

Pengembangan Konsentrator Oksigen Berbasis Empat Bahan Filtrasi Sebagai Solusi Inovatif Alat Bantu Pernafasan

Development Of An Oxygen Concentrator Based On Four Filtration Materials As An Innovative Solution For Respiratory Aids

Dekki Widiatmoko¹⁾, Rachmat Setiawibawa²⁾, Rafi Maulana Al-Farizi³⁾,
Mokhammad Syafaat⁴⁾, Eriski Prawira⁵⁾

^{1,2,3,4,5} Jurusan Elektronika, Politeknik Angkatan Darat

Korespondensi penulis : ¹dekki101067@gmail.com, ²rachmatwibawa90@gmail.com,
³rafimaulana@poltekad.ac.id, ⁴mokhammadsvafaat96@poltekad.ac.id, ⁵eriskiprawira@poltekad.ac.id

Article History:

Received: 30 Juli 2023

Revised: 26 Agustus 2023

Accepted: 30 September 2023

Keywords: Oxygen Concentrator,
PSA Technology, Oxygen Filtration

Abstract: Amidst the Covid-19 pandemic, there has been a significant increase in the demand for oxygen. More people require oxygen cylinders, yet the supply is insufficient to meet the community's needs. Oxygen Concentrators have become an essential device capable of producing pure oxygen with a purity level reaching 95% through the application of Pressure Swing Adsorption (PSA) technology. The resulting ratio produced by the concentrator is 33.4% for synthetic zeolite, 30% for silica gel, 20% for natural zeolite, and 26.7% for activated carbon.

Abstrak

Seiring dengan perkembangan pandemi Covid-19, terjadi peningkatan yang signifikan dalam kebutuhan akan oksigen. Semakin banyak orang yang memerlukan tabung oksigen, namun ketersediaannya tidak mencukupi untuk memenuhi tuntutan masyarakat. Konsentrator Oksigen menjadi sebuah perangkat yang sangat penting, mampu menghasilkan oksigen murni dengan tingkat kemurnian mencapai 95% melalui penerapan teknologi Pressure Swing Adsorption (PSA). Rasio hasil yang dihasilkan dari konsentrator adalah 33,4% untuk bahan zeolit sintesis, 30% untuk silika gel, 20% untuk zeolit alam, dan 26,7% untuk karbon aktif.

Kata kunci : Konsentrator Oksigen, Teknologi PSA, Filtrasi Oksigen

PENDAHULUAN

Dengan berkembangnya pandemi Covid-19, kebutuhan akan oksigen meningkat pesat. Semakin banyak individu yang membutuhkan tabung oksigen, tetapi ketersediaannya tidak mencukupi untuk memenuhi kebutuhan masyarakat secara luas[1]. Karena kelangkaannya, harga oksigen melambung, yang menyulitkan masyarakat, terutama para penderita Covid-19, untuk membelinya. Oleh karena itu, diperlukan solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut. Penggunaan konsentrator oksigen dapat menjadi alternatif bagi individu yang memerlukan pasokan oksigen murni yang memadai tanpa perlu khawatir tentang ketersediaannya[2].

* Dekki Widiatmoko, dekki101067@gmail.com

Beberapa peneliti telah melakukan studi tentang alat konsentrator oksigen, di mana sebagian besar menggunakan komponen yang besar, membutuhkan ruang penyimpanan dan konsumsi arus listrik yang signifikan[3]. Cara kerja alat ini adalah dengan menyaring udara yang terdiri dari 78% nitrogen, 21% oksigen, dan sisanya merupakan gas-gas lain. Selanjutnya, konsentrator oksigen menyaring udara dan memisahkan nitrogen dan oksigen melalui saringan, kemudian mengembalikan nitrogen ke udara dan memastikan pengguna dapat menghirup udara yang mengandung oksigen murni[4].

Salah satu peneliti telah mengembangkan konsentrator oksigen dalam bentuk portabel, namun sistem tersebut belum terintegrasi dengan sistem Android[5]. Oleh karena itu, peneliti di sini merancang sebuah perangkat konsentrator oksigen yang bersifat portabel tanpa menggunakan komponen yang besar sehingga tidak memerlukan ruang penyimpanan yang luas.

IDENTIFIKASI MASALAH

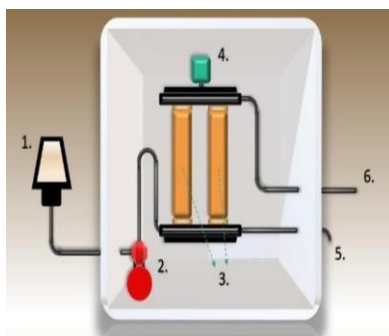
Kebutuhan oksigen akibat pandemi Covid-19 tidak seimbang dengan ketersediaan pasokan, menyebabkan kelangkaan dan lonjakan harga. Konsentrator oksigen yang besar, memerlukan ruang penyimpanan dan arus listrik tinggi, menghambat efisiensi penggunaan dan portabilitasnya. Keterbatasan integrasi dengan sistem Android juga membatasi fungsionalitasnya. Ketergantungan pada tabung oksigen yang langka sulit bagi penderita Covid-19 dan masyarakat umum, memerlukan solusi lebih efisien dan dapat diakses secara luas.

METODELOGI PELAKSANAAN

Rancangan alat merupakan proses yang penting dalam perencanaan dan pembuatan produk yang sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan oleh peneliti.

Dimulai dari pembuatan diagram alir alat atau *flowchart* bertujuan untuk memberikan gambaran proses dari alat yang akan dibuat sehingga lebih mudah dipahami. Contoh visualnya bisa dilihat pada gambar di bawah ini.

Selanjutnya desain alat merupakan representasi akhir dari alat yang akan dibuat dengan ukuran yang diinginkan yaitu panjang 60 cm, tinggi 60 cm, dan lebar 30 cm.



Gambar 1. Desain Alat

Gambar 1. menampilkan komponen-komponen utama. Nomor 1 adalah saluran udara masuk yang menyedot udara bebas ke kompresor. Nomor 2 adalah kompresor mini yang mengompresi udara dari udara bebas. Nomor 3 menandakan dua tabung Pressure Swing Adsorption (PSA) yang memisahkan udara bebas menjadi oksigen murni menggunakan bahan adsorben. Nomor 4 adalah tempat control unit untuk mengatur konsentrasi oksigen. Nomor 5 merupakan saluran pembuangan untuk zat selain oksigen. Terakhir, pada nomor 6 terdapat saluran selang untuk menghirup oksigen murni tanpa kontaminasi zat lainnya.

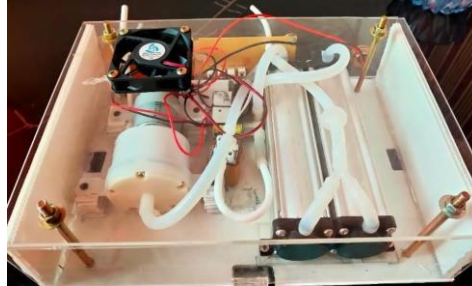
Langkah selanjutnya yaitu melakukan pengujian alat, sebuah proses alat yang dibuat diuji untuk memastikan kinerjanya sesuai dengan harapan. Menurut teori, pengujian alat terbagi menjadi empat bagian, yaitu pengujian dengan menggunakan bahan zeolite sintesis, silika gel, zeolit alam, dan karbon aktif, masing-masing dilakukan dalam rentang waktu yang sama, yaitu 24 jam. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk membandingkan kinerja dan menentukan bahan filtrasi mana yang lebih baik untuk digunakan.

Variabel penelitian, yang merujuk pada segala aspek yang diteliti, bertujuan memberikan informasi tentang hasil penelitian tersebut agar dapat diinterpretasikan dan disimpulkan[6]. Sementara definisi operasional variabel menjelaskan bagaimana konsep yang diteliti akan diukur atau dioperasikan, untuk melakukan pengukuran yang serupa atau untuk pengembangan metode pengukuran yang lebih baik.

No	Nama variabel	Jenis Variabel	Definisi
1	Konsentrasi Oksigen	Variabel Terikat	Mengukur konsentrasi volume oksigen
2	Udara bebas		
3	Zeolite sintesis		Bahan pengukuran konsentrasi oksigen
4	Silika gel	Variabel bebas	
5	Zeolite alam		
6	Karbon aktif		

HASIL DAN PEMBAHASAN

Alat konsentrator oksigen ini cocok digunakan oleh masyarakat umum, terutama bagi yang menjalani isolasi mandiri dan memerlukan oksigen secara teratur. Alat ini menggunakan adaptor dengan *output* 12 Volt.

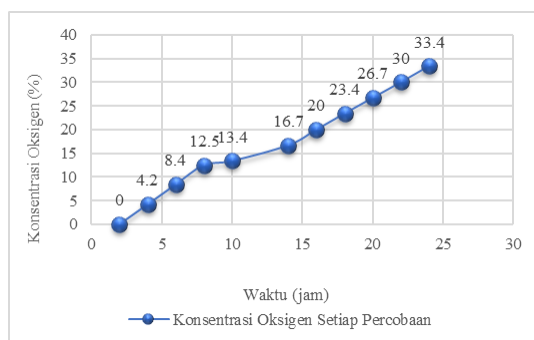


Gambar 2. Alat *oxygen concentrator*

Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan, maka data yang diperoleh sebagai berikut :

Tabel 2. Pengujian bahan zeolite sintesis

Waktu (/Jam)	Suhu Air (°C)	O ² Uji (ml)	O ² Oksidasi (ml)	Konsentrasi Oksigen (%)
1	32,8	15	0	0
2	32,8	15	0	0
3	32,8	15	0,5	4,2
4	32,8	15	0,5	4,2
5	32,8	15	1	8,4
6	32,8	15	1	8,4
7	32,8	15	1	8,4
8	32,8	15	1,5	12,5
9	32,8	15	1,5	12,5
10	32,8	15	2	13,4
11	32,8	15	2	13,4
12	32,8	15	2	13,4
13	32,8	15	2,5	16,7
14	32,8	15	2,5	16,7
15	32,8	15	3	20
16	32,8	15	3	20
17	32,8	15	3	20
18	32,8	15	3,5	23,4
19	32,8	15	4	26,7
20	32,8	15	4	26,7
21	32,8	15	4,5	30
22	32,8	15	4,5	30
23	32,8	15	5	33,4
24	32,8	15	5	33,4

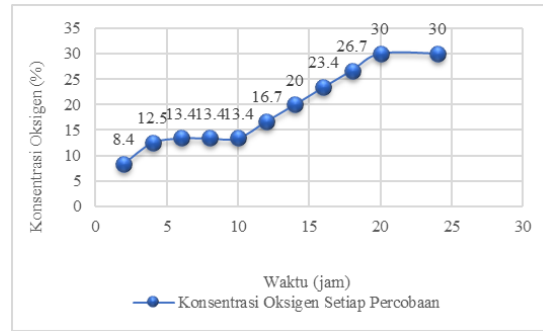


Gambar. 3 Grafik pengujian bahan zeolite sintesis

Pada Tabel 2 dan Gambar 3, hasil pengujian menggunakan bahan zeolit menunjukkan konsentrasi sebesar 33,4%. Untuk mencapai konsentrasi tersebut, waktu yang dibutuhkan adalah selama 23 jam.

Tabel 3. Pengujian bahan silika gel

Waktu (/Jam)	Suhu Air (°C)	O ² Uji (ml)	O ² Oksidasi (ml)	Konsentrasi Oksigen (%)
1	33,4	15	1	8,4
2	33,4	15	1	8,4
3	33,4	15	1	8,4
4	33,4	15	1,5	12,5
5	33,4	15	1,5	12,5
6	33,4	15	2	13,4
7	33,4	15	2	13,4
8	33,4	15	2	13,4
9	33,4	15	2	13,4
10	33,4	15	2	13,4
11	33,4	15	2,5	16,7
12	33,4	15	2,5	16,7
13	33,4	15	2,5	16,7
14	33,4	15	3	20
15	33,4	15	3	20
16	33,4	15	3,5	23,4
17	33,4	15	4	26,7
18	33,4	15	4	26,7
19	33,4	15	4	26,7
20	33,4	15	4	26,7
21	33,4	15	4,5	30
22	33,4	15	4,5	30
23	33,4	15	4,5	30
24	33,4	15	4,5	30

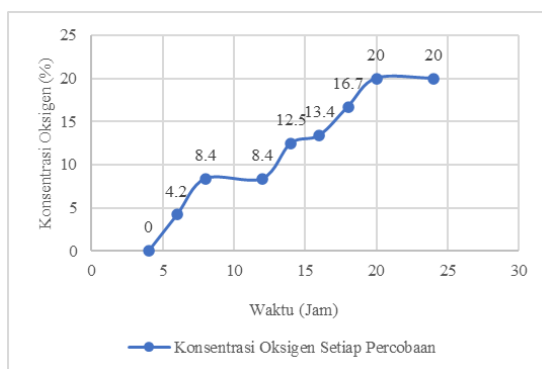


Gambar 4. Grafik pengujian bahan silika gel

Pada Tabel 3 dan Gambar 4, hasil pengujian menggunakan bahan zeolit menunjukkan konsentrasi sebesar 30%. Untuk mencapai konsentrasi tersebut, diperlukan waktu selama 21 jam.

Tabel 4. Pengujian bahan zeolite alam

Waktu (/Jam)	Suhu Air (°C)	O ² Uji (ml)	O ² Oksidasi (ml)	Konsentrasi Oksigen (%)
1	33,1	15	0	0
2	33,1	15	0	0
3	33,1	15	0	0
4	33,1	15	0	0
5	33,1	15	0,5	4,2
6	33,1	15	0,5	4,2
7	33,1	15	0,5	4,2
8	33,1	15	1	8,4
9	33,1	15	1	8,4
10	33,1	15	1	8,4
11	33,1	15	1	8,4
12	33,1	15	1	8,4
13	33,1	15	1,5	12,5
14	33,1	15	1,5	12,5
15	33,1	15	2	13,4
16	33,1	15	2	13,4
17	33,1	15	2	13,4
18	33,1	15	2,5	16,7
19	33,1	15	2,5	16,7
20	33,1	15	3	20
21	33,1	15	3	20
22	33,1	15	3	20
23	33,1	15	3	20
24	33,1	15	3	20

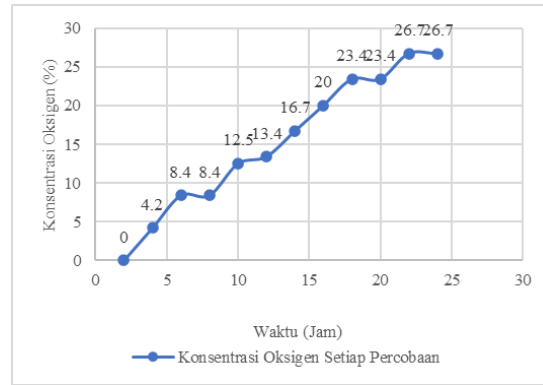


Gambar 5. Grafik pengujian bahan zeolite alam

Pada Tabel 4 dan Gambar 5, hasil pengujian menggunakan bahan zeolit menunjukkan konsentrasi sebesar 20%. Dalam mencapai konsentrasi tersebut, diperlukan waktu selama 20 jam.

Tabel 5. Pengujian bahan karbon aktif

Waktu (/Jam)	Suhu Air (°C)	O ² Uji (ml)	O ² Oksidasi (ml)	Konsentrasi Oksigen (%)
1	33	15	0	0
2	33	15	0	0
3	33	15	0,5	4,2
4	33	15	0,5	4,2
5	33	15	0,5	4,2
6	33	15	1	8,4
7	33	15	1	8,4
8	33	15	1	8,4
9	33	15	1,5	12,5
10	33	15	1,5	12,5
11	33	15	2	13,4
12	33	15	2	13,4
13	33	15	2	13,4
14	33	15	2,5	16,7
15	33	15	2,5	16,7
16	33	15	3	20
17	33	15	3	20
18	33	15	3,5	23,4
19	33	15	3,5	23,4
20	33	15	3,5	23,4
21	33	15	4	26,7
22	33	15	4	26,7
23	33	15	4	26,7
24	33	15	4	26,7



Gambar 6. Grafik pengujian bahan karbon aktif

Pada Tabel 5 dan Gambar 6, hasil pengujian menggunakan bahan karbon aktif menunjukkan konsentrasi awal sebesar 20%. Untuk meningkatkannya menjadi konsentrasi sebesar 26,7%, waktu yang dibutuhkan adalah selama 20 jam.

KESIMPULAN

Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat ini menghasilkan oksigen murni dengan konsentrasi bervariasi berdasarkan bahan filtrasi yang digunakan: zeolite sintetis sebesar 33,4%, silika gel sebesar 30%, zeolite alam sebesar 20%, dan karbon aktif sebesar 26,7%. Bahan zeolite sintetis tampaknya menjadi pilihan terbaik dengan hasil konsentrasi tertinggi, mencapai 33,4%. Pengujian dilakukan selama satu hari untuk memperoleh hasil konsentrasi oksigen yang optimal. Namun, disarankan untuk tidak menggunakan alat ini lebih dari 30 menit karena risiko motor listrik menjadi panas. Oleh karena itu, bagi orang yang memerlukan kadar oksigen yang lebih tinggi, alat konsentrator ini tidak disarankan menggunakan alat ini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih penulis ucapkan kepada semua rekan-rekan yang telah meluangkan waktunya untuk pengambilan data pada penelitian yang peneliti lakukan serta terimakasih juga kepada pihak-pihak yang telah ikut membantu dalam proses penelitian.

REFERENSI

- [1] World health Organization. (2020). Novel Coronavirus (2019-nCoV) Situation Report – 54. Di akses pada 24 September 2021, dari <https://www.who.int/>.
- [2] Kompas. (2021, Juli Jum'at). Diambil kembali dari <https://www.kompas.com/tren/read/2021/07/30/133000865/mengenal-konsentrator-oksigen-dan-cara-kerjanya-untuk-pasien-covid-19>
- [3] Bordes, J., Erwan d'Aranda, Savoie, P. H., Montcriol, A., Goutorbe, P., & Kaiser, E. (2014). FiO₂ delivered by a turbine portable ventilator with an oxygen concentrator in an Austere environment. *The Journal of Emergency Medicine*, 47(3), 306–312.
- [4] Moll, J. R. onald., Vieira, J. E. dso., Gozzani, J. L. auz., & Mathias, L. A. S. ilv. T. (2014). Oxygen concentrators performance with nitrous oxide at 50:50 volume. *Brazilian Journal of Anesthesiology (Elsevier)*, 64(3), 164–168.
- [5] Graziano, L., Ascitti, D., Savi, D., Rivolta, M., Turinese, I., Schiavetto, S., Perelli, T., Bertasi, S., Valente, D., & Palange, P. (2019). P381 Efficacy of a portable oxygen concentrator in the promotion of physical activity and the quality of life in a group of patients with cystic fibrosis: pilot study. *Journal of Cystic Fibrosis*, 18, S165.
- [6] Sugiyo. (2019). *Metode Penelitian Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*.
- [7] Daffa Nabilah Kartika. (2020). “Analisis Pressure Swing Adsorption pada Material Adsorbent untuk Aplikasi Oxygen Concentrator.” Skripsi. Program Sarjana Universitas Padjadjaran (Unpad). Sumedang.