugas Akhir 2

No	Kegiatan	Usulan waktu	Realisasi Pelaksanaan
1	Pembelian alat dan bahan	Januari- Februari	Januari - Februari
2	Perancangan sistem dengan usulan	Februari-April	Februari - Mei
3	Testing dan validasi	April-Mei	Juni
4	Expo dan pengumpulan laporan akhir	Juni	Juli

Tabel 4.3 Kesesuaian RAB Tugas Akhir antara usulan dan realisasi

No	Jenis Pengeluaran	Usulan Biaya		Realisasi Biaya	
		Kuantitas	Total Harga	Kuantitas	Total Harga
1	Arduino Uno	1 pcs	Rp. 80.000,-	1 pcs	Rp. 67.500,-
2	Sensor DHT22	1 pcs	Rp. 50.000,-	1 pcs	Rp. 56.000,-
3	LCD 20x4	1 pcs	Rp. 55.000,-	1 pcs	Rp. 90.000,-
4	Sensor MICS-6814	1 pcs	Rp. 500.000,-	-	-
5	Baterai 9 volt	1 pcs	Rp. 10.000,-	-	-
6	Box atau case	1 pcs	Rp. 250.000,-	-	-
7	Drat kuningan	-	-	2 pcs	Rp. 35.000,-
8	Selang <i>pneumatic</i>	-	-	3 meter	Rp. 60.000,-
9	Box sensor	-	-	1 pcs	Rp. 95.000,-
10	Box akrilik	-	-	1 pcs	Rp. 35.000,-
11	Sensor MQ-7	-	-	1 pcs	Rp. 20.000,-
12	Power adaptor 12 volt	-	-	1 pcs	Rp. 20.000,-
13	<i>Solenoid valve</i> 12 volt	-	-	1 pcs	Rp. 120.000,-
14	<i>Relay</i> 1 channel	-	-	1 pcs	Rp. 9.500,-
15	Baterai Li-ion	-	-	3 pcs	Rp. 42.000,-
16	<i>Holder</i> baterai Li-ion	-	-	1 pcs	Rp. 14.000,-
17	<i>Fitting pneumatic</i>	-	-	4 pcs	Rp. 101.000,-
Total			Rp. 945.000,-		Rp. 765.000,-

#### 4.3 Analisis dan Pembahasan Kesesuaian antara Perencanaan dan Realisasi

Pada proses perencanaan dan hasil realisasinya terdapat beberapa perbedaan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.1, 4.2, dan 4.3. Beberapa perubahan tersebut dikarenakan adanya salah satu komponen yang tidak berfungsi sehingga harus menggantinya dan usulan penambahan beberapa komponen lainnya dari pihak mitra, hal tersebut membuat *timeline* pengerjaan dan RAB-nya sedikit terganggu dan berubah. Dari Tabel 4.3, kesesuaian realisasi yaitu 50% dari perencanaan. Meskipun realisasi berubah dari perencanaan, target spesifikasi sudah tercapai.

Ketidaksesuaian yang pertama terdapat pada perubahan sensor untuk pendeteksi gas CO dari sensor MICS-6814 menjadi MQ-7, perubahan tersebut dikarenakan sensor MICS-6814 tidak berfungsi sebagaimana mestinya. Ketika dilakukan pengujian dengan menggunakan gas apapun sensor tidak memberi respon perubahan angka ketika dilihat dari *serial monitor* Arduino IDE, oleh karena itu sebagai alternatifnya penulis memutuskan untuk menggantinya dengan sensor MQ-7. Sensor MQ-7 sendiri memiliki harga yang lebih murah namun tingkat akurasi pengukuran gas CO pada sensor MQ-7 tidak sebaik sensor MICS-6814. Ketidaksesuaian selanjutnya terdapat pada sumber daya yang pada awalnya menggunakan baterai 9 volt menjadi *power* adaptor 12 volt,

perubahan ini bertujuan agar daya yang digunakan pada saat alat CODE Meter digunakan tercukupi dikarenakan adanya tambahan komponen yang membutuhkan daya tambahan. Ketidaksesuaian yang terakhir terdapat pada box, perubahan dilakukan karena adanya perubahan peletakan komponen yang pada awal perencanaan seluruh komponen yang digunakan akan diletakan pada 1 box besi dengan ukuran 25 x 15 x 10 cm, namun setelah melalui diskusi lanjutan dengan pihak mitra, sensor harus diletakan pada box yang terpisah agar komponen pendukung lainnya tidak terganggu pada saat proses *sampling* udara dilakukan. Oleh karena itu penulis memutuskan untuk membuat 2 box yang terdiri dari 1 box besi berukuran 7,6 x 4,6 x 2,2 cm yang dikhususkan untuk sensor MQ-7 dan DHT22 dan 1 box akrilik berukuran 12 x 12 x 7 cm yang dikhususkan untuk meletakan komponen lainnya.

Selanjutnya terdapat beberapa komponen yang pada tahap perancangan tidak tercantum namun digunakan pada saat realisasi alat, yaitu *solenoid valve* 12 volt untuk mengatur masuknya udara ke dalam box sensor, penambahan *item* ini memerlukan komponen pendukung lainnya seperti modul *relay* yang berfungsi untuk mengendalikan dan mengalirkan listrik untuk *solenoid valve* dan baterai *li-ion* yang berfungsi sebagai sumber daya untuk *solenoid valve*. Kemudian terdapat penambahan selang *pneumatic* untuk mengalirkan udara beserta *fitting pneumatic* dan drat kuningan untuk memasang selang tersebut pada box sensor.

## BAB 5 : Implementasi Sistem dan Analisis

### 5.1 Hasil dan Analisis Implementasi

Setelah perancangan alat selesai dilakukan, langkah selanjutnya adalah melakukan kalibrasi sensor MQ-7 dan sensor DHT22 dengan menggunakan *hygrometer thermometer* HTC-2 menggunakan udara ruangan pada suhu dan kelembaban udara normal. Setelah dilakukan kalibrasi sensor, tahap selanjutnya adalah menguji box sensor dengan mengalirkan udara dari kompresor udara dengan tekanan lebih dari 58,7844 psi atau lebih dari 4 bar untuk mengetes ketahanan dan kebocoran pada box sensor. Setelah pengujian sensor dan pengujian box selesai dilakukan, tahapan terakhir adalah memasang alat CODE Meter ke kompresor udara untuk melakukan *monitoring* data CO dan *dew point* pada LCD untuk mengetahui apakah data yang ditampilkan sudah benar dan lengkap sesuai dengan kebutuhan.

#### 5.1.1 Kalibrasi Sensor MQ-7

Pengambilan data kalibrasi sensor MQ-7 dilakukan dengan menggunakan alat ukur kadar gas CO yaitu *Carbon Monoxide Meter Testo* 315-3 di laboratorium kualitas lingkungan FTSP UII dan membandingkan dengan hasil keluaran dari sensor MQ-7. Tabel 5.1 berikut merupakan perbandingan hasil pembacaan sensor MQ-7 dan *Carbon Monoxide Meter Testo* 315-3 setelah dilakukan kalibrasi.

Tabel 5.1 Persentase *error* antara MQ-7 dan *Carbon Monoxide Meter Testo* 315-3

Sensor MQ-7 (ppm)	<i>Carbon Monoxide Meter Testo</i> 315-3 (ppm)	Error (%)
0.53	0.5	6
0.52	0.5	4
0.40	0.5	20
0.62	0.5	24
0.60	0.5	20
0.63	0.5	26
0.65	0.5	30
0.55	0.5	10
0.60	0.5	20
Rata-rata		17.7

Dari data persentase *error* yang ditunjukkan pada Tabel 5.1 dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan data pengukuran antara sensor dan alat ukur dengan persentase rata-rata sebesar 17,7%.

#### 5.1.2 Kalibrasi Sensor DHT22

Pengambilan data kalibrasi sensor DHT22 dilakukan dengan menggunakan *Hygrometer Thermometer* HTC-2 di dalam ruangan dengan suhu dan kelembaban udara normal. Kalibrasi dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan DHT22 dan *hygrometer thermometer* HTC-2. Hasil perbandingan tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.2 dan 5.3 berikut.

Tabel 5.2 Persentase *error* antara suhu udara pada DHT22 dan *Hygrometer Thermometer* HTC-2

Sensor DHT22 (°C)	<i>Hygrometer Thermometer</i> HTC-2 (°C)	Error (%)
25.80	25.80	0
25.90	25.90	0
25.90	25.80	0.4
25.70	25.80	0.4
25.60	25.70	0.4
25.70	25.70	0
25.80	25.90	0.4
25.90	26	0.4
26	26	0
Rata-rata		0.22

Tabel 5.3 Persentase *error* antara kelembaban udara pada DHT22 dan *Hygrometer Thermometer* HTC-2

Sensor DHT22 (%)	<i>Hygrometer Thermometer</i> HTC-2 (%)	Error (%)
82%	65	26
78%	62	26
75%	62	21
75%	62	21
73%	68	7
75%	68	10
73%	68	7
72%	68	6
72%	68	6
Rata-rata		14.4

Dari data persentase *error* yang ditunjukkan pada Tabel 5.2 dan 5.3 dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan data pengukuran antara sensor dan alat ukur dengan persentase rata-rata sebesar 0,22% untuk data suhu dan 14,4% untuk data kelembaban udara. Kemudian dilakukan perhitungan *dew point* dengan menggunakan data dari sensor DHT22 seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5.4 dan menggunakan data dari *Hygrometer Thermometer* HTC-2 pada Tabel 5.5.

Tabel 5.4 Perhitungan *dew point* menggunakan rumus dengan data sensor DHT22

Suhu pada DHT22 (°C)	Kelembaban pada DHT22 (%)	<i>Dew Point</i> (°C)
25.60	82	22
25.80	80	22.2
25.90	78	21.5
25.90	75	20.9
25.70	75	20.7
25.60	73	20.2
25.70	75	20.7
25.80	73	20.4
25.90	72	20.3
26	72	20.4
Rata-rata		20.93

Tabel 5.5 Perhitungan *dew point* menggunakan rumus dengan data *Hygrometer Thermometer HTC-2*

Suhu pada <i>Hygrometer Thermometer HTC-2</i> (°C)	Kelembaban pada <i>Hygrometer Thermometer HTC-2</i> (%)	<i>Dew Point</i> (°C)
25.70	65	18.7
25.80	62	18.2
25.90	62	18.3
25.80	62	18.2
25.80	62	18.2
25.70	68	19.3
25.70	68	19.3
25.90	68	19.5
26	68	19.6
26	68	19.6
Rata-rata		18.98

Dari hasil perhitungan *dew point* menggunakan rumus dari data pengukuran yang didapat dari sensor DHT22 didapatkan rata-rata nilai *dew point* sebesar 20,93% dan dari data *hygrometer thermometer* HTC-2 didapatkan rata-rata nilai *dew point* sebesar 18,98%.

Tabel 5.6 Hasil akurasi sensor

No	Sensor	Akurasi (%)
1	Sensor MQ-7	82,3%
2	Sensor DHT22 (Suhu)	99.78%
3	Sensor DHT22 (Kelembaban Udara)	85.6%

### 5.1.3 Hasil Pengujian Ketahanan Box Sensor dengan Kompresor dan *Monitoring* Data pada LCD

Tabel 5.7 Hasil uji coba CODE Meter pada kompresor

Menit	Tekanan Udara (Psi)	Keadaan Box	<i>Solenoid Valve</i>	Gas CO (ppm)	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	<i>Dew Point</i> (°C)
1	10	Baik	Nyala	0.23	25	68.40	18.77
2	20	Baik	Mati	0.26	25	68.40	18.77
3	30	Baik	Mati	0.33	25	68.50	18.79
4	40	Baik	Mati	0.33	25	68.60	18.81
5	50	Baik	Mati	0.35	25.10	68.70	18.93
6	60	Baik	Nyala	0.40	25	68.80	18.86

Dikarenakan tidak tersedianya kompresor medis pada saat melakukan pengujian, maka penulis menggunakan kompresor udara biasa dengan prinsip kerja yang sama, yaitu mengalirkan udara bertekanan ke box sensor. Tabel 5.7 adalah hasil pengambilan data dengan tekanan 10 hingga 60 psi, pengambilan data dilakukan selama 6 menit dengan penambahan tekanan udara sebesar 10 psi setiap satu menit. Hasil dari pengujian ini CODE Meter dapat digunakan pada tekanan udara 4 bar atau 58,0151 psi. Hasil keluaran gas CO yang terbaca oleh sensor sudah sesuai atau mendekati rata-rata kandungan CO pada udara bebas yaitu 0,5 ppm. Selanjutnya untuk *dew*

*point* yang terbaca oleh sensor juga sudah sesuai atau mendekati rata-rata kandungan *dew point* pada udara bebas normal. Untuk *solenoid valve* dapat mengalirkan udara 5 menit sekali selama 1 menit. Selanjutnya untuk hasil *monitoring* data pada LCD sudah menunjukkan data pengukuran yang dibutuhkan dengan benar.

## 5.2 Pengalaman Pengguna

Pada implementasi CODE Meter, terdapat beberapa aspek capaian dan aksi terhadap sistem yang telah dibuat dengan pengguna yang dapat dilihat pada Tabel 5.8 berikut.

Tabel 5.8 Pengalaman pengguna

No	Fitur/Komponen	Capaian	Aksi/Perbaikan
1	Fungsi	Fungsi sebagai alat ukur dengan hasil pengukuran yang ditampilkan melalui LCD sudah berjalan dengan baik	Dipertahankan
2	Kemudahan	Pengoperasian mudah hanya dengan menyambungkan alat ke sumber listrik	Dipertahankan
3	Akurasi sensor	Akurasi pengukuran suhu dengan sensor DHT22 yaitu 99.78% dan kelembaban udara 85.6%. Akurasi pengukuran CO dengan sensor MQ-7 adalah 82.3%	Diperlukan kalibrasi ulang dengan beberapa kondisi untuk meningkatkan keakurasian pengukuran

## 5.3 Dampak Implementasi Sistem

### 5.3.1 Teknologi/Inovasi

CODE Meter adalah alat ukur kadar CO dan *dew point* yang dipasangkan pada keluaran kompresor medis yang diciptakan dengan harga yang terjangkau. CODE Meter dapat mendeteksi gas CO dari 0 ppm hingga 2.000 ppm. Setelah riset terdapat beberapa sistem yang sejenis yang pertama yaitu Sistem Pemantauan Kompresor Udara Berbasis *Internet of Things* [17] oleh Brillianes Fredo Zakaria, Muhammad Ary Murti, dan Agung Surya Wibowo. Namun penelitian ini bertujuan untuk *memonitoring* tegangan, suhu, arus, dan daya pada kompresor, tidak ada pengukuran gas CO dan *dew point*. Contoh lainnya yaitu *On Line Dew Point* Meter keluaran dari merk Messtechnik [18], alat ini dapat mengukur *dew point* sampai dengan tekanan udara kompresor 20 bar, namun alat ini memiliki harga yang mahal dan tidak terdapat fitur untuk mengukur gas CO. Contoh selanjutnya yaitu *Gas Purity Analysist & monitoring* dari Pharmagas [19], alat tersebut dapat mengukur dan *memonitoring* gas CO dan *dew point* yang dialirkan pada jaringan pipa gas medis rumah sakit, namun memiliki harga yang mahal. Tabel 5.9 merupakan perbandingan daftar fitur dan komponen CODE Meter dengan alat lainnya.

Tabel 5.9 Perbandingan fitur/komponen CODE Meter dengan alat lainnya

No	Fitur/Komponen	CODE Meter	Brillianes Fredo, dkk	Messtechnik	Pharmagas
1	Sistem monitoring	Ada	Ada	Ada	Ada
2	Pengukuran gas CO	Ada	Tidak ada	Tidak ada	Ada
3	Pengukuran dew point	Ada	Tidak ada	Ada	Ada
4	Pengukuran suhu	Ada	Ada	Ada	Tidak ada
5	Pengukuran kelembaban	Ada	Tidak ada	Ada	Tidak ada
6	Dipasang pada kompresor	Ya	Ya	Ya	Ya
7	Harga	Rp. 765.000,-	-	Rp. 13.029.946,-	Rp. 25.000.000,-

### 5.3.2 Medis

CODE Meter dapat *memonitoring* kadar CO dan *dew point* pada udara keluaran kompresor medis sudah sesuai standar atau belum, yaitu -10°C hingga 40°C untuk *dew point* dan 1 ppm hingga 5 ppm untuk gas CO. CODE Meter dapat membantu pihak medis untuk mencegah terjadinya kegagalan filtrasi udara yang akan berdampak buruk untuk pasien.

### 5.3.3 Ekonomi

Biaya perancangan CODE Meter cukup terjangkau, karena komponen yang diperlukan tidak terlalu mahal sehingga rumah sakit yang ingin menggunakan alat ini untuk kebutuhan kompresor medis bisa mendapatkannya dengan harga dibawah Rp1.000.000, harga ini terbilang cukup terjangkau jika dibandingkan harus membeli alat ukur khusus CO atau *dew point* yang mahal.



## BAB 6 : Kesimpulan dan Saran

### 6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, pembuatan, dan pengujian CODE Meter yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. CODE Meter adalah alat yang berguna untuk mengukur kadar CO dan *dew point* pada mesin kompresor medis yang dapat menampilkan hasil pengukurannya pada layar LCD. Alat ini dapat melakukan pengukuran kadar CO, pengukuran suhu dan kelembaban udara untuk mendapatkan nilai *dew point*. Alat ini tahan terhadap udara bertekanan 4 bar atau 58,7844 psi. Alat ini dilengkapi dengan *solenoid valve* yang berfungsi untuk memudahkan atau mengatur udara medis masuk ke box sensor secara otomatis setiap 5 menit sekali untuk melalui proses *sampling*. Penggunaan alat ini cukup praktis, yaitu dengan memasang CODE Meter dengan kompresor medis dan menghubungkannya ke sumber listrik.
2. Dari hasil kalibrasi sensor MQ-7 sebagai pengukur CO menunjukkan *error* sebesar 17,7% atau tingkat akurasi sebesar 82,3%. Dari hasil kalibrasi sensor DHT22 sebagai pengukur *dew point* menunjukkan *error* sebesar 0,22% untuk data suhu atau tingkat akurasi sebesar 99,78% dan 14,4% untuk data kelembaban udara atau tingkat akurasi sebesar 85,6%.
3. Pengujian dilakukan pada kompresor dengan berbagai tekanan membuktikan bahwa CODE Meter tahan terhadap udara bertekanan tinggi dan dapat menampilkan hasil pengukur CO dan *dew point* pada LCD dengan baik.

### 6.2 Saran

Berdasarkan hasil pengujian terakhir pada CODE Meter, terdapat beberapa saran dan perbaikan untuk pengembangan alat selanjutnya, yaitu :

1. Lebih baik jika box hanya 1 saja atau desain box besi diletakkan di dalam box akrilik agar CODE Meter terlihat lebih ringkas dan praktis dalam penggunaannya.
2. Penambahan *buzzer* sebagai indikator peringatan apabila kadar CO atau *dew point* sudah melebihi batas normal atau tidak sesuai dengan yang diharapkan.
3. Penambahan fitur *monitoring* jarak jauh dengan alarm untuk memudahkan pengguna memantau kadar CO dan *dew point* dan mempermudah untuk mencegah kegagalan filtrasi udara.

## Daftar Pustaka

- [1] PT. Putra Selaras Sentosa, “Gas medis rumah sakit dan Nurse call rumah sakit”, *accessed on* : Dec. 09, 2021. [Online]. Available: <https://putraselarassentosa.com/>
- [2] N. H. Wijaya, B. Utara, and I. Khoirunnisa, “Monitoring Tekanan Gas Medis Pada Instalasi Gas Medis Rumah Sakit,” *Med. Tek. J. Tek. Elektromedik Indones.*, vol. 1, no. 1, pp. 19–24, Oct. 2019, doi:10.18196/MT.010104.
- [3] PT. Sarana Medikal Prisma » Distributor gas medis Beaconmedaes dan Distributor Nurse call Ascom, “Sistem sentral medikal air atau udara tekan gas medis.” *accessed on* : Dec. 09, 2021 [Online]. Available: <https://www.saranamedical.com/berita/lihat/sistem-sentral-medikal-air-atau-udara-tekan-gas-medis>
- [4] “(44) Implementasi Pemakaian Udara Tekan Gas Medik Di Rumah Sakit | LinkedIn.” *accessed on* : Dec. 09, 2021 [Online]. Available: <https://www.linkedin.com/pulse/implementasi-pemakaian-udara-tekan-gas-medik-di-rumah-tri-laksono/?originalSubdomain=id>
- [5] M. A. Nasrullah, D. H. Andayani, and E. Y. Yulianto, “Pusat Pemantauan Volume Penggunaan Gas Medis Oksigen Berbasis Komputer,” *J. Teknokes*, vol. 12, no. 2, pp. 50–58, Sep. 2019, doi: 10.35882/TEKNOKES.V12I2.8.
- [6] N. D. Zulianza and H. Deviana, “Prototype Alat Pengukur Kadar Karbon Monoksida (CO) pada Asap Rokok di Dalam Smoking Room Menggunakan Logika Fuzzy,” vol. 12, no. 02, p. 10.
- [7] H. Subagiyo, W. Randa, and R. T. Wahyuni, “Peningkatan Akurasi Pengukuran Kadar Gas CO pada Node Sensor Sistem Monitoring Kualitas Udara Menggunakan Kompensasi Kesalahan,” p.8 .
- [8] Universitas Padjadjaran, S. Suryaningsih, J. Yuda Mindara, S. Hidayat, and I. Chaerunnisa, “Rancang Bangun Alat Ukur Kadar Gas CO Berbasis Nirkabel RF Untuk Pemantauan Kondisi Pencemaran Udara,” *Jiif*, vol. 1, no. 1, pp. 45–50, Feb. 2017, doi: 10.24198/jiif.v1n1.6.
- [9] A. Sewagetra and D. Fauziah, “Analisis Moisture Content dan Dew Point Gas SF6 Pada PMTdi Gardu Induk Cigereleng PT PLN (Persero) Transmisi Jawa Bagian Tengah,” p. 11.

- [10] K. Armando, "Monitoring Suhu dan Kelembaban Udara Menggunakan Sensor DHT22 dengan Sistem IOT (Internet Of Things)," *Internet Of Things*, p. 106.
- [11] "Medical Gas Compressed Air System - Putra Medikaltek Indonesia", *Putra Medikaltek Indonesia*, 2022. [Online]. Available: <https://putramedikaltek.co.id/2022/06/28/medical-gas-compressed-air-system/>. [Accessed: 18- Jul- 2022].
- [12] "What is the average level of carbon monoxide in homes? | US EPA", *US EPA*, 2022. [Online]. Available: <https://www.epa.gov/indoor-air-quality-iaq/what-average-level-carbon-monoxide-homes>. [Accessed: 28- Jun- 2022].
- [13] "What To Do If Your Carbon Monoxide Alarm Sounds", *ABGO Blog*, 2022. [Online]. Available: <https://abgoheatingspares.home.blog/2019/04/17/what-to-do-if-your-carbon-monoxide-alarm-sounds/>. [Accessed: 28- Jun- 2022].
- [14] M. A. A. Prakoso and L. Rakhmawati, "Sistem Monitoring Kadar Karbon Monoksida (CO) Pada Cerobong Asap Industri Dengan Komunikasi Bluetooth Melalui Smartphone Android," vol. 07, p. 8, 2018.
- [15] C. Arduino and C. Arduino, "Cara menggunakan Modul deteksi Gas CO MQ7 dengan Arduino - Cronyos", *Cronyos*, 2022. [Online]. Available: <https://www.cronyos.com/cara-menggunakan-modul-deteksi-gas-co-mq7-dengan-arduino/>. [Accessed: 19- Jun- 2022].
- [16] M. G. Lawrence, "The Relationship between Relative Humidity and the Dewpoint Temperature in Moist Air: A Simple Conversion and Applications," *Bull. Am. Meteorol. Soc.*, vol. 86, no. 2, pp. 225–234, Feb. 2005, doi: 10.1175/BAMS-86-2-225.
- [17] B. F. Zakaria, M. A. Murti, and A. S. Wibowo, "Sistem Pemantauan Kompresor Udara Berbasis Internet Of Things," p. 8.
- [18] "Kualitas Baik Online Udara Dan Gas Alat Ukur Dew Point Meter - Buy Dew Point Meter,Air And Gas Measuring Dew Point,Online Dew Point Meter Product on Alibaba.com", *Indonesian.alibaba.com*, 2022. [Online]. Available: <https://indonesian.alibaba.com/product-detail/Good-quality-online-air-and-gas-60644124281.html>. [Accessed: 30- Jun- 2022].

[19] Mandiri, "Indonusa Sahabat Mandiri", *Indonusa Sahabat Mandiri*, 2022. [Online]. Available: <https://ismmedical.id/monitoring/gas-purity-analysis/>. [Accessed: 30- Jun- 2022].



## LAMPIRAN – LAMPIRAN

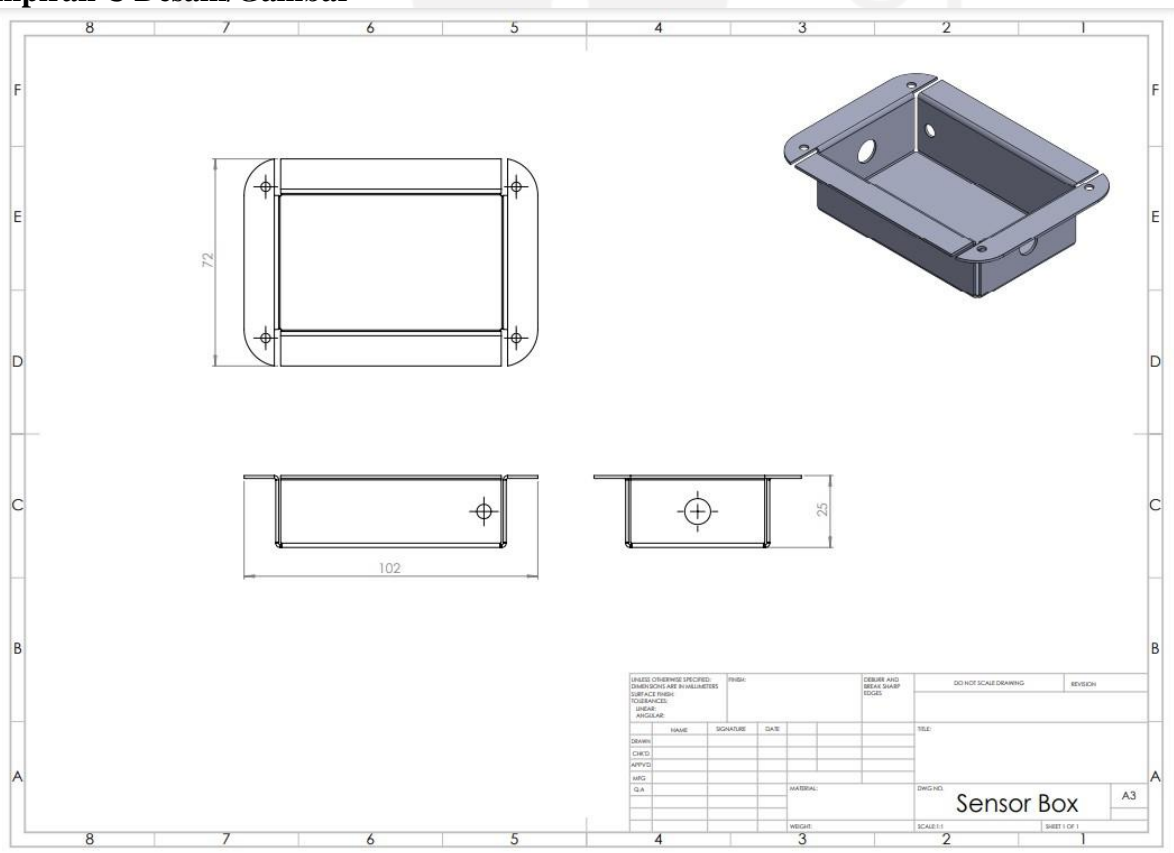
### Lampiran A Logbook

Tanggal	Deskripsi Kegiatan
9 Februari 2022	Bimbingan Bersama dosen pembimbing 1 di Lab Telekomunikasi
14 Februari 2022	Melakukan pembelian komponen
24 Februari 2022	Bimbingan Bersama dosen pembimbing 1 via zoom
3 Maret 2022	Proses pembuatan program dan perakitan rangkaian komponen elektronik
4 Maret 2022	Proses pembuatan program dan perakitan rangkaian komponen elektronik
7 Maret 2022	Proses pembuatan program dan perakitan rangkaian komponen elektronik
16 Maret 2022	Bimbingan Bersama dosen pembimbing 1 via zoom
17 Maret 2022	Percobaan pengambilan data keluaran sensor DHT-22 dan MICS-6814
30 Maret 2022	Bimbingan Bersama dosen pembimbing 1 di Lab Inovasi
6 April 2022	Melakukan percobaan alat Bersama mitra pada workshop Ulil Albab Startup Center
7 April 2022	Proses laser plat besi untuk box sensor
10 April 2022	Pembelian solenoid valve dan relay
11 April 2022	Proses tekuk plat besi untuk box sensor
12 April 2022	Evaluasi data keluaran sensor MICS-6814 oleh mitra
13 April 2022	Bimbingan Bersama dosen pembimbing 1 di Lab Inovasi
14 April 2022	Proses pengelasan box sensor
19 April 2022	<i>Finishing</i> box sensor
20 April 2022	Proses pembuatan program dan perakitan komponen dengan relay dan solenoid valve
25 April 2022	Perakitan komponen pada box sensor
7 Mei 2022	Evaluasi sistem elektronis dan kode program untuk mengecek kesalahan yang mungkin terjadi
9 Mei 2022	Diskusi dan pengerjaan <i>Technical Report</i> 201
10 Mei 2022	Diskusi dan pengerjaan <i>Technical Report</i> 201
14 Mei 2022	Bimbingan Bersama dosen pembimbing 1 via zoom
17 Mei 2022	Pembelian sensor MQ-7 dan thermometer hygrometer
23 Mei 2022	Proses pembuatan program sensor MQ-7
1 Juni 2022	Bimbingan Bersama dosen pembimbing 1 via zoom
7 Juni 2022	Pembuatan box akrilik
8 Juni 2022	Perakitan komponen pada box akrilik
9 Juni 2022	Persiapan alat untuk melakukan pengujian
13 Juni 2022	Kalibrasi sensor DHT-22 dengan thermometer hygrometer
16 Juni 2022	Kalibrasi Sensor MQ-7 menggunakan carbon monoxide meter testo 315-3 di laboratorium kualitas lingkungan FTSP
17 Juni 2022	Pengambilan data pengujian alat
19 Juni 2022	Diskusi dan pengerjaan <i>Technical Report</i> 202
20 Juni 2022	Diskusi dan pengerjaan <i>Technical Report</i> 202
21 Juni 2022	<i>Finishing</i> CODE Meter dan evaluasi
22 Juni 2022	<i>Finishing</i> CODE Meter dan evaluasi
25 Juni 2022	Diskusi dan pengerjaan Laporan Akhir Project Capstone
30 Juni 2022	Diskusi dan pengerjaan Laporan Akhir Project Capstone

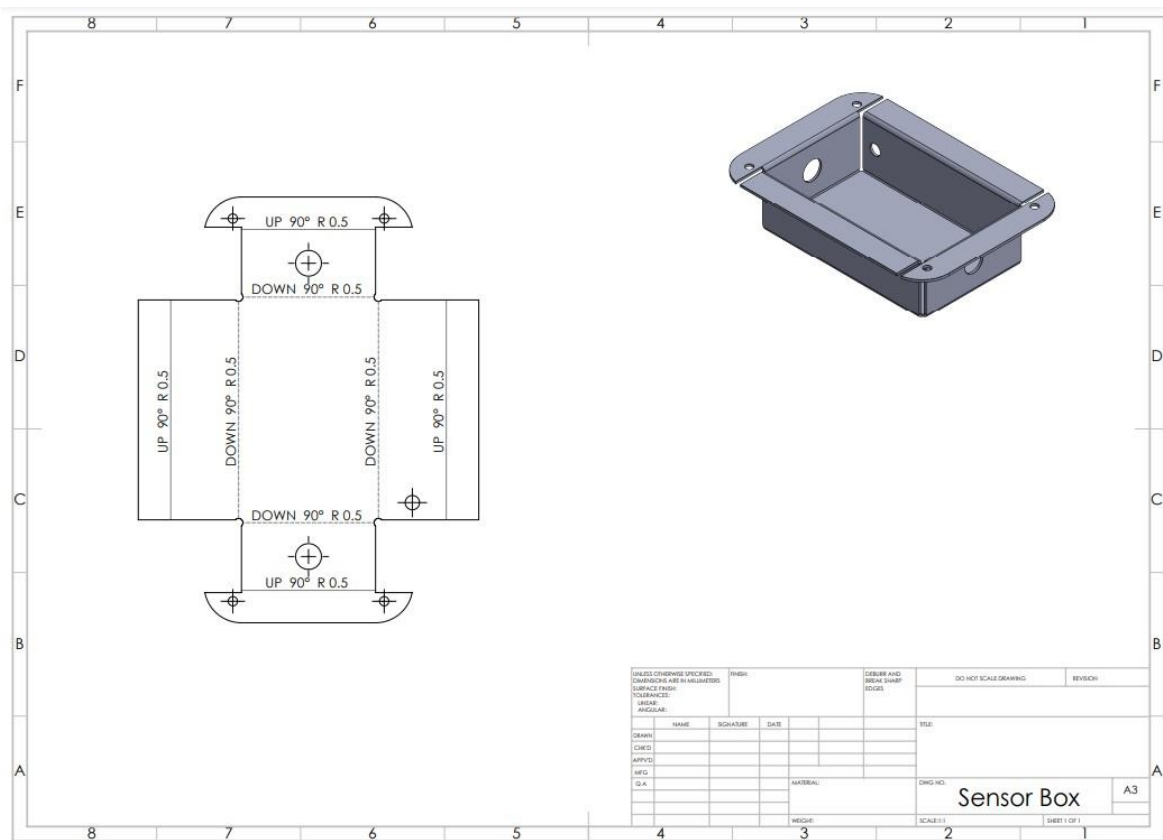
### Lampiran B Dokumentasi Keuangan

No	Nama Barang	Satuan	Harga Satuan	Jumlah	Total Harga
1	Arduino Uno	Pcs	Rp.67.500,-	1	Rp.67.500,-
2	Sensor DHT-22	Pcs	Rp. 56.000,-	1	Rp. 56.000,-
3	Sensor MQ-7	Pcs	Rp. 20.000,-	1	Rp. 20.000,-
4	LCD 20X4	Pcs	Rp. 90.000,-	1	Rp. 90.000,-
5	Selang Pneumatic	Meter	Rp. 20.000	3	Rp. 60.000
6	Box sensor	Pcs	Rp. 95.000,-	1	Rp. 95.000,-
7	Box Akrilik	Pcs	Rp. 35.000,-	1	Rp. 35.000,-
8	Fitting Pneumatic	Pcs	Rp. 25.025,-	4	Rp. 101.000,-
9	Drat Kuningan	Pcs	Rp. 17.500,-	2	Rp. 35.000,-
10	Power Adaptor 12 volt	Pcs	Rp. 20.000,-	1	Rp. 20.000,-
11	Solenoid Valve 12 volt	Pcs	Rp. 120.000,-	1	Rp. 120.000,-
12	Relay 1 Channel	Pcs	Rp. 9.500,-	1	Rp. 9.500,-
13	Baterai Li-ion	Pcs	Rp. 14.000,-	3	Rp. 42.000,-
14	Holder Baterai Li-ion	pcs	Rp. 14.000,-	1	Rp. 14.000,-
total					Rp. 765.000

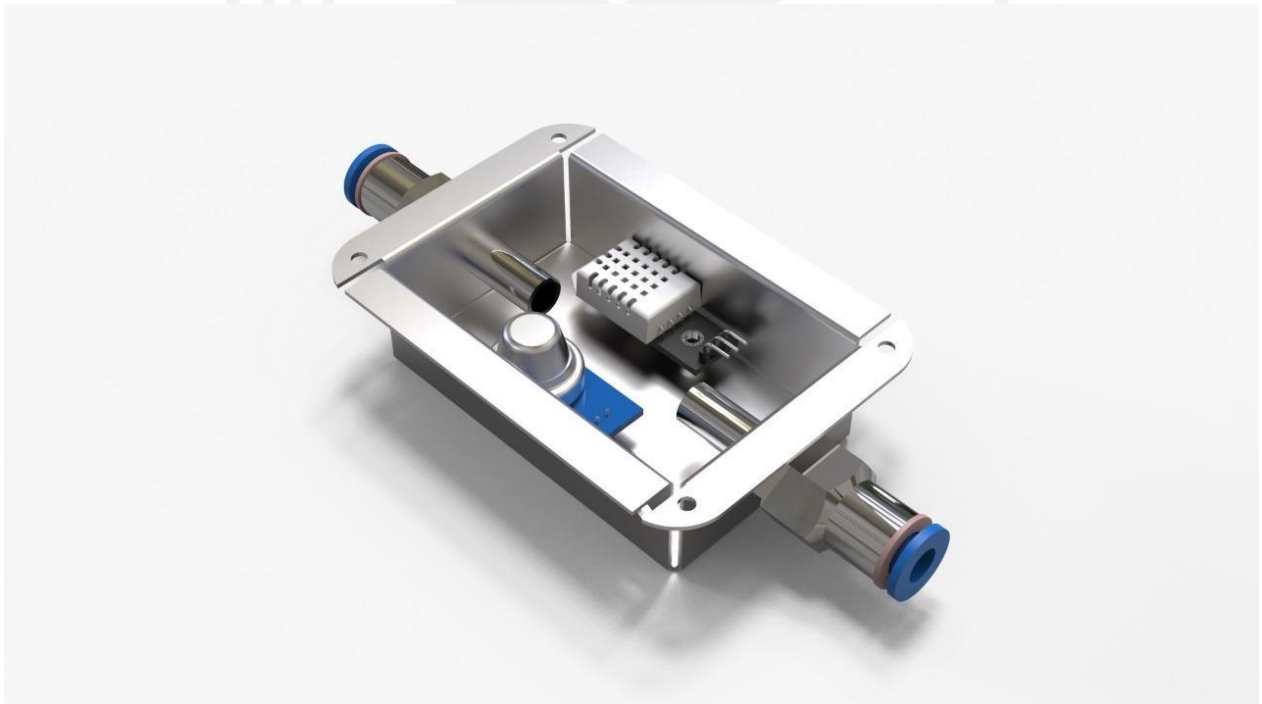
### Lampiran C Desain/Gambar



Gambar 1. Gambar teknik desain cetak box sensor



Gambar 2. Gambar teknik desain tekuk box sensor

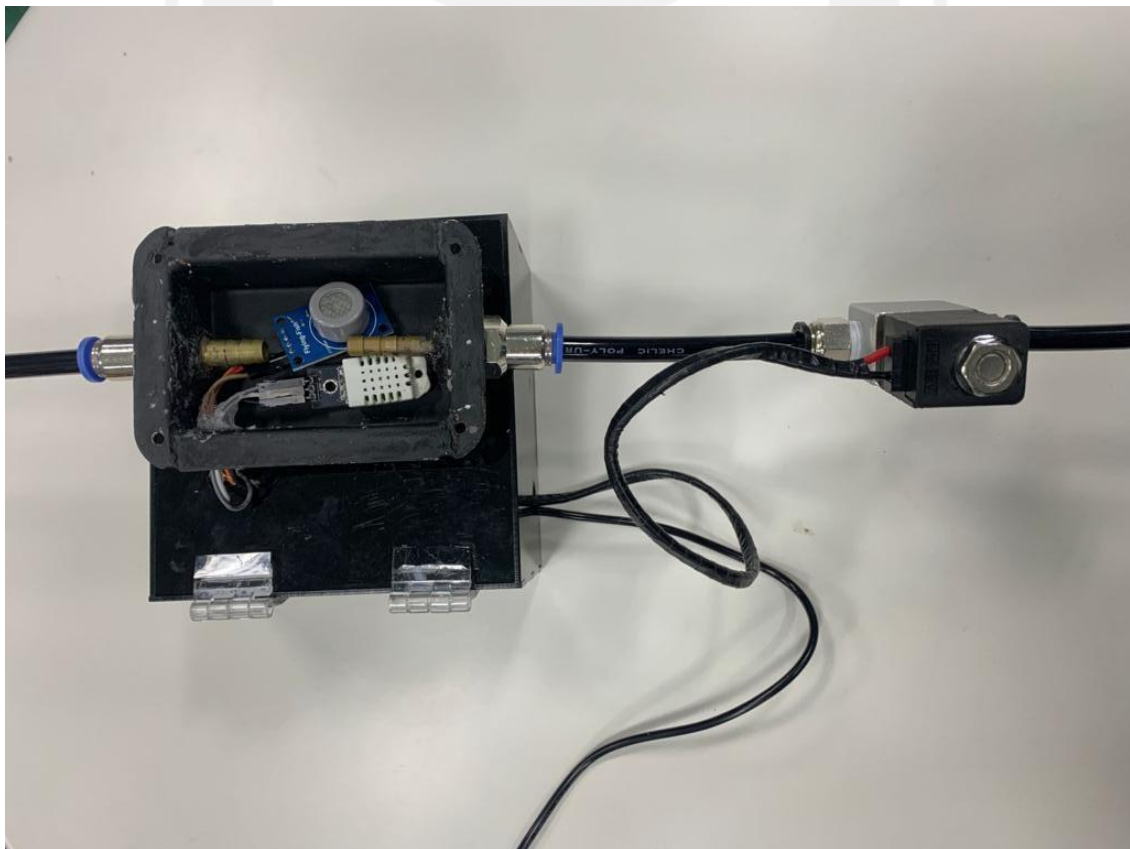


Gambar 3. Desain box sensor dari PT. Putra Medikaltek Indonesia

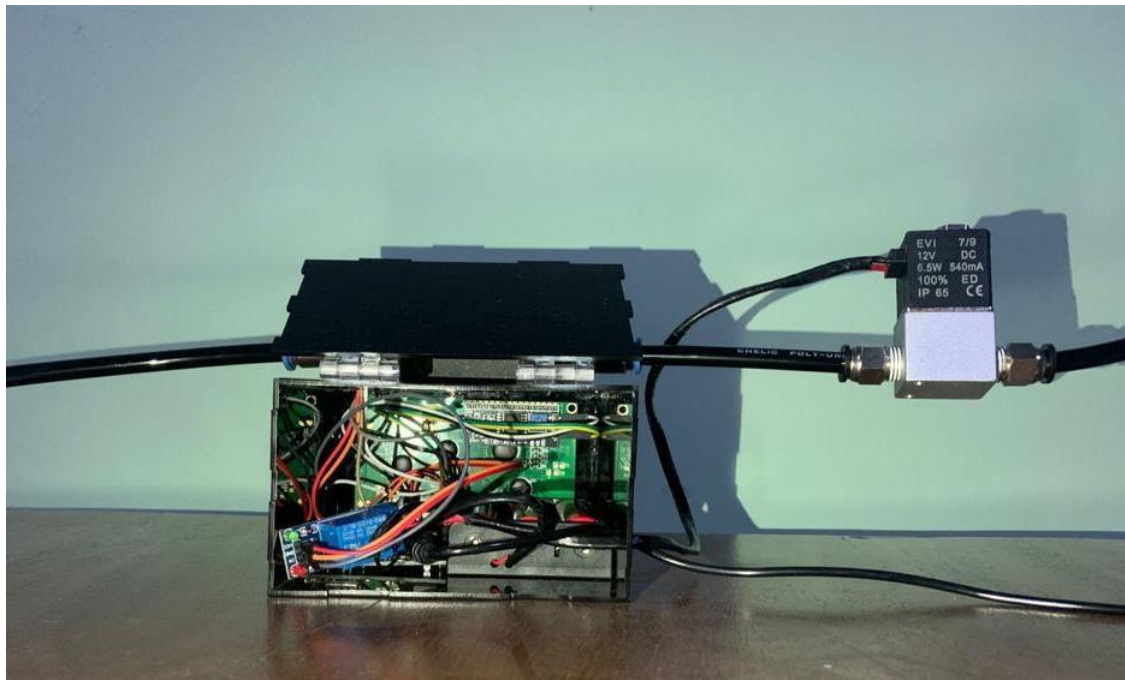




Gambar 4. Perancangan rangkaian elektronik



Gambar 5. Tampak dalam box sensor



Gambar 6. Tampak dalam box akrilik



Gambar 7. Proses kalibrasi sensor MQ-7 dengan *Carbon Monoxide Meter Testo 315-3*





Gambar 8. Proses kalibrasi sensor DHT-22 dengan HTC-2



Gambar 9. Proses pengujian CODE Meter dengan kompresor