

# LAPORAN TUGAS AKHIR 2

## Desain Prototipe Konsentrator Oksigen Portabel Ekonomis



Penyusun:

Hafidzha Zulni (20524006)

Naufal Iqbal Anwar Pulungan (20524164)

**Program Studi Teknik Elektro**

**Fakultas Teknologi Industri**

**Universitas Islam Indonesia**

**Yogyakarta**

**2024**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**Konsentrator Oksigen Portabel Ekonomis**

Penyusun:

Hafidzha Zulni (20524006)

Naufal Iqbal Anwar Pulungan (20524164)

Yogyakarta, 5 Juli 2024

Dosen Pembimbing 1

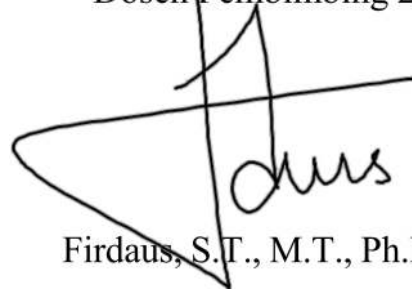


Yusuf Aziz Amrullah, S.T., M.Eng.,

Ph.D.

045240101

Dosen Pembimbing 2



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

015240101

**Program Studi Teknik Elektro**

**Fakultas Teknologi Industri**

**Universitas Islam Indonesia**

**Yogyakarta**

**2024**

# LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Desain Prototipe Konsentrator Oksigen Portabel Ekonomis



Disusun oleh:  
**Hafidzha Zulni (20524006)**  
**Naufal Iqbal Anwar Pulungan (20524164)**

Telah dipertahankan di depan dewan penguji  
pada tanggal: 24 Juli 2024

## Susunan Dewan Penguji

Ketua Penguji

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

Anggota Penguji 1

: Suatmi Murnani, S.T., M.Eng.

Anggota Penguji 2

: PM. IR. DR. NASRUL HUMAIMI BIN MAHMOOD

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

Tanggal: 24-Juli-2024

Ketua Program Studi Teknik Elektro



Dwi Ana Ratna Wati, S.T., M.Eng.

035240102

## PERNYATAAN

Dengan ini kami menyatakan bahwa:

1. Tugas Akhir ini tidak mengandung karya yang diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan 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, dan paten merupakan milik bersama antara 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, 24-Juli-2024



Hafidzha Zulni (20524006)



Naufal Iqbal Anwar Pulungan (20524164)

## DAFTAR ISI

<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>5</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>6</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>7</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	<b>8</b>
1.1 Latar belakang dan Identifikasi Masalah.....	8
1.2 Rumusan Masalah.....	9
1.3 Tujuan.....	10
1.4 Batasan Masalah.....	10
1.5 Batasan Realistis Aspek Keteknikan.....	10
<b>BAB 2. IDENTIFIKASI KEBUTUHAN SISTEM</b> .....	<b>12</b>
2.1 Studi Literatur dan Observasi.....	12
2.2 Dasar Teori.....	15
2.3 Analisis Aspek yang Mempengaruhi Sistem.....	17
2.4 Spesifikasi Sistem.....	18
<b>BAB 3. USULAN SOLUSI</b> .....	<b>20</b>
3.1 Usulan Solusi 1.....	20
3.2 Usulan Solusi 2.....	28
3.3 Analisis dan Penentuan Usulan Solusi/Desain Terbaik.....	35
3.4 Gantt Chart.....	36
3.5 Realisasi Pelaksanaan Tugas Akhir 1.....	37
<b>BAB 4. HASIL RANCANGAN DAN METODE PENGUKURAN</b> .....	<b>39</b>
4.1 Hasil Rancangan Sistem.....	39
4.2 Metode Pengukuran Kinerja Hasil Perancangan.....	45
<b>BAB 5. HASIL PENGUKURAN DAN ANALISIS</b> .....	<b>46</b>
5.1. Analisis Hasil.....	46
5.2 Dampak Implementasi Sistem.....	64
<b>BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>65</b>
6.1 Kesimpulan.....	65
6.2 Saran.....	65
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>66</b>
<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>68</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Hasil studi literatur solusi sejenis.....	12
Tabel 2.2 Harga dan spesifikasi konsentrator oksigen yang beredar di pasaran.....	14
Tabel 2.3 Hasil wawancara dengan tenaga medis yang ahli.....	15
Tabel 2.4 Spesifikasi desain prototipe konsentrator oksigen portabel ekonomis.....	19
Tabel 3.1 Tahapan desain thinking perancangan konsentrator oksigen.....	20
Tabel 3.2 Inventarisasi kebutuhan perangkat keras desain 1.....	24
Tabel 3.3 Rencana anggaran pengembangan desain 1.....	26
Tabel 3.4 Inventarisasi kebutuhan usulan sistem perangkat keras desain 2.....	31
Tabel 3.5 Rencana anggaran pengembangan sistem desain 2.....	33
Tabel 3.6 Analisis matrix decision desain terbaik.....	35
Tabel 3.7 Gantt chart pelaksanaan proyek Capstone.....	36
Tabel 3.8 Realisasi aktivitas pelaksanaan tugas akhir 1.....	37
Tabel 5.1 Hasil keluaran konsentrasi oksigen dengan jeda pergantian buka-tutup solenoid valve selama 8 detik.....	54
Tabel 5.2 Hasil keluaran konsentrasi oksigen dengan jeda pergantian buka-tutup solenoid valve selama 12 detik.....	55
Tabel 5.3 Hasil keluaran konsentrasi oksigen dengan jeda pergantian buka-tutup solenoid valve selama 10 detik.....	55
Tabel 5.4 Perbandingan performa antara sistem yang dibuat sebelumnya.....	58
Tabel 5.5 Perbandingan usulan dan hasil perancangan sistem.....	59
Tabel 5.6 Pengalaman pengguna.....	60
Tabel 5.7 Kesesuaian antara usulan dan realisasi timeline pengerjaan Tugas Akhir 2.....	61
Tabel 5.8 Kesesuaian RAB Tugas Akhir antara usulan dan realisasi.....	61
Tabel 5.9 Realisasi aktivitas pelaksanaan tugas akhir 2.....	63

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Ilustrasi Pressure Swing Adsorption (PSA).....	16
Gambar 2.2 Ilustrasi Membrane Gas Separation (MGS).....	17
Gambar 3.1 Blok diagram perancangan Desain 1.....	22
Gambar 3.2 Flowchart perancangan desain 1.....	23
Gambar 3.3. Ilustrasi desain 1.....	25
Gambar 3.3.1 Desain skematik Desain 1.....	25
Gambar 3.4 Blok Diagram perancangan desain 2.....	29
Gambar 3.5 Flowchart perancangan desain 2.....	30
Gambar 3.6 Ilustrasi desain 2.....	32
Gambar 3.6.1 Desain skematik desain 2.....	32
Gambar 4.1 Rangkaian elektronik yang digunakan.....	39
Gambar 4.2 Desain tiga dimensi.....	40
Gambar 5.1 Hasil keluaran konsentrasi oksigen dengan jeda pergantian buka-tutup solenoid valve selama 8 detik.....	48
Gambar 5.2 Hasil keluaran konsentrasi oksigen dengan jeda pergantian buka-tutup solenoid valve selama 12 detik.....	50
Gambar 5.3 Hasil keluaran konsentrasi oksigen dengan jeda pergantian buka-tutup solenoid valve selama 10 detik.....	52
Gambar 5.4 Uji statistik hasil keluaran oksigen konsentrator yang sedang dikembangkan dibandingkan sistem yang telah dikembangkan sebelumnya.....	53
Gambar 5.5 Tests of Normality.....	56
Gambar 5.6 Hasil luaran grafik perbandingan dari Desain Prototipe Konsentrator Oksigen Portabel Ekonomis dan Low-Cost Oxygenator.....	57
Gambar 5.7 Test Statistics dari Desain Prototipe Konsentrator Oksigen Portabel Ekonomis dan Low-Cost Oxygenator.....	58

# BAB 1. PENDAHULUAN

## 1.1 Latar belakang dan Identifikasi Masalah

Polusi udara telah menjadi masalah serius di seluruh dunia dan memiliki dampak buruk terhadap kesehatan manusia [1]. Polutan yang berasal dari asap kendaraan, asap pabrik, asap rokok, dan lain-lain bisa memicu terjadinya gangguan pernapasan, seperti asma, ISPA, dan kanker paru-paru. Selain itu, polutan juga bisa berakhir pada berkurangnya kadar oksigen di dalam tubuh manusia [8].

Menurut laporan World Air Quality Report dari IQAir, Indonesia merupakan negara dengan kualitas udara terburuk di ASEAN pada 2022. IQAir mengukur kualitas udara berdasarkan tingginya konsentrasi *particulate matter* (PM) 2.5 di udara Indonesia. PM 2.5 adalah partikel dengan ukuran diameter sekitar 2,5 mikrometer (1 mikrometer = 0,001 millimeter). Karena ukurannya yang sangat kecil, partikel ini dapat melayang di udara dalam waktu lama, serta dapat terhirup manusia dan memicu gangguan kesehatan, seperti ISPA (Infeksi Saluran Pernapasan Akut). Partikel ini umumnya berasal dari pembakaran kayu, asap kompor, asap kendaraan bermotor, sisa pembakaran energi dari pembangkit listrik dan industri, serta asap rokok [2].

ISPA adalah penyakit saluran pernapasan atas atau bawah yang dapat menular dan menimbulkan berbagai spektrum penyakit yang berkisar dari penyakit tanpa gejala atau infeksi ringan sampai penyakit yang parah dan mematikan tergantung dari faktor lingkungan dan faktor pejamu. Timbulnya gejala biasanya cepat dalam waktu beberapa jam sampai beberapa hari dengan gejala yang meliputi demam, batuk, sering juga nyeri tenggorokan, *coryza* (pilek), sesak nafas, mengi atau kesulitan bernapas[4]. Berdasarkan data Dinas Kesehatan (Dinkes) DKI Jakarta, ada 638.291 kasus infeksi saluran pernapasan akut (ISPA) di Ibu Kota periode Januari hingga Juni 2023. Berbagai pedoman dan protokol praktik klinis telah merekomendasikan terapi oksigen sebagai komponen pengobatan penting untuk ISPA akut berat [9].

Tingkat saturasi oksigen normal biasanya berkisar antara 95% hingga 100%. Namun, jika seseorang terkena Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA), saturasi oksigen dapat turun di bawah tingkat normal. Jika seseorang dengan ISPA memiliki SpO<sub>2</sub> di bawah 90%, ini bisa dianggap sebagai tanda potensi kekurangan oksigen yang serius, sehingga memerlukan alat yang bisa untuk menaikkan saturasi oksigen sehingga kembali normal [10]. Biasanya pasien yang

mengalami gejala tersebut menggunakan tabung oksigen tetapi terdapat beberapa kekurangan seperti bobot yang berat, kapasitas oksigen yang terbatas, serta tidak fleksibel. Sehingga diperlukan alternatif lain yang bisa menutupi kekurangan tersebut yaitu dengan menggunakan konsentrator oksigen.

Harga untuk tabung oksigen tidak murah apalagi semenjak kasus covid-19 kemarin harga tabung oksigen cukup mahal. Walaupun sekarang harganya tidak semahal saat covid-19 kemarin. Harga tabung oksigen ini pun bervariasi berdasarkan ukurannya serta bisa diisi ulang. Konsentrator oksigen memiliki teknologi yang dapat menarik udara dari lingkungan melalui beberapa penyaring dan membuang nitrogen untuk menghasilkan sumber oksigen yang lebih pekat hingga mencapai 95,5% secara terus menerus, kemudian disalurkan menggunakan selang oksigen yang telah terpasang pada pasien. Setelah dilakukan pengamatan harga konsentrator oksigen memiliki harga yang cukup mahal sesuai spesifikasi kisaran Rp. 1.999.000,00 hingga Rp156.974.368,00. Untuk konsentrator oksigen dengan harga Rp. 1.999.000,00 mempunyai konsentrasi oksigen sebesar 60%. Sedangkan untuk harga Rp156.974.368,00. Mempunyai konsentrasi oksigen stabil 93%.

Pada tugas akhir ini kami ingin mengembangkan konsentrator oksigen dengan biaya rendah karena menyadari bahwa harga online alat ini cukup tinggi dan belum terjangkau oleh banyak orang yang membutuhkannya. Dengan tekad untuk membantu individu yang memerlukan akses terhadap oksigen yang terjangkau secara ekonomis, kami berupaya untuk menciptakan solusi yang efektif dan terjangkau tanpa mengorbankan kualitas dan keamanan. Dengan menghadirkan konsentrator oksigen yang terjangkau, kami berharap dapat memberikan kontribusi positif dalam membantu orang-orang mendapatkan akses ke peralatan medis yang mereka butuhkan dengan konsentrasi oksigen stabil diatas 90%.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dari tugas akhir ini adalah bagaimana mendesain sebuah alat yaitu konsentrator oksigen yang memenuhi standar kesehatan, aman digunakan, dan mempunyai harga yang terjangkau.

### 1.3 Tujuan

Tujuan dari tugas akhir ini adalah:

1. Mendesain konsentrator oksigen sesuai dengan standar industri kesehatan.
2. Merealisasikan prototipe konsentrator oksigen.
3. Mengevaluasi prototipe yang dibuat dan dibandingkan dengan standar yang ada.

### 1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada tugas akhir ini adalah:

1. Jumlah *prototipe* yang dibuat adalah 1 unit.
2. Prototipe yang dibuat digunakan untuk lingkungan rumah tangga.
3. Prototipe menggunakan *filter* udara yang sudah tersedia.
4. Prototipe menggunakan *generator* yang sudah tersedia.
5. Prototipe yang dibuat mempunyai *flow* yang tidak tetap.

### 1.5 Batasan Realistis Aspek Keteknikan

Batasan realistis pada tugas akhir ini adalah:

1. Aspek Ekonomi

Aspek ekonomi merupakan aspek yang mendasar dalam pembuatan alat ini, berdasarkan hasil survei yang dilakukan rentang harga dari konsentrator oksigen berada pada harga Rp1.999.000,00-Rp156.974.368,00.per-unit. *Project capstone design* ini merupakan pengembangan dari *project capstone design* sebelumnya yang pendanaannya mencapai Rp.3.417.200,00. Merujuk pada survei dan *project capstone design* sebelumnya, maka direncanakan untuk estimasi pembuatan alat ini berada pada rentang harga Rp2.000.000,00-Rp7.000.000,00. Estimasi harga yang telah dibuat tentunya perlu memperhatikan kualitas dari komponen yang akan digunakan, dengan adanya penekanan serta alasan yang tepat dalam pemilihan komponen. Untuk konsentrator oksigen dengan harga Rp. 1.999.000,00 mempunyai konsentrasi oksigen sebesar 60%. Sedangkan untuk harga Rp156.974.368,00. Mempunyai konsentrasi oksigen stabil 93%.

2. Aspek Kondisi Lingkungan

Dalam melihat keadaan lingkungan, batasan realistis dalam rekayasa bisa difokuskan untuk memastikan bahwa lingkungan atau situasi dalam ruangan tidak menghambat kinerja

perangkat tersebut, sambil juga meningkatkan kinerja perangkat itu sendiri menjadi lebih optimal. Kita berharap agar keadaan ruangan ini dilengkapi dengan pengatur suhu seperti kipas angin, AC, dan penjernih udara. Selain itu, kita perlu mempertimbangkan tempat penempatan perangkat dengan menjauhkannya dari segala benda yang dapat mengganggu kompresor dalam pengambilan udara, seperti debu yang menempel di dinding, alat penghisap debu, dan lantai yang kotor. Noise dari alat yang dibuat perlu dipertimbangkan agar tidak mengganggu kenyamanan orang disekitar yaitu kisaran 50 dB karena Ketentuan pemerintah melalui KEPMENLH No.48 Tahun 1996 telah menetapkan bahwa tingkat kebisingan diizinkan untuk pemukiman yaitu 55 dB(A).

### 3. Aspek Bentuk Fisik

Alat yang dirancang akan mempunyai roda supaya bisa dipindahkan dengan mudah. Alat tersebut juga dibuat dengan rangka yang dirancang kokoh dan kuat agar dapat menahan beban komponen yang berat.

### 4. Aspek Manufaktur

Fokus utama dari pembuatan *project capstone design* ini adalah dapat menyediakan oksigen dengan kemurnian stabil diatas 90%. Komponen-komponen yang digunakan perlu diperhatikan dengan baik, dari sisi kualitasnya dan harganya. Sumber energi yang digunakan diperoleh dari sumber listrik, sehingga penempatan alat perlu diletakan di dekat sumber tegangan.

## BAB 2. IDENTIFIKASI KEBUTUHAN SISTEM

### 2.1 Studi Literatur dan Observasi

Sebelum memulai perancangan *prototipe*, langkah awal yang ditempuh adalah melakukan observasi. Observasi ini bertujuan untuk memvalidasi solusi yang direncanakan dengan memastikan bahwa solusi tersebut sesuai dengan kebutuhan dan batasan yang realistis. Oleh karena itu, spesifikasi konsentrator oksigen akan disusun sesuai dengan kebutuhan pengguna. Proses observasi dimulai dengan studi literatur, dengan merujuk pada penelitian terdahulu dan produk konsentrator oksigen yang sudah ada di pasaran. Hasil dari penelitian terdahulu, seperti yang tercantum dalam Tabel 2.1, menjadi acuan utama dalam pembuatan konsentrator oksigen ini.

Tabel 2.1 Hasil studi literatur solusi sejenis.

Judul	Usulan solusi	Hasil/Evaluasi (Kelebihan/Kekurangan)
Perancangan Low Cost Oxygen Concentrator [3]	Perancangan <i>Oxygen Concentrator</i> menggunakan sistem PSA ( <i>Pressure Swing Adsorption</i> ) pada alat agar dapat digunakan secara berkala	<p>Hasil: <i>Oxygen concentrator</i> yang telah dirancang memiliki spesifikasi laju aliran 1-9 L/menit dan konsentrasi oksigen 75-83,2%.</p> <p>Kelebihan: Oksigen yang dapat dikonsumsi oleh pengguna memiliki konsentrasi oksigen maksimal 83.2% dengan flow meter maksimal 9.8 LPM (liter/menit).</p> <p>Kekurangan: Belum memenuhi standar yang ditetapkan oleh peraturan Menteri Kesehatan yaitu konsentrasi oksigen diatas 90%.</p>
<i>Low-Cost Oxygenator</i> V2 [11]	Perancangan <i>oxygen concentrator</i> dengan menggunakan metode PSA sebagai pemisah gas oksigen dengan gas lainnya.	<p>Hasil: konsentrasi yang dihasilkan adalah 80% - 95,6% dengan rata-rata oksigen yakni 86,1%,</p> <p>Kelebihan: Dengan memanfaatkan udara sekitar yang di filter dengan metode PSA (<i>Pressure Swing Adsorption</i>) lalu dipadatkan konsentrasi oksigen diatas 90% dengan biaya perancangan kurang dari Rp. 5.000.000,00.</p> <p>Kekurangan: Terdapat kebocoran pada selang dan <i>pneumatic valve</i> yang digunakan, konsentrasi oksigen yang belum stabil, dan temperatur yang masih tinggi.</p>
Application of Nanosize Zeolite Molecular Sieves for Medical Oxygen Concentration [12]	Perancangan konsentrator oksigen dengan menggunakan <i>Nanosize Zeolite Molecular Sieves</i>	<p>Hasil: Konsentrator diuji dengan siklus perubahan tekanan vakum/tekanan antara -0,82 barg dan 1,79 barg. Debit aliran keluar adalah 1,128 L/menit dan puncak konsentrasi oksigen rata-rata adalah 91,64% volume. Konsentrasi oksigen keluar hampir stabil pada 1,79 barg.</p>

Judul	Usulan solusi	Hasil/Evaluasi (Kelebihan/Kekurangan)
		Kelebihan: Puncak konsentrasi oksigen rata-rata adalah 91,64%. Kekurangan: Uji produksi oksigen secara siklik menunjukkan bahwa konsentrasi oksigen secara bertahap menurun menjadi 80% volume setelah 300 siklus.
A PSA Process for an Oxygen Concentrator [13]	Mendemonstrasikan siklus PSA menggunakan adsorben baru secara efisien pada kondisi operasi yang berbeda	Hasil: Siklus PSA yang cepat memerlukan laju adsorpsi yang cepat dari adsorben. Kelebihan: Zeolite tipe X memiliki kelebihan dari zeolite lain karena tidak terpengaruh oleh tekanan rendah (2.5-3.5 Bar). Kekurangan: Tingginya tekanan adsorpsi akan menurunkan siklus pemulihan
The Effect of Variation Of Zeolite as Adsorbent Medium and Adsorption Pressure Toward The Quality Of Oxygen Produced From Pressure Swing Adsorption (PSA) [14]	Mengetahui pengaruh variasi media zeolit sebagai media adsorben dan tekanan adsorpsi terhadap kualitas oksigen yang dihasilkan dari PSA	Hasil: Penggunaan zeolit 13X dan kombinasinya dengan zeolit Bayah terbukti efektif meningkatkan kualitas oksigen dalam PSA dan memiliki beberapa keunggulan praktis dan ekonomis. Kelebihan: Semakin luas permukaan adsorben maka semakin banyak adsorbat (Nitrogen) yang terserap. Kekurangan: Semakin tinggi tekanan yang diberikan maka proses penurunan kualitas oksigen akan semakin cepat, hal ini dikarenakan adsorben (zeolite) semakin jenuh.

Pembuatan konsentrator oksigen merupakan salah satu kajian yang menarik di bidang kesehatan. Studi di bidang ini meningkat drastis di masa COVID-19. Beberapa peneliti telah mengajukan berbagai metode untuk membuat oksigen concentrator yang memenuhi kriteria medis namun mempunyai harga yang ekonomis. Rangkuman studi literatur terkait perkembangan konsentrator oksigen ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Hasil dari survei perbandingan harga dan spesifikasi konsentrator oksigen pada Tabel 2.2, harga konsentrator oksigen memiliki rentang harga Rp. 1.999.000,- sampai Rp. 156.974.368,-. Adapun aliran oksigen pada produk termahal MSLH Y60 adalah 1-60 L/menit dan produk termurah Yuwell YU 500 *Oxygen Concentrator Homecare* memiliki kecepatan aliran oksigen sebesar 1-5 L/menit. Adapun perbedaan harga sesuai dengan konsentrasi oksigen dan aliran oksigen yang berbeda pula. Semakin mahal harga maka akan semakin tinggi juga konsentrasi oksigen dan aliran oksigen yang didapat.

Tabel 2.2 Harga dan spesifikasi konsentrator oksigen yang beredar di pasaran.

No	Nama Alat	Spesifikasi	Harga	Sumber
1	Yuwell YU500 Oxygen Concentrator Homecare	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Berat bersih: 6.5 Kg</li> <li>- Dimensi: 31.7x19x37.2cm</li> <li>- Kebisingan: 43dB</li> <li>- Laju aliran oksigen: 1~5L/menit</li> </ul>	Rp1.999.000	<a href="#">yuwell yu500</a>
2	HAIER HA-105	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Laju aliran oksigen : 1 - 7 liter/menit</li> <li>- Oxygen Concentration : max 93%</li> <li>- Output Pressure : 20 - 50kPa</li> <li>- Kebisingan : 40 dB</li> <li>- Daya : 120 watt -Filter: 6 lapis</li> <li>- Dimensi : 210 x 215 x 305 mm</li> <li>- Berat netto: 5.5 kg</li> <li>- Berat brutto: 7 kg</li> </ul>	Rp6.850.000	<a href="#">HAIER HA-105</a>
3	Philips EverFlo	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Oxygen Concentration (at 5 lpm): 93% (+/- 3%)</li> <li>- Laju aliran oksigen: 0.5 to 5 LPM</li> <li>- Berat: 31lbs (14kg)</li> <li>- Kebisingan: 45 dbA</li> <li>- Dimensi: 584 X 381 X 241mm</li> </ul>	Rp11.298.000	<a href="#">Philips EverFlo</a>
4	GEA 7F-5	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Berat Produk: 26 Kg</li> <li>- Dimensi : 44.5 x 37.2 x 68 cm</li> <li>- Kapasitas Oksigen: 5 L/Menit</li> <li>- Konsentrasi Oksigen: 87.0% ~ 95.5%</li> <li>- Kebisingan: 55 dBA</li> </ul>	Rp10.450.000	<a href="#">GEA 7F-5</a>
5	MLS JY60	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Konsentrasi Oksigen: 93% +3%</li> <li>-Aliran Oksigen: 1-40 LPM 1-60 LPM</li> <li>-Kebisingan: ≤58db 1≤60db</li> <li>-Dimensi: 760x540x1400mm</li> </ul>	Rp156.974.368	<a href="#">MSLJY60</a>

Dalam tahap pengembangan Desain Prototipe Konsentrator Oksigen Portabel Ekonomis dilakukan wawancara dengan tenaga medis untuk mempermudah dan menentukan spesifikasi sistem yang diperlukan untuk kebutuhan pengguna. Berikut ini adalah hasil dari wawancara dengan tenaga medis pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Hasil wawancara dengan tenaga medis yang ahli

Pertanyaan	Jawaban
Nama	dr. Fitria R. Utami
Instansi	Puskesmas Teluk Sasah
Jabatan	Dokter Umum
Apa itu ISPA dan penyebabnya	Infeksi yang menyerang saluran pernapasan bagian atas. Penyebab ISPA yang umum adalah infeksi virus dan bakteri.
Bagaimana penanganan dan perawatan Pasien ISPA	Tergantung gejala yang ditimbulkan. Untuk gejala ringan seperti batuk atau flu, dapat ditangani dengan pemberian obat ringan dan istirahat di rumah. Namun untuk pasien yang mengalami komplikasi akan mendapat perawatan yang lebih intensif.
Perlu kah konsentrator oksigen untuk penanganan dan perawatan pasien ISPA	Pada umumnya pasien dengan gejala ringan tidak memerlukan alat konsentrator oksigen. Konsentrator oksigen diperlukan bila terjadi komplikasi pada ISPA-nya. Salah satu komplikasi yang dapat terjadi adalah TBC.
Spesifikasi alat konsentrator oksigen yang digunakan di dunia medis	Spesifikasi alat yang digunakan adalah alat yang mampu menghasilkan konsentrasi oksigen dengan kadar 95.5% dan laju aliran 5 LPM atau 10 LPM.

## 2.2 Dasar Teori

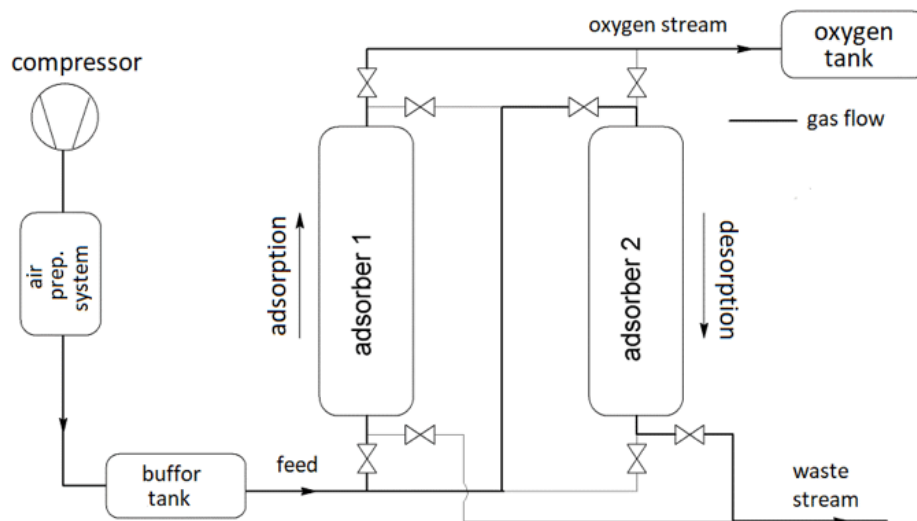
Konsentrator oksigen adalah alat yang diciptakan untuk mengkonsentrasikan oksigen dari udara sekitarnya. Alat ini menggunakan teknologi yang dapat menarik udara dari lingkungan, melewati berbagai penyaring untuk menghilangkan nitrogen, sehingga menghasilkan sumber oksigen yang lebih kental dengan tingkat konsentrasi mencapai 95,5% secara terus menerus sesuai dengan kebutuhan pengguna [5]. Beberapa metode yang biasanya digunakan untuk mengkonsentrasikan oksigen, antara lain adalah metode *Pressure Swing Adsorption* (PSA) dan metode *Membrane Gas Separation* (MGS).

### 2.2.1 *Pressure Swing Adsorption* (PSA)

*Pressure Swing Adsorption* (PSA) merupakan metode yang digunakan untuk memisahkan gas campuran menjadi gas-gas individual dengan mencapai tingkat kemurnian yang tinggi. PSA merupakan suatu proses pemisahan udara non-kriogenik yang pada dasarnya menggunakan suhu mendekati suhu sekitar lingkungan untuk produksi nitrogen atau oksigen. Dalam proses ini, gas-gas dipisahkan di bawah tekanan berdasarkan karakteristik molekuler spesies dan afinitasnya

terhadap bahan adsorben. PSA digunakan untuk mendaur ulang hidrogen dari gas coking atau konversi, atau untuk memisahkan oksigen dan nitrogen dari udara [6].

*Pressure Swing Adsorption* (PSA) didasarkan pada prinsip adsorpsi. Metode adsorpsi adalah ketika molekul gas atau cairan melekat pada permukaan adsorben. Proses ini menciptakan lapisan adsorbat di permukaan adsorben. Setiap sistem PSA menggunakan bahan adsorben khusus seperti zeolit, *molecular sieve*, karbon aktif, dan sebagainya. Bahan-bahan ini digunakan sebagai perangkap untuk menyerap gas target pada tekanan tinggi. Proses ini kemudian berpindah ke tekanan rendah untuk mendesorpsi material yang sudah diadsorpsi, sehingga disebut *Pressure Swing Adsorption* (PSA). Ilustrasi PSA ditunjukkan pada Gambar 2.1.

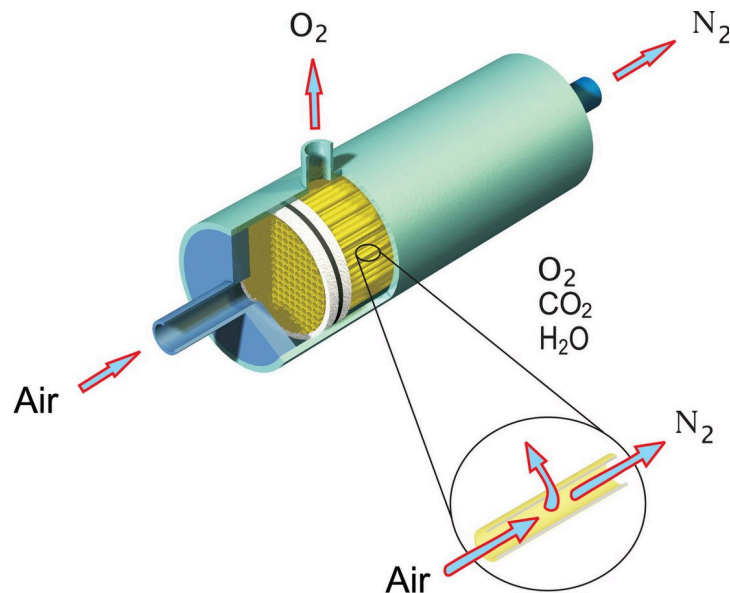


Gambar 2.1. Ilustrasi Pressure Swing Adsorption (PSA)

### 2.2.2 Membrane Gas Separation (MGS)

Membran pemisahan gas digunakan untuk mengisolasi gas dari campuran gas ketika diameter partikel gas hanya beberapa Å dan perbedaan ukuran partikel gas sangat kecil. Penelitian yang intens telah dilakukan terutama pada pemisahan  $O_2/N_2$ ,  $CO_2/CH_4$ , hidrogen, helium, dan  $CO_2/N_2$ , dengan fokus pada pemisahan dan pengumpulan gas-gas rumah kaca yang menjadi penyebab pemanasan global. Selain itu, pemisahan senyawa perfluoro seperti  $C_2F_6$  dan  $SF_6$  juga menjadi objek penelitian yang intensif [7].

Membran berperan sebagai penyaring untuk mengisolasi satu atau lebih gas dari campuran umpan. Dua faktor yang mempengaruhi kinerja suatu membran adalah permeabilitas, yang merupakan jumlah gas spesifik yang dapat melewati membran, dan selektivitas, yaitu kemampuan membran untuk menerima gas tertentu sambil menolak gas lainnya [8]. Ilustrasi MGS ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Ilustrasi Membrane Gas Separation (MGS)

## 2.3 Analisis Aspek yang Mempengaruhi Sistem

### 2.3.1 Aspek Ekonomi

Untuk merancang dan mengembangkan sistem Desain Prototipe Konsentrator Oksigen Portabel Ekonomis akan lebih baik jika memperhitungkan sumber daya dan bahan baku yang akan digunakan. Ketersediaan bahan baku yang memiliki kualitas tinggi namun tetap ekonomis adalah faktor utama dalam pengendalian biaya perancangan dan produksi sistem Desain Prototipe Konsentrator Oksigen Portabel Ekonomis.

### **2.3.2 Aspek Sosial**

Kondisi kesehatan masyarakat dalam suatu wilayah memiliki potensi untuk memberikan dampak terhadap tingkat permintaan perangkat konsentrator oksigen. Lebih lanjut, tingkat pendidikan yang diperoleh oleh masyarakat secara signifikan juga dapat mempengaruhi tingkat pemahaman terkait urgensi penggunaan alat konsentrator oksigen.

### **2.3.3 Aspek Teknologi**

Ketersediaan teknologi produksi dan teknologi terkait sistem Desain Prototipe Konsentrator Oksigen Portabel Ekonomis merupakan faktor yang memiliki potensi signifikan dalam mempengaruhi desain serta kapabilitas perangkat. Selain, ketersediaan infrastruktur yang mencakup elemen-elemen seperti suplai listrik dan konektivitas internet, dapat memberikan dampak penting terhadap kelancaran operasional dan pemanfaatan sistem Desain Prototipe Konsentrator Oksigen Portabel Ekonomis.

### **2.3.4 Aspek Lingkungan**

Proses produksi dan pemanfaatan perangkat perlu mempertimbangkan konsekuensi lingkungan, khususnya ketika terdapat kekhawatiran terkait dengan limbah atau penggunaan sumber daya alam. Pertimbangan tambahan perlu diberikan terhadap siklus akhir hidup produk, termasuk kebijakan penanganan dan pembuangan sesuai dengan prinsip-prinsip pengelolaan berkelanjutan.

## **2.4 Spesifikasi Sistem**

Penentuan spesifikasi sistem pada oksigen konsentrator mengacu pada standar keteknikan yang telah ditetapkan oleh Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 4 Tahun 2016 tentang Penggunaan Gas Medik dan Vakum Medik, yang tercantum pada Bab 1, Ketentuan Umum Pasal 1 ayat 4 yang berbunyi “Oksigen Konsentrator adalah mesin pemisah Oksigen di udara (21%) dengan Nitrogen di udara (78 %) dan gas lainnya (1 %). Keluaran mesin ini adalah Oksigen dengan konsentrasi minimal 90%.”. Spesifikasi yang akan dirancang bertujuan menghasilkan konsentrasi oksigen hingga di atas 90%. Dengan aliran oksigen sebesar 0,5-7 L/menit, diharapkan dapat memenuhi kebutuhan kesehatan dengan efektif.

Tabel 2.4 Spesifikasi desain prototipe konzentratör oksigen portabel ekonomis

No.	Spesifikasi	Keterangan
1.	Dimensi	Panjang 70 cm, Lebar 30 cm, Tinggi 70 cm
2.	Berat	20 Kg
3.	Aliran Oksigen	0,5-7 L/menit
4.	Konsentrasi Oksigen	Lebih dari 90%
5.	Kelembaban	30-60%
6.	Sumber Daya	220 VAC
7.	Daya	175 Watt
8.	Lama Pemakaian	5 Jam

Berdasarkan tabel 2.4 Prototipe konzentratör oksigen portabel ekonomis ini memiliki dimensi panjang 70 cm, lebar 30 cm, dan tinggi 70 cm, serta berat 20 kg, sehingga cocok untuk penggunaan di rumah atau fasilitas medis kecil meskipun kurang praktis untuk dibawa-bawa. Aliran oksigen 0,5-7 L/menit dan konsentrasi lebih dari 90% memastikan perangkat ini mampu memenuhi berbagai kebutuhan terapi oksigen dengan kemurnian tinggi. Kelembaban 30-60% menjaga kenyamanan pengguna, dan penggunaan daya 220 VAC serta konsumsi 175 Watt menunjukkan efisiensi energi yang baik. Lama pemakaian 5 jam per sesi cukup andal untuk penggunaan sementara atau darurat. Kesimpulannya, perangkat ini memiliki spesifikasi yang sesuai untuk kebutuhan terapi oksigen rumah tangga atau medis kecil, dengan potensi pengembangan untuk mengurangi ukuran dan berat tanpa mengorbankan kinerja.

### BAB 3. USULAN SOLUSI

Dalam pengembangan konsentrator oksigen yang terjangkau ini, terdapat usulan solusi yang harus diikuti sesuai dengan proses perancangan atau metode *design thinking*. Ada enam langkah yang harus ditempuh, yaitu memahami (*empathize*), menentukan (*define*), berideasi (*ideate*), membuat purwarupa (*prototype*), menguji (*test*), dan mengimplementasikan. Seluruh langkah-langkah tersebut membentuk suatu siklus di mana mungkin terjadi perubahan dan peningkatan guna mencapai spesifikasi perancangan yang diinginkan. Tabel 3.1 mengilustrasikan proses *design thinking* dari rancangan yang akan dibuat.

Tabel 3.1 Tahapan desain thinking perancangan konsentrator oksigen

Tahap	Keterangan
Empathize	Pada tahap ini, data dikumpulkan melalui penelitian literatur mengenai konsentrator oksigen
Define	Merumuskan masalah dengan merinci informasi yang diperoleh pada langkah sebelumnya. Fokus permasalahan mencakup penyebab kenaikan harga konsentrator oksigen dan tingkat risiko yang terkait dengan kemungkinan krisis produksi tabung oksigen sejak masa pandemi, serta upaya penanganan awal dalam mengatasi kekurangan oksigen bagi individu yang mengalami gangguan pernapasan.
Ideate	Menemukan solusi berdasarkan perumusan masalah yang telah diajukan, contohnya adalah merancang alat pemurnian oksigen berbiaya rendah dengan menggunakan metode PSA.
Prototype	Merancang sebuah instrumen setelah menemukan solusi dari masalah yang dihadapi. Instrumen yang dibuat perlu memenuhi spesifikasi agar dapat mengatasi permasalahan yang sedang dihadapi.
Test	Setelah desain prototipe konsentrator oksigen selesai, langkah berikutnya adalah melakukan pengujian. Pengujian ini bertujuan untuk menilai sejauh mana efektivitas penggunaan konsentrator oksigen sebagai solusi terhadap permasalahan yang dihadapi. Pada tahap ini, juga akan dilakukan evaluasi terhadap perangkat jika terjadi kesalahan baik dari segi perangkat keras maupun perangkat lunak.
Implement	Konsentrator oksigen dapat digunakan dengan segera setelah mencapai kinerja optimal dan ditempatkan di lingkungan yang bersih.

#### 3.1 Usulan Solusi 1

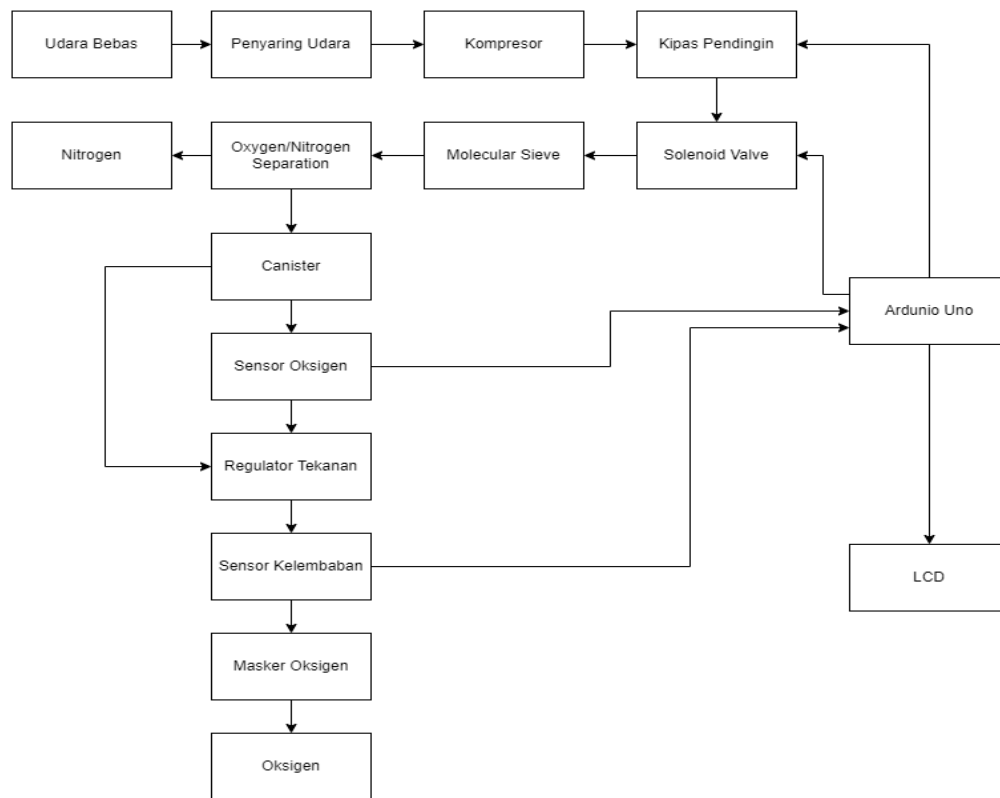
Usulan solusi satu dari tugas akhir ini membuat konsentrator oksigen dengan menerapkan metode PSA sebagai alat pemisah antara gas oksigen dan gas lainnya. Pada alat yang telah dirancang sebelumnya terdapat beberapa kekurangan pada bagian konsentrasi oksigen yang belum sesuai dengan standar. Untuk meningkatkan kadar oksigen hingga di atas 90 persen pada

oxygen concentrator melibatkan beberapa langkah yang dapat diambil. Pertama, penyesuaian laju aliran oksigen pada concentrator dapat membantu dalam meningkatkan jumlah oksigen yang dihasilkan per menit. Selanjutnya, memastikan filter pada concentrator tetap bersih dan dalam kondisi optimal dapat meningkatkan kemampuan perangkat dalam menyaring udara, yang pada gilirannya dapat meningkatkan konsentrasi oksigen yang dihasilkan. Selain itu, beberapa concentrator memiliki pengaturan khusus yang memungkinkan untuk peningkatan konsentrasi oksigen yang dihasilkan. Namun, langkah-langkah ini harus dilakukan dengan hati-hati dan sesuai dengan petunjuk produsen serta rekomendasi medis. Konsultasi dengan dokter atau teknisi berpengalaman sangat penting sebelum melakukan peningkatan besar terhadap konsentrasi oksigen pada concentrator, karena manipulasi yang tidak tepat dapat mengganggu kinerja perangkat dan berisiko bagi pengguna. Proses perancangan ini mengacu pada standar keteknikan ISO 8359:1988, yang merupakan standar internasional untuk konsentrator oksigen yang digunakan dalam konteks medis. Standar tersebut mencakup aspek keamanan sesuai dengan ketentuan dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 4 Tahun 2016 mengenai penggunaan gas medik dan vakum medik di fasilitas pelayanan kesehatan. Usulan solusi satu berfokus pada pendinginan udara yang keluar dari kompresor dengan menggunakan *heatsink* dan kipas pendingin. Solusi ini akan menyelesaikan masalah temperatur udara yang panas dari kompresor sebelum udara masuk ke komponen elektronik lainnya. Selain dapat menyelesaikan masalah temperatur solusi ini juga menawarkan harga yang lebih murah. Namun terdapat kekurangan dimana tingkat kelembaban pada oksigen yang dihasilkan tidak akan konsisten. Proses pemasangan heatsink dan kipas juga sedikit lebih rumit karena kipas pendingin harus terhubung ke arduino uno agar dapat dinyalakan atau dimatikan.

### **3.1.1 Desain 1**

Tahapan untuk memurnikan udara pada Desain 1 dimulai dengan udara yang disedot oleh kompresor akan disaring terlebih dahulu menggunakan filter udara. Kemudian udara yang telah disaring akan didinginkan menggunakan kipas pendingin kemudian masuk ke tabung yang berisi *molecular sieve* melalui solenoid *valve* untuk dimurnikan. Kemudian nitrogen dan oksigen akan dipisah. Nitrogen akan dibuang kembali ke lingkungan lalu oksigen akan masuk ke tabung canister. Pada tabung canister sensor OCS-3F yang dikontrol oleh arduino akan membaca konsentrasi oksigen yang sudah diproses. Hasil pembacaan konsentrasi oksigen oleh sensor

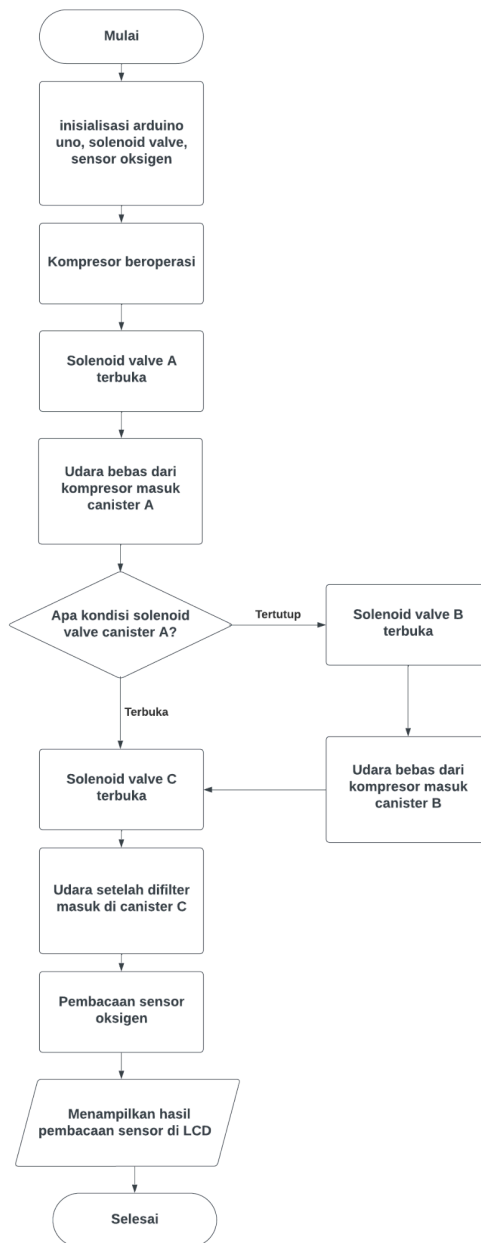
OCS-3F akan ditampilkan di LCD. Jika konsentrasi oksigen sudah sesuai dengan spesifikasi, maka regulator dapat dibuka, kemudian oksigen akan dialirkan ke pengguna menggunakan masker oksigen. Tahapan-tahapan untuk memurnikan udara dapat dilihat pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Blok diagram perancangan Desain 1.

Langkah-langkah perancangan sistem Desain Prototipe Konsentrator Oksigen Portabel Ekonomis ini dimulai dengan menginisialisasi arduino uno, solenoid valve, dan sensor oksigen. Setelah proses itu maka lanjut dengan beroperasinya kompresor dengan menghisap udara bebas dan solenoid valve A terbuka. Setelah terbuka maka udara bebas yang berasal dari kompresor akan difilter di canister A. Setelah itu solenoid valve canister A mempunyai 2 cabang, ketika tertutup maka proses selanjutnya adalah solenoid valve B akan terbuka dan udara bebas dari kompresor masuk ke canister B. Setelah itu masuk ke solenoid valve C terbuka yang mana jika

tadi kondisi solenoid valve canister A terbuka akan masuk ke solenoid valve C juga. Udara yang sudah difilter sebelumnya akan masuk pada canister C dan dilakukanlah pembacaan sensor oksigen yang akan ditampilkan pada LCD. Untuk lebih lengkap *flowchart* dari perancangan sistem Desain Prototipe Konsentrator Oksigen Portabel Ekonomis dapat dilihat pada Gambar 3.2.



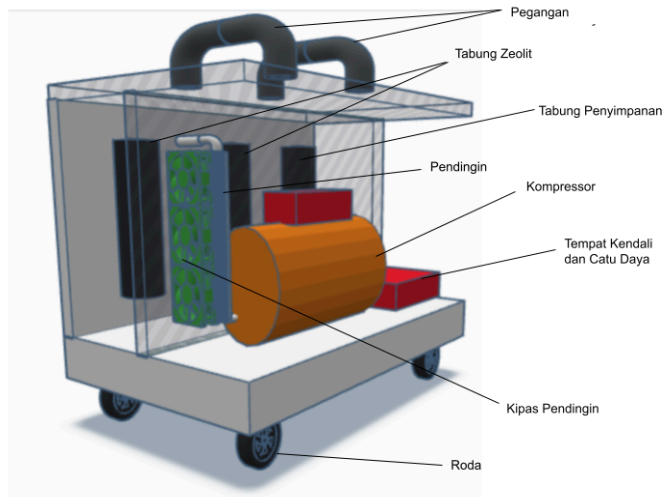
Gambar 3.2 Flowchart perancangan desain 1.

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.

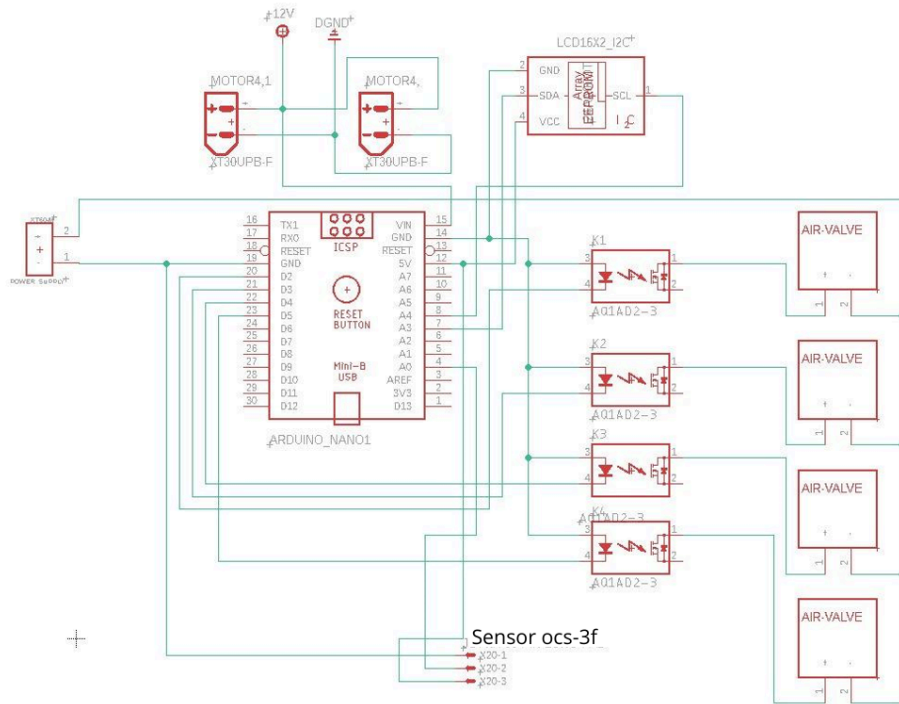
Tabel 3.2 Inventarisasi kebutuhan perangkat keras desain 1.

No	Nama Alat	Keterangan
1	<i>Zeolite molecular sieve</i> 13x	<i>Zeolite molecular sieve</i> berperan sebagai penyerap nitrogen dari udara dan memungkinkan pelepasan gas-gas lainnya, sehingga hanya gas oksigen yang dapat melewati media tersebut.
2	Sensor Ocs-3F	Sensor OCS-3F berfungsi untuk pembaca konsentrasi oksigen dan aliran udara (flow) pada regulator oksigen,
3	Mikrokontroler Arduino UNO	Sebagai inti dari pembuatan alat <i>oxygen concentrator</i> yang kompak dengan kemampuan akuisisi data yang handal, Alat ini hadir dengan ukuran yang kecil dan memiliki 12 saluran input analog serta 20 digital I/O yang bisa memenuhi kebutuhan sistem yang ekonomis.
4	Solenoid Valve	Solenoid ini berfungsi untuk menyalurkan udara dengan sistem buka tutup katup yang diatur dengan <i>relay</i> dan dikontrol dari Mikrokontroler Arduino UNO
5	Regulator Tegangan	Regulator tegangan digunakan untuk menstabilkan keluaran tegangan dari sumber daya atau <i>power supply</i> .

Dengan banyaknya perangkat keras yang digunakan pada desain alat ini maka dibuatlah desain portabel dimana alat yang dirancang mudah dibawa atau dijinjing ke mana saja dan dapat digunakan di mana saja tanpa mengurangi kegunaan utamanya. Penggunaan roda pada design ini berfungsi untuk perpindahan alat dengan mudah tanpa harus diangkat. Kotak merah yang terdapat pada gambar akan digunakan untuk tempat meletakkan komponen-komponen kecil seperti arduino uno, sensor oksigen, LCD, dan catu daya. Tabung berwarna jingga yang berlawanan dengan kotak merah sebagai tempat kompresor. 3 tabung berwarna hitam digunakan sebagai tempat filter udara bebas menjadi oksigen dengan metode PSA. Ilustrasi desain 1 dapat dilihat pada Gambar 3.3. Desain skematik desain 1 dapat dilihat pada Gambar 3.3.1.



Gambar 3.3. Ilustrasi desain 1



Gambar 3.3.1 Desain skematik Desain 1

### 3.1.2. Rencana Anggaran Desain Sistem 1

Berikut ini dalam Tabel 3.3 merupakan rencana anggaran perancangan Desain Prototipe Konsentrator Oksigen Portabel Ekonomis pada desain 1.

Tabel 3.3 Rencana anggaran pengembangan desain 1.

No.	Item/Pengeluaran	Satuan	Harga satuan	Jumlah	Harga Total
1	Mesin kompresor pompa angin oil less silent 0.75 HP	Pcs	Rp. 1.600.000, -	1	Rp. 1.600.000, -
2	Power supply MEANWELL RT-125D	Pcs	Rp. 300.000, -	1	Rp. 300.000, -
3	Power supply 24V	Pcs	Rp. 250.000, -	1	Rp. 250.000, -
4	Modul LM2596	Pcs	Rp. 30.000, -	1	Rp. 30.000, -
5	Zeolite molecular sieve 13X HP	Kg	Rp. 180.000, -	2	Rp. 360.000, -
6	Arduino UNO R3	Pcs	Rp. 500.000, -	1	Rp. 500.000, -
7	Relay 5v 4 channels	Pcs	Rp. 100.000, -	1	Rp. 100.000, -
8	OLED display 128x32	Pcs	Rp. 100.000, -	1	Rp. 100.000, -
9	LCD display 16x4	Pcs	Rp. 100.000, -	1	Rp. 100.000, -
10	Pn Oxygen Concentrator Tester Cy-12C Oxygen analyzer	Pcs	Rp. 2.250.000, -	1	Rp. 2.250.000, -
11	Solenoid valve TCPC 3V210-08 1/4" type 3/2 way	Pcs	Rp. 100.000, -	2	Rp. 200.000, -
12	Solenoid valve 2/2-way 2V-025-08 AC220V/DC24V AIRTAC 1/4	Pcs	Rp. 170.000, -	1	Rp. 170.000, -
13	Pressure gauge 1/4"	Pcs	Rp. 70.000, -	3	Rp. 210.000, -
14	Selang Polyurethane Ukuran 8mm x 5mm	m	Rp. 16.000, -	8	Rp. 130.000, -
15	Selang Polyurethane Ukuran 10mm x 5mm	m	Rp. 14.000, -	1	Rp. 14.000, -
16	Housing filter 20"	Pcs	Rp. 150.000, -	2	Rp. 300.000, -
17	Housing filter	Pcs	Rp. 60.000, -	1	Rp. 60.000, -
18	Masker oksigen	Pcs	Rp. 15.000, -	1	Rp. 15.000, -

No.	Item/Pengeluaran	Satuan	Harga satuan	Jumlah	Harga Total
19	Regulator oksigen	Pcs	Rp. 80.000, -	1	Rp. 80.000, -
20	Filter Fabric	Lembar	Rp. 15.000, -	1	Rp. 15.000, -
21	Per	Pcs	Rp. 10.000, -	2	Rp. 20.000, -
<b>Total Belanja</b>					Rp. 6.974.000, -

\* untuk kompresor menggunakan milik lab

\* untuk oxygen analyzer menggunakan milik lab

### 3.1.3 Analisis Risiko Desain 1

Pada tahap perancangan desain pertama, beberapa kekurangan teridentifikasi. Meskipun penggunaan heatsink dan kipas mampu memberikan efek pendinginan pada udara yang berasal dari kompresor, hasilnya tidak seefektif penggunaan cooling coil seperti yang diusulkan dalam solusi kedua. Faktanya, tingkat kelembaban juga menjadi salah satu perhatian, di mana penerapan heatsink dan kipas tidak mampu memberikan stabilitas yang optimal pada tingkat kelembaban.

Heatsink dan kipas merupakan solusi yang sederhana dan cenderung lebih ekonomis, tidak selalu mampu mencapai tingkat pendinginan dan pengaturan kelembaban yang diinginkan, terutama dalam konteks Desain Prototipe Konsentrator Oksigen Portabel Ekonomis. *Cooling coil*, yang mencakup suatu sistem yang lebih kompleks, biasanya lebih efisien dalam menurunkan suhu udara dan menjaga tingkat kelembaban relatif yang sesuai.

### 3.1.4 Pengukuran Performa

Pengukuran performa untuk Desain Prototipe Konsentrator Oksigen Portabel Ekonomis melibatkan serangkaian parameter kunci untuk memastikan bahwa perangkat tersebut dapat menyediakan pasokan oksigen dengan efektif dan aman. Pertama-tama, kemampuan penghasil oksigen perlu diuji dengan mengukur laju aliran oksigen yang dihasilkan sudah sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Kemurnian oksigen juga harus diukur untuk memastikan bahwa konsentrasi oksigen sudah sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Selanjutnya, tekanan oksigen yang dihasilkan perlu dimonitor untuk memastikan bahwa perangkat dapat memberikan tekanan yang cukup untuk mendukung pernapasan pasien. Penting untuk memastikan adanya fitur keamanan yang memadai, seperti sensor suhu dan perlindungan terhadap kelebihan tekanan.

Evaluasi terhadap ketahanan perangkat, umur pakai, dan konsumsi daya juga penting untuk memastikan perangkat dapat digunakan dengan baik dalam jangka panjang dan dengan sumber daya yang terbatas. Faktor portabilitas, desain, dan kemudahan perawatan juga perlu dipertimbangkan. Uji klinis dan penggunaan di lapangan dapat memberikan validasi kinerja dalam kondisi nyata, dan memastikan bahwa perangkat mematuhi regulasi dan standar keamanan yang berlaku. Dalam seluruh proses ini, keterlibatan profesional medis dan ahli teknis disarankan untuk memastikan penggunaan perangkat dengan aman dan efektif dalam konteks perawatan pasien.

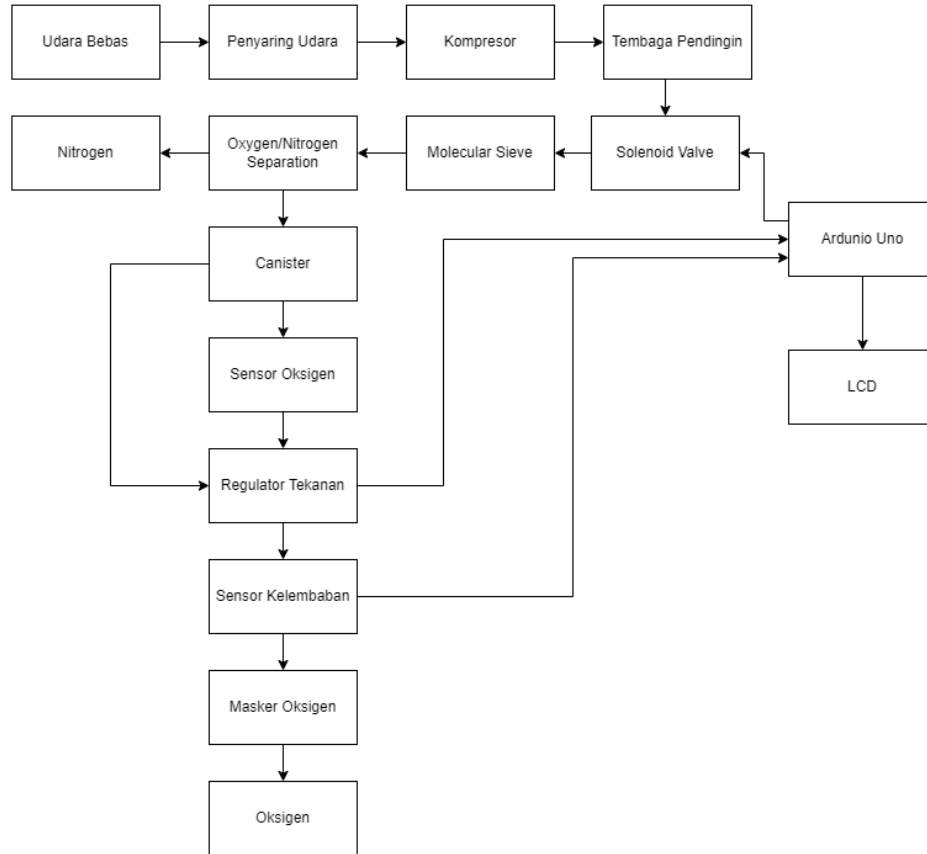
### **3.2 Usulan Solusi 2**

Perancangan Desain Prototipe Konsentrator Oksigen Portabel Ekonomis pada desain 2 tetap mengikuti prinsip desain 1, dengan mempertahankan penggunaan metode PSA (*Pressure Swing Adsorption*) dalam proses pemisahan oksigen. Usulan solusi dua juga berfokus pada penyelesaian permasalahan temperatur dan kelembaban. Untuk menyelesaikan permasalahan tersebut, usulan solusi dua menggunakan *cooling coil* sebagai pendinginnya. Dengan menggunakan *cooling coil* udara yang dihasilkan oleh kompresor akan lebih dingin daripada menggunakan *heatsink* dan kipas. Proses pemasangan *cooling coil* tidak serumit menggunakan *heatsink* dan kipas karena cukup disambung ke tempat pengeluaran udara dari kompresor. Tingkat kelembaban oksigen yang dihasilkan juga lebih stabil. Kekurangan menggunakan *cooling coil* adalah harganya jauh lebih mahal dari *heatsink* dan kipas. Bobot alat secara keseluruhan juga akan bertambah.

#### **3.2.1 Desain 2**

Tahapan untuk memurnikan udara pada Desain 2 dimulai dengan udara yang disedot oleh kompresor akan disaring terlebih dahulu menggunakan filter udara lalu didinginkan menggunakan pendingin. Kemudian udara yang telah disaring dan didinginkan akan masuk ke tabung yang berisi *molecular sieve* melalui solenoid *valve* untuk dimurnikan. Kemudian nitrogen dan oksigen akan dipisah. Nitrogen akan dibuang kembali ke lingkungan lalu oksigen akan masuk ke tabung canister. Pada tabung canister sensor OCS-3F yang dikontrol oleh arduino akan membaca konsentrasi oksigen yang sudah diproses. Hasil pembacaan konsentrasi oksigen oleh sensor OCS-3F akan ditampilkan di LCD. Jika konsentrasi oksigen sudah sesuai dengan

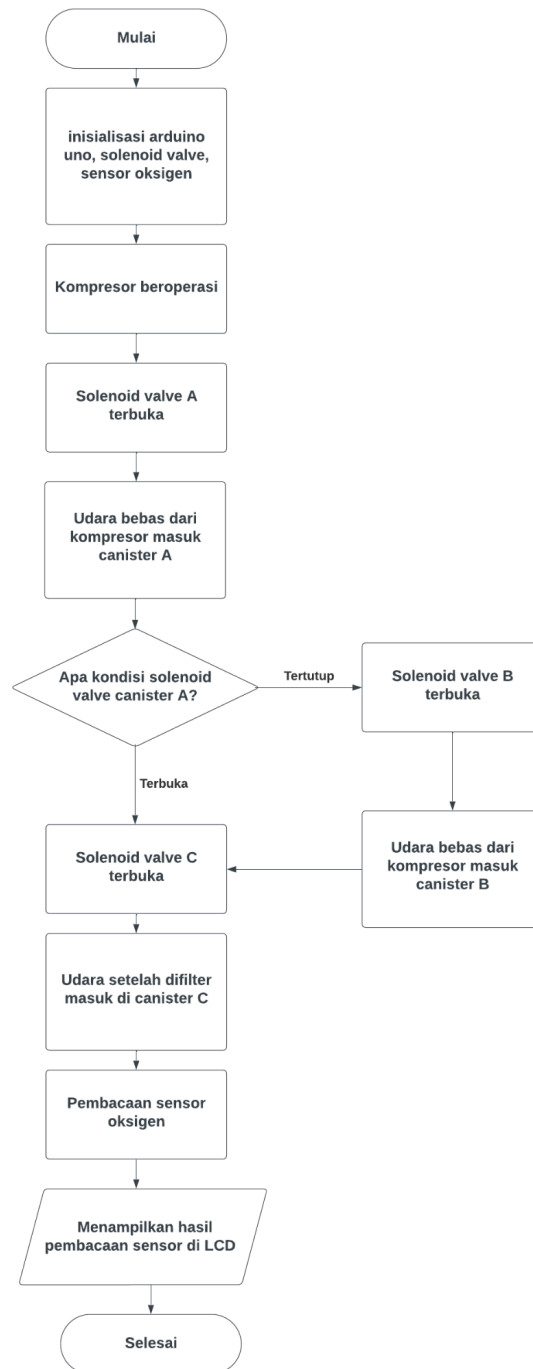
spesifikasi, maka regulator dapat dibuka, kemudian oksigen akan dialirkan ke pengguna menggunakan masker oksigen. Tahapan-tahapan untuk memurnikan udara dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Blok Diagram perancangan desain 2

Langkah-langkah perancangan sistem Desain Prototipe Konsentrator Oksigen Portabel Ekonomis desain 2 ini sama seperti desain 1 dimulai dengan menginisialisasi arduino uno, solenoid valve, dan sensor oksigen. Setelah proses itu maka lanjut dengan beroperasinya kompresor dengan menghisap udara bebas dan solenoid valve A terbuka. Setelah terbuka maka udara bebas yang berasal dari kompresor akan difilter di canister A. Setelah itu solenoid valve canister A mempunyai 2 cabang, ketika tertutup maka proses selanjutnya adalah solenoid valve B akan terbuka dan udara bebas dari kompresor masuk ke *canister* B. Setelah itu masuk ke solenoid *valve* C terbuka yang mana jika tadi kondisi solenoid *valve canister* A terbuka akan masuk ke solenoid *valve* C juga. Udara yang sudah difilter sebelumnya akan masuk pada canister

C dan dilakukanlah pembacaan sensor oksigen yang akan ditampilkan pada LCD. *Flowchart* dari perancangan sistem Desain Prototipe Konsentrator Oksigen Portabel Ekonomis dapat dilihat pada Gambar 3.5.



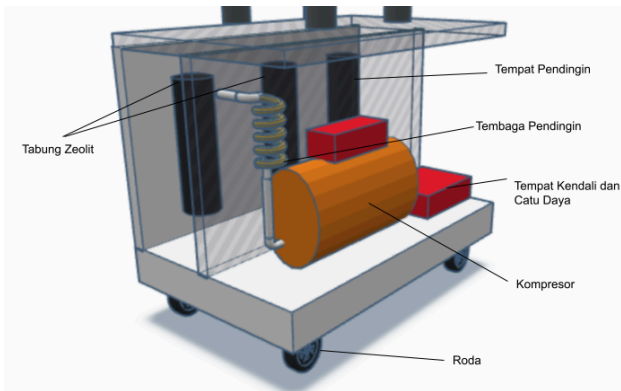
Gambar 3.5 Flowchart perancangan desain 2

Untuk dapat memenuhi usulan sistem tersebut, maka diperlukan inventarisasi kebutuhan sistem perangkat keras. Tabel 3.4 memperlihatkan kebutuhan sistem sesuai usulan dan spesifikasi yang dibutuhkan.

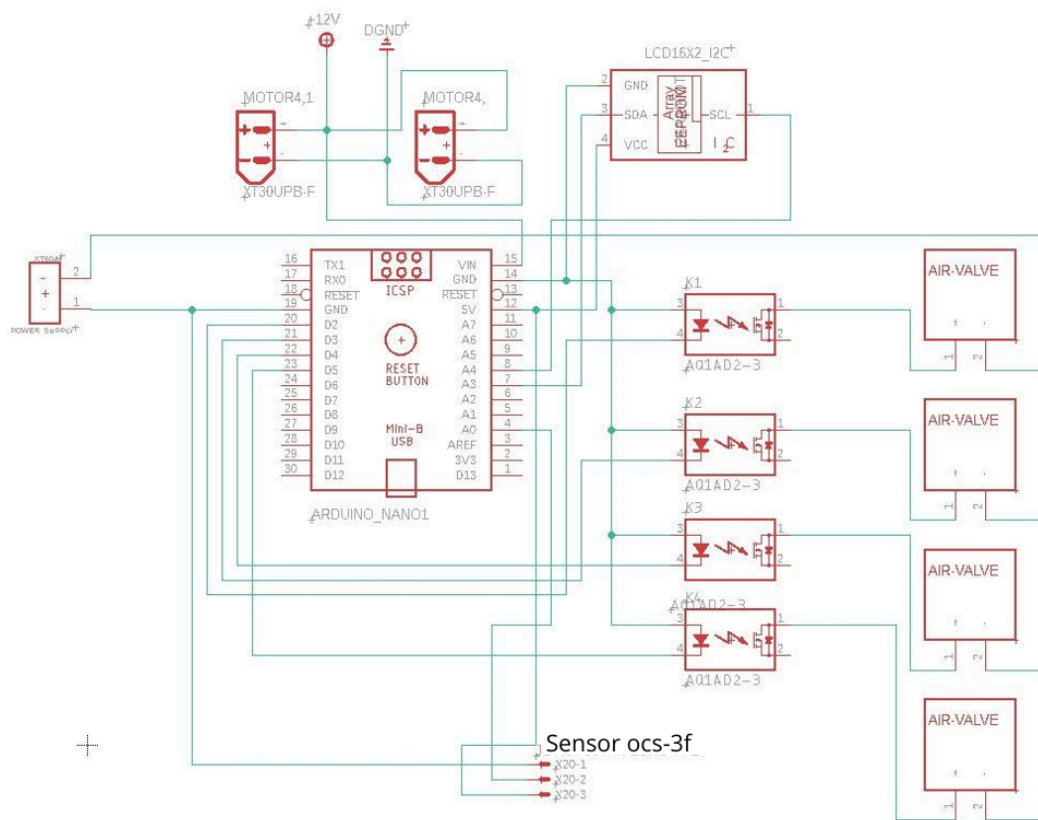
Tabel 3.4 Inventarisasi kebutuhan usulan sistem perangkat keras desain 2.

No	Nama Alat	Keterangan
1	<i>Zeolite molecular sieve 13x</i>	<i>Zeolite molecular sieve</i> berperan sebagai penyerap nitrogen dari udara dan memungkinkan pelepasan gas-gas lainnya, sehingga hanya gas oksigen yang dapat melewati media tersebut.
2	Sensor OCS-3F	Sensor OCS-3F berfungsi untuk pembaca konsentrasi oksigen dan aliran udara (flow) pada regulator oksigen,
3	Mikrokontroler Arduino UNO	Sebagai inti dari pembuatan alat oxygen concentrator yang kompak dengan kemampuan akuisisi data yang handal, Alat ini hadir dengan ukuran yang kecil dan memiliki 12 saluran input analog serta 20 digital I/O yang bisa memenuhi kebutuhan sistem yang ekonomis.
4	Solenoid Valve	Solenoid ini berfungsi untuk menyalurkan udara dengan sistem buka tutup katup yang diatur dengan relay dan dikontrol dari Mikrokontroler Arduino UNO
5	Regulator Tegangan	Regulator tegangan digunakan untuk menstabilkan keluaran tegangan dari sumber daya atau power supply.

Dengan banyaknya perangkat keras yang digunakan pada desain alat ini maka dibuatlah desain portabel dimana alat yang dirancang mudah dibawa atau dijinjing ke mana saja dan dapat digunakan di mana saja tanpa mengurangi kegunaan utamanya. Penggunaan roda pada design ini berfungsi untuk perpindahan alat dengan mudah tanpa harus diangkat. Ilustrasi dan skematik desain 2 dapat dilihat pada Gambar 3.6 dan Gambar 3.6.1.



Gambar 3.6 Ilustrasi desain 2



Gambar 3.6.1 Desain skematik desain 2

### 3.2.2 Rencana Anggaran Desain 2

Berikut ini dalam Tabel 3.5 merupakan rencana anggaran perancangan prototipe Desain Prototipe Konsentrator Oksigen Portabel Ekonomis pada desain 2.

Tabel 3.5 Rencana anggaran pengembangan sistem desain 2

No.	Item/Pengeluaran	Satuan	Harga satuan	Jumlah	Harga Total
1	Mesin kompresor pompa angin oil less silent 0.75 HP	Pcs	Rp. 1.600.000, -	1	Rp. 1.600.000, -
2	Power supply MEANWELL RT-125D	Pcs	Rp. 300.000, -	1	Rp. 300.000, -
3	Power supply 24V	Pcs	Rp. 250.000, -	1	Rp. 250.000, -
4	Modul LM2596	Pcs	Rp. 30.000, -	1	Rp. 30.000, -
5	Zeolite molecular sieve 13X HP	Kg	Rp. 180.000, -	2	Rp. 360.000, -
6	Arduino UNO R3	Pcs	Rp. 500.000, -	1	Rp. 500.000, -
7	Relay 5v 4 channels	Pcs	Rp. 100.000, -	1	Rp. 100.000, -
8	OLED display 128x32	Pcs	Rp. 100.000, -	1	Rp. 100.000, -
9	LCD display 16x4	Pcs	Rp. 100.000, -	1	Rp. 100.000, -
10	Sensor OCS 3F	Pcs	Rp. 1.600.000, -	1	Rp. 1.600.000, -
11	Solenoid valve TCPC 3V210-08 1/4" type 3/2 way	Pcs	Rp. 100.000, -	2	Rp. 200.000, -
12	Solenoid valve 2/2-way 2V-025-08 AC220V/DC24V AIRTAC 1/4	Pcs	Rp. 170.000, -	1	Rp. 340.000, -
13	Pressure gauge 1/4"	Pcs	Rp. 70.000, -	3	Rp. 210.000, -
14	Selang Polyurethane Ukuran 8mm x 5mm	m	Rp. 16.000, -	8	Rp. 130.000, -
15	Selang Polyurethane Ukuran 10mm x 5mm	m	Rp. 14.000, -	1	Rp. 14.000, -
16	Housing filter 20"	Pcs	Rp. 150.000, -	2	Rp. 300.000, -
17	Housing filter	Pcs	Rp. 60.000, -	1	Rp. 60.000, -
18	Masker oksigen	Pcs	Rp. 15.000, -	1	Rp. 15.000, -
19	Regulator oksigen	Pcs	Rp. 80.000, -	1	Rp. 80.000, -

No.	Item/Pengeluaran	Satuan	Harga satuan	Jumlah	Harga Total
20	Filter Fabric	Lembar	Rp. 15.000, -	1	Rp. 15.000, -
21	Per	Pcs	Rp. 10.000, -	2	Rp. 20.000, -
22	Cooling Coil	Pcs	Rp. 298.000, -	1	Rp. 298.000, -
23	Cover	Paket	Rp. 250.000, -	1	Rp. 250.000, -
<b>Total Belanja</b>					Rp. 6.872.000, -

\* untuk kompresor menggunakan milik lab

### 3.2.3 Analisis Risiko Desain 2

Pada tahapan perancangan desain kedua, ditemukan beberapa kekurangan yang perlu diperhatikan. Meskipun sistem pendinginan dan pengaturan kelembaban oleh *cooling coil* pada desain ini menawarkan efisiensi maksimal, namun harganya jauh lebih tinggi dibandingkan dengan penggunaan *heatsink* dan kipas. Perbedaan biaya ini menjadi suatu kendala penting, terutama dalam konteks perangkat "ekonomis". Penggunaan *cooling coil* yang lebih mahal dapat mempengaruhi secara signifikan efisiensi biaya keseluruhan proyek.

Selain aspek finansial, pilihan desain ini juga berdampak pada bobot keseluruhan perangkat. Penggunaan *cooling coil*, yang cenderung lebih besar dan berat dibandingkan *heatsink* dan kipas, dapat menyebabkan peningkatan bobot keseluruhan. Peningkatan bobot ini dapat memberikan tantangan tambahan terutama dalam hal mobilitas perangkat. Sebuah perangkat yang lebih berat akan sedikit lebih sulit untuk dimobilisasikan, yang dapat menjadi pertimbangan penting terutama jika perangkat ini dimaksudkan untuk digunakan oleh pasien atau pengguna yang memerlukan mobilitas tinggi.

### 3.2.4 Pengukuran Performa

Pengukuran performa untuk Desain Prototipe Konsentrator Oksigen Portabel Ekonomis melibatkan serangkaian parameter kunci untuk memastikan bahwa perangkat tersebut dapat menyediakan pasokan oksigen dengan efektif dan aman. Pertama-tama, kemampuan penghasiian oksigen perlu diuji dengan mengukur laju aliran oksigen yang dihasilkan sudah sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Kemurnian oksigen juga harus diukur untuk memastikan bahwa konsentrasi oksigen sudah sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Selanjutnya, tekanan oksigen yang dihasilkan perlu dimonitor untuk memastikan bahwa perangkat dapat memberikan

tekanan yang cukup untuk mendukung pernapasan pasien. Penting untuk memastikan adanya fitur keamanan yang memadai, seperti sensor suhu dan perlindungan terhadap kelebihan tekanan. Evaluasi terhadap ketahanan perangkat, umur pakai, dan konsumsi daya juga penting untuk memastikan perangkat dapat digunakan dengan baik dalam jangka panjang dan dengan sumber daya yang terbatas. Faktor portabilitas, desain, dan kemudahan perawatan juga perlu dipertimbangkan. Uji klinis dan penggunaan di lapangan dapat memberikan validasi kinerja dalam kondisi nyata, dan memastikan bahwa perangkat mematuhi regulasi dan standar keamanan yang berlaku. Dalam seluruh proses ini, keterlibatan profesional medis dan ahli teknis disarankan untuk memastikan penggunaan perangkat dengan aman dan efektif dalam konteks perawatan pasien.

### 3.3 Analisis dan Penentuan Usulan Solusi/Desain Terbaik

Penentuan usulan solusi/desain terbaik ditentukan dari studi literatur sesuai dengan decision matrix analysis yang telah kami buat. Pemilihan dan penentuan desain terbaik kami pilih dari membandingkan harga, temperatur, dan bentuk dari dua desain yang kami buat. Desain 2 kami pilih karena kami ingin membuat alat yang temperatur dan kelembaban nya lebih stabil. Kemudian kami memilih desain 2 karena konsentrasi, temperatur, dan kelembaban yang dihasilkan lebih stabil. Analisis matrix decision terbaik dapat dilihat pada Tabel 3.6.

Tabel 3.6 Analisis *matrix decision* desain terbaik

Spesifikasi	Bobot	Desain 1	Desain 2
Harga	3	3	2
Temperatur	3	2	3
Bobot	3	3	2
Kelembaban	3	1	3
Konsentrasi	3	2	3
Mobilitas	3	3	2
<b>Total</b>		<b>14</b>	<b>15</b>

### 3.4 Gantt Chart

Untuk mempermudah pengerjaan sistem, maka diperlukan suatu perencanaan dan manajemen agar seluruh distribusi tugas dan target pencapaian dapat dipenuhi. Perencanaan disini meliputi ketiga tahapan dalam perancangan sistem keteknikan dan dilaksanakan selama 2 semester (Tugas Akhir 1 dan Tugas Akhir 2) menggunakan *Gantt chart* seperti pada Tabel 3.7 berikut.

Tabel 3.7 Gantt chart pelaksanaan proyek Capstone

No.	Kegiatan/Capaian	Bulan ke -											
		9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8
1	Survei dan identifikasi permasalahan	H,N	H,N										
2	Mencari literatur dan informasi untuk kebutuhan dan spesifikasi sistem		H,N	H,N	H,N								
3	Mengumpulkan seluruh ide solusi dan finalisasi usulan perancangan sistem beserta manajemen dan rancangan belanja			H,N	H,N								
4	Pengumpulan proposal Tugas Akhir 1/ <i>Capstone Project</i> dan seminar				H,N								
5	Pembelian alat dan bahan				H,N	H,N	H,N	H,N					
6	Perancangan sistem sesuai proposal				H,N	H,N	H,N	H,N					
7	Testing dan Validasi								H,N	H,N			
8	Expo dan pengumpulan laporan akhir										H,N		

Ket. : PIC – *Person in Charge* (Pihak yang bertanggung untuk kegiatan tersebut) H : Hafi, N : Naufal

### 3.5 Realisasi Pelaksanaan Tugas Akhir 1

Dalam penulisan laporan Tugas Akhir 1 ini, kami akan menguraikan secara rinci aktivitas yang telah dilakukan dan pelaksanaannya berdasarkan timeline yang telah disusun dalam Gantt chart, sebagaimana tercantum pada Tabel 3.8. Setiap anggota tim, Hafi dan Naufal, memiliki peran yang terdefinisi dengan jelas dalam setiap tahapan pekerjaan. Pada Senin, 18 September 2023, dilakukan survei data terkait penyakit yang memerlukan bantuan konsentrator oksigen oleh Hafi dan Naufal. Selanjutnya, pada Rabu, 20 September 2023, menyusun rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, dan batasan realistis aspek keteknikan. Proses-proses berikutnya termasuk pembuatan rencana penyelesaian dokumen proposal, penyusunan studi literatur dan observasi, serta pembuatan dasar teori, semuanya melibatkan keterlibatan dan kerja sama aktif dari kedua anggota tim. Selain itu, dalam sub bab ini kami akan menguraikan kendala-kendala yang dihadapi selama pengerjaan Tugas Akhir 1 ini. Dengan demikian, pembaca akan mendapatkan gambaran yang komprehensif mengenai jalannya proyek serta upaya penyelesaiannya.

Tabel 3.8 Realisasi aktivitas pelaksanaan tugas akhir 1.

No	Hari, Tanggal, Durasi (jam atau hari)	Aktivitas	Pelaksana
1	Senin, 18 September 2023	Survei data terkait penyakit yang memerlukan bantuan oksigen concentrator	Hafi Naufal
2	Rabu, 20 September 2023	Menyusun rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, dan batasan realistis aspek keteknikan	Hafi Naufal
3	Minggu, 24 September 2023	Membuat rencana penyelesaian dokumen proposal tugas akhir 1	Hafi Naufal
4	Kamis, 28 September 2023	Menyusun studi literatur dan observasi	
5	Selasa, 3 Oktober 2023	Menyusun dasar teori	Hafi Naufal
6	Sabtu, 7 Oktober 2023	Menyusun aspek yang mempengaruhi sistem	Hafi Naufal
7	Minggu, 8 Oktober 2023	Menyusun spesifikasi sistem	Hafi Naufal

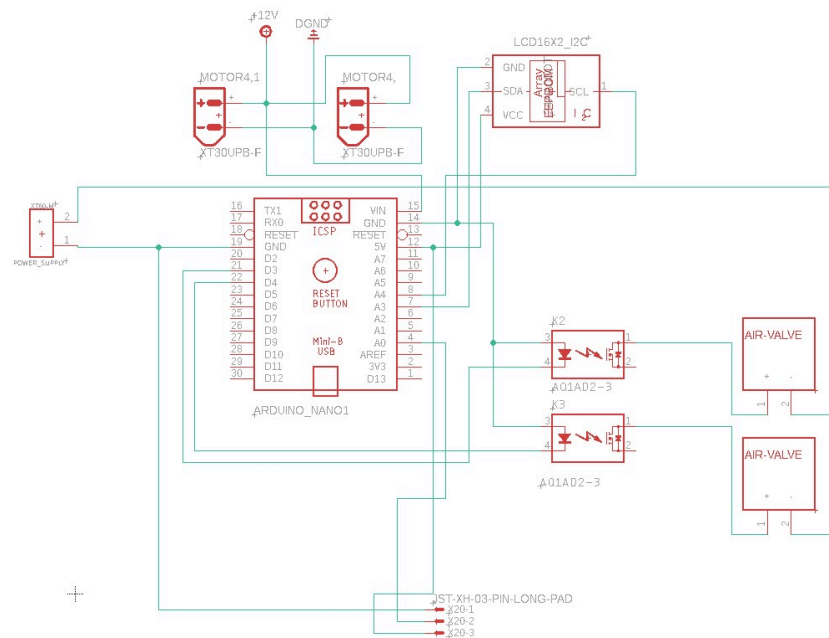
8	Rabu, 13 Oktober 2023	Memperbaiki kekurangan pada proposal yang telah dikerjakan dari tanggal 18 September 2023 hingga 8 Oktober 2023	Hafi Naufal
9	Sabtu, 4 November 2023	Memulai penyusunan usulan solusi 1 dan usulan solusi 2	Hafi Naufal
10	Sabtu, 11 November 2023	Wawancara dengan tenaga medis terkait <i>low-cost oxygen concentrator</i>	Hafi Naufal
11	Kamis, 16 November 2023	Menyusun rencana anggaran untuk desain 1 dan desain 2	Hafi Naufal
12	Senin, 20 November 2023	Menyusun analisis resiko desain 1 dan desain 2	Hafi Naufal
13	Sabtu, 25 November 2023	Menyusun pengukuran performa dan keputusan untuk usulan solusi yang akan dipilih untuk keseluruhan tugas akhir 2	Hafi Naufal

## BAB 4. HASIL RANCANGAN DAN METODE PENGUKURAN

### 4.1 Hasil Rancangan Sistem

#### 1. Rangkaian Elektronik

Rangkaian elektronik yang telah kami desain sejak awal terdapat sedikit perubahan pada bagian valve. Pada desain kami menggunakan 4 valve tetapi pada pelaksanaannya kami menggunakan 2 valve. Valve yang kami gunakan sudah optimal mendapatkan konsentrasi oksigen optimal lebih dari 90 persen. Selain itu kami sesuai dengan desain yang telah dibuat dan tidak ada perubahan. Desain yang kami gunakan sebagai patokan perancangan kami terdapat pada Gambar 4.1.

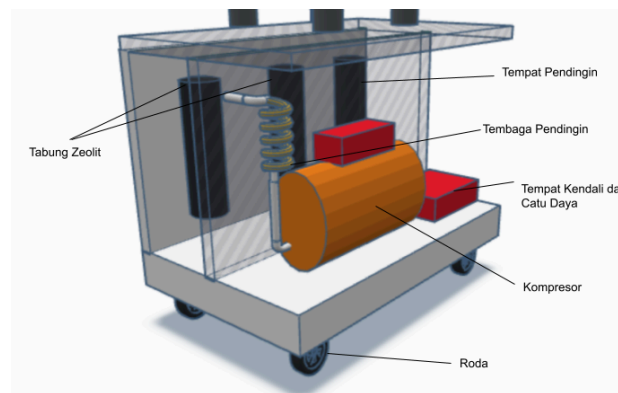


Gambar 4.1 Rangkaian elektronik yang digunakan

#### 2. Desain Tiga Dimensi

Dalam proses pembuatan alat oksigen konsentrator, kami mengalami beberapa perubahan dan kendala. Tembaga pendingin tidak digunakan karena pertimbangan biaya. Selain itu, terdapat keterlambatan dalam pembuatan alat akibat masalah pada kompresor yang kami gunakan. Kompresor tersebut mengeluarkan bau tidak sedap dan cepat panas saat digunakan. Solusi yang kami temukan untuk mengatasi panas berlebih pada kompresor adalah dengan mengatur bukaan

aliran (flow) dari kompresor tersebut. Meskipun kompresor masih tetap panas, pengaturan aliran ini setidaknya mengurangi risiko overheat dibandingkan dengan kondisi sebelumnya. Desain yang kami gunakan sebagai patokan perancangan kami terdapat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Desain tiga dimensi

### 3. *Software* atau *Interface*

Perangkat lunak yang kami gunakan adalah Arduino IDE, sebuah lingkungan pengembangan terintegrasi yang digunakan untuk memprogram sensor. Program ini bertujuan untuk menampilkan data sensor pada layar LCD serta mengatur kendali pembukaan dan penutupan relay untuk filter 1 dan filter 2. Dalam aplikasi ini, sensor yang diprogram dengan Arduino IDE akan memberikan pembacaan data yang kemudian diolah dan ditampilkan secara real-time pada layar LCD. Selain itu, program ini juga mengatur logika kontrol untuk mengaktifkan atau menonaktifkan relay yang mengendalikan sistem filtrasi, sehingga dapat memastikan pengoperasian filter 1 dan filter 2 secara optimal. Contoh program untuk mengatur relay dapat dilihat pada Gambar 4.3.

```
// Definisikan pin relay
const int relayPin1 = 8; // Relay untuk Solenoid Valve 1
const int relayPin2 = 9; // Relay untuk Solenoid Valve 2

void setup() {
  // Inisialisasi pin relay sebagai output
  pinMode(relayPin1, OUTPUT);
  pinMode(relayPin2, OUTPUT);

  // Matikan kedua relay saat pertama kali dimulai (relay dalam keadaan LOW)
  digitalWrite(relayPin1, LOW);
}
```

```

    digitalWrite(relayPin2, LOW);
}

void loop() {
    // Aktifkan Solenoid Valve 1 dan matikan Solenoid Valve 2
    digitalWrite(relayPin1, HIGH);
    digitalWrite(relayPin2, LOW);
    delay(12000); // Tunggu selama 12 detik

    // Matikan Solenoid Valve 1 dan aktifkan Solenoid Valve 2
    digitalWrite(relayPin1, LOW);
    digitalWrite(relayPin2, HIGH);
    delay(12000); // Tunggu selama 12 detik
}

```

*Gambar 4.3 Program untuk Mengendalikan Solenoid Valve pada Arduino Uno R3*

Pada Gambar 4.3 program mengontrol dua solenoid valve menggunakan relay yang terhubung ke pin 8 dan 9 pada Arduino. Dalam fungsi `setup()`, pin-pin tersebut diinisialisasi sebagai output dan relay dimatikan (LOW). Pada fungsi `loop()`, solenoid valve 1 diaktifkan (HIGH) dan solenoid valve 2 dimatikan (LOW) selama 12 detik, kemudian valve 1 dimatikan dan valve 2 diaktifkan selama 12 detik. Siklus ini berulang terus-menerus, memungkinkan kedua solenoid valve bergantian aktif setiap 12 detik. Program ini cocok untuk aplikasi yang memerlukan pergantian aktif antara dua solenoid valve dengan interval waktu tetap.

Kemudian untuk membaca dan menampilkan hasil pembacaan sensor OCS-3F pada LCD I2C 20 x 4 dapat dilihat pada gambar 4.4. Program untuk mengendalikan solenoid valve dan pembacaan sensor sehingga pada sistem akan menggunakan dua Arduino Uno R3.

```

#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>

#define LCD_ADDRESS 0x27
#define LCD_COLUMNS 20
#define LCD_ROWS 4

LiquidCrystal_I2C lcd(LCD_ADDRESS, LCD_COLUMNS, LCD_ROWS);

void setup() {
    Serial.begin(9600);
}

```

```

    lcd.begin(LCD_COLUMNS, LCD_ROWS); // Inisialisasi LCD dengan jumlah kolom
    dan baris
    lcd.backlight(); // Menghidupkan lampu latar LCD
}

void loop() {
    typedef unsigned char u8;
    typedef unsigned int u16;
    static int inByte;
    static u8 temp;
    static u8 i = 0, j, o2[12];
    static u16 o2c = 0, o2f = 0, o2t = 0; // Define oxygen concentration, flow
    rate, and temperature

    // When character arrives over the serial port ..
    if (Serial.available()) {
        // read all the available characters
        while (Serial.available() > 0) {
            inByte = Serial.read();
            //---Receiving part---
            if ((o2[0] == 0x16) && (o2[1] == 0x09) && (o2[2] == 0x01)) { //
Determine if the first two bytes are received correctly
                o2[i] = inByte;
                i++;
            } else { // If one of the first three bytes received is incorrect, the
first two bytes will be judged
                if ((o2[0] == 0x16) && (o2[1] == 0x09)) {
                    if (inByte == 0x01) {
                        o2[2] = inByte;
                        i++;
                    } else {
                        i = 0;
                        memset(o2, 0, sizeof(o2)); // Initialize array
                    }
                } else {
                    if (o2[0] == 0x16) {
                        if (inByte == 0x09) {
                            o2[1] = inByte;
                            i++;
                        } else {
                            i = 0;
                            memset(o2, 0, sizeof(o2)); // Initialize array
                        }
                    } else {
                        if (inByte == 0x16) {
                            o2[0] = inByte;
                            i++;
                        } else {

```

```

        i = 0;
        memset(o2, 0, sizeof(o2)); // Initialize array
    }
}
}
}
//---Receiving part---

if (i == 12) { // Data received complete, start calibration
    temp = 0;
    for (j = 0; j < 12; j++) {
        temp += o2[j];
    }
    if (temp == 0) { // Check passed, calculate oxygen concentration,
flow, temperature value
        o2c = o2[3] * 256 + o2[4]; // Oxygen concentration
        o2f = o2[5] * 256 + o2[6]; // Oxygen flow value
        o2t = o2[7] * 256 + o2[8]; // Oxygen temperature
    }

    i = 0;
    memset(o2, 0, sizeof(o2)); // Initialize array
}
}
}

// Display O2 concentration on Serial Monitor
Serial.print("O2 : ");
Serial.print(o2c / 100);
Serial.print(o2c / 10 % 10);
Serial.print(".");
Serial.print(o2c % 10);
Serial.println("%");

// Display Flow on Serial Monitor
Serial.print("Flow : ");
Serial.print(o2f / 10 % 10);
Serial.print(".");
Serial.print(o2f % 10);
Serial.println("L/min");

// Display Temperature on Serial Monitor
Serial.print("Temp : ");
Serial.print(o2t / 100);
Serial.print(o2t / 10 % 10);
Serial.print(".");
Serial.print(o2t % 10);
Serial.println("Celsius");

```

```

// Display O2 concentration on LCD
lcd.setCursor(0, 0); // Kolom 0, Baris 0
lcd.print("O2 : ");
lcd.print(o2c / 100);
lcd.print(o2c / 10 % 10);
lcd.print(".");
lcd.print(o2c % 10);
lcd.print("%");

// Display Flow on LCD
lcd.setCursor(0, 1); // Kolom 0, Baris 1
lcd.print("Flow : ");
lcd.print(o2f / 10 % 10);
lcd.print(".");
lcd.print(o2f % 10);
lcd.print(" L/min");

// Display Temperature on LCD
lcd.setCursor(0, 2); // Kolom 0, Baris 2
lcd.print("Temp : ");
lcd.print(o2t / 100);
lcd.print(o2t / 10 % 10);
lcd.print(".");
lcd.print(o2t % 10);
lcd.print(" C");

delay(2000);
}

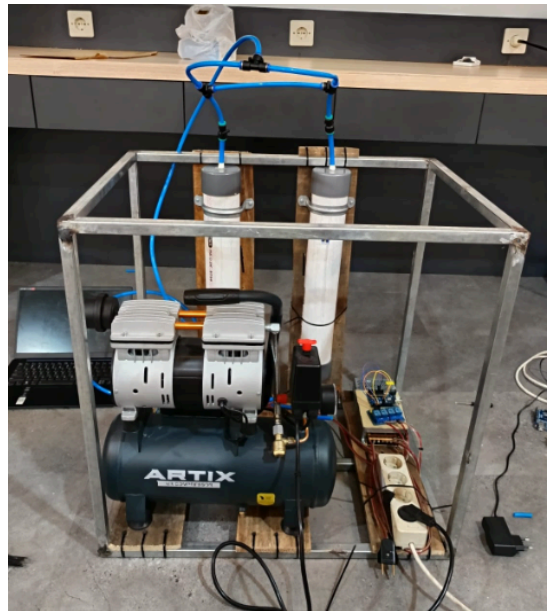
```

*Gambar 4.4 Gambar untuk menampilkan hasil pembacaan sensor pada LCD I2C 20 x 4*

Pada Gambar 4.4 program menggunakan Arduino untuk membaca data oksigen dari port serial dan menampilkannya pada LCD dengan modul LiquidCrystal\_I2C. Di dalam fungsi `setup()`, program menginisialisasi komunikasi serial pada baud rate 9600 dan mengaktifkan LCD dengan ukuran 20x4 serta lampu latarnya. Dalam fungsi `loop()`, data oksigen diterima melalui port serial dan disimpan dalam array `o2` setelah memeriksa kesesuaian byte awal. Setelah menerima 12 byte data, program menghitung konsentrasi oksigen, aliran oksigen, dan suhu berdasarkan nilai yang diterima. Hasilnya kemudian ditampilkan pada monitor serial dan LCD. Penundaan 2 detik (`delay(2000)`) digunakan sebelum mengulang proses pembacaan data kembali. Program ini berguna untuk aplikasi pemantauan gas oksigen yang memerlukan tampilan real-time pada perangkat keras.

#### 4. Foto hasil akhir perancangan

Hasil akhir perancangan yang kami buat mengalami sedikit perubahan untuk menyesuaikan spesifikasi yang ingin dicapai. Pada realisasinya kami menggunakan 2 tabung filter di bagian belakang untuk memfilter udara yang masuk. Kami meletakkan kompresor di bagian depan dikarenakan mempunyai dimensi yang besar dan beban yang berat. Power supply, relay dan arduino diletakkan di bagian samping kompresor agar mudah untuk mengontrol solenoid. Sensor ocs 3-f diletakkan di belakang kompresor yang juga tempat output dari hasil filternya. Hasil akhir perancangan dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.5 Hasil akhir perancangan.

#### 4.2 Metode Pengukuran Kinerja Hasil Perancangan

Parameter yang diukur dalam pengujian ini meliputi konsentrasi oksigen, aliran udara (flow), dan temperatur. Proses pengukuran dimulai dengan mempersiapkan seluruh peralatan dan memprogram sensor untuk menampilkan hasil pengukuran pada layar LCD serta mengontrol solenoid valve. Setelah kode diunggah ke Arduino, aktifkan kompresor dengan aliran udara penuh dan tunggu hingga hasil konsentrasi oksigen, flow, dan temperatur ditampilkan di LCD. Data yang dihasilkan kemudian dipindahkan ke dalam lembar kerja Excel untuk dokumentasi dan pembuatan laporan.

## **BAB 5. HASIL PENGUKURAN DAN ANALISIS**

Pengukuran dan analisis terkait kinerja dilakukan untuk menilai parameter kunci seperti konsentrasi oksigen yang dihasilkan, kecepatan aliran, dan temperatur oksigen yang dihasilkan. Data diperoleh dari pengujian di laboratorium dan penggunaan nyata, memastikan perangkat bekerja sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan.

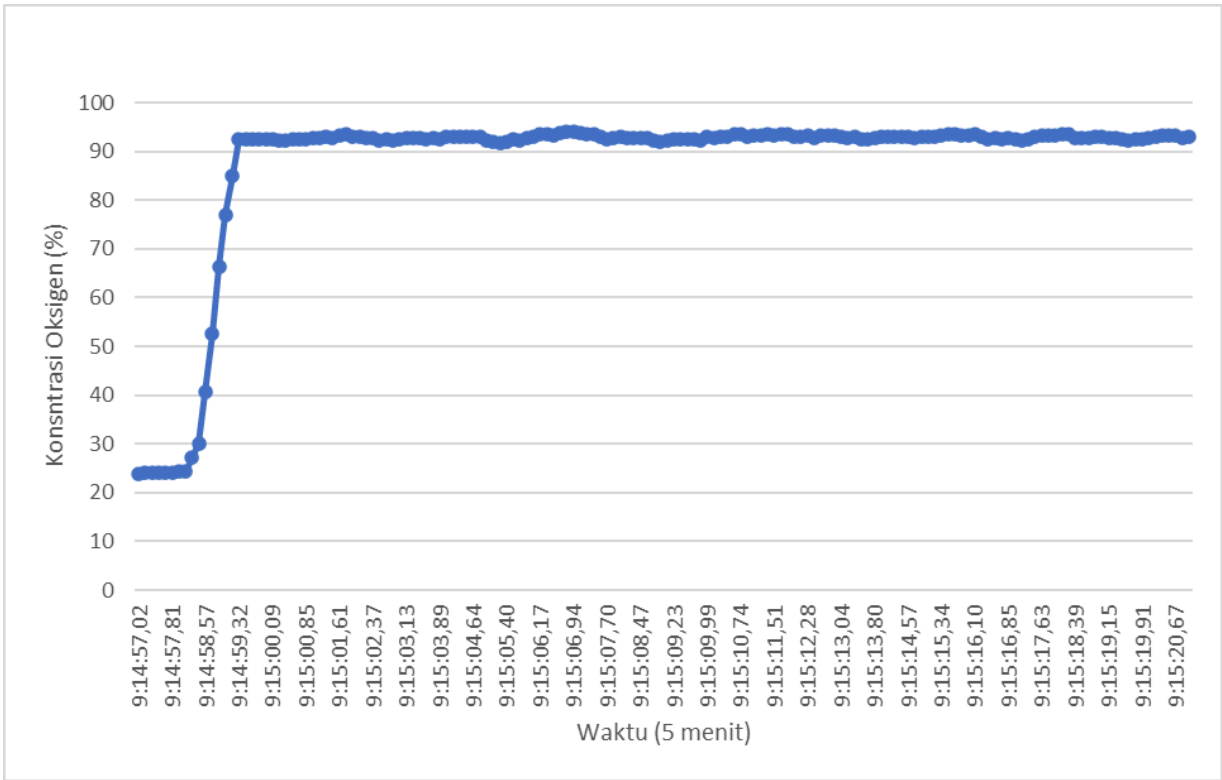
Analisis terhadap kesesuaian antara perencanaan awal dan realisasi proyek dilakukan untuk menilai efektivitas manajemen proyek dan kemampuan tim dalam mengatasi tantangan. Bab ini memberikan pemahaman tentang performa “Konsentrator Oksigen Portabel Ekonomis” dan menjadi dasar untuk rekomendasi perbaikan serta pengembangan lebih lanjut, memastikan perangkat ini efektif dan terjangkau bagi pengguna.

### **5.1. Analisis Hasil**

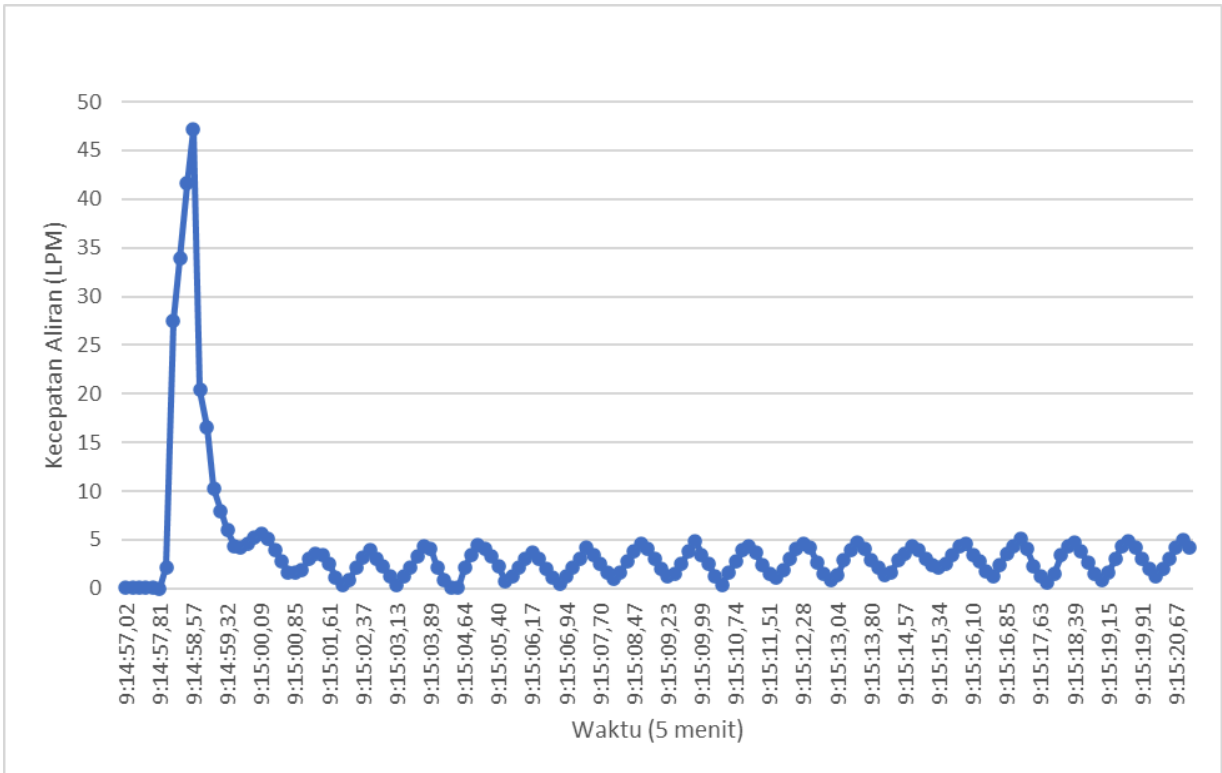
Pengukuran dilakukan untuk menilai beberapa parameter kunci dari konsentrator oksigen, termasuk konsentrasi oksigen yang dihasilkan, stabilitas aliran oksigen, konsumsi energi, dan kebisingan operasi. Pengukuran dilakukan dalam kondisi laboratorium yang terkontrol serta dalam kondisi penggunaan nyata untuk mendapatkan data yang komprehensif dan representatif. Data pengukuran ini penting untuk memastikan bahwa konsentrator oksigen bekerja sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan dan mampu memberikan performa yang konsisten dalam berbagai kondisi.

#### **5.1.1 Pengamatan Keluaran Konsentrasi Oksigen**

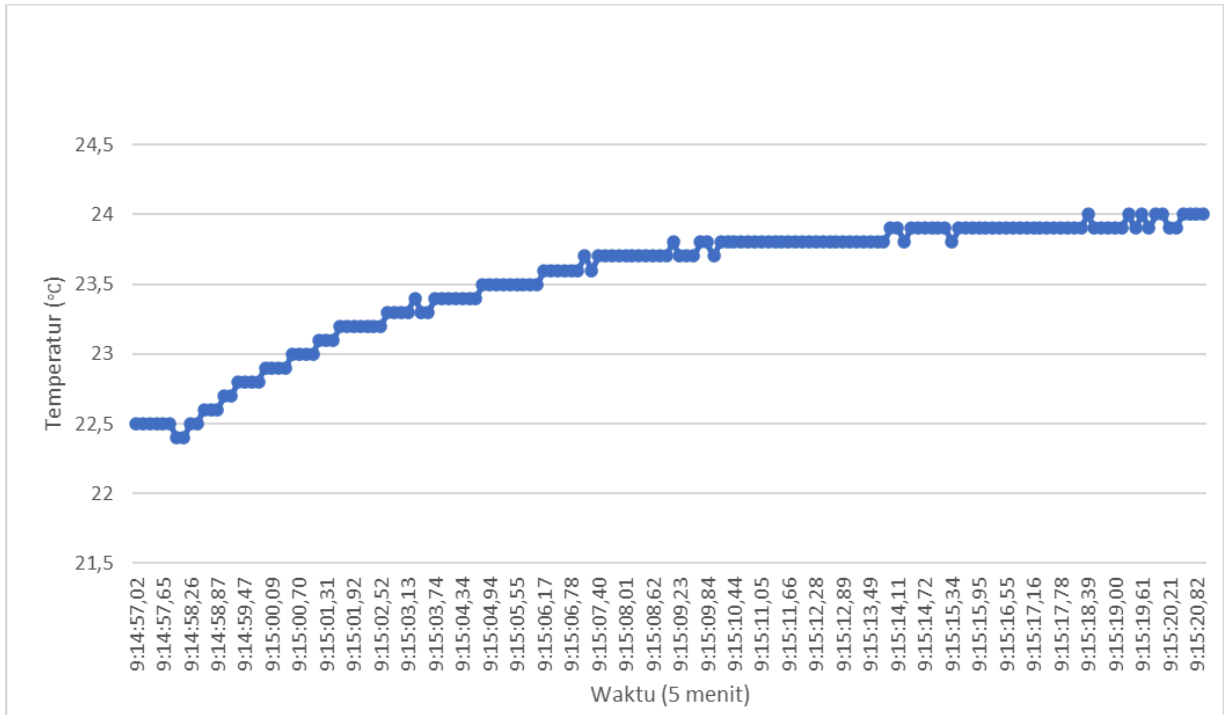
Pengamatan hasil keluaran konsentrator oksigen dilakukan untuk mencari hasil terbaik yang dapat diperoleh oleh sistem yang sedang dirancang. Metode pengambilan data berupa variasi pada jeda waktu buka-tutup antar solenoid valve yang digunakan pada sistem konsentrator oksigen. Jeda waktu divariasikan dengan lama waktu ganti selama 8 detik, 10 detik, dan 12 detik. Durasi pengamatan dilakukan selama 5 menit dengan jumlah pengambilan data sebanyak tiga kali. Hasil keluaran dapat dilihat dalam gambar dan tabel berikut.



(a) Grafik konsentrasi oksigen (%)



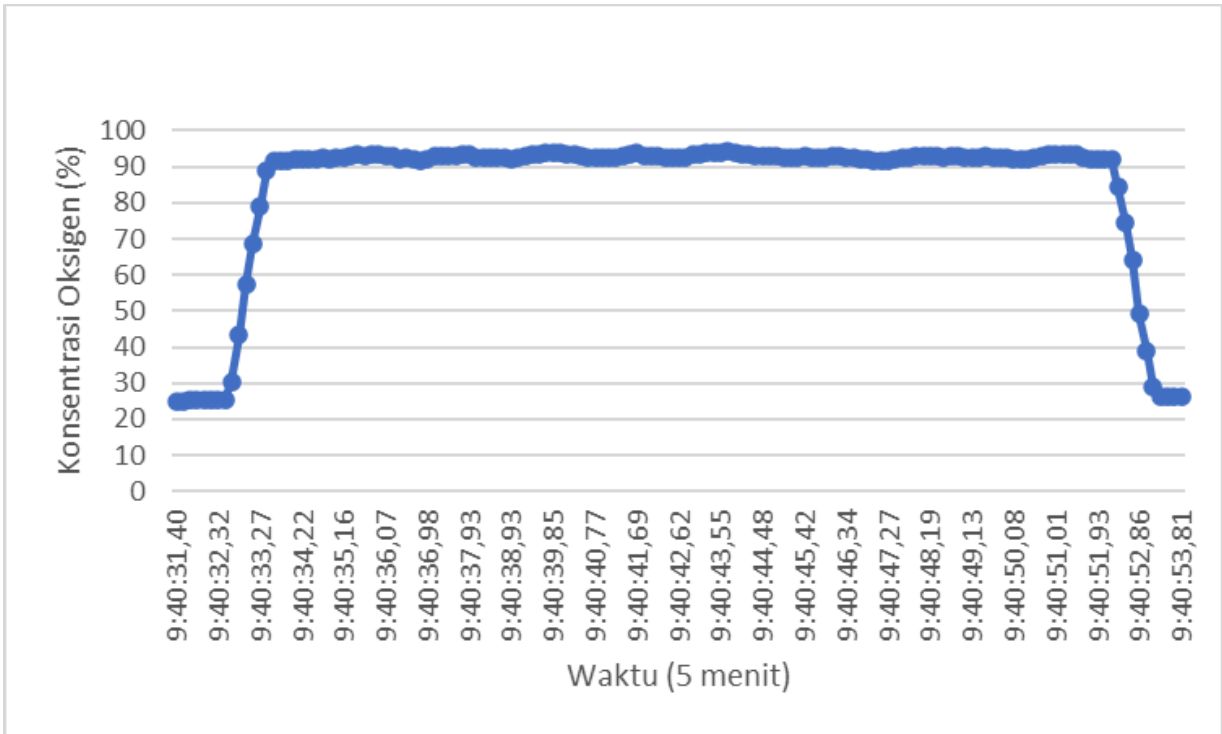
(b) Grafik kecepatan aliran (LPM)



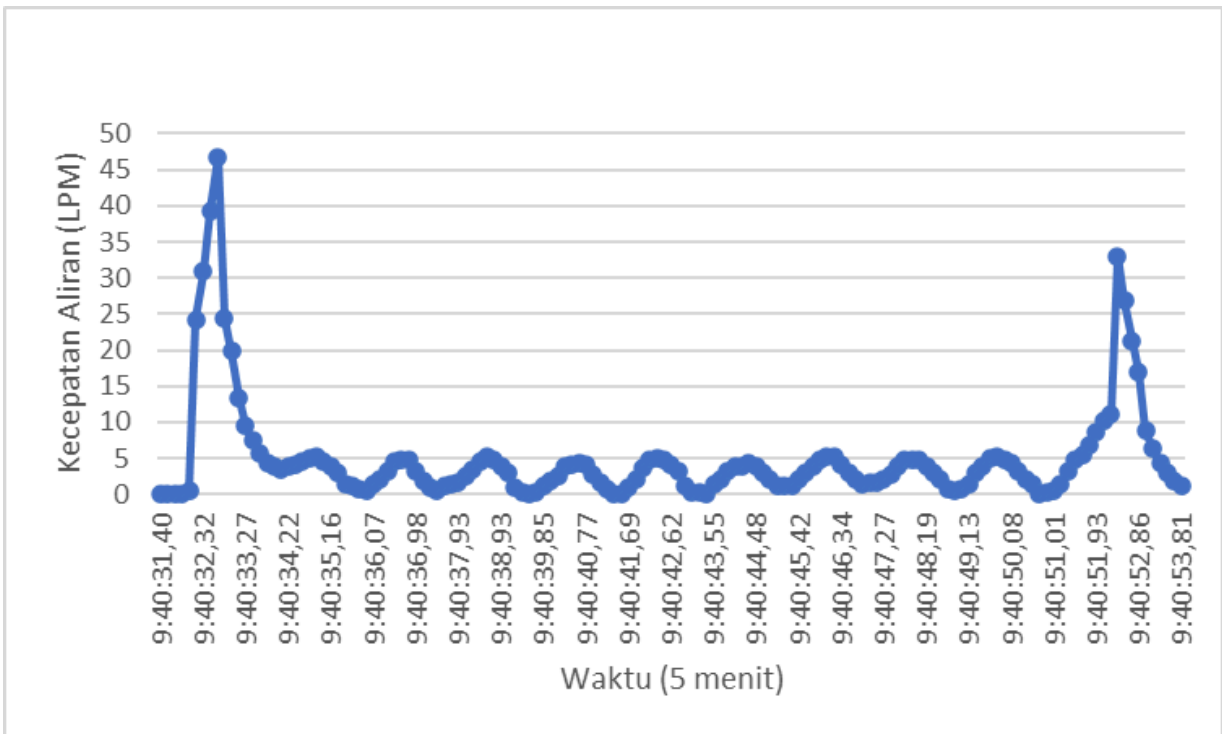
(c) Grafik temperatur (°C)

Gambar 5.1 Hasil keluaran konsentrasi oksigen dengan jeda pergantian buka-tutup solenoid valve selama 8 detik

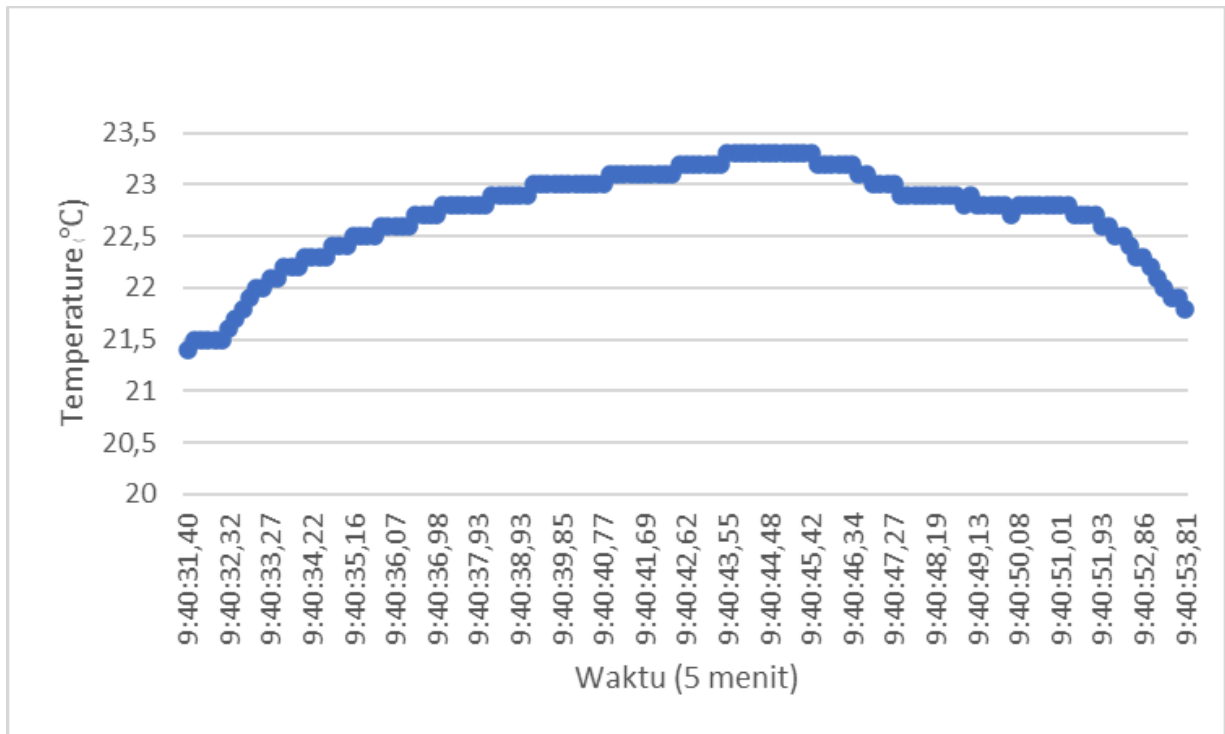
Gambar 5.1 menunjukkan konsentrasi oksigen berkisar antara 92,3% hingga 93,3%, menunjukkan stabilitas yang cukup baik dengan sedikit fluktuasi di sekitar nilai tersebut. Ini menandakan bahwa perangkat mampu menjaga tingkat kemurnian oksigen yang tinggi. Laju aliran oksigen bervariasi dari 1,3 LPM hingga 5 LPM. Nilai temperatur bervariasi pada rentang 22,5 °C hingga 24 °C. Data menunjukkan bahwa konsentrator oksigen portabel ini mampu menjaga konsentrasi oksigen di atas 92% meskipun terdapat fluktuasi dalam laju aliran, dan bekerja secara konsisten dalam rentang suhu yang stabil.



(a) Grafik konsentrasi oksigen (%)



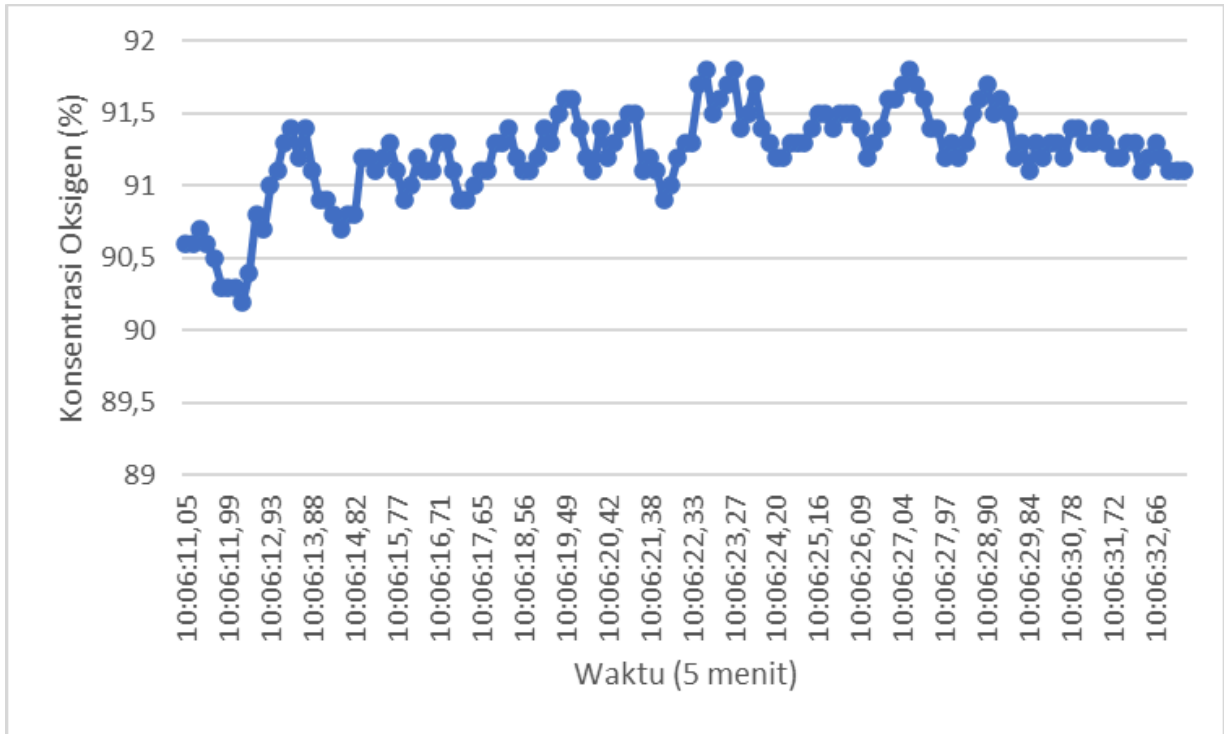
(b) Grafik kecepatan aliran (LPM)



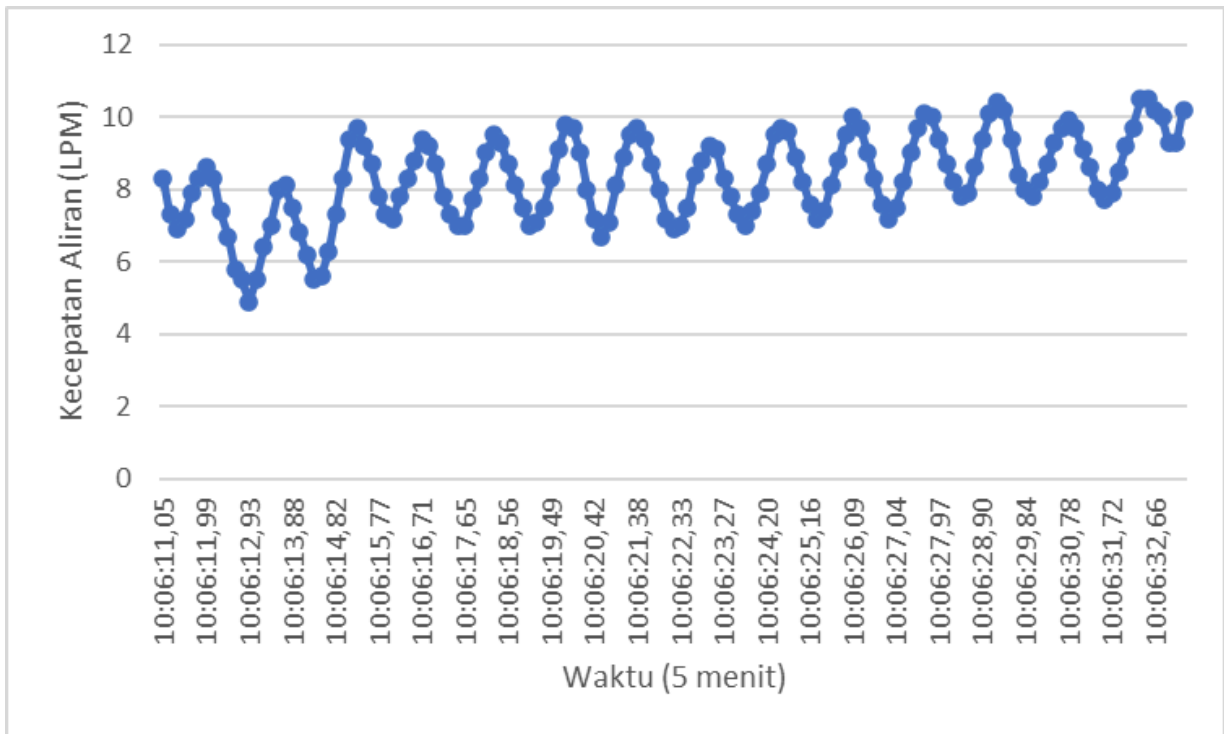
(c) Grafik temperatur °C

Gambar 5.2 Hasil keluaran konsentrasi oksigen dengan jeda pergantian buka-tutup solenoid valve selama 12 detik

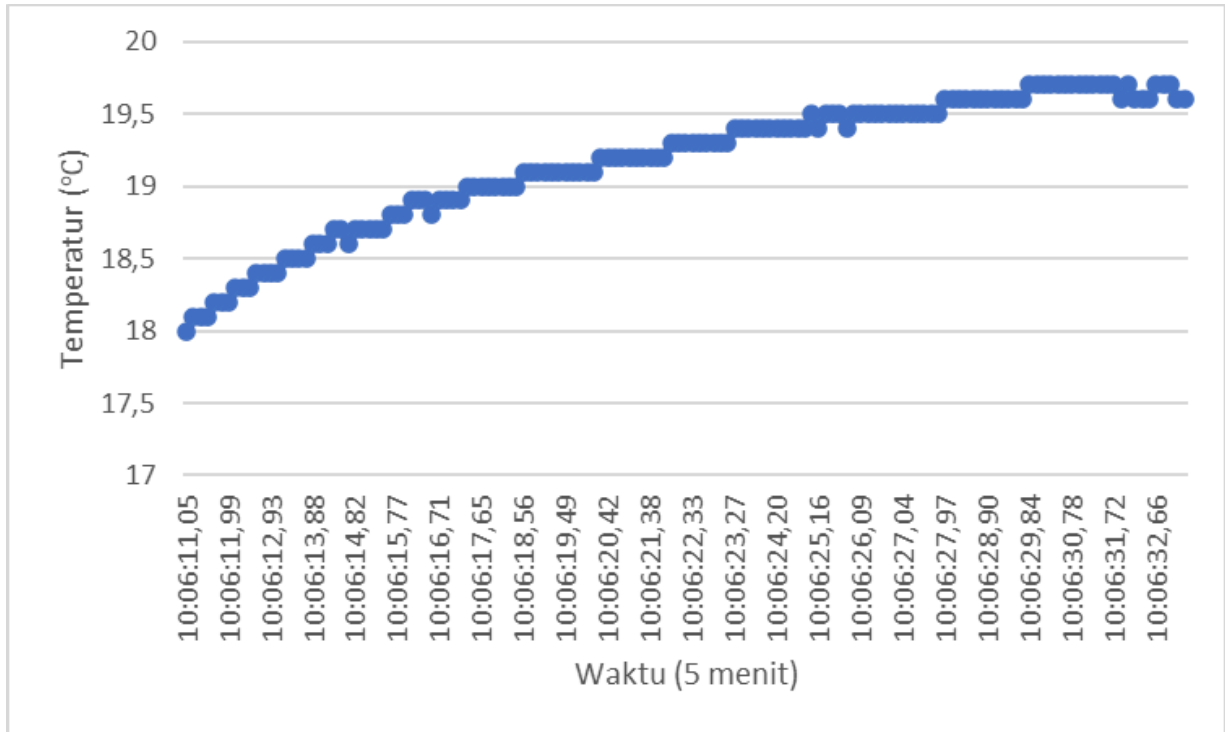
Gambar 5.2 menunjukkan konsentrasi oksigen berkisar antara 92,3% hingga 93,3%, menunjukkan stabilitas yang cukup baik dengan sedikit fluktuasi di sekitar nilai tersebut. Ini menandakan bahwa perangkat mampu menjaga tingkat kemurnian oksigen yang tinggi. Laju aliran oksigen bervariasi dari 1,3 LPM hingga 5 LPM. Nilai temperatur bervariasi pada rentang 22,5 °C hingga 24 °C. Data menunjukkan bahwa konsentrator oksigen portabel ini mampu menjaga konsentrasi oksigen di atas 92% meskipun terdapat fluktuasi dalam laju aliran, dan bekerja secara konsisten dalam rentang suhu yang stabil.



(a) Grafik konsentrasi oksigen (%)



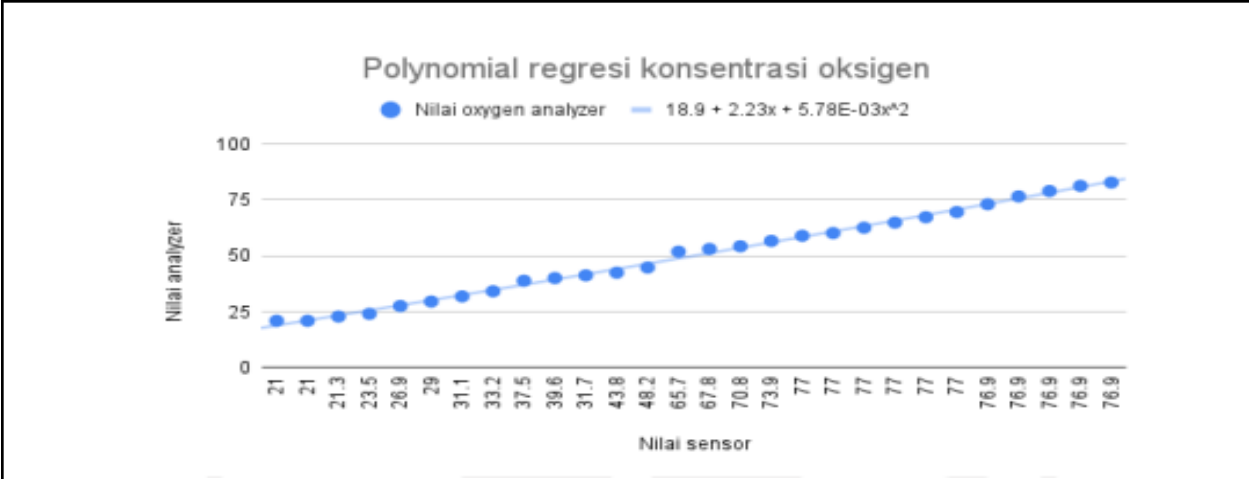
(b) Kecepatan aliran (LPM)



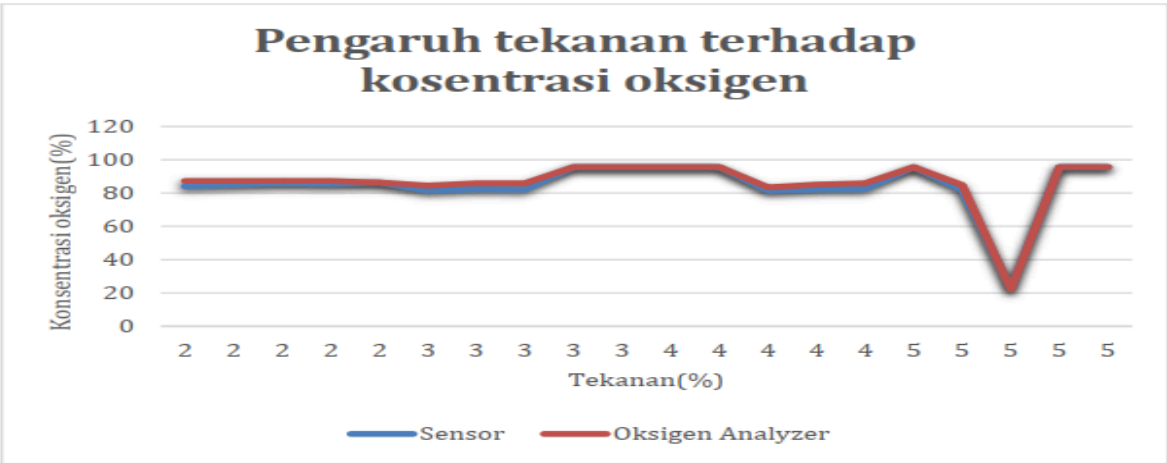
(c) Grafik temperatur (°C)

Gambar 5.3 Hasil keluaran konsentrasi oksigen dengan jeda pergantian buka-tutup solenoid valve selama 10 detik

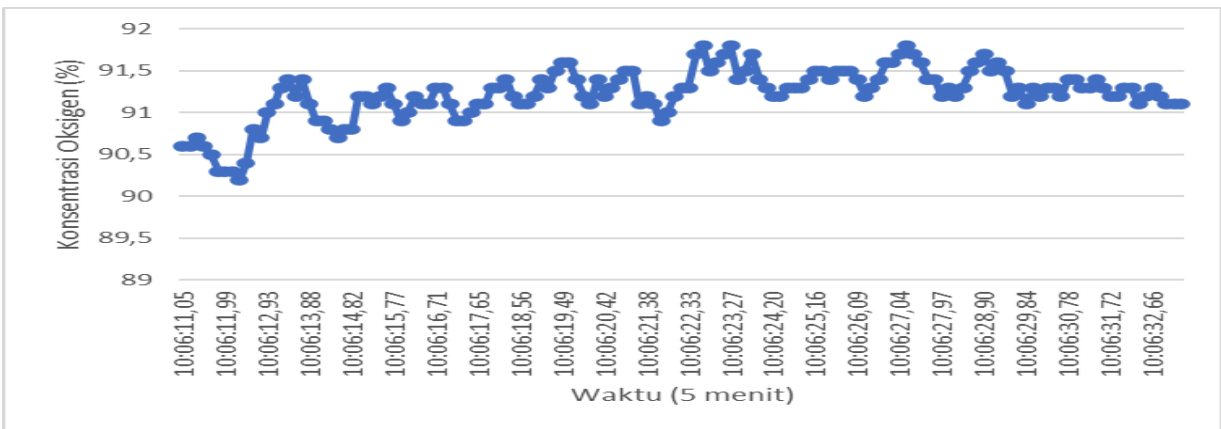
Gambar 5.3 menunjukkan konsentrasi oksigen berkisar antara 90% hingga 92%, menunjukkan stabilitas yang cukup baik dengan sedikit fluktuasi di sekitar nilai tersebut. Ini menandakan bahwa perangkat mampu menjaga tingkat kemurnian oksigen yang tinggi. Laju aliran oksigen bervariasi dari 6 LPM hingga 10 LPM. Nilai temperatur bervariasi pada rentang 18 °C hingga 19.5 °C. Data menunjukkan bahwa konsentrator oksigen portabel ini mampu menjaga konsentrasi oksigen di atas 90% meskipun terdapat fluktuasi dalam laju aliran, dan bekerja secara konsisten dalam rentang suhu yang stabil.



(a) Perancangan Low Cost Oxygen Concentrator (2018)



(b) Low-Cost Oxygenator V2 (2019)



(c) Desain Prototipe Konsentrator Oksigen Portabel Ekonomis (2020)

Gambar 5.4 Uji statistik hasil keluaran oksigen konsentrator yang sedang dikembangkan dibandingkan sistem yang telah dikembangkan sebelumnya

Berdasarkan gambar 5.4 Pada gambar pertama, regresi polinomial menunjukkan bahwa konsentrasi oksigen meningkat secara konsisten dengan peningkatan nilai sensor, menandakan bahwa konsentrator oksigen baru memiliki respons yang baik terhadap perubahan nilai sensor, menunjukkan akurasi dan keandalan dalam pengukuran oksigen. Selanjutnya, gambar kedua mengilustrasikan pengaruh tekanan terhadap konsentrasi oksigen, baik dari sensor maupun oksigen analyzer, dengan hasil yang menunjukkan bahwa konsentrasi oksigen relatif stabil di berbagai tingkat tekanan dengan sedikit fluktuasi. Ini menandakan bahwa sistem baru mampu mempertahankan konsentrasi oksigen yang konsisten meskipun ada variasi tekanan, yang penting untuk keandalan dan stabilitas perangkat dalam berbagai kondisi operasi. Gambar ketiga menunjukkan konsentrasi oksigen seiring waktu, dengan data yang menunjukkan stabilitas konsentrasi oksigen dengan sedikit fluktuasi selama periode waktu tertentu, mengindikasikan bahwa sistem konsentrator oksigen baru memiliki performa yang stabil dan mampu mempertahankan tingkat oksigen yang diinginkan dalam jangka waktu yang lebih lama. Secara keseluruhan, sistem konsentrator oksigen yang baru dikembangkan menunjukkan peningkatan performa dalam berbagai aspek dibandingkan sistem sebelumnya, dengan akurasi pengukuran yang lebih baik, stabilitas konsentrasi oksigen terhadap variasi tekanan yang terjaga, dan kestabilan konsentrasi oksigen seiring waktu yang terjamin, menunjukkan bahwa pengembangan terbaru berhasil meningkatkan kinerja konsentrator oksigen, memberikan hasil yang lebih andal dan konsisten.

Tabel 5.1 Hasil keluaran konsentrasi oksigen dengan jeda pergantian buka-tutup solenoid valve selama 8 detik

TIME	Concentration (%)	Flow Rate (LPM)	Temperature (Celcius)
17:57:04	92,9	4,2	24
17:57:04	92,8	5	24
17:57:04	93,2	4,2	24
17:57:04	93,3	3,1	24
17:57:03	93,3	2	23,9
17:57:03	93	1,3	23,9
17:57:03	92,7	2	24
17:57:03	92,4	3	24
17:57:03	92,4	4,2	23,9
17:57:03	92,3	4,9	24

Pada Tabel 5.1, pengukuran dilakukan dengan jeda pergantian buka-tutup solenoid valve selama 12 detik. Hasil menunjukkan bahwa konsentrasi oksigen rata-rata berkisar antara 92,3% hingga 93,3%. Laju aliran bervariasi dari 1,3 LPM hingga 5 LPM, dengan suhu yang stabil di sekitar 24°C. Konsentrasi oksigen yang relatif stabil di atas 92% menunjukkan bahwa sistem mampu mempertahankan kualitas oksigen yang dihasilkan meskipun terdapat variasi dalam laju aliran. Ini menunjukkan bahwa sistem bekerja dengan baik dalam kondisi ini.

Tabel 5.2 Hasil keluaran konsentrasi oksigen dengan jeda pergantian buka-tutup solenoid valve selama 12 detik

TIME	Concentration (%)	Flow Rate (LPM)	Temperature (Celcius)
18:06:16	92,6	5,5	22,7
18:06:16	93,4	4,9	22,7
18:06:15	93,4	3,3	22,7
18:06:15	93,3	1,4	22,8
18:06:15	93,3	0,5	22,8
18:06:15	93,3	0,4	22,8
18:06:15	92,8	0,1	22,8
18:06:15	92,3	1,5	22,8
18:06:14	92	2,1	22,8
18:06:14	92,1	3,2	22,8

Pada Tabel 5.2, pengukuran dilakukan dengan jeda pergantian buka-tutup solenoid valve selama 10 detik. Hasil menunjukkan bahwa konsentrasi oksigen sedikit lebih tinggi, berkisar antara 92% hingga 93,9%, dengan laju aliran yang lebih tinggi mencapai 65,1 LPM. Suhu tetap stabil di sekitar 24°C. Peningkatan laju aliran yang signifikan menunjukkan bahwa sistem mampu menangani variasi yang lebih besar dalam laju aliran sambil tetap mempertahankan konsentrasi oksigen yang tinggi. Hal ini menunjukkan efisiensi dan keandalan sistem dalam kondisi operasi yang lebih dinamis.

Tabel 5.3 Hasil keluaran konsentrasi oksigen dengan jeda pergantian buka-tutup solenoid valve selama 10 detik

TIME	Concentration (%)	Flow Rate (LPM)	Temperature (Celcius)
18:13:43	93,8	65,1	24
18:13:43	93,9	11	24
18:13:43	93,7	10,5	24,1
18:13:42	93,7	9,5	24,1
18:13:42	93,7	9,1	24,1
18:13:42	93,5	8,5	24,1

18:13:42	93,6	7,6	24,1
18:13:42	93,5	7,4	24,1
18:13:42	93,7	7,6	24,1
18:13:41	93,9	8,2	24

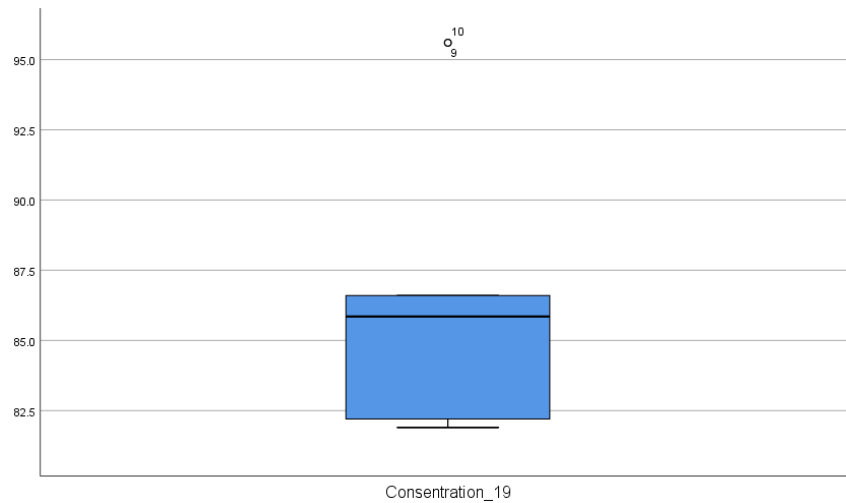
Pada Tabel 5.3, pengukuran dilakukan dengan jeda pergantian buka-tutup solenoid valve selama 10 detik. Hasil menunjukkan bahwa konsentrasi oksigen rata-rata berkisar antara 92% hingga 93,9%. Laju aliran pada pengujian ini juga lebih bervariasi, mencapai hingga 65,1 LPM. Suhu tetap stabil di sekitar 24°C. Konsentrasi oksigen yang tetap tinggi meskipun dengan laju aliran yang sangat bervariasi menunjukkan bahwa sistem ini sangat efektif dalam mempertahankan kualitas oksigen yang dihasilkan. Konsistensi suhu juga menunjukkan bahwa sistem memiliki pengaturan termal yang baik.

**Tests of Normality**

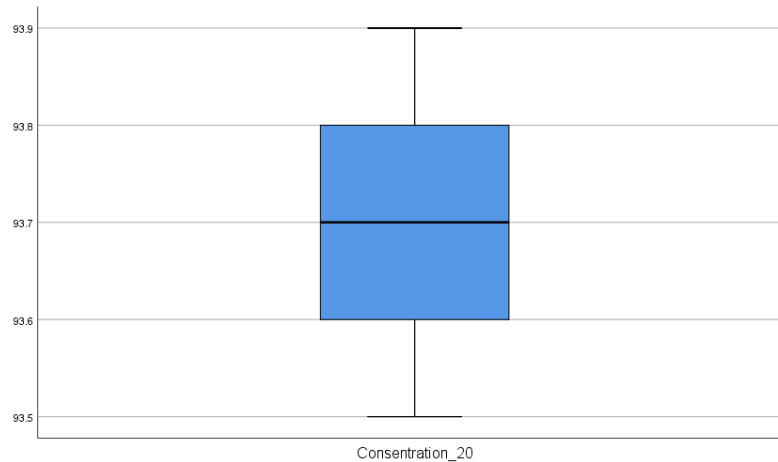
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Concentration_20	.200	10	.200 <sup>*</sup>	.907	10	.258
Concentration_19	.288	10	.019	.779	10	.008

Gambar 5.5 Tests of Normality.

Pada Gambar 5.5 dapat dilihat bahwa nilai Sig. pada Shapiro-Wilk pada alat yang kami buat yaitu Desain Prototipe Konsentrator Oksigen Portabel Ekonomis terdistribusi normal karena mempunyai nilai lebih dari 0.05 sedangkan pada alat sebelumnya yaitu *Low-Cost Oxygenator* mempunyai nilai Sig. kurang dari 0.05 maka dapat disimpulkan data tidak terdistribusi normal.



(a) Grafik *Low-Cost Oxygenator*.



(b) Grafik Desain Prototipe Konsentrator Oksigen Portabel Ekonomis

Gambar 5.6 Hasil luaran grafik perbandingan dari Desain Prototipe Konsentrator Oksigen Portabel Ekonomis dan Low-Cost Oxygenator.

Pada Gambar 5.6 dapat dilihat bahwa secara keseluruhan, "Concentration\_19" dalam hal ini adalah *Low-Cost Oxygenator* menunjukkan data yang lebih terkonsentrasi dengan sedikit outliers, sementara "Concentration\_20" dalam hal ini Desain Prototipe Konsentrator Oksigen Portabel Ekonomis menunjukkan data dengan variasi yang lebih besar dan tanpa outliers yang signifikan.

Concentratio n_19 - Concentratio n_20	
Z	-2.501 <sup>b</sup>
Asymp. Sig. (2-tailed)	.012

Gambar 5.7 Test Statistics dari Desain Prototipe Konsentrator Oksigen Portabel Ekonomis dan Low-Cost Oxygenator.

Pada Gambar 5.7 dapat dilihat bahwa Hasil Uji Wilcoxon menunjukkan bahwa nilai Z yang diperoleh adalah -2,501 dan nilai Asymp. Sig. (2-tailed) adalah 0,012. Berdasarkan dasar pengambilan keputusan dalam Uji Wilcoxon, jika nilai Asymp. Sig. (2-tailed) lebih kecil dari 0,05, maka hipotesis alternatif (Ha) diterima. Karena nilai Asymp. Sig. (2-tailed) sebesar 0,012 lebih kecil dari 0,05, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi pada "Concentration\_19" dan "Concentration\_20". Oleh karena itu, hipotesis alternatif yang menyatakan adanya perbedaan signifikan antara kedua konsentrasi tersebut diterima.

Tabel 5.4 Perbandingan performa antara sistem yang dibuat sebelumnya

No	Fitur/Komponen	Sistem yang dibuat	Sistem A
1	Konsentrasi Oksigen (%)	Stabil > 90%	maksimal 86,1%
2	Kecepatan Aliran (LPM)	Flow Rate (1-10 LPM)	1-7 LPM
3	Temperatur (°C)	Stabil (22-24 °C)	-
4	Berat	32 Kg	35 Kg
5	Dimensi	65 x 45 x 65 cm	50 x 30 x 110 cm

Tabel 5.4 memberikan perbandingan antara sistem yang dikembangkan dalam penelitian ini dengan sistem sebelumnya yaitu Low-Cost Oxygenator (Sistem A). Konsentrasi oksigen pada sistem yang baru stabil di atas 90%, sementara Sistem A hanya mencapai maksimal 86,1%. Laju aliran pada sistem yang baru juga lebih tinggi, mencapai 10 LPM dibandingkan dengan 7 LPM

pada Sistem A. Suhu operasi pada sistem baru lebih stabil (22-24°C), sedangkan Sistem A tidak memiliki data suhu yang konsisten. Dari segi fisik, sistem yang baru memiliki dimensi yang lebih kompak namun beratnya lebih tinggi dibandingkan Sistem A.

### 5.1.2 Pemenuhan Spesifikasi Sistem

Pemenuhan spesifikasi sistem untuk “Konsentrator Oksigen Portabel Ekonomis” dilakukan dengan membandingkan hasil pengujian indikator dengan spesifikasi sistem yang diusulkan. Penjelasan ini mencakup perbandingan langsung menggunakan tabel, seperti yang ditunjukkan pada tabel hasil pengamatan sebelumnya untuk memberikan perbandingan antara spesifikasi yang diusulkan dan realisasi. Perbandingan usulan dan hasil perancangan sistem dapat dilihat pada Tabel 5.5.

Tabel 5.5 Perbandingan usulan dan hasil perancangan sistem

No	Spesifikasi	Usulan	Realisasi
1	Dimensi	70 x 30 x 70 cm	65 x 45 x 65 cm
2	Berat	20 kg	32 kg
3	Aliran Oksigen	0,5-7 L/menit	0,5-10 L/menit
4	Konsentrasi Oksigen	90% lebih	90% lebih
5	Kelembaban	30-60%	20-30%
6	Sumber Daya	220 VAC	220 VAC
7	Daya	175 Watt	175 Watt
8	Lama Pemakaian	5 Jam	1 Jam

Berdasarkan tabel 5.4 dimensi realisasi sedikit berbeda dengan yang diusulkan. Sistem yang direalisasikan lebih lebar dan lebih pendek, namun perbedaan ini tidak signifikan dan tidak mempengaruhi fungsionalitas keseluruhan perangkat. Berat sistem yang direalisasikan dua kali lipat dari yang diusulkan. Ini mungkin disebabkan oleh material yang digunakan atau komponen tambahan yang diperlukan untuk memastikan kinerja yang stabil. Meskipun beratnya lebih tinggi, ini dapat mempengaruhi portabilitas perangkat. Realisasi sistem menunjukkan peningkatan dalam kisaran aliran oksigen yang lebih besar dari yang diusulkan. Hal ini menunjukkan kinerja yang lebih baik dalam kemampuan menyediakan oksigen dengan aliran yang lebih tinggi. Konsentrasi oksigen yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi yang diusulkan.

Ini menunjukkan bahwa sistem mampu menghasilkan oksigen dengan kualitas yang diharapkan. Kelembaban yang dihasilkan oleh sistem lebih rendah dari yang diusulkan. Ini mungkin memerlukan penyesuaian untuk memenuhi spesifikasi yang diusulkan, terutama untuk memastikan kenyamanan dan kesehatan pengguna. Sumber daya sesuai dengan yang diusulkan, menunjukkan bahwa sistem dapat dioperasikan dengan tegangan listrik yang tersedia di sebagian besar rumah tangga dan fasilitas kesehatan. Konsumsi daya sistem sesuai dengan spesifikasi yang diusulkan, menunjukkan efisiensi energi yang diharapkan. Data mengenai lama pemakaian belum tersedia. Pengujian lebih lanjut diperlukan untuk menentukan apakah sistem dapat beroperasi secara terus menerus selama 5 jam seperti yang diusulkan.

### 5.1.3 Pengalaman Pengguna

Secara keseluruhan, beberapa fitur sudah mencapai hasil yang diinginkan dan perlu dipertahankan, seperti konsentrasi oksigen dan desain yang portabel. Namun, beberapa aspek lain seperti aliran oksigen dan berat alat perlu ditingkatkan untuk mencapai kinerja yang lebih baik. Tabel pengalaman pengguna dapat dilihat pada Tabel 5.6.

Tabel 5.6 Pengalaman pengguna

No	Fitur/Komponen	Capaian	Aksi/Perbaikan
1	Konsentrasi Oksigen	Konsentrasi oksigen sudah stabil diatas 90 %	Dipertahankan
2	Aliran Oksigen	Aliran oksigen dari pembacaan sensor masih kurang presisi	Ditingkatkan
3	Berat	Berat alat yang dibuat masih kurang berat terutama berat dari kompresor itu sendiri	Ditingkatkan
4	Desain yang portabel	Rancangan terutama tabung filter sudah lebih pendek dibandingkan tahun lalu	Dipertahankan

Konsentrasi oksigen sudah stabil di atas 90%, sehingga perlu dipertahankan untuk memastikan kinerja yang optimal. Namun, aliran oksigen dari pembacaan sensor masih kurang presisi, sehingga perlu dilakukan peningkatan untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat. Berat alat, khususnya kompresor, masih kurang memadai, sehingga perlu ditingkatkan untuk meningkatkan stabilitas dan fungsi alat. Di sisi lain, desain yang portabel telah mengalami peningkatan dengan tabung filter yang lebih pendek dibandingkan tahun lalu, dan perlu dipertahankan agar alat tetap praktis dan mudah digunakan.

### 5.1.4 Kesesuaian Perencanaan dalam Manajemen Tim dan Realisasinya

Pada kesesuaian antara usulan dan realisasi timeline pengerjaan TA 2, terdapat ketidaktepatan antara waktu yang direncanakan dalam usulan dengan waktu realisasinya. Meskipun demikian, perbedaan waktu ini tidak signifikan dan masih berada dalam rentang yang dapat diterima. Beberapa faktor yang menyebabkan ketidaktepatan waktu ini antara lain adalah kendala teknis, perubahan spesifikasi atau kebutuhan, serta adanya penyesuaian dalam metode pengerjaan yang dihadapi selama proses pengerjaan TA 2. Kesesuaian antara usulan dan realisasi timeline pengerjaan TA 2 dapat dilihat pada tabel 5.7; tabel 5.8; dan tabel 5.9.

Tabel 5.7 Kesesuaian antara usulan dan realisasi timeline pengerjaan Tugas Akhir 2

No	Kegiatan	Usulan waktu	Realisasi Pelaksanaan
1	Pembelian alat dan bahan	Desember - Maret	April - Mei
2	Perancangan sistem sesuai proposal	Desember - Maret	Maret - Juni
3	Testing dan Validasi	April - Mei	Mei - Juni
4	Expo dan pengumpulan laporan akhir	Juli	Juli

Pembelian alat dan bahan, yang awalnya direncanakan berlangsung dari Desember hingga Maret, terlaksana pada bulan April hingga Mei, menunjukkan adanya penundaan. Perancangan sistem sesuai proposal yang direncanakan berlangsung dari Desember hingga Maret ternyata baru selesai pada bulan Juni, juga mengalami perpanjangan waktu yang signifikan. Testing dan validasi yang diusulkan untuk periode April hingga Mei, baru terealisasi dari Mei hingga Juni, mengindikasikan keterlambatan dalam tahap pengujian. Expo dan pengumpulan laporan akhir yang dijadwalkan pada bulan Juli berhasil dilaksanakan sesuai rencana. Keseluruhan proyek mengalami beberapa penundaan dalam tahap awal, namun berhasil menyelesaikan tahap akhir sesuai jadwal yang diusulkan, menunjukkan penyesuaian dan manajemen waktu yang dilakukan tim untuk mengejar ketertinggalan di awal proyek.

Tabel 5.8 Kesesuaian RAB Tugas Akhir antara usulan dan realisasi

No	Jenis Pengeluaran	Usulan Biaya		Realisasi Biaya	
		Kuantitas	Total Harga	Kuantitas	Total Harga
1	Sensor OCS-3F	1 Pcs	Rp. 1,600,000	1 Pcs	Rp. 500,000
2	Arduino Uno R3	2 Pcs	Rp. 195,000	2 Pcs	Milik Pribadi
3	Relay 4 Channel	1 Pcs	Rp. 20,500	1 Pcs	Milik Pribadi

No	Jenis Pengeluaran	Usulan Biaya		Realisasi Biaya	
		Kuantitas	Total Harga	Kuantitas	Total Harga
4	I2C 20 x 4	1 Pcs	Rp, 90,000	1 Pcs	Rp. 90,000
5	Power Supply 220 VAC/ 24 VDC	1 Pcs	Rp, 106,000	1 Pcs	Rp. 106, 000
6	Adaptor 12V 2A	2 Pcs	Rp. 25,000	2 Pcs	Rp. 50,000
7	Solenoid Valve 1 Channel	2 Pcs	Rp. 130,000	2 Pcs	Rp. 130,000
8	Kompresor Angin	1 Pcs	Rp. 998, 800	1 Pcs	Milik Lab
9	Pneumatic Fitting Selang	7 Pcs	Rp, 16,100	7 pcs	Rp. 16,100
10	Pneumatic Lurus Male	4 Pcs	Rp. 15,600	4 pcs	Rp. 15,600
11	Selang Pneumatic 6 mm	5 m	Rp, 19,900	5 m	Rp. 19,900
12	Selang Pneumatic 8 mm	5 m	Rp, 29.500	5 m	Rp. 29,500
13	Cover	1 Paket	Rp. 250,000	1 Paket	Rp. 250,000
14	Lem pipa	1 Pcs	Rp. 10,000	1 Pcs	Rp. 10,000
15	Pipa 2.5 inch	1 Pcs	Rp. 100,000	1 Pcs	Rp. 100,000
16	Tutup Pipa 2.5 inch	4 Pcs	Rp. 34,000	4 Pcs	Rp. 34,000
17	Zeolit 13X	2 Kg	Rp. 334,000	2 Kg	Rp. 334,000
18	Seal Tape	2 Rol	Rp. 10,000	2 Rol	Rp. 10,000
19	Roda	4 Pcs	Rp. 88,000	4 Pcs	Rp. 88,000
20	Power supply MEANWELL RT-125D	1 Pcs	Rp. 300,000	-	-
21	Modul LM2596	1 Pcs	Rp. 30,000	-	-
22	LED display 128x32	1 Pcs	Rp. 100,000	-	-
23	LCD display 16x4	1 Pcs	Rp. 100,000	-	-
24	Solenoid valve TCPC 3V210-08 1/4" type 3/2 way	2 Pcs	Rp. 200,000	-	-
25	Pressure gauge 1/4"	3 Pcs	Rp. 210,000	-	-
26	Housing filter 20	2 Pcs	Rp. 300,000	-	-
27	Housing filter	1 Pcs	Rp. 60,000	-	-
28	Masker oksigen	1 Pcs	Rp. 15,000	-	-
29	Regulator oksigen	1 Pcs	Rp. 80,000	-	-
30	Filter Fabric	1 Lembar	Rp. 15,000	-	-
31	Per	2 Pcs	Rp. 20,000	-	-
32	Cooling Coil	1 Pcs	Rp. 298,000	-	-
Total		Rp. 5,800,400		Rp. 1,783,100	

Dari total usulan biaya sebesar Rp. 5,800,400, realisasi biaya yang dikeluarkan adalah Rp. 1,783,100. Beberapa komponen seperti Arduino Uno R3, relay 4 channel, dan kompresor angin berhasil diperoleh tanpa biaya tambahan karena menggunakan milik pribadi atau milik lab, sehingga mengurangi total pengeluaran. Ada juga perbedaan signifikan pada biaya sensor

OCS-3F yang diusulkan sebesar Rp. 1,600,000, namun tim memperoleh harga yang lebih murah yaitu Rp. 500,000 dari mahasiswa sebelumnya yang mengerjakan proyek ini. Beberapa komponen lainnya seperti modul LM2596, LED display, LCD display, dan beberapa jenis valve dan gauge tidak terealisasi dalam pengeluaran karena setelah berbagai pertimbangan komponen-komponen tersebut tidak diperlukan. Efisiensi biaya terlihat pada komponen yang telah berhasil dibeli sesuai dengan usulan, seperti I2C, power supply, adaptor, dan berbagai komponen pneumatic. Pengelolaan biaya yang efektif ini menunjukkan kemampuan tim dalam mengoptimalkan sumber daya yang ada dan mengurangi total pengeluaran proyek.

Tabel 5.9 Realisasi aktivitas pelaksanaan tugas akhir 2

No	Hari, Tanggal, Durasi (jam atau hari)	Aktivitas	Pelaksana
1	Kamis, 25 April, 3 jam	Pembelian komponen-komponen yang dibutuhkan di toko online	Hafi Naufal
2	Senin, 6 Mei 2024, 1 jam	Pembelian pipa, tutup pipa, dan lem pipa	Hafi Naufal
3	Selasa, 7 Mei 2024, 1 jam	Pemotongan pipa sesuai spek yang dirancang	Hafi Naufal
4	Rabu, 8 Mei 2024, 3 jam	Perakitan filter	Hafi Naufal
5	Jumat, 10 Mei 2024, 2 jam	Melakukan uji coba sensor OCS-3f	Naufal
6	Senin, 13 Mei 2024, 3 jam	Sensor sudah berhasil mengukur konsentrasi oksigen	Naufal
7	Rabu, 15 Mei 2024, 2 jam	Membuat pengontrol solenoid oleh relay	Hafi
8	Jumat, 17 Mei 2024, 2 jam	Uji coba filter 1 tabung	Hafi Naufal
9	Senin - Jumat, 20-24 Mei 2024	Mencoba filter 1 tabung kemudian mencoba dengan 2 tabung	Hafi Naufal
10	Senin - Rabu, 27 - 29 Mei 2024	Pengambilan data pertama dengan delay 10 detik	Hafi Naufal
11	Senin - Rabu, 3 - 5 Juni 2024	Merevisi dan mencari solusi terkait kompresor yang overheat	Hafi Naufal
12	Jumat, 7 Juni 2024, 2 jam	Mendapatkan solusi agar mengeluarkan output yang sesuai dengan yang dirancang	Hafi Naufal
13	Senin - Rabu, 10 - 12 Juni 2024	Pengambilan data kedua	Hafi Naufal
14	Jumat, 14 Juni 2024, 1 jam	Pengambilan kerangka alat	Hafi Naufal
15	Jumat, 21 Juni 2024, 4 jam	Pengambilan data ketiga	Hafi Naufal
16	Rabu, 26 Juni 2024, 3 jam	Membuat laporan TA 2	Hafi Naufal

Aktivitas dimulai dengan pembelian komponen online dan fisik, diikuti dengan pemotongan dan perakitan pipa serta filter. Uji coba sensor oksigen dilakukan dan berhasil mengukur konsentrasi oksigen pada 13 Mei. Mereka kemudian membuat pengontrol solenoid dan melakukan beberapa uji coba filter serta pengambilan data. Setelah menemukan solusi untuk masalah kompresor yang overheat pada awal Juni, pengambilan data lanjutan dilakukan hingga pengambilan kerangka alat pada 14 Juni. Proses diakhiri dengan pembuatan laporan TA pada akhir Juni.

## **5.2 Dampak Implementasi Sistem**

Implementasi sistem “Konsentrator Oksigen Portabel Ekonomis” memiliki dampak signifikan di berbagai bidang. Dari segi teknologi, sistem ini memperkenalkan solusi yang inovatif dan terjangkau untuk menghasilkan oksigen medis, memfasilitasi akses yang lebih luas perawatan kesehatan berkualitas. Secara sosial, sistem ini dapat meningkatkan kualitas hidup pasien yang membutuhkan oksigen tambahan, terutama di daerah terpencil atau kurang terlayani.

Dari perspektif ekonomi, pengurangan biaya operasional menjadi dampak utama, karena sistem ini dirancang dengan biaya produksi yang rendah sehingga mengurangi pengeluaran rumah sakit atau klinik. Efisiensi yang meningkat juga mengurangi waktu kerja bagi tenaga medis, memungkinkan mereka untuk lebih fokus pada perawatan pasien. Selain itu, sistem ini dapat meningkatkan pendapatan dengan menyediakan layanan oksigen yang lebih terjangkau dan luas, menarik lebih banyak pengguna.

Dampak lingkungan juga perlu dipertimbangkan, dengan desain yang mungkin mengurangi penggunaan energi dan sumber daya dibandingkan dengan sistem konvensional. Secara keseluruhan, sistem “Konsentrator Oksigen Portabel Ekonomis” membawa manfaat signifikan dalam berbagai aspek, termasuk kenyamanan, keselamatan, dan efisiensi, yang menjadikannya solusi yang penting dan berharga dalam perawatan kesehatan modern.

## **BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN**

### **6.1 Kesimpulan**

Perancangan “Desain Prototipe Konsentrator Oksigen Portabel Ekonomis” yang telah kami buat telah memenuhi sebagian besar spesifikasi yang diusulkan. Namun, terdapat beberapa aspek yang perlu disesuaikan demi mencapai tujuan utama pembuatan yang sesuai dengan standar keteknikan yang digunakan berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia, yaitu menghasilkan konsentrasi oksigen di atas 90 persen. Dalam proses perancangan ini, beberapa spesifikasi harus diubah untuk memastikan bahwa konsentrasi oksigen yang dihasilkan sesuai dengan target tersebut. Meskipun tujuan utama dalam hal konsentrasi oksigen telah tercapai, terdapat aspek lain yang belum memenuhi harapan, yaitu durasi pemakaian alat. Masalah utama yang dihadapi adalah overheating pada kompresor, yang berdampak pada kinerja dan ketahanan alat selama penggunaan jangka panjang. Secara keseluruhan, hasil dari pembuatan prototipe ini telah mencapai target awal yang telah ditetapkan, meskipun masih ada ruang untuk perbaikan lebih lanjut demi mengatasi kendala yang ada.

### **6.2 Saran**

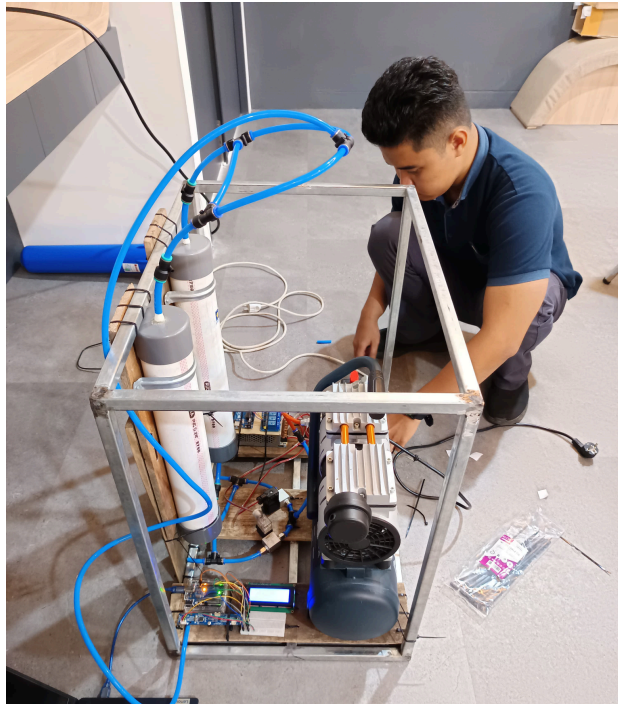
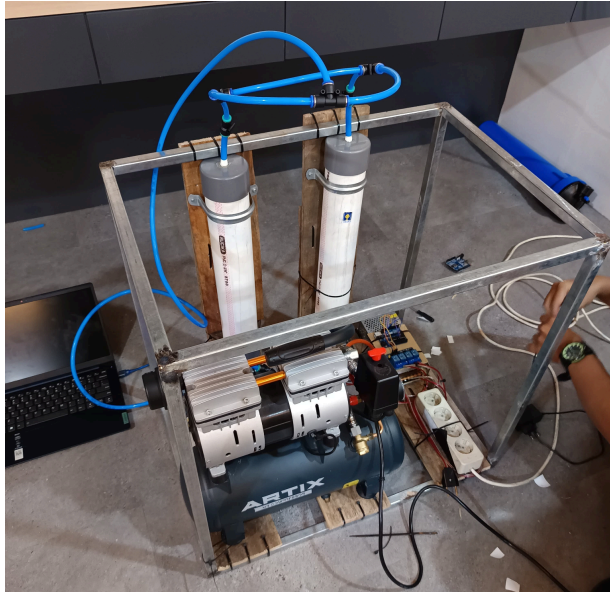
Berdasarkan permasalahan yang dihadapi dalam perancangan Desain Prototipe Konsentrator Oksigen Portabel Ekonomis, terdapat beberapa saran yang dapat digunakan untuk pengembangan lebih lanjut. Salah satu fokus utama adalah memaksimalkan durasi penggunaan alat ini, yang bergantung pada kinerja kompresor yang tidak boleh cepat panas. Oleh karena itu, penting untuk mengembangkan atau memilih kompresor yang memiliki sistem pendinginan lebih baik sehingga dapat digunakan lebih lama tanpa mengalami overheating. Selain itu, disarankan untuk mencari kompresor dengan ukuran lebih kecil namun tetap memenuhi spesifikasi kinerja yang dibutuhkan. Hal ini bertujuan untuk membuat alat menjadi lebih ringan, sehingga meningkatkan portabilitas tanpa mengorbankan performa. Penggunaan bahan dan teknologi terbaru dalam pembuatan kompresor juga bisa dipertimbangkan untuk mencapai efisiensi yang lebih tinggi. Dengan menerapkan saran-saran ini, diharapkan desain prototipe konsentrator oksigen portabel ekonomis dapat lebih optimal dan sesuai dengan tujuan awal pembuatannya.

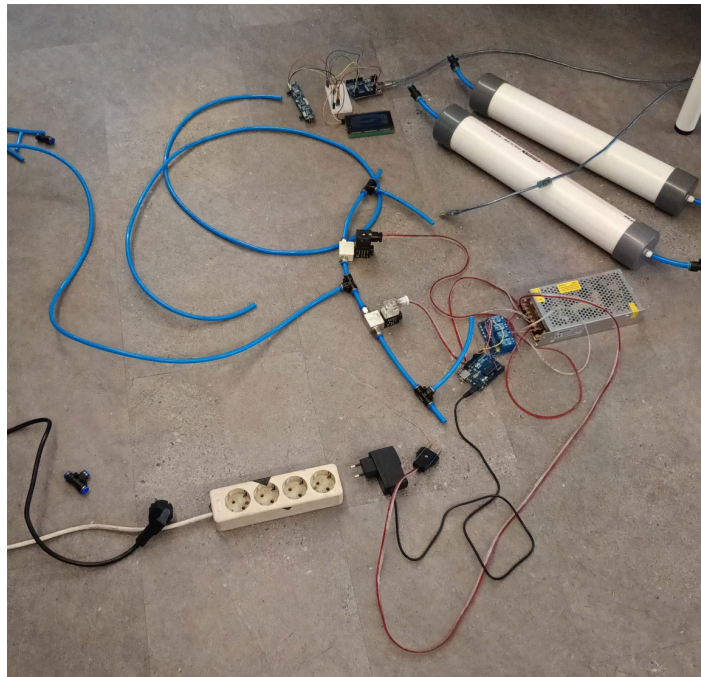
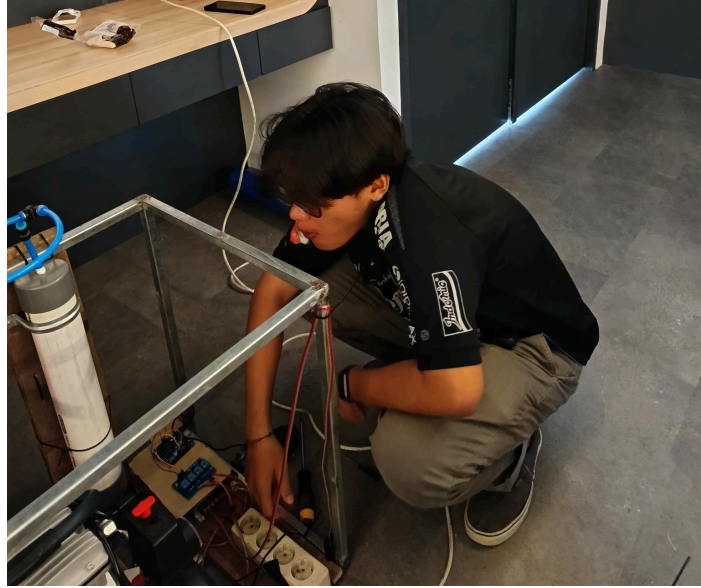
## DAFTAR PUSTAKA

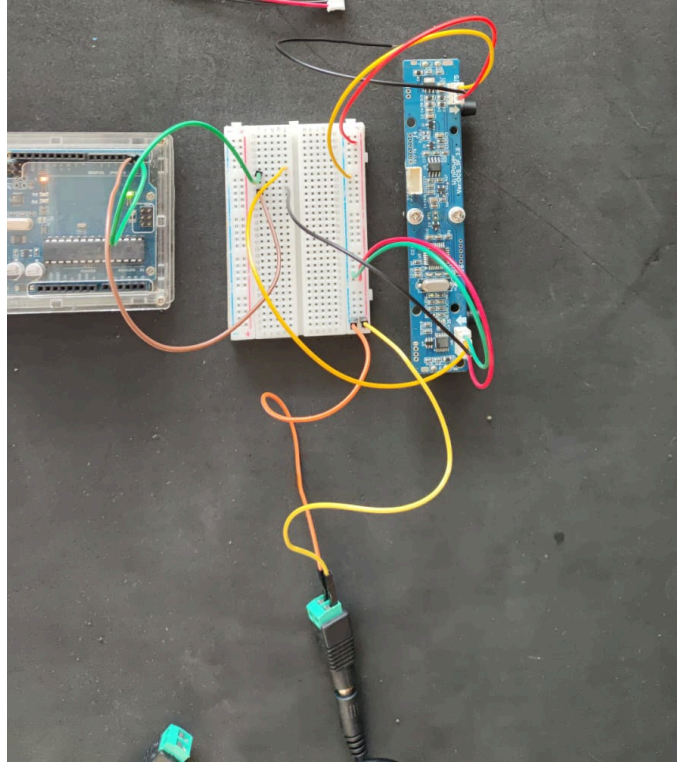
- [1] Telemed, I. *IHC telemed*. Retrieved October 17, 2023. [Online]. Available : <https://telemed.ihc.id/artikel-detail-891-Keterkaitan-Antara-Polusi-Udara-dan-Penyakit-Pernapasan.html>
- [2] Ahdiat, A. Kualitas Udara Indonesia Terburuk di ASEAN pada 2022. *Databoks*. Retrieved October 17, 2023. [Online]. Available : <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2023/03/29/kualitas-udara-indonesia-terburuk-di-asean-pada-2022>
- [3] M. Fikri A.Triantoro, Rifqi Dwi Alfian. "Perancangan Low Cost Oxygen Concentrator". Agustus, 2022. <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2023/03/29/kualitas-udara-indonesia-terburuk-di-asean-pada-2022>
- [4] Ledi, A. "Asuhan Keperawatan Pada by.s Dengan Diagnosis ISPA Dalam Pemenuhan Kebutuhan Oksigenasi Di UPTD Puskesmas Abe;i Kota Kendari". Kendari. Juni 2022. [Online]. Available : <http://repository.poltekkes-kdi.ac.id/3208/1/File%20KTI%20lengkap%2C%20Ledi%20yang%20Fix%20untuk%20pembukuan.pdf>
- [5] dr.Tjahya Aryasa EM, Sp.An, KAO. "Konsentrator Oksigen Sebagai Alternatif Alat Bantu Napas". Agustus 2022. [Online]. Available : [https://yankes.kemkes.go.id/view\\_artikel/1245/konsentrator-oksigen-sebagai-alternatif-alat-bantu-napas#:~:text=Konsentrator%20oksigen%20merupakan%20alat%20medis.mengkonsentrasikan%20oksigen%20dari%20udara%20bebas.](https://yankes.kemkes.go.id/view_artikel/1245/konsentrator-oksigen-sebagai-alternatif-alat-bantu-napas#:~:text=Konsentrator%20oksigen%20merupakan%20alat%20medis.mengkonsentrasikan%20oksigen%20dari%20udara%20bebas.)
- [6] C. Pearson, "Pressure Swing Adsorption (PSA) Technology – How It Works," *Apex Gasgen*, Oct. 04, 2021. [Online]. Available : <https://www.apexgasgenerators.com/post/pressure-swing-adsorption-psa-technology-how-it-works> (accessed Oct. 20, 2023)
- [7] R. Shindo and K. Nagai, "Gas Separation Membranes," *Springer Berlin Heidelberg*, Jan. 01, 2013. [Online]. Available : [https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007/978-3-642-36199-9\\_134-1](https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007/978-3-642-36199-9_134-1) (accessed Oct. 20, 2023).
- [8] M. Zulfikar, "Teknologi Membran Untuk Pemisahan Karbon Dioksida Dari Gas Buang," *unknown*, May 18, 2016. [Online]. Available : [https://www.researchgate.net/publication/303303373\\_TEKNOLOGI\\_MEMBRAN\\_UNTUK\\_PEMISAHAN\\_KARBON\\_DIOKSIDA\\_DARI\\_GAS\\_BUANG](https://www.researchgate.net/publication/303303373_TEKNOLOGI_MEMBRAN_UNTUK_PEMISAHAN_KARBON_DIOKSIDA_DARI_GAS_BUANG) (accessed Oct. 20, 2023).
- [9] Nabilah M. "ISPA DKI Jakarta Capai 638 Ribu Kasus per Semester I 2023". Agustus 2023. [Online]. Available : <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2023/08/15/ispa-dki-jakarta-capai-638-ribu-kasus-per-semester-i-2023>
- [10] Pranita, E., & Kumala Dewi, B." Kapan Saturasi Oksigen Dianggap Berbahaya dan Harus ke Rumah Sakit?". December 2022. [Online]. Available : <https://www.kompas.com/sains/read/2021/07/08/173000623/kapan-saturasi-oksigen-dianggap-berbahaya-dan-harus-ke-rumah-sakit?page=all>
- [11] Bagas Wijonarko, Arif Santoso. "Low-Cost Oxygenator". Yogyakarta, Agustus 2023.

- [12] Mingfei Pan, Hecham M. Omar, Sohrab Rohani. "Application of Nanosize Zeolite Molecular Sieves for Medical Oxygen Concentration". Department of Chemical and Biochemical Engineering, Faculty of Engineering, University of Western Ontario, London, ON N6A 5B9, Canada. 2017.
- [13] Aaron A. Moran. "A PSA Process for an Oxygen Concentrator". Cleveland State University. 2014
- [14] D. Satria, T. Kurniawan, and N. J. Salman, "The Effect of Variation Of Zeolite as Adsorbent Medium and Adsorption Pressure Toward The Quality Of Oxygen Produced From Pressure Swing Adsorption (PSA)," J. Rekayasa Mesin, vol. 13, no. 1, pp. 119–127, Jun. 2022, doi: 10.21776/ub.jrm.2022.013.01.1

## LAMPIRAN







## Logbook

No	Tanggal	Kegiatan	Pelaksanaan	Tempat	PJ	Terlaksana
1	29	hardware	membuat tabung zeolit	LAB	H	v
2	30	hardware	memasang selang dan valve ke tabung zeolit	LAB	N	v
3	1	hardware	memasang selang dan valve ke tabung zeolit	LAB	N	v
4	2	hardware	memasang selang dan valve ke tabung zeolit	LAB	N	v
5	3	hardware	memasang selang dan valve ke tabung zeolit	LAB	H	v
6	6	hardware	instalasi kelistrikan untuk sistem konsentrator oksigen	LAB	N	v
7	7	hardware	instalasi kelistrikan untuk sistem konsentrator oksigen	LAB	N	v
8	8	hardware	instalasi kelistrikan untuk sistem konsentrator oksigen	LAB	N	v
9	9	software	menyempurnakan kode program untuk software sistem oksigen konsentrator dan mengunggah progam ke mikrokontroler	LAB	H	v
10	10	software	menyempurnakan kode program untuk software sistem oksigen konsentrator dan mengunggah progam ke mikrokontroler	LAB	H	v
11	13	software	menyempurnakan kode program untuk software sistem oksigen konsentrator dan mengunggah progam ke mikrokontroler	LAB	H	v
12	14	software	menyempurnakan kode program untuk software sistem oksigen konsentrator dan mengunggah progam ke mikrokontroler	LAB	H	v
13	15	hard&soft	uji coba pertama untuk menyalakan sistem dan integrasi antara software dan hardware	LAB	N	v
14	16	hard&soft	melakukan analisis terhadap hasil uji coba pertama	LAB	H	v
15	17	hard&soft	melakukan perbaikan terhadap masalah yang ditemukan saat analisis uji coba pertama	LAB	N	v
16	20	hard&soft	merevisi hal hal yang masih keliru	LAB	HN	v
17	21	hard&soft	merevisi hal hal yang masih keliru	LAB	HN	v
18	22	hard&soft	merevisi hal hal yang masih keliru	LAB	HN	v
19	23	hard&soft	merevisi hal hal yang masih keliru	LAB	HN	v
20	24	hard&soft	merevisi hal hal yang masih keliru	LAB	HN	v

## TABEL PERBAIKAN LAPORAN AKHIR CAPSTONE

**MAHASISWA #1** : 20524006 Hafidzha Zulni  
**MAHASISWA #2** : 20524164 Naufal Iqbal Anwar Pulungan  
**JUDUL/TOPIK** : Desain Prototipe Konsentrator Oksigen Portabel Ekonomis

No	Saran penguji	Perbaikan oleh mahasiswa	Halaman	Status
1	Penulisan istilah asing dicetak miring	Sudah dilakukan perbaikan pada kata " <i>particulate matter</i> "	6	Approved -
2	Penulisan kimia disesuaikan (O <sub>2</sub> bukan O2)	Sudah dilakukan perbaikan pada penulisan kimia O <sub>2</sub>	6	Approved -
3	Cek kembali penulisan dr. atau Dr. (?)	Sudah dilakukan perbaikan penulisan gelar menjadi dr.	13	Approved -
4	Batasan masalah -> terkait pembahasan flow	Sudah ditambahkan batasan masalah terkait pembahasan flow	8	Approved -
5	Aspek yang mempengaruhi desain	Sudah terdapat aspek aspek yang mempengaruhi desain yang telah dijelaskan pada Bab 3	18 – 33	Approved -
6	Uji statistik untuk memastikan bahwa performa (konsentrasi oksigen) memang secara signifikan meningkat dibandingkan studi sebelumnya  Tambahan note dari penguji: Uji statistik yang dimaksud adalah uji statistik yang bertujuan untuk melihat apakah performa alat yang saat ini lebih baik secara signifikan dibandingkan yang sebelumnya atau tidak. Untuk methodnya bisa pakai Wilcoxon (jika data tidak normal) atau Paired t-test (jika data terdistribusi normal)	Sudah ditambahkan uji statistik untuk memastikan bahwa alat yang kami buat saat ini mempunyai performa(konsentrasi oksigen yang lebih meningkat dibandingkan studi sebelumnya	51	Approved -

Yogyakarta, 5 Agustus 2024

Menyetujui,  
Penguji



Suatmi Murnani, S.T., M.Eng.]