

LAPORAN TUGAS AKHIR / *CAPSTONE DESIGN*

Perancangan *Low Cost Oxygen Concentrator*



Penyusun:

M. Fikri A. Triantoro (18524097)

Rifqi Dwi Alfian (18524127)

Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta

2022

HALAMAN PENGESAHAN

Perancangan *Low Cost Oxygen Concentrator*

Penyusun:

M. Fikri A. Triantoro (18524097)

Rifqi Dwi Alfian (18524127)

Yogyakarta, 18 Juli 2022

Dosen Pembimbing 1



Yusuf Aziz Amrulloh, S.T., M.Eng., P.h.D.

045240101

Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta

2022

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

PERANCANGAN *LOW COST OXYGEN CONCENTRATOR*



Disusun oleh:

Muhammad Fikri A. Triantoro 18524097

Rifqi Dwi Alfian 18524127

Telah dipertahankan di depan dewan penguji
pada tanggal: 1 Agustus 2022

Susunan Dewan Penguji

Ketua Penguji

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

Anggota Penguji 1

: Sisdarmanto Adinandra, S.T., M.Sc., Ph.D.

Anggota Penguji 2

: Bagus Panuntun, S.E., M.B.A.

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

Tanggal: 1 Agustus 2022

Ketua Program Studi Teknik Elektro



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

045240101

PERNYATAAN

Dengan ini kami menyatakan bahwa:

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

Yogyakarta, 1 Agustus 2022



M. Fikri A. Triantoro (18524097)



Rifqi Dwi Alfian (18524127)

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	iii
PERNYATAAN	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
RINGKASAN TUGAS AKHIR	1
BAB 1 : Definisi Permasalahan	2
BAB 2 : Observasi	5
BAB 3 : Usulan Perancangan Sistem	8
3.1.1 Identifikasi Kebutuhan Daya	9
3.1.2 Identifikasi Tekanan	10
3.2 Usulan Rancangan Sistem	10
3.3 Metode Uji Coba dan Pengujian Usulan Rancangan Sistem	16
3.3.1 Skenario Pengujian Rancangan Sistem	16
3.3.2 Metode Kalibrasi Sensor	17
3.3.3 Validasi Rancangan Sistem	17
BAB 4 : Hasil Perancangan Sistem	20
4.1 Kesesuaian Usulan dan Hasil Perancangan Sistem	20
4.2 Kesesuaian Perencanaan dalam Manajemen Tim dan Realisasinya	21
4.3 Analisis dan Pembahasan Kesesuaian antara Perencanaan dan Realisasi	23
BAB 5 : Implementasi Sistem dan Analisis	25
5.1 Hasil dan Analisis Implementasi	25
5.1.1 Kalibrasi Sensor	25
5.1.2 Hasil Uji Coba	27
5.2 Pengalaman Pengguna	29
5.3 Dampak Implementasi Sistem	30
5.3.1 Teknologi/Inovasi	30
5.3.2 Ekonomi	30
5.3.3 Sosial	30
5.3.4 Lingkungan	31
BAB 6 : Kesimpulan dan Saran	32
6.1 Kesimpulan	32
6.2 Saran	32
LAMPIRAN – LAMPIRAN	34
a. <i>Logbook</i> Kegiatan Selama Proses Tugas Akhir 2	34

b. Dokumen TA 201 dan 202	36
c. Desain 3D	36
d. Kode program Arduino	37
e. Dokumentasi Keuangan	41



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kumpulan solusi yang identik dengan proyek tugas akhir	5
Tabel 2.2 Hasil wawancara antara pengembang dan pengguna	6
Tabel 2.3 Perbandingan harga dan spesifikasi <i>oxygen concentrator</i>	6
Tabel 2.4 Spesifikasi usulan <i>oxygen concentrator</i>	7
Tabel 3.1 Tahapan <i>design thinking</i> pada <i>capstone project oxygen concentrator</i>	8
Tabel 3.2 Spesifikasi standar ISO 8359 : 1988 pada produk <i>Airsep Newlife Elite</i> .	9
Tabel 3.3 Tabel spesifikasi komponen elektrik	9
Tabel 3.4 Spesifikasi komponen yang dipengaruhi oleh tekanan udara kompresor	10
Tabel 3.5 Inventarisasi kebutuhan perangkat keras <i>Low cost Oxygen Concentrator</i>	16
Tabel 4.1 Perbandingkan usulan dan hasil perancangan sistem	20
Tabel 4.2 Kesesuaian antara usulan dan realisasi <i>timeline</i> pengerjaan Tugas Akhir 2	21
Tabel 4.3 Kesesuaian RAB Tugas Akhir antara usulan dan realisasi	21
Tabel 5.1 Data setelah kalibrasi sensor konsentrasi oksigen	25
Tabel 5.2 Data setelah kalibrasi sensor <i>flow meter</i>	26
Tabel 5.3 Data hasil pengujian <i>oxygen concentrator</i>	27
Tabel 5.4 Pengalaman Pengguna	30
Tabel 5.5 Perbandingan Fitur <i>oxygen concentrator</i>	30

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Siklus perancangan suatu sistem rekayasa	8
Gambar 3.2 Blok diagram perancangan sistem <i>oxygen concentrator</i>	12
Gambar 3.3 Diagram alir sistem <i>oxygen concentrator</i>	13
Gambar 3.4 Rangkaian skematik <i>oxygen concentrator</i>	14
Gambar 3.5 Desain 3D <i>oxygen concentrator</i>	15
Gambar 3.6 Diagram blok perancangan sistem <i>monitoring</i>	18
Gambar 4.1 (a) Hasil realisasi <i>oxygen concentrator</i> dan (b) desain 3D	20
Gambar 5.1 Grafik persamaan regresi polinomial konsentrasi oksigen	26
Gambar 5.2 Grafik persamaan regresi polinomial <i>flow meter</i>	27
Gambar 5.3 Grafik hasil pengujian <i>oxygen concentrator</i>	29



RINGKASAN TUGAS AKHIR

Covid-19 atau Coronavirus merupakan kumpulan virus yang dapat mengganggu bahkan menginfeksi sistem pernafasan, tidak hanya menyebabkan pernafasan ringan tetapi virus ini juga dapat menyebabkan infeksi pernafasan berat pada paru-paru. Virus ini pertama kali diberitahukan di Wuhan (China) yang menyebar cepat di China dan ke bagian negara lain. Menurut data perkembangan penyebaran COVID-19 yang dipublikasikan oleh Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNP), Kamis (14/10/2021) tercatat 1.053 kasus penyebaran, dan untuk kasus kematian Corona di Indonesia hingga hari ini berjumlah 142.848 kasus kematian. Virus ini dapat mengganggu kegiatan ekonomi serta sumber daya bagi masyarakat Indonesia sehingga dibutuhkan upaya untuk penanggulangan virus tersebut. Menurut Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) menyatakan lebih dari 500 juta penderita di negara-negara berpenghasilan menengah ke bawah membutuhkan oksigen setiap hari sehingga dapat menyebabkan kekurangan pasokan oksigen. Permasalahan kekurangan oksigen ini membuat sejumlah rumah sakit mulai kesulitan dengan pasokan oksigen dan bahkan ada yang menerapkan sistem buka tutup IGD untuk menghemat oksigen. Berdasarkan permasalahan kekurangan oksigen yang telah dibahas, dilakukanlah perancangan teknologi *low cost oxygen concentrator* dengan harga yang lebih murah dibandingkan dengan *oxygen concentrator* yang sudah ada di pasaran, cara kerja *oxygen concentrator* adalah kompresor menghisap udara sekitar lalu disalurkan menuju *zeolite molecular sieve* untuk menghasilkan oksigen. Oksigen disalurkan melalui regulator oksigen sehingga dapat digunakan *oxygen concentrator* dirancang untuk menghasilkan oksigen yang dapat dikonsumsi oleh pengguna, konsentrasi oksigen yang dikeluarkan memiliki nilai maksimal 83.2% dengan *flow* meter maksimal 9.8 LPM (liter/menit). Penggunaan *oxygen concentrator* menggunakan sistem *Pressure Swing Adsorption* sehingga *oxygen concentrator* dapat digunakan secara berkala. Perancangan *oxygen concentrator* memiliki dampak ekonomi, penggunaan *oxygen concentrator* komersial berdasarkan survei yang dilakukan dengan harga paling mahal Rp. 6.990.000,- dan paling murah Rp. 2.350.000,-. Pembuatan *oxygen concentrator* yang dirancang seharga Rp. 3.792.000,- dengan spesifikasi sesuai kebutuhan. Penggunaan *oxygen concentrator* dapat membantu permasalahan pernafasan ringan.

BAB 1 : Definisi Permasalahan

Covid-19 atau Coronavirus merupakan kumpulan virus yang dapat mengganggu bahkan menginfeksi sistem pernafasan, tidak hanya menyebabkan pernafasan ringan tetapi virus ini juga dapat menyebabkan infeksi pernafasan berat pada paru-paru. Virus ini pertama kali diberitahukan di Wuhan (China) yang menyebar cepat di China dan ke bagian negara lain [1]. Menurut data perkembangan penyebaran COVID-19 yang dipublikasikan oleh Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), Kamis (14/10/2021) tercatat 1.053 kasus penyebaran, dan untuk kasus kematian Corona di Indonesia hingga hari ini berjumlah 142.848 kasus kematian. Virus ini dapat mengganggu kegiatan ekonomi serta sumber daya bagi masyarakat Indonesia sehingga dibutuhkan upaya untuk penanggulangan virus tersebut.

Menurut *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC) cara untuk mencegah virus secara aktif masyarakat dihimbau untuk rutin mencuci tangan menggunakan sabun dan air mengalir setidaknya 20 detik, lalu hindari menyentuh hidung, mulut dan mata terutama bila tangan kotor dan hindari berkontak langsung dengan orang yang terkena virus tersebut selain itu juga pasien yang terinfeksi coronavirus dapat mengalami gejala gangguan pernapasan seperti pneumonia berat, seperti demam tinggi dan sesak nafas komplikasi seperti gagal nafas, gagal jantung akut, dan infeksi sekunder akibat kuman lainnya dapat terjadi bila kondisi tersebut tidak segera diatasi atau bila penyakit mengalami perburukan dengan sangat cepat [2]. Menurut Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) menyatakan lebih dari 500 juta penderita di negara-negara berpenghasilan negara menengah ke bawah membutuhkan oksigen setiap hari [3]. Persoalan kekurangan oksigen mulai terjadi di akhir bulan Juni tahun 2021 saat kabupaten Kudus, Jawa Tengah menyatakan kekurangan stok oksigen hingga awal bulan Juli tahun 2021 sehingga sejumlah rumah sakit mulai kesulitan dengan pasokan oksigen dan bahkan ada yang menerapkan sistem buka tutup IGD untuk menghemat oksigen [4]. Cara kerja dari oksigen konsentrator ini menyaring udara di sekitarnya, mengompresnya ke kepadatan yang diperlukan dan kemudian mengirimkan oksigen kadar medis yang dimurnikan ke dalam sistem pengiriman dosis-pulsa atau sistem aliran berkelanjutan ke pengguna. Dilengkapi dengan filter khusus dan saringan yang membantu menghilangkan nitrogen dari udara untuk memastikan pengiriman oksigen yang dimurnikan sepenuhnya kepada pengguna. Perangkat ini juga dilengkapi dengan antarmuka pengguna elektronik sehingga dapat disesuaikan tingkat konsentrasi oksigen dan pengaturan laju oksigen kemudian pasien menghirup oksigen melalui kanula hidung atau masker khusus. Dari survei yang telah dilakukan sudah banyak alat bantu pernapasan yang telah ada, namun alat yang sudah ada memiliki harga yang cukup tinggi. Berdasarkan survei yang telah didapat dari beberapa *e-commerce*, harga yang dijual berkisar Rp. 3.500.000,00 sampai dengan Rp.

16.736.800,00. Tingginya permintaan mengakibatkan harga *oxygen concentrator* tersebut mengalami kenaikan, berawal dari penjualan dengan harga sebesar Rp. 5.500.000,00 merk Yuwell. Tetapi, karena banyaknya pembeli harga mengalami kenaikan sebesar Rp. 500.000,00. Lonjakan harga ini tidak terlepas dari beban ongkos kirim, yang sebelumnya dikirim menggunakan kapal laut, karena sekarang permintaan semakin banyak dan stok cepat habis, maka untuk itu pengiriman produk dilakukan dengan menggunakan pesawat [5].

Berdasarkan permasalahan yang telah dibahas, dilakukan perancangan teknologi *low cost oxygen concentrator* dengan harga yang lebih murah dibandingkan dengan *oxygen concentrator* yang sudah ada di pasaran, cara kerja *oxygen concentrator* adalah kompresor menghisap udara sekitar lalu dilakukan adsorpsi untuk menghasilkan oksigen. Oksigen disalurkan melalui regulator oksigen sehingga dapat digunakan.

Pembuatan prototipe *low cost oxygen concentrator* terdapat batasan realistis *engineering* yang digunakan sebagai berikut :

1. Biaya

Harga *oxygen concentrator* komersial dengan rata-rata harga Rp.13.000.000,00. Sedangkan untuk *oxygen concentrator* yang kami kembangkan dengan harga dibawah Rp.5.000.000,00.

2. Keberlanjutan

Oxygen concentrator dapat diproduksi secara keberlanjutan dikarenakan komponen atau alat yang dibutuhkan masih mudah untuk dicari sehingga dapat dilakukan proses pengembangan lanjutan.

3. Manufaktur

Oxygen concentrator dapat diproduksi secara keberlanjutan dikarenakan komponen atau alat yang dibutuhkan masih mudah untuk dicari. Maintenance tidak sulit karena hanya penggantian filter serta sistem zeolit yang harus diganti ketika dibutuhkan.

4. Lingkungan

Limbah yang dihasilkan oleh *oxygen concentrator* yaitu *zeolite molecular sieve* dan filter udara, sehingga harus dilakukan pengembangan dalam pengolahan limbah sehingga tidak mencemari lingkungan .

Batasan masalah dalam perancangan *low cost oxygen concentrator* pada *Capstone Design* yaitu :

1. Kondisi ruangan

Pada batasan masalah ini perancangan *low cost oxygen concentrator* dalam ruangan 5 x 6 meter dengan kondisi udara menggunakan *air purifier*.

2. Kapasitas proses adsorpsi

Pada pembahasan ini tidak menganalisis terkait proses adsorpsi pada molekul yang digunakan.

3. Konsentrasi oksigen dan laju aliran

Pada keluaran konsentrasi oksigen dan laju aliran tidak dilakukan analisis pengaruh konsentrasi oksigen dan laju aliran terhadap sistem yang digunakan.

4. Tekanan udara

Pada tekanan udara yang dihasilkan tidak dilakukan analisis secara mendalam pengaruh dari tekanan udara terhadap perancangan.

Tujuan perancangan *low cost oxygen concentrator* dapat memberikan solusi alternatif alat bantu pernafasan kepada masyarakat luas ketika terjadi kelangkaan suplai oksigen. Selain itu, masyarakat luas dapat menggunakan *oxygen concentrator* karena prototipe yang dirancang memiliki harga dibawah komersial.



BAB 2 : Observasi

Sebelum melakukan proses perancangan prototype. dilakukan proses observasi yang penulis lakukan bertujuan untuk memastikan kembali terkait solusi yang direncanakan berdasarkan kebutuhan penyelesaian masalah serta batasan realistis oleh karena itu, spesifikasi *oxygen concentrator* dibuat sesuai dengan kebutuhan pengguna.

Proses observasi diawali dengan melakukan studi literatur. Pembuatan prototype *oxygen concentrator* menggunakan beberapa referensi studi literatur penelitian terdahulu mengenai *oxygen concentrator* atau produk *oxygen concentrator* yang telah tersebar di pasaran. Tabel 2.1 merupakan hasil penelitian terdahulu yang dijadikan referensi pembuatan *oxygen concentrator*.

Tabel 2.1 Kumpulan solusi yang identik dengan proyek tugas akhir

Penulis	Usulan Solusi	Hasil / Evaluasi
Stevanus. (2022) [6]	Penggunaan sistem kontrol 6 <i>solenoid valve</i> dengan keluaran konsentrasi oksigen maksimal 81,5%. Menggunakan metode PSA (<i>Pressure Swing Adsorption</i>)	Terjadi kebocoran pada selang dan solenoid valve yang digunakan sehingga dibutuhkan selang, <i>fiing</i> , dan solenoid valve <i>pneumatic</i> .
Ari, dkk. (2019) [7]	Pengukuran konsentrasi oksigen menggunakan sensor oksigen ultrasonic gas board 7500E.	Hasil pengukuran ketidakpastian dari nilai sensor paling besar 0,17%, hasil tersebut masih dalam batasan $\pm 3\%$.
Manohar, dkk. (2021) [8]	Penggunaan sistem kontroler arduino dengan relay, menggunakan 2 langkah <i>pressure swing adsorption</i> .	Konsentrasi oksigen mencapai 90% dengan sistem pembacaan menggunakan <i>oxygen analyzer</i> tanpa menggunakan sistem monitoring langsung melalui sensor

Berdasarkan hasil penelitian tersebut, terdapat persamaan dan perbedaan dari penelitian. Persamaannya adalah membahas oksigen dan perbedaannya adalah pembuatan alat *oxygen concentrator* dengan berbagai spesifikasi. Penggunaan sistem kontrol arduino, berfungsi membaca sensor serta kontrol *valve*.

Langkah berikutnya setelah melakukan studi literatur adalah melakukan proses wawancara diawali dengan menghubungi mahasiswa kedokteran yang mengetahui penggunaan *oxygen concentrator*. Setelah mendapatkan narasumber yang tepat, selanjutnya melakukan persiapan berupa daftar pertanyaan yang dapat bermanfaat untuk membantu menentukan spesifikasi sistem dan kebutuhan pengguna. Adapun beberapa pertanyaan yang disiapkan dan ditanggapi oleh mahasiswa kedokteran dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Hasil wawancara antara pengembang dan pengguna

Pertanyaan	Jawaban/tanggapan
Apa itu <i>oxygen concentrator</i> ?	<i>oxygen concentrator</i> merupakan alat yang dapat mengonversi udara menjadi oksigen medis dengan saturasi di atas 93% hanya dengan disambungkan atau dicolokkan langsung ke aliran listrik.
Apakah penggunaan <i>oxygen concentrator</i> dapat membantu disaat pandemi Covid-19 ?	Sangat Membantu.
Menurut pendapat anda hal apa yang dapat menunjang penggunaan <i>oxygen concentrator</i> ?	Kelistrikan yang stabil, alat penyimpanan listrik portable jika suatu saat diperlukan untuk pergi ke rumah sakit ketika pasien perlu penanganan lanjutan di rumah sakit, dan harga yang terjangkau.
Apakah harga komersial <i>oxygen concentrator</i> sudah terjangkau ?	Belum.
Seberapa sering <i>oxygen concentrator</i> digunakan pasien Covid-19 selama seminggu ?	Masih.
Apakah di setiap rumah harus ada <i>oxygen concentrator</i> untuk menjadi oksigen medis ketika <i>emergency</i> ?	<i>Oxygen concentrator</i> di setiap rumah akan sangat membantu dalam menjaga keadaan umum pasien jika dalam kondisi sesak dan mencegah perburukan ketika menuju ke rumah sakit. <i>Oxygen concentrator</i> ini juga akan sangat membantu untuk pasien karantina mandiri dengan gejala ringan atau sedang yang mengalami penurunan SpO ₂ .

Hasil wawancara pada Tabel 2.2 bahwa *oxygen concentration* sangat membantu pasien ketika terjadi sesak nafas dan membantu karantina mandiri dengan gejala ringan atau sedang ketika terjadi penurunan saturasi oksigen.

Setelah melakukan wawancara, langkah selanjutnya mendapatkan informasi melalui produk *oxygen concentrator* yang sudah beredar di pasaran. Pengumpulan informasi menggunakan loka pasar bertujuan membandingkan berbagai spesifikasi *oxygen concentrator*. Tabel 2.3 merupakan hasil perbandingan *oxygen concentrator*.

Tabel 2.3 Perbandingan harga dan spesifikasi *oxygen concentrator*

No	Nama	Spesifikasi	Harga (Rp.)	Sumber
1	Yuwell 8F-5AW	1. Berat: 15.5 kg 2. Dimensi: 39 cm x 24.5 cm x 50 cm 3. Kebisingan: 49 dB 4. Tekanan keluaran: 40-70 kPa 5. <i>Oxygen flow</i> : 0.5-5 L/menit 6. <i>Oxygen concentration</i> : 87%-95.5% 7. Bisa digunakan <i>nebulizer</i>	6.990.000	https://www.tokopedia.com/jualangadgets/yuwell-8f-5aw-oxygen-concentrator-medical-grade-generator-oksigen-ready?src=topads
2	Medris JY 2606	1. Berat: 6.8 kg 2. Dimensi: 20 cm x 32 cm x 34 cm 3. Kebisingan: 44 dB 4. Tekanan keluaran: 86-106 kPa 5. <i>Oxygen flow</i> : 2-9 L/menit	4.599.000	https://www.tokopedia.com/laris-superstore/medris-oxygen-concentrator-generator-oksigen-2-9l-konsentrasi-93?src=topads

No	Nama	Spesifikasi	Harga (Rp.)	Sumber
		6. <i>Oxygen concentration</i> : 30%-93%		
3	Haier HA-105	1. Berat: 5.5 kg 2. Dimensi: 21 cm x 21.5 cm x 30.5 cm 3. Kebisingan: 40 dB 4. Tekanan keluaran: 20-50 kPa 5. <i>Oxygen flow</i> : 1-7 L/menit 6. <i>Maximal oxygen concentration</i> : 93%	5.999.999	https://www.tokopedia.com/simonsaysbogor/haier-oxygen-concentrator-ha105-generator-oksigen-konsentrator-oksigen?extParam=ivf%3Dfalse%26src%3Dsearch
4	Yuwell YU300	1. Berat: 8.5 kg 2. Dimensi: 29.5 cm x 17.5 cm x 27 cm 3. Kebisingan: 43 dB 4. Tekanan keluaran : 85-105 kPa 5. <i>Oxygen flow</i> : 1-5L/menit 6. <i>Oxygen concentration</i> : 30% - 93%	2.350.000	https://www.tokopedia.com/sbjj-2016/yuwell-yu300-oxygen-concentrator-homecare-mesin-generator-oksigen?extParam=ivf%3Dfalse%26src%3Dsearch
5	Yuwell YU500	1. Berat: 8.5 kg 2. Dimensi: 38.5 cm x 13.5 cm x 22 cm 3. Kebisingan: 40 dB 4. Tekanan keluaran: 85-105 kPa 5. <i>Oxygen flow</i> : 1-7L/menit 6. <i>Oxygen concentration</i> : 30% - 90%	3.290.000	https://www.tokopedia.com/mitra-led/yuwell-yu500-oxygen-concentrator-home-mesin-generator-oksigen-new?extParam=ivf%3Dfalse%26src%3Dsearch

Hasil dari survei perbandingan harga dan spesifikasi *oxygen concentrator* pada Tabel 2.3, harga *oxygen concentrator* memiliki rentang harga Rp. 2.350.000,- sampai Rp. 6.990.000,-. Adapun *oxygen flow* pada produk termahal Yuwell 8F-5AW adalah 0.5-5 L/menit dan produk termurah Yuwell YU300 memiliki *oxygen flow* sebesar 1-5 L/menit.

Berdasarkan hasil studi literatur, wawancara, dan survei. Spesifikasi *oxygen concentrator* diharapkan dapat mengatasi permasalahan yang terjadi. Spesifikasi dengan konsentrasi oksigen minimal 75% dan maksimal 90%, *oxygen flow* dari 0.5 hingga L/menit. Adapun spesifikasi lengkapnya dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Spesifikasi usulan *oxygen concentrator*

No	Aspek	Keterangan
1	Dimensi	Panjang 70 cm, lebar 30 cm, tinggi 70 cm
2	Berat	10 kg
3	<i>Oxygen flow</i>	0.5-7 L/menit
4	<i>Oxygen concentration</i>	75 - 90 %
5	Sumber daya	220 VAC

BAB 3 : Usulan Perancangan Sistem

Dalam perancangan produk *low cost oxygen concentrator* ini, terdapat beberapa tahapan yang dilalui sesuai dengan siklus perancangan atau proses design thinking. Terdapat enam tahapan yang perlu dilalui, yaitu *empathize*, *define*, *ideate*, *prototype*, *test*, dan *implement*. Beberapa tahapan tersebut merupakan siklus yang didalamnya mungkin terjadi perubahan dan perbaikan untuk mencapai target spesifikasi perancangan. Gambar 3.1 dan Tabel 3.1 mengilustrasikan proses *design thinking* dari rancangan yang akan dibuat.



Gambar 3.1 Siklus perancangan suatu sistem rekayasa

Tabel 3.1 Tahapan *design thinking* pada *capstone project oxygen concentrator*

Tahap	Keterangan
<i>Empathize</i>	Pengumpulan informasi pada tahap ini dilakukan dengan melakukan studi literatur terkait <i>oxygen concentrator</i> dan juga wawancara dengan beberapa mahasiswa kedokteran Universitas Sumatera Utara.
<i>Define</i>	Melakukan perumusan masalah berdasarkan informasi yang telah didapatkan pada tahap sebelumnya. Adapun beberapa hal yang menjadi fokus permasalahannya, yaitu penyebab mahalannya harga <i>oxygen concentrator</i> dan seberapa berbahayanya jika terjadi krisis pada produksi tabung oksigen di masa pandemi serta penanganan awal ketika kekurangan oksigen pada seseorang yang menderita penyakit gangguan pernapasan.
<i>Ideate</i>	Mencari solusi berdasarkan rumusan masalah yang telah dibuat, salah satu contohnya yaitu perancangan <i>low cost oxygen concentrator</i> dengan metode <i>pressure swing adsorption</i> .
<i>Prototype</i>	Melakukan perancangan alat setelah didapatkan solusi dari permasalahan. Alat yang dirancang harus memiliki spesifikasi yang mampu mengatasi permasalahan yang ada.
<i>Test</i>	Setelah <i>prototype oxygen concentrator</i> telah dirancang, langkah selanjutnya adalah melakukan uji coba. Uji coba ini ditujukan untuk mengetahui efektif penggunaan <i>oxygen concentrator</i> sebagai solusi dari permasalahan. Pada tahap ini juga akan terdapat evaluasi alat jika terdapat <i>error</i> dari <i>hardware</i> maupun <i>software</i> .

Tahap	Keterangan
<i>Implement</i>	<i>oxygen concentrator</i> sudah siap pakai jika sudah mengeluarkan hasil yang terbaik dan ditempatkan di dalam ruangan yang bersih.

Perancangan *oxygen concentrator* dengan menggunakan metode PSA sebagai pemisah gas oksigen dengan gas lainnya. Perancangan berdasarkan standar keteknikan yang penulis gunakan adalah ISO 8359 : 1988 terkait standar internasional *oxygen concentrator* untuk penggunaan medis dalam standar keamanan dan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 4 Tahun 2016 tentang penggunaan gas medik dan vakum medik pada fasilitas pelayanan kesehatan. Tabel 3.2 spesifikasi standar ISO 8359 : 1988 pada produk *Airsep Newlife Elite*.

Tabel 3.2 Spesifikasi standar ISO 8359 : 1988 pada produk *Airsep Newlife Elite*.

No	Aspek	Keterangan
1	Dimensi	Panjang 72.4 cm, lebar 40 cm , tinggi 36.8 cm
2	Berat	24.5 kg
3	<i>Oxygen flow</i>	1-5 L/menit
4	<i>Oxygen concentration</i>	75 - 90 %
5	Sumber daya	220 VAC

3.1 Metode Penentuan Spesifikasi Komponen

Pada penentuan spesifikasi komponen diperlukan identifikasi komponen yang akan digunakan, sehingga hasil identifikasi dapat menentukan hasil alat dapat bekerja sesuai usulan penulis.

3.1.1 Identifikasi Kebutuhan Daya

Kapasitas dalam kebutuhan daya dalam perancangan *oxygen concentrator* sangat penting. Perhitungan kapasitas daya bertujuan mengetahui kapasitas daya untuk pemilihan regulator catu daya yang tepat, rangkaian yang digunakan adalah paralel. Berikut Tabel 3.3 merupakan komponen yang digunakan.

Tabel 3.3 Tabel spesifikasi komponen elektrik

Komponen	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
Arduino UNO	12	0.8	9.6
Solenoid Valve 2/3	24	0.125	3
Solenoid Valve 2/3	24	0.125	3

Komponen	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
Solenoid Valve 1/2	24	0.125	3
Total			18,6

$$P = V \times I \quad (3.1)$$

keterangan :

P = Daya

V = Tegangan

I = Arus

Pada Persamaan 3.1 dapat menghitung daya yang dibutuhkan pada setiap komponen sehingga kita dapat mengetahui catu daya yang dikeluarkan serta tegangan yang dibutuhkan komponen sehingga berjalan optimal.

3.1.2 Identifikasi Tekanan

Tekanan yang dihasilkan oleh kompresor dapat diketahui melalui spesifikasi kompresor yang digunakan, tekanan udara yang dihasilkan kompresor maksimal 8 bar atau 115 psi. Tekanan yang dikeluarkan mempengaruhi penggunaan komponen yang berhubungan dengan udara kompresor yaitu selang, solenoid *valve*, dan regulator udara. Tabel 3.4 spesifikasi komponen yang dipengaruhi oleh tekanan udara kompresor.

Tabel 3.4 Spesifikasi komponen yang dipengaruhi oleh tekanan udara kompresor

Komponen	Maksimal Tekanan (psi)
Selang <i>polyurethane</i> 6.5 mm x 10 mm	190
Selang <i>polyurethane</i> 8 mm x 12 mm	170
Regulator udara	145
Solenoid Valve 2/3	116
Solenoid Valve 2/3	116
Solenoid Valve 1/2	116

3.2 Usulan Rancangan Sistem

Pada usulan rancangan sistem, penulis menggunakan pengukuran konsentrasi oksigen dan laju aliran dari keluaran *oxygen concentrator*. Penggunaan alat pengukuran konsentrasi oksigen dan laju aliran bertujuan mengetahui kadar oksigen serta konsumsi oksigen. Pengukuran konsentrasi oksigen dan laju aliran memiliki cara menggunakan *oxygen analyzer* dan sensor

oksigen ultrasonik OCS 3F. Penggunaan alat pengukuran tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan sebagai berikut:

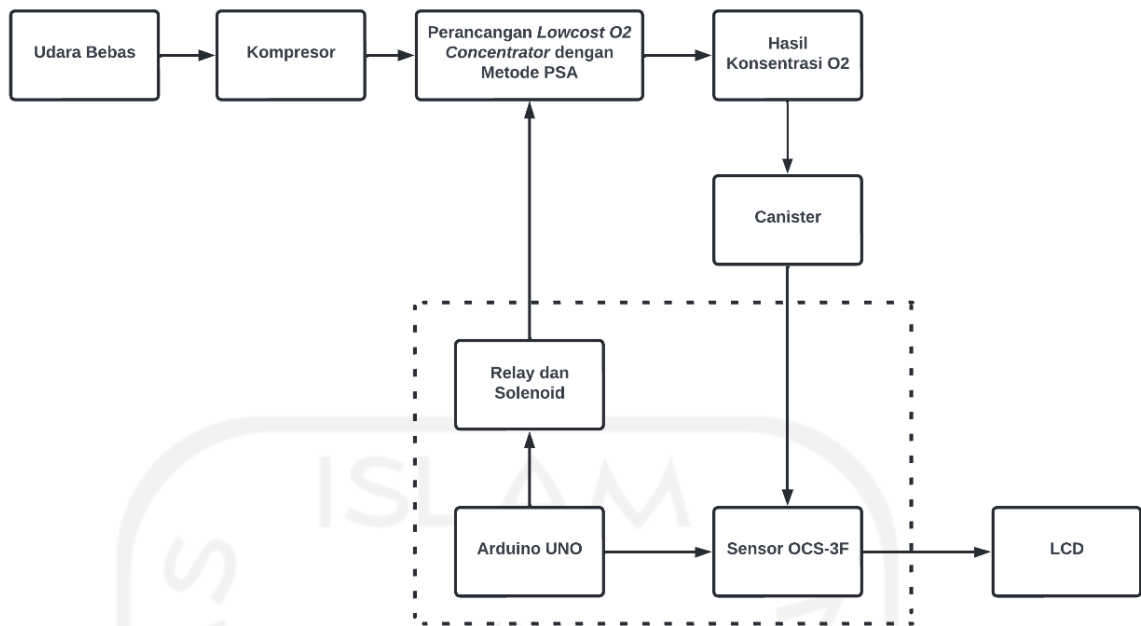
1. *Oxygen analyzer*

- a. Memiliki dimensi yang besar dibandingkan dengan sensor oksigen ultrasonik OCS 3F.
- b. Membutuhkan daya eksternal sebesar 12 VDC.
- c. Tidak membutuhkan kalibrasi dalam pengukuran karena sudah dilakukan uji coba standar.
- d. Penggunaan tidak *portable* sehingga susah untuk dibawa kemana saja.

2. Sensor oksigen ultrasonik OCS 3F

- a. Memiliki dimensi yang kecil dibandingkan dengan *oxygen analyzer*.
- b. Tidak membutuhkan daya eksternal sehingga hanya membutuhkan daya melalui arduino sebesar 5 VDC.
- c. Membutuhkan kalibrasi dalam pengukuran untuk mendapatkan hasil yang akurat sesuai dengan pembacaan sebenarnya.
- d. Penggunaan *portable* disesuaikan dengan kebutuhan *oxygen concentrator*.

Berdasarkan penjelasan kelebihan dan kekurangan antara *oxygen analyzer* dan sensor OCS 3F, penulis memilih menggunakan sensor OCS 3F yang didasari dalam spesifikasi sehingga menyesuaikan dengan perancangan *oxygen concentrator*. Penggunaan sensor OCS 3F memiliki bentuk yang lebih ringkas dibandingkan dengan *oxygen analyzer* sehingga mudah untuk diletakan, membutuhkan daya yang lebih kecil. Sistem yang dibuat adalah penghasil oksigen dengan metode *pressure swing adsorption*. Gambar 3.2 menampilkan rancangan sistem yang akan dibuat.



Gambar 3.2 Blok diagram perancangan sistem *oxygen concentrator*

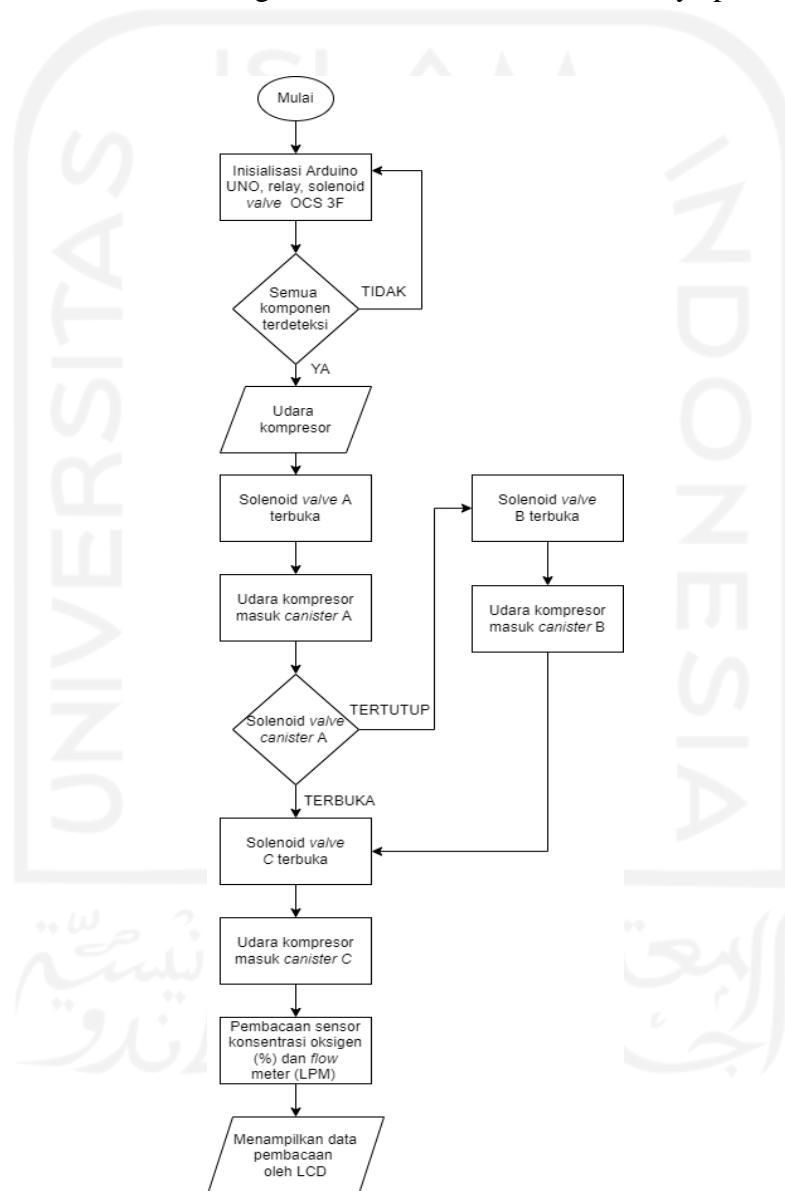
Prinsip kerja dari alat ini adalah mengeluarkan tekanan angin yang akan disaring dengan tabung berisi *zeolite molecular sieve* dan digabungkan menjadikan hasil konsentrasi oksigen yang dapat digunakan untuk oksigen medis. Dengan *Housing Filter* sebesar 10 inch yang hanya dapat menampung *zeolite molecular sieve* seberat 450 gram.

Penggunaan metode adsorpsi bertujuan penyerapan atom, ion atau gas [9]. PSA (*Pressure Swing Adsorption*) adalah teknologi yang digunakan untuk memisahkan dan memurnikan komponen campuran gas di bawah tekanan sesuai dengan karakteristik molekuler dan afinitas masing-masing komponen untuk bahan penyerap gas target dan tekanan. Penggunaan teknologi PSA digunakan memisahkan kadar gas di udara untuk menjadikan oksigen sehingga gas selain oksigen dapat terserap oleh *zeolite molecular sieve* [10].

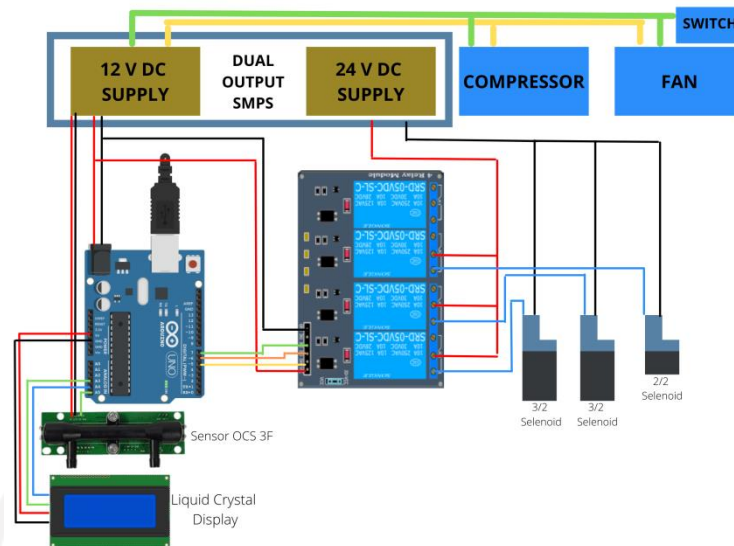
oxygen concentrator yang akan dirancang menggunakan kompresor *oilfree* yaitu bebas dari oli, dengan menggunakan dua tipe selang yang berukuran 8mm x 5mm dan 10mm x 6,5 mm, dimana selang yang berukuran 8mm x 5mm digunakan untuk jalur *pneumatic* dan yang berukuran 10m x 6,5 mm digunakan untuk menyambungkan dengan *Housing Filter*. Relay yang digunakan untuk mengendalikan aliran listrik pada buka tutup jalur angin solenoid serta LCD (*Liquid Crystal Display*) 16x4 yang digunakan untuk menampilkan persentase konsentrasi oksigen dan laju aliran oksigen yang dihasilkan dari sensor OCS-3F.

Langkah pertama pada sistem prototipe yang dirancang penulis yaitu inisialisasi komponen arduino UNO, relay, solenoid *valve* dan OCS 3F, proses inisialisasi memastikan komponen terhubung dengan benar. Komponen setelah terinisialisasi dengan benar selanjutnya

udara kompresor masuk kondisi pertama yaitu solenoid *valve* A terbuka sehingga udara memasuki *canister* A selanjutnya solenoid *valve* C terbuka sehingga udara tertampung di *canister* C setelah kondisi solenoid *valve* A tertutup memasuki kondisi kedua yaitu solenoid *valve* B terbuka sehingga udara memasuki *canister* B kemudian udara memasuki ketika solenoid *valve* C terbuka kemudian udara tertampung di *canister* C. Hal tersebut merupakan sistem *pressure swing adsorption*, proses tersebut menghasilkan konsentrasi oksigen dan laju aliran oksigen yang dibaca oleh sensor yang akan ditampilkan melalui LCD. Berikut ini ditampilkan diagram alir sistem pada Gambar 3.3 dan rangkaian skematik elektrik sistemnya pada Gambar 3.4.

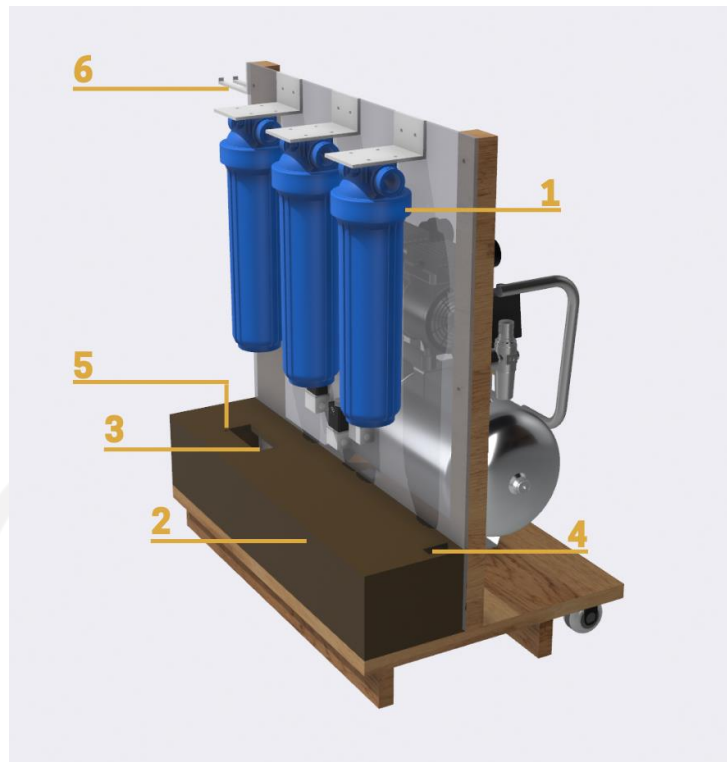


Gambar 3.3 Diagram alir sistem *oxygen concentrator*



Gambar 3.4 Rangkaian skematik *oxygen concentrator*

Berdasarkan kebutuhan tegangan masukan Arduino sebesar 12 VDC sesuai dengan Tabel 3.3. Pembacaan nilai sensor OCS 3F menggunakan serial komunikasi *Universal Asynchronous Receiver Transmitter* (UART) berfungsi menerima dan mengirimkan data yang diperoleh dari sensor OCS 3F berupa data konsentrasi oksigen dan *flow meter*. Monitoring hasil pengolahan arduino terhadap sensor di tampilkan melalui LCD melalui komunikasi serial menggunakan *Inter Integrated Circuit* (I2C), terdiri dari saluran komunikasi serial data dan serial *clock*. Penggunaan relay berfungsi sebagai pemutus dan penyambung arus pada *solenoid valve* sehingga sistem kendali melalui arduino diaplikasikan menggunakan relay.



Gambar 3.5 Desain 3D *oxygen concentrator*

Pada Gambar 3.5 merupakan hasil desain 3D dari *low cost oxygen concentrator* yang akan dibuat, proses desain ini menggunakan aplikasi *sharp 3D*. Memahami perancangan desain *oxygen concentrator* dapat melihat penjelasan dalam penomoran. Berikut penjelasan desain *oxygen concentrator*.

1. *Canister* tempat berlangsungnya adsorption udara bebas menjadi oksigen.
2. Tempat komponen elektrik yaitu arduino UNO, relay, sensor OCS 3F, *power supply*, dan LM2596.
3. Tempat LCD 16x4 berguna menampilkan konsentrasi oksigen dan laju aliran oksigen.
4. Tempat saklar untuk menghidupkan atau mematikan prototipe.
5. Lubang untuk keluar dan masuknya udara melalui sensor OCS 3F.
6. Tempat regulator oksigen yang berfungsi mengendalikan tekanan untuk digunakan.

Untuk dapat memenuhi usulan sistem tersebut, maka diperlukan inventarisasi kebutuhan sistem perangkat keras. Tabel 3.5 memperlihatkan kebutuhan sistem sesuai usulan dan spesifikasi yang dibutuhkan.

Tabel 3.5 Inventarisasi kebutuhan perangkat keras *Low cost Oxygen Concentrator*

No	Nama Alat	Keterangan
1	<i>Zeolite molecular sieve 13x</i>	<i>Zeolite molecular sieve 13x</i> berfungsi menyerap gas nitrogen dan kemudian melepas gas nitrogen, gas lain yang melewati akan terserap dan hanya meninggalkan gas oksigen [8].
2	Mikrokontroler Arduino UNO	Untuk <i>central processing unit</i> dengan ukuran yang kecil dan kemampuan akuisisi data yang handal dengan resolusi ADC 10 bit. Hal ini berkaitan dengan ukurannya yang sudah sangat kecil dan tentu saja sudah dilengkapi dengan 12 kanal <i>analog input</i> dan 20 <i>digital I/O</i> sehingga kebutuhan sistem sudah terpenuhi, terutama sebagai suatu <i>low cost system</i> .
3	Sensor OCS-3F	Sensor ultrasonik yang digunakan untuk mendeteksi konsentrasi oksigen dan gas laju alir telah banyak digunakan <i>oxygen concentrator</i>
4	LCD	LCD dengan resolusi 16x4 digunakan untuk fitur pembaca keluaran konsentrasi oksigen dan gas laju alir yang dihasilkan dari sensor OCS-3F.
5	Solenoid valve	Solenoid valve berguna untuk menyalurkan udara dengan sistem kontrol buka tutup katup yang diatur menggunakan relay yang sudah dikontrol dari arduino UNO.
6	Relay	Penggunaan relay digunakan untuk memutus dan menyambungkan tegangan dari solenoid valve.
7	Regulator tegangan	Regulator tegangan menggunakan <i>power supply</i> berfungsi mengubah 220VAC menjadi 24VDC berguna sebagai sumber solenoid. Penggunaan LM2596 menurunkan tegangan 24VDC menjadi 5VDC berfungsi sebagai sumber tegangan arduino dan relay.

3.3 Metode Uji Coba dan Pengujian Usulan Rancangan Sistem

3.3.1 Skenario Pengujian Rancangan Sistem

Beberapa hal yang menjadi faktor dalam menentukan keefektifan kerja dari proyek *low cost oxygen concentrator* in diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Akurasi pembacaan nilai keluaran oksigen dan laju aliran oksigen dari sensor.
2. Waktu yang dibutuhkan *oxygen concentrator* untuk mengeluarkan nilai yang terbaik.
3. Kestabilan proses konsentrasi oksigen yang dikeluarkan oleh *oxygen concentrator*.

Persiapan sebelum melakukan pengujian sistem di Laboratorium Sistem Tenaga Listrik Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia.

1. Persiapan manajemen resiko ketika terjadi permasalahan saat pengujian alat.
2. Alat yang digunakan telah berjalan dengan baik.
3. Pengecekan tekanan angin sesuai dengan spesifikasi.
4. Pengecekan selang tidak terjadi kebocoran.
5. Pengecekan solenoid dapat membuka dan menutup dengan baik.

Metode pengukuran sistem yang digunakan yaitu dengan melakukan beberapa pengujian variabel sebagai berikut:

1. Pengujian dilakukan dengan 5 kali pengambilan data dengan variasi waktu pengujian alat yang berbeda dengan waktu 10, 20, 30, 40 dan 50 menit setiap variasi waktu adsorpsi yang berbeda yaitu 5, 7, 9, 11, 13, dan 15.
2. Melakukan perhitungan rata-rata untuk menentukan waktu adsorpsi terbaik untuk menghasilkan konsentrasi oksigen.

3.3.2 Metode Kalibrasi Sensor

Metode proses kalibrasi sensor yaitu dengan melakukan beberapa tahap sebagai berikut:

1. Mempersiapkan alat yang digunakan berjalan dengan baik.
2. Melakukan pengambilan data konsentrasi oksigen dan laju aliran pada sensor yang belum terkalibrasi dan *oxygen analyzer*.
3. Melakukan analisis metode pendekatan antara sensor dengan *oxygen analyzer*.
4. Metode pendekatan sudah ditentukan kemudian memasukan persamaan kedalam program untuk dilakakukan proses kalibrasi.
5. Melakukan pengambilan data konsentrasi oksigen dan laju aliran pada sensor yang sudah terkablirasi dan dan *oxygen analyzer*.
6. Melakukan analisis akurasi antara pembacaan sensor dengan dan *oxygen analyzer*.

3.3.3 Validasi Rancangan Sistem

a. Sensor OCS 3F

Hasil pembacaan oleh sensor berupa nilai konsentrasi oksigen dan laju aliran oksigen, validasi pembacaan sensor dilakukan dengan dilakukan perbandingan data pembacaan dari *oxygen analyzer*. Pendekatan antara variabel sensor dengan *oxygen analyzer* menggunakan regresi polinomial bertujuan menentukan pengaruh variabel satu dengan lainnya [11]. Setelah melakukan pendekatan dilakukan perhitungan nilai *error* yang bertujuan mengetahui persentase pembacaan nilai sensor.

$$y = a_0 + a_1x + a_1x^2 + .. + a_nx^n \quad (3.2)$$

keterangan :

y = Nilai terkalibrasi

x = Nilai hasil pembacaan

a = Konstanta

Hasil Persamaan 3.1 maka diperoleh nilai persamaan hasil kalibrasi untuk sensor OCS 3F menggunakan persamaan regresi polinomial. Persamaan 3.3 merupakan persamaan untuk kalibrasi laju aliran udara dan Persamaan 3.4 merupakan persamaan kalibrasi konsentrasi oksigen.

$$y = 1.040795x + -0.0248x^2 \quad (3.3)$$

$$y = 18.9 + 2.23x + 5.78E - 03x^2 \quad (3.4)$$

Hasil pengujian kalibrasi dilakukan perhitungan nilai *error* yang bertujuan mengetahui bahwa sensor OCS 3F telah terkalibrasi sesuai dengan spesifikasi dataset sensor tersebut. Persamaan 3.5 adalah persamaan untuk mendapatkan nilai *error*.

$$Error = \frac{x - titik\ setting}{titik\ setting} 100\% \quad (3.5)$$

Keterangan :

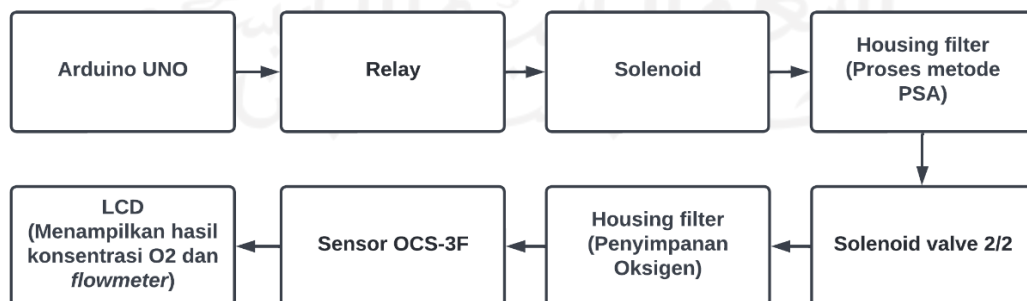
Error = Nilai penyimpangan pengukuran

titik setting = Nilai *oxygen analyzer*

x = Nilai pembacaan sensor

b. Sistem *Monitoring*

Hasil pembacaan oleh sensor berupa nilai konsentrasi oksigen dan laju aliran oksigen yang akan ditampilkan di LCD diproses langsung oleh Arduino. Gambar 3.6 menampilkan diagram blok dari sistem *monitoring* untuk alat yang dirancang.



Gambar 3.6 Diagram blok perancangan sistem *monitoring*

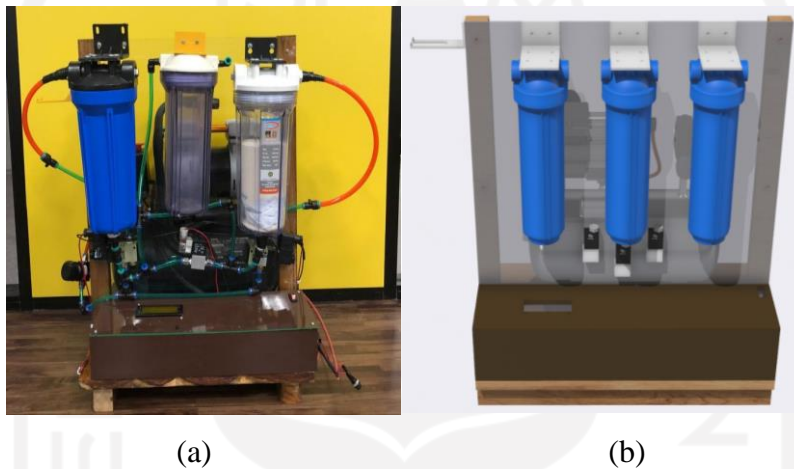
Sebelum ditampilkan pada LCD, pembacaan sensor diawali dari pemberian kode pada Arduino UNO dan indikator LED pada solenoid *valve* 2/2 menandakan bahwa tekanan angin pada dua *Housing Filter* telah masuk dan akan disupply ke *Housing Filter* yang berisikan hasil oksigen. Ketika pembacaan sensor sudah bisa maka hasil dari keluaran sensor tersebut akan ditampilkan pada LCD yang berisikan hasil konsentrasi oksigen dan laju aliran oksigen pada jalur angin yang dihasilkan.



BAB 4 : Hasil Perancangan Sistem

4.1 Kesesuaian Usulan dan Hasil Perancangan Sistem

Setelah melakukan usulan perancangan pada Tugas Akhir 1, terdapat perbedaan pada realisasinya. Hal tersebut dikarenakan efisiensi penggunaan saat perancangan prototipe serta perubahan dimensi bertujuan penempatan komponen yang ringkas, maka dapat dilihat spesifikasi usulan perancangan serta realisasi yang terjadi di Tabel 4.1. Gambar 4.1 menampilkan perbandingan desain 3D dengan hasil realisasinya.



Gambar 4.1 (a) Hasil realisasi *oxygen concentrator* dan (b) desain 3D

Tabel 4.1 Perbandingan usulan dan hasil perancangan sistem

No	Spesifikasi	Usulan	Realisasi
1	Dimensi (panjang x lebar x tinggi)	70 x 30 x 70 cm	46 x 39 x 68.5 cm
2	Berat (gram)	8 kg	8 kg
3	<i>Casing</i>	3D print	Akrilik
4	<i>Frame</i>	-	Kayu
5	Sumber daya	220 VAC	220 VAC
6	Regulator tegangan	220 V ke 24 VDC dan 5 VDC	220 V ke 24 VDC 24 VDC ke 5 VDC
7	Modul sensor	OCS 3F 3.1	OCS 3F 3.1
8	Kontrol solenoid	Relay dan arduino uno	Relay dan arduino uno
9	<i>Oxygen flow</i>	1-5 L/menit	1-9 L/menit
10	<i>Oxygen concentration</i>	75 - 90 %	75 – 83.2 %

Berdasarkan hasil usulan dengan realisasi, terdapat perbedaan pada dimensi, *casing* dan regulator yang digunakan. Dimensi realisasi memiliki volume lebih kecil, pada realisasi

menggunakan *frame* kayu lebih kuat. Perbandingan hasil spesifikasi usulan dengan realisasi terdapat beberapa perbedaan, berat pada usulan memiliki dimensi yang lebih luas sehingga produk lebih berat serta penggunaan *cover*, sedangkan hasil realisasi perancangan memiliki luas yang lebih kecil dan tidak menggunakan *cover*. Perbedaan konsentrasi oksigen dengan laju aliran oksigen terdapat perbedaan, hasil realisasi memiliki laju aliran oksigen lebih besar dibandingkan dengan produk standar sedangkan konsentrasi oksigen produk standar lebih besar, hal tersebut masih di dalam rentang standar spesifikasi sistem ISO 8359 : 1988 pada produk *Airsep Newlife Elite*.

4.2 Kesesuaian Perencanaan dalam Manajemen Tim dan Realisasinya

Pada proses pengerjaan tugas akhir diperlukan pembuatan alur pengerjaan bertujuan memantau pengerjaan tim di setiap waktunya. Alur pengerjaan usulan terdapat perubahan dengan realisasi pelaksanaannya, realisasi pelaksanaan dipercepat dari usulan waktu perencanaan, alur pengerjaan dapat dilihat pada Tabel 4.3. Perubahan rencana anggaran biaya terdapat perubahan dari hasil survei usulan dengan realisasi, adapun rencana anggaran biaya dapat dilihat pada Tabel 4.4.

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

No	Kegiatan	Usulan waktu	Realisasi Pelaksanaan
1	Pembelian alat dan bahan	Januari – Februari	Januari – Mei
2	Perancangan sistem dengan usulan	Maret – Mei	Februari - Juni
3	<i>Testing</i> dan validasi	Juni	Juni
4	Pengumpulan laporan akhir	Agustus	Juli
5	Expo	Agustus	Agustus

Tabel 4.3 Kesesuaian RAB Tugas Akhir antara usulan dan realisasi

No	Jenis Pengeluaran	Usulan Biaya		Realisasi Biaya	
		Kuantitas	Total Harga	Kuantitas	Total Harga
1	Mesin kompresor pompa angin <i>oilless silent</i> 0.75HP	1 pcs	Rp. 900,000,-	1 pcs	Rp. 900,000,-
2	<i>Power supply</i> MEAN WELL RT-125D	1 pcs	Rp. 600,000,-	-	-
3	<i>Power supply</i> 24V	-	-	1 pcs	Rp. 58,000,-
4	Modul LM2596	-	-	1 pcs	Rp. 14,000,-
5	<i>Molecular sieve</i> 13X HP 0.4-0.8	2 kg	Rp. 500,000,-	1 kg	Rp. 360,000,-
6	Arduino uno R3	1 pcs	Rp. 78,000,-	1 pcs	Rp. 72,000,-

No	Jenis Pengeluaran	Usulan Biaya		Realisasi Biaya	
		Kuantitas	Total Harga	Kuantitas	Total Harga
7	<i>Relay 5v 4 channel</i>	1 pcs	Rp. 23,500,-	1 pcs	Rp. 21,000,-
8	<i>OLED display 128X32</i>	1 pcs	Rp. 35,000,-	-	-
9	<i>LCD display 16x4</i>	-	-	1 pcs	Rp. 60,000,-
10	Sensor OCS 3F	1 pcs	Rp. 1,400,000,-	1 pcs	Rp. 550,000,-
11	Pneumatik <i>air</i> regulator AR2000	1 pcs	Rp. 50,000,-	1 pcs	Rp. 36,000,-
12	PC 0802 <i>fitting</i> Pneumatik	10 pcs	Rp. 90,000,-	10 pcs	Rp. 90,000,-
13	MPE 08 <i>fitting</i> Pneumatik	9 pcs	Rp. 90,000,-	9 pcs	Rp. 90,000,-
14	PL 0802 <i>fitting</i> Pneumatik	6 pcs	Rp. 66,000,-	1 pcs	Rp. 11,000,-
15	KQ2H08-02AS	6 pcs	Rp. 144,000,-	4 pcs	Rp. 96,000,-
16	PUL 08 <i>fitting</i> Pneumatik	3 pcs	Rp. 24,000,-	3 pcs	Rp. 24,000,-
17	KQ2T06-00A	3 pcs	Rp. 105,000,-	-	-
18	PCF <i>fitting</i> lurus	3 pcs	Rp. 120,000,-	6 pcs	Rp. 120,000,-
19	<i>Copper Female</i> 1/4 to 3/8	1 pcs	Rp. 30,000,-	-	-
20	<i>fitting</i> lurus RO	6 pcs	Rp. 48,000,-	6 pcs	Rp. 48,000,-
22	<i>Dop drat end cap</i> 1/4"	-	-	2 pcs	Rp. 40,000,-
21	<i>Dop drat luar kuningan Male end cap</i> 1/2"	3 pcs	Rp. 45,000,-	3 pcs	Rp. 45,000,-
22	<i>Solenoid valve TCPC 3V210-08 1/4" tipe 3/2 way</i>	2 pcs	Rp. 220,000,-	2 pcs	Rp. 220,000,-
23	<i>Solenoid valve 2/2 way 2V-025-08 AC220V/DC24V AIRTAC 1/4</i>	1 pcs	Rp. 170,000,-	1 pcs	Rp. 170,000,-
24	<i>Pressure gauge</i> 1/4"	3 pcs	Rp. 69,000,-	-	-
25	Selang <i>PollyUrethane</i> Ukuran 8mm x 5mm	8 m	Rp. 40,000,-	8 m	Rp. 110,000,-
26	Selang <i>PollyUrethane</i> Ukuran 10mm x 5mm	1 m	Rp. 7,000,-	1 m	Rp. 18,000,-
27	<i>Housing filter</i> 20"	2 pcs	Rp. 370,000,-	-	-
28	<i>Housing filter</i> 10"	1 pcs	Rp. 85,000,-	3 pcs	Rp. 255,000,-
29	Pipa tembaga 3/8	6 m	Rp. 282,000,-	-	-
30	Masker oksigen	1 pcs	Rp. 15,000,-	-	-
31	Regulator oksigen	1 pcs	Rp. 185,000,-	1 pcs	Rp. 185,000,-
32	Kipas 12VDC	1 pcs	Rp. 50,000,-	-	-
33	<i>Drain cover</i> 95mm	3 pcs	Rp. 48,000,-	-	-
34	<i>Wire mesh</i> 30 stainless	1 m	Rp. 50,000,-	-	-
35	Saringan minyak	-	-	2 pcs	Rp. 13,000,-
36	Filter Fabric	1 lembar	Rp. 15,000,-	1 lembar	Rp. 15,000,-

No	Jenis Pengeluaran	Usulan Biaya		Realisasi Biaya	
		Kuantitas	Total Harga	Kuantitas	Total Harga
37	Per	2 pcs	Rp. 20,000,-	-	-
38	Frame kayu	-	-	1 pcs	Rp. 150,000,-
39	Laser akrilik	-	-	1 pcs	Rp. 21,000,-
Total			Rp. 5,974,500,-		Rp. 3,792,000,-

Pada Tabel 4.4 terdapat perbedaan antara usulan dengan realisasi rencana anggaran biaya. Perbedaan terletak pada pembelian sensor OCS 3F, pada realisasinya penulis membeli sensor bekas dengan kondisi masih layak untuk digunakan, sehingga mendapatkan harga yang lebih murah. Pembelian *Power supply mean well* RT-125D tidak dilakukan karena menggunakan modul LM2596 untuk menurunkan tegangan.

4.3 Analisis dan Pembahasan Kesesuaian antara Perencanaan dan Realisasi

Subbab ini bertujuan untuk memberikan pembahasan secara lebih detail tentang bagaimana kesesuaian antara perencanaan dan realisasinya setelah Tugas Akhir / *Capstone Project* ini. Pembahasan harus mencakup beberapa hal dan dibuat dalam deskripsi paragraf. Tidak ada jumlah minimal paragraf, namun diwajibkan untuk pembahasannya mencakup dari beberapa aspek berikut:

Proses perencanaan dan realisasi terdapat beberapa hal perubahan yang bertujuan untuk menunjang judul penelitian serta efisiensi dari penggunaan prototipe. Perubahan ini didasari hasil studi literatur dan diskusi antara penulis dengan dosen pembimbing. Berikut aspek-aspek yang terdapat perubahan antara perencanaan dengan realisasi pada Tugas Akhir :

1. Perencanaan dan realisasi dilihat pada Tabel 4.1, Tabel 4.3, dan Tabel 4.4, kesesuaian antara perencanaan dengan realisasinya dari aspek hasil, alur kerja dan keuangan lebih dari 70%.
2. Pada perancangan hanya menggunakan 1 *power supply* dengan dua VDC sekaligus yaitu 24VDC dan 5VDC bertujuan memudahkan proses perangkaian alat karena tidak ada komponen tambahan untuk menaikkan atau menurunkan tegangan. Pada realisasinya menggunakan modul LM2596 karena penggunaan lebih efisien serta harga yang relatif murah dibandingkan dengan *power supply* 2 tegangan.
3. Pada perancangan menggunakan pipa tembaga dengan kipas yang bertujuan mendinginkan udara dari kompresor. Realisasinya tidak menggunakan pipa tembaga dengan kipas karena angin yang berasal dari tabung kompresor sudah tidak diperlukan pendinginan.

4. Perubahan perancangan desain, prototipe tertutup *casing* dengan menggunakan bahan 3D *print*. Pada realisasinya hanya menggunakan *frame* kayu dan akrilik karena pembuatan *casing* 3D *print* yang sangat besar sehingga *printer* tidak mencukupi, penggunaan akrilik dan kayu dengan sistem terbuka serta harga yang relatif murah jika dibandingkan dengan 3D *print*.
5. Pada rancangan menggunakan 2 *canister* berukuran 20 inchi pada realisasinya hanya menggunakan ukuran 10 inchi mengikuti dengan kapasitas zeolit yang digunakan hanya 1 kg dengan menghasilkan konsentrasi oksigen maksimal 83.2%.



BAB 5 : Implementasi Sistem dan Analisis

5.1 Hasil dan Analisis Implementasi

Hasil implementasi dari sistem yang sudah penulis rancang, didapatkan hasil pengujian kinerja prototipe *oxygen concentrator* dari beberapa variabel pengujian. Pengujian dilakukan di Laboratorium Sistem Tenaga Listrik Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia dengan ruang tertutup dilengkapi *air purifier* supaya udara bersih yang dapat mempengaruhi pengujian. Adapun tujuan dari pengujian prototipe adalah penyesuaian spesifikasi hasil usulan dengan realisasinya serta meminimalisir terjadinya kecelakaan yang terjadi.

5.1.1 Kalibrasi Sensor

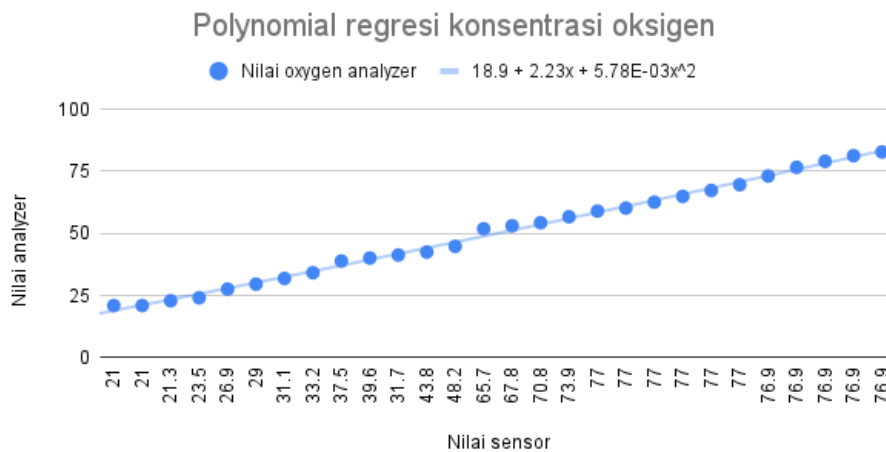
a. Sensor OCS 3F

Proses kalibrasi dilakukan dengan cara membandingkan nilai keluaran sensor OCS-3F dengan *oxygen analyzer* yang sudah terkalibrasi, proses kalibrasi dilakukan di Laboratorium Sistem Tenaga Listrik Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia. Hasil data yang diperoleh sensor dan *oxygen analyzer* kemudian dipahami untuk mendapat hubungan variabel antara keduanya. Setelah melakukan analisis persamaan regresi polinomial untuk mengolah data tersebut sehingga mendapatkan hasil Persamaan 3.3 dan Persamaan 3.4, data sebelum dan hasil kalibrasi dapat dilihat pada Tabel 5.1, Tabel 5.2.

Tabel 5.1 Data setelah kalibrasi sensor konsentrasi oksigen

No	Hasil Pembacaan Sensor	Hasil Pembacaan Alat Ukur <i>oxygen analyzer</i>	Error (%)
1	21	21	0,00
2	24,2	24,2	0,00
3	26,2	25,3	3,44
4	26,2	26,6	1,53
5	28,3	27,9	1,41
6	30,3	30,4	0,33
7	32,4	31,9	1,54
8	34,5	34,2	0,87
9	38,7	37	4,39
10	40,8	40,5	0,74
11	45	44,3	1,56
12	47,1	46,9	0,42
13	49,2	49,5	0,61
14	52,9	51,8	2,08
15	57,2	56,7	0,87
16	64,1	62,7	2,18
17	68,8	67,5	1,89

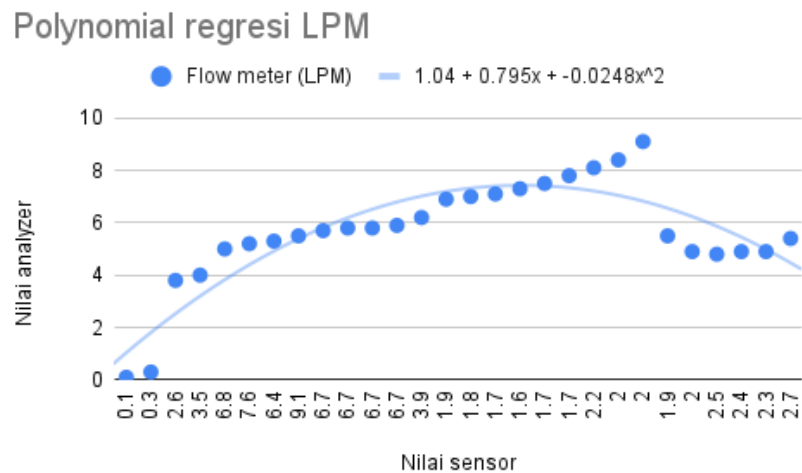
No	Hasil Pembacaan Sensor	Hasil Pembacaan Alat Ukur <i>oxygen analyzer</i>	Error (%)
18	72,7	71	2,34
19	75,6	73,3	3,04
20	76,2	76,8	0,79
Rata-rata			1,5



Gambar 5.1 Grafik persamaan regresi polinomial konsentrasi oksigen

Tabel 5.2 Data setelah kalibrasi sensor *flow meter*

No	Hasil Pembacaan Sensor	Hasil Pembacaan Alat Ukur <i>oxygen analyzer</i>	Error (%)
1	0,1	0,1	0,00
2	2,2	2,5	13,64
3	2,2	2,7	22,73
4	2,4	2,9	20,83
5	3,6	3,4	5,56
6	1,2	1,4	16,67
7	1,1	1,3	18,18
8	2,7	2,1	22,22
9	2,7	2,5	7,41
10	2,7	3,1	14,81
11	4	4,1	2,50
12	4	4,6	15,00
13	4	4,7	17,50
14	6,1	5,4	11,48
15	6,1	5,6	8,20
16	6,1	6,2	1,64
17	4,9	5,7	16,33
18	8,1	9	11,11
19	8,1	8,5	4,94
20	6,9	7,4	7,25
Rata-rata			10,04



Gambar 5.2 Grafik persamaan regresi polinomial *flow meter*

Hasil kalibrasi dapat dilihat pada Tabel 5.2 dan 5.4 mendapatkan nilai *error* yang cukup rendah dibandingkan dengan data pengukuran sebelum dilakukannya kalibrasi. Nilai *error* konsentrasi oksigen dengan rata-rata 1.5% dan nilai rata-rata *flow rate* 10.04%. Pada Gambar 5.1 dan Gambar 5.2 dapat dilihat pengaruh pendekatan data persamaan regresi polinomial antara nilai sensor dengan nilai *oxygen analyzer*. Gambar 5.2 memiliki *outlier* penyimpangan pada nilai sensor 2.2 dan 2 liter per menit.

5.1.2 Hasil Uji Coba

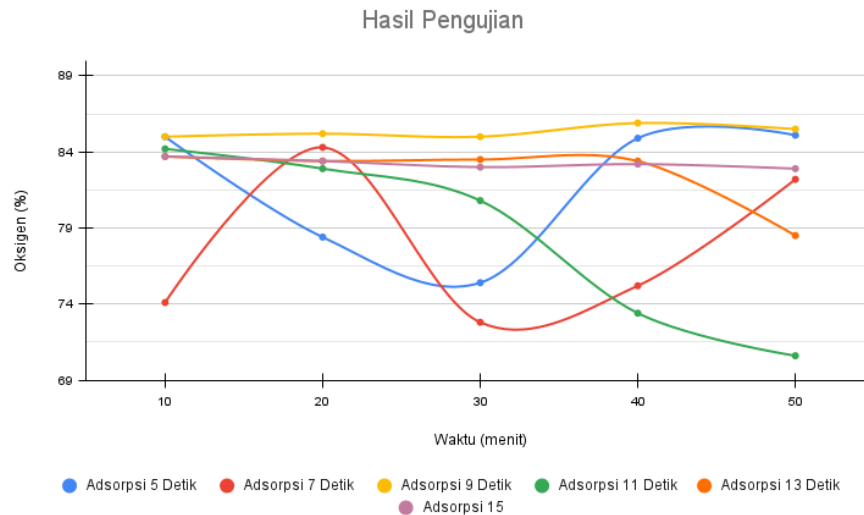
a. Hasil Pengujian

Proses pengujian alat dilakukan setelah kalibrasi sensor. Pengujian dilakukan di Laboratorium Sistem Tenaga Listrik Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia dengan beberapa variasi pengujian dengan waktu adsorpsi 5, 7, 9, dan 11 detik serta variasi waktu pengujian 10, 20, 30, 40, dan 50 menit. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Data hasil pengujian *oxygen concentrator*

No	Waktu Adsorpsi (detik)	Waktu pengujian (menit)	Konsentrasi Oksigen (%)	<i>flow meter</i> (LPM)
1	5	10	78,2	7,7
2		20	78,3	8,3
3		30	77,5	9,8
4		40	77	9,8
5		50	77,3	6,6
Rata-rata			77,66	8,44
6	7	10	74,1	6,1

No	Waktu Adsorpsi (detik)	Waktu pengujian (menit)	Konsentrasi Oksigen (%)	flow meter (LPM)
7		20	80,3	8
8		30	72,8	7,6
9		40	75,2	9
10		50	82,2	6,9
Rata-rata			76,92	7,52
11	9	10	80	2,8
12		20	80,2	4,2
13		30	80	5,1
14		40	80,9	5,6
15		50	80,5	7,4
Rata-rata			80,32	5,02
16	11	10	80,3	7,6
17		20	79	2,6
18		30	80,8	6,2
19		40	73,4	9,5
20		50	70,6	4,3
Rata-rata			76,82	6,04
21	13	10	80,7	3
22		20	80,4	3,1
23		30	80,5	4,1
24		40	80,4	4,4
25		50	78,5	4,4
Rata-rata			80,1	3,8
26	15	10	80,3	2,7
27		20	80,4	2,9
28		30	83	3,5
29		40	83,2	3,5
30		50	82,9	4,7
Rata-rata			81,96	3,46



Gambar 5.3 Grafik hasil pengujian *oxygen concentrator*

Bedasarkan Gambar 5.3 oksigen yang diperoleh dalam waktu adsorpsi 11 detik menghasilkan oksigen yang sangat rendah dibandingkan dengan waktu adsorpsi 7, 9, 11, 13, dan 15 detik, dengan variasi berbeda dalam 10 menit pertama mendapatkan konsentrasi oksigen sebesar 80,3%, pada 20 menit diperoleh konsentrasi oksigen 79%, pada menit 30 diperoleh konsentrasi oksigen 80,8%, pada menit 40 diperoleh konsentrasi oksigen 73,4%, dan terakhir pada menit 50 diperoleh konsentrasi oksigen sebesar 70,6%. Hasil konsentrasi oksigen yang baik dalam waktu adsorpsi 15 detik yang memperoleh nilai konsentrasi oksigen paling tinggi sebesar 8,96%. Bedasarkan uji coba peneliti dalam perancangan *oxygen concentrator* menggunakan PSA 4 langkah dan penggunaan sensor *dissolved oxygen* sebagai alat ukur yang digunakan dalam mengukur konsentrasi oksigen. Konsentrasi oksigen meningkat seiring dengan tekanan yang diberikan pada sistem PSA.

Pengaruh terjadinya penurunan nilai konsentrasi oksigen salah satunya terjadi kebocoran pada *fitting RO* dan tabung *canister* yang digunakan. Tekanan yang sangat besar dan terus menerus sehingga menyebabkan kebocoroan. Pengaruh dalam pemilihan *zeolite molecular sieve* sangat berpengaruh dalam adsorpsi dan absorpsi aliran oksigen dalam udara.

5.2 Pengalaman Pengguna

Pelaksanaan seluruh perancangan selesai, dilakukan pengujian dari beberapa pengguna di Laboratorium Sistem Tenaga Listrik Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia bertujuan mendapatkan respon menjadikan evaluasi pengalaman pengguna. Pada Tabel 5.4 menampilkan beberapa evaluasi pengalaman pengguna.

Tabel 5.4 Pengalaman Pengguna

No	Fitur/Komponen	Capaian	Aksi/Perbaikan
1	Fungsi	Penghasil konsentrasi oksigen dari udara disekitar.	Konsentrasi oksigen ditingkatkan hingga >90%
3	Sistem <i>monitoring</i>	Menampilkan konsentrasi oksigen dan laju aliran oksigen untuk pengguna dapat dengan mudah mengetahui.	Ditingkat dengan sistem monitoring menggunakan IOT.
.4	Sistem kontrol	Menggunakan sistem kontrol solenoid untuk metode PSA	Dipertahankan

5.3 Dampak Implementasi Sistem

5.3.1 Teknologi/Inovasi

Oxygen concentrator memiliki bertujuan mengubah udara sekitar menjadi konsentrasi oksigen yang dapat digunakan. Beberapa peneliti melakukan perancangan *oxygen concentrator*. Penulis Manohar membuat *oxygen concentrator*, penulis membahas dalam perancangan pembuatan oksigen konsentrator dengan metode PSA. Contoh lain penelitian terkait *oxygen concentrator* oleh Stevanus. Pada penelitian tersebut menggunakan mikrokontroler sebagai sistem pengendali yang dilengkapi relay dan solenoid *valve*. Peneliti lainnya yang dilakukan oleh Ari dengan membuat sistem monitoring pengukur konsentrasi oksigen menggunakan sensor *gas board 7500E*. Tabel 5.5 adalah perbandingan dari beberapa fitur dari studi literatur terkait *oxygen concentrator*.

Tabel 5.5 Perbandingan Fitur *oxygen concentrator*

No	Fitur/Komponen	Sistem yang dibuat	Manohar dkk	Stevanus dkk	Ari dkk
1	Sistem <i>monitoring</i> .	Ada	Tidak ada	Ada	Ada
2	Sistem kontrol	Ada	Ada	Ada	Ada
3	Harga	Rp. 3,792,000,-	Rp. 5,900,000,-	Tidak dibahas	Tidak dibahas
4	Metode	PSA	PSA	PSA	Tidak ada
5	Sistem pneumatik	Menggunakan standar pneumatik untuk tekanan udara.	Menggunakan standar pneumatik untuk tekanan udara.	Tidak ada	Tidak ada

5.3.2 Ekonomi

Penggunaan *oxygen concentrator* komersial berdasarkan survei yang dilakukan dengan harga paling mahal Rp. 6.990.000,- dan paling murah Rp. 2.350.000,-. Pembuatan *oxygen concentrator* oleh penulis dengan harga Rp. 3.792.000,- dengan spesifikasi sesuai kebutuhan berdasarkan hasil observasi.

5.3.3 Sosial

Penggunaan *oxygen concentrator* dapat membantu permasalahan pernapasan ringan masyarakat sekitar dan mengatasi masalah kelangkaan tabung oksigen pada daerah tertentu.

5.3.4 Lingkungan

Perancangan *oxygen concentrator* pada metode PSA menggunakan *zeolite molecular sieve* sebagai proses adsorpsi oksigen. Penggunaan *zeolite molecular sieve* tidak dapat digunakan secara berkala sehingga perlu diganti, sehingga diperlukan penanganan sampah *zeolite molecular sieve* sehingga tidak mencemari lingkungan.



BAB 6 : Kesimpulan dan Saran

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan *low cost oxygen concentrator* yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. *Oxygen concentrator* yang telah dirancang memiliki spesifikasi laju aliran 1-9 L/menit dan konsentrasi oksigen 75-83,2%.
2. *Oxygen concentrator* memiliki dimensi panjang 46,4 cm, lebar 49 cm dan tinggi 46,5 cm dengan berat 8 kg.
3. Hasil kalibrasi sensor OCS 3F dengan rata-rata nilai *error* kalibrasi konsentrasi oksigen sebesar 1,5% dan rata-rata nilai *error* kalibrasi *flow meter* sebesar 10,04%.
4. Berdasarkan hasil pengujian variasi waktu adsorpsi yang dilaksanakan. Waktu adsorpsi 15 detik adalah waktu terbaik dalam adsorpsi karena menghasilkan nilai konsentrasi oksigen lebih tinggi dibandingkan dengan percobaan variasi lainnya. Konsentrasi oksigen terbesar dari hasil perancangan *oxygen concentrator* adalah 83,2%.

6.2 Saran

Dalam upaya pengembangan rancang bangun *oxygen concentrator* dalam penelitian selanjutnya disarankan :

1. Meningkatkan kapasitas konsentrasi oksigen sebesar $\geq 90\%$ dan laju aliran oksigen konsentrator sehingga alat yang dirancang dapat digunakan sebagai oksigen medis.
2. Menjadikan alat *oxygen concentrator* berbasis *internet of things* agar mempermudah penggunaannya dan dapat mengirimkan data secara *realtime* dan kendali pada aplikasi yang akan dibuat.
3. Meningkatkan uji keselamatan dalam pembuatan *oxygen concentrator* berdasarkan uji yang sudah terstandarisasi.
4. *oxygen concentrator* yang dirancang menggunakan metode *Pressure Swing Adsorption* (PSA) dengan tekanan rata-rata 3-4 bar sehingga mengalami kebocoran pada *fitting RO* oleh karena itu harus mengganti *fitting RO*.

- [1] A. P. Eka Nurharyati, "Management Kasus Pneumonia COVID-19 : A Literature Review," vol. 13, p. 109, 2020.
- [2] A. Dinas Kesehatan, "Penyebab, Gejala dan Pencegahan Virus Corona," p. 2, Jan. 25, 2021.
- [3] W. UNICEF, "Sumber penyediaan dan pendistribusian Oksigen untuk fasilitas perawatan COVID-19".
- [4] K. Panolih, "Krisis oksigen pada tengah pandemi membuka sejumlah fakta terkait dengan manajemen oksigen. Fenomena antrean masyarakat mengisi ulang oksigen ditambah kelangkaan stok oksigen menambah semakin panjangnya situasi pandemi Covid-19.," *Kompaspedia*, Agustus 2021.
- [5] D. Andi, "Kasus Covid-19 melonjak, oksigen konsentrator mulai sulit ditemukan di pasar," *Kontan.co.id*, Jakarta, Jul. 03, 2021. [Online]. Available: <https://newssetup.kontan.co.id/news/kasus-covid-19-melonjak-oksigen-konsentrator-mulai-sulit-ditemukan-di-pasar>
- [6] Stevanus Ferdinan Ariyanto, "Perancangan Sistem Kendali dan Sensor Pada sistem *Pressure Swing Adsorption* untuk Oksigen Konsentrator" *Univ. Mercu Buana*, Feb. 2022.
- [7] Ari Widiatmoko, I Dewa Gede Hari Wisana, and Triana Rahmawati, "182Rancang Bangun Pengukur Konsentrasi Oksigen Pada Alat Bubble CPAP", [Online]. Available: <https://123dok.com/document/y87g1o4z-rancang-bangun-pengukur-konsentrasi-oksigen-pada-alat-bubble.html>
- [8] Shri Manohar Baheti, Siddharth Dev, Chetan Mokhariwale, Dr. Rajesh Bodade, Dr. Pankaj Parashar, and Dr. Pankaj Parashar, "A Complete Guide to DIY Oxygen Concentrator," 2021.
- [9] Al Sayuti, "Pembuatan Adsorben Berbasis Zeolit Alam Untuk Penyisihan CO₂ Dalam BIOGAS Melalui Aktivasi Kimia - Fisika," 2020, [Online]. Available: <https://repositori.usu.ac.id/handle/123456789/26248>
- [10] H. Rusiana Iskandar, Y. Permadi, and M. Andrianto, " Perancangan Prototipe *Low Cost Early Warning System* untuk Gas Medis Via SMS Berbasis Arduino UNO," 2017.
- [11] Katemba, P. and Djoh, R. K, "Prediksi Tingkat Produksi Kopi Menggunakan Regresi Linear," *J. Ilm. FLASH*, vol. VIII, pp. 42–51, 2017.

LAMPIRAN – LAMPIRAN

a. Logbook Kegiatan Selama Proses Tugas Akhir 2

Pelaksanaan seluruh perancangan selesai, dilakukan pengujian dari beberapa pengguna di Laboratorium Sistem Tenaga Listrik Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia bertujuan mendapatkan respon menjadikan

Hari, Tanggal	Deskripsi Kegiatan
Selasa, 1 Februari 2022	Diskusi dan membuat desain 3D awal
Rabu, 2 Februari 2022	Diskusi laporan serta pembuatan rangkaian elektronis
Kamis, 3 Februari 2022	Membeli komponen (solenoid 2/2 dan solenoid 3/2)
Jum'at, 4 Februari 2022	Bimbingan dengan dosen pembimbing
Senin, 14 Februari 2022	Pembuatan RAB dan laporan <i>Technical Report</i>
Selasa, 15 Februari 2022	Mempelajari pembuatan alat dengan <i>project</i> yang sudah ada
Rabu, 16 Februari 2022	Membuat proposal
Senin, 21 Februari 2022	Membuat <i>slide power point</i> untuk seminar dengan dosen pembimbing
Rabu, 23 Februari 2022	Merevisi proposal yang telah ditandatangani
Senin, 14 Maret 2022	Melakukan konsultasi dengan dosen pembimbing terkait <i>project capstone</i>
Selasa, 22 Maret 2022	Membuat <i>timeline</i> untuk pembuatan alat
Rabu, 23 Maret 2022	Melakukan <i>survey</i> pembelian alat (selang <i>pneumatic</i>)
Jum'at, 25 Maret 2022	Bimbingan dengan dosen pembimbing
Senin, 28 Maret 2022	Membeli komponen (<i>fitting pneumatic</i>)
Rabu, 30 Maret 2022	Mencetak desain 3D
Jum'at, 1 April 2022	Bimbingan dengan dosen pembimbing
Sabtu, 2 April 2022	Melakukan uji coba <i>compressor</i> yang ada di lab
Selasa, 19 April 2022	Berdiskusi dengan dosen terkait peminjaman alat
Kamis, 21 April 2022	Mengajukan bantuan pembelian alat (Kompresor dan <i>Oxygen Analyzer</i>)

Hari, Tanggal	Deskripsi Kegiatan
Sabtu, 23 April 2022	Membeli komponen (Sensor OCS-3F dan LCD)
Senin, 25 April 2022	Melakukan koding untuk sensor dan LCD
Minggu, 15 Mei 2022	Melakukan uji coba jalur buka tutup solenoid <i>valve</i>
Senin, 16 Mei 2022	Pembuatan laporan TA201
Selasa, 17 Mei 2022	Pembuatan laporan TA201
Kamis, 19 Mei 2022	Membuat jalur untuk selang <i>pneumatic</i>
Jum'at, 20 Mei 2022	Bimbingan dengan dosen pembimbing
Senin, 23 Mei 2022	Pembelian komponen
Jum'at, 27 Mei 2022	Pembuatan <i>prototype</i>
Selasa, 31 Mei 2022	Percobaan koding alat
Jum'at, 3 Juni 2022	Melakukan percobaan alat harian
Senin, 6 Juni 2022	Evaluasi jalur kelistrikan alat
Selasa, 7 Juni 2022	Pemotongan akrilik
Kamis, 9 Juni 2022	Pengukuran besar alat untuk pembuatan kayu
Jum'at, 10 Juni 2022	Pembuatan tempat alat berbahan dasar kayu
Senin, 13 Juni 2022	Pembuatan laporan TA202
Selasa, 14 Juni 2022	Pembuatan laporan TA202
Rabu, 15 Juni 2022	Pembersihan <i>Housing Filter</i>
Jum'at, 17 Juni 2022	Pemasangan zeolite
Senin, 20 Juni 2022	Pengajuan pinjaman alat (solenoid <i>valve</i> 3/2)
Sabtu, 25 Juni 2022	Melakukan <i>demo</i> alat dengan dosen pembimbing
Senin, 27 Juni 2022	Diskusi kelompok serta belajar tentang buka tutup solenoid
Selasa, 28 Juni 2022	Pengambilan data
Kamis, 30 Juni 2022	Memperbaiki <i>error</i> pada kodingan
Senin, 4 Juli 2022	Pengambilan data
Selasa, 5 Juli 2022	Membuat laporan akhir
Sabtu, 9 Juli 2022	Membuat poster dan <i>storyboard</i> untuk video

b. Dokumen TA 201 dan 202

Tugas Akhir > TA201 & TA202 FIX



Files Name ↓

File Name	Thumbnail Description
TA202_18524127_Y1.pdf	Technical Report cover for Capstone Design 2021-2022, TA202_18524127_Y1.pdf
TA202_18524097_Y1.pdf	Technical Report cover for Capstone Design 2021-2022, TA202_18524097_Y1.pdf
TA201_18524127_Y1.pdf	Capstone cover for TA201_18524127_Y1.pdf
TA201_18524097_Y1.pdf	Capstone cover for TA201_18524097_Y1.pdf

c. Desain 3D





d. Kode program Arduino

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

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);

int Sieve_A_Valve = 5;
int Sieve_B_Valve = 7;
int PreCharge_Valve = 6;

unsigned long Relay_Test_Delay;
unsigned long Startup_Purge_Delay;
unsigned long Production_Delay;
unsigned long Flush_Delay;
unsigned long PreCharge_Delay;

void setup()
{
  lcd.init();
  lcd.backlight();
  Serial.begin(9600);

  pinMode(Sieve_A_Valve, OUTPUT);
  pinMode(Sieve_B_Valve, OUTPUT);
  pinMode(PreCharge_Valve, OUTPUT);

  Relay_Test_Delay = 0;
  Startup_Purge_Delay = 1000;
  Production_Delay = 15000;
  Flush_Delay = 450;
  PreCharge_Delay = 700;

  Serial.println("Relay Test Sequence");
  digitalWrite(Sieve_A_Valve, HIGH);
```

```

delay(Relay_Test_Delay);
digitalWrite(Sieve_B_Valve, HIGH);
delay(Relay_Test_Delay);
digitalWrite(PreCharge_Valve, HIGH);
delay(Relay_Test_Delay);
Serial.println("Valve Relay Test Sequence Complete");
delay(Relay_Test_Delay);

Serial.println("Relay Test Sequence");
digitalWrite(Sieve_A_Valve, HIGH);
digitalWrite(Sieve_B_Valve, HIGH);
digitalWrite(PreCharge_Valve, HIGH);
delay(Startup_Purge_Delay);

Serial.println("Program Starting...");
delay(Relay_Test_Delay);
}

void loop()
{
  typedef unsigned char u8;
  typedef unsigned int u16;
  int inByte;
  u8 temp;
  u8 i, j, o2[12];
  u16 o2c, o2f, o2t, f, k;

  Serial.println("Sieve A Charge / Sieve B Purge");
  digitalWrite(Sieve_A_Valve, HIGH);
  digitalWrite(Sieve_B_Valve, LOW);
  digitalWrite(PreCharge_Valve, LOW);
  delay(Production_Delay);

  Serial.println("Sieve A Charge / Sieve B Purge / Flush/PreCharge");
  digitalWrite(Sieve_A_Valve, HIGH);
  digitalWrite(Sieve_B_Valve, LOW);
  digitalWrite(PreCharge_Valve, HIGH);
  delay(Flush_Delay) ;

  Serial.println("Sieve A Charge / Sieve B Charge / Flush/PreCharge");
  digitalWrite(Sieve_A_Valve, HIGH);
  digitalWrite(Sieve_B_Valve, HIGH);
  digitalWrite(PreCharge_Valve, HIGH);
  delay(PreCharge_Delay);

  Serial.println("Sieve A Purge / Sieve B Charge");
  digitalWrite(Sieve_A_Valve, LOW);
  digitalWrite(Sieve_B_Valve, HIGH);
  digitalWrite(PreCharge_Valve, LOW);
  delay(Production_Delay);

  Serial.println("Sieve A Purge / Sieve B Charge / Flush/PreCharge");

```

```

digitalWrite(Sieve_A_Valve, LOW);
digitalWrite(Sieve_B_Valve, HIGH);
digitalWrite(PreCharge_Valve, HIGH);
delay(Flush_Delay);

Serial.println("Sieve A Charge / Sieve B Charge / Flush/PreCharge");
digitalWrite(Sieve_A_Valve, HIGH);
digitalWrite(Sieve_B_Valve, HIGH);
digitalWrite(PreCharge_Valve, HIGH);
delay(PreCharge_Delay);

if (Serial.available()) {

    delay(100);

    lcd.clear();
    while (Serial.available() > 0) {

        inByte = Serial.read();

        if ((o2[0] == 0x16) && (o2[1] == 0x09) && (o2[2] == 0x01))
        {
            o2[i] = inByte;
            i++;
        }
        else
        {
            if ((o2[0] == 0x16) && (o2[1] == 0x09))
            {
                if ( inByte == 0x01)
                {
                    o2[2] = inByte;
                    i++;
                }
                else
                {
                    i = 0;
                    for (j = 0; j < 12; j++)
                    {
                        o2[j] = 0;
                    }
                }
            }
            else
            {
                if (o2[0] == 0x16)
                {
                    if ( inByte == 0x09)
                    {
                        o2[1] = inByte;
                        i++;
                    }
                }
            }
        }
    }
}

```

```

else
{
    i = 0;
    for (j = 0; j < 12; j++)
    {
        o2[j] = 0;
    }
}
else
{
    if ( inByte == 0x16)
    {
        o2[0] = inByte;
        i++;
    }
    else
    {
        i = 0;
        for (j = 0; j < 12; j++)
        {
            o2[j] = 0;
        }
    }
}
}
if (i == 12)
{
    temp = 0;
    for (j = 0; j < 12; j++)
    {
        temp += o2[j];
    }
    if (temp == 0)
    {
        o2c = o2[3] * 256 + o2[4];
        o2f = o2[5] * 256 + o2[6];
        f = 1.04 + (0.795*o2f) + (-0.0248*pow(o2f,2));
        k = 15.3*pow(o2c,0.476);
    }
    i = 0;
    for (j = 0; j < 12; j++)
    {
        o2[j] = 0;
    }
}
//---O2
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("O2:");
lcd.setCursor(5, 0);
lcd.print(k/100);
lcd.print(k/10%10);

```


No	Jenis Pengeluaran	Kuantitas	Total Harga
15	KQ2H08-02AS	4 pcs	Rp. 96,000,-
16	PUL 08 <i>fitting</i> Pneumatik	3 pcs	Rp. 24,000,-
17	KQ2T06-00A	-	-
18	PCF <i>fitting</i> lurus	6 pcs	Rp. 120,000,-
19	<i>Copper Female</i> 1/4 to 3/8	-	-
20	<i>fitting</i> lurus RO	6 pcs	Rp. 48,000,-
22	<i>Dop drat end cap</i> 1/4"	2 pcs	Rp. 40,000,-
21	<i>Dop drat luar</i> kuningan <i>Male end cap</i> 1/2"	3 pcs	Rp. 45,000,-
22	<i>Solenoid valve TCPC</i> 3V210-08 1/4" tipe 3/2 way	2 pcs	Rp. 220,000,-
23	<i>Solenoid valve</i> 2/2 way 2V-025-08 AC220V/DC24V AIRTAC 1/4	1 pcs	Rp. 170,000,-
24	<i>Pressure gauge</i> 1/4"	-	-
25	Selang <i>PollyUrethane</i> Ukuran 8mm x 5mm	8 m	Rp. 110,000,-
26	Selang <i>PollyUrethane</i> Ukuran 10mm x 5mm	1 m	Rp. 18,000,-
27	<i>Housing filter</i> 20"	-	-
28	<i>Housing filter</i> 10"	3 pcs	Rp. 255,000,-
29	Pipa tembaga 3/8	-	-
30	Masker oksigen	-	-
31	Regulator oksigen	1 pcs	Rp. 185,000,-
32	Kipas 12VDC	-	-
33	<i>Drain cover</i> 95mm	-	-
34	<i>Wire mesh</i> 30 stainless	-	-
35	Saringan minyak	2 pcs	Rp. 13,000,-
36	Filter Fabric	1 lembar	Rp. 15,000,-
37	Per	-	-
38	<i>Frame</i> kayu	1 pcs	Rp. 150,000,-
39	Laser akrilik	1 pcs	Rp. 21,000,-
Total			Rp. 3,792,000,-