

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Spesifikasi Zeolit Li-X.....	10
Tabel 3.2 Spesifikasi Zeolit 13X.....	11
Tabel 4.1 Perbandingan Kemurnian Oksigen Variasi Massa Zeolit	14
Tabel 4.2 Perbandingan Kemurnian Oksigen Variasi Massa Zeolit	15
Tabel 4.3 Perbandingan Kemurnian Oksigen Variasi Massa Zeolit	16
Tabel 4.4 Perbandingan Kemurnian Oksigen Variasi Jenis Zeolit.....	17
Tabel 4.5 Perbandingan Kemurnian Oksigen Variasi Ukuran Zeolit.....	18

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Meningkatnya kebutuhan oksigen seiring bertambahnya kasus Covid-19 ini. Kurang lebih sekitar 4 juta pasien Covid-19 yang sudah terkonfirmasi di situs resmi Covid-19 pemerintah Indonesia pada bulan Desember 2021 [1]. Kelangkaan oksigen ini menyebabkan Indonesia harus mengimpor kebutuhan oksigen ke negara lain. Oksigen murni dapat diproduksi dengan alat konsentrator oksigen. Alat ini merupakan alternatif dari tabung oksigen. Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 4 Tahun 2016 Tentang Penggunaan Gas Medik dan Vakum Medik Pada Fasilitas Pelayanan Kesehatan pada Bab 1 Pasal poin ke 4 disebutkan bahwa keluaran konsentrasi oksigen dari mesin konsentrator oksigen adalah minimal 90% [2].

Udara mengandung sekitar 78% nitrogen, 21% oksigen, dan 1% gas lain [3]. Konsentrator oksigen ini akan mengambil udara dan memfilter nitrogen dan gas lainnya sehingga kandungan yang tersisa hanya oksigen murni. Nitrogen dan gas lainnya akan dibuang kembali oleh konsentrator oksigen ke udara sekitar. Konsentrator oksigen ini terdapat zeolit yang berfungsi sebagai absorpsi atau menyerap nitrogen dan gas lainnya.

Terdapat beberapa komponen penting dalam alat konsentrator oksigen, yaitu kompresor, *valve*, sensor oksigen, sensor tekanan, *pressure gauge*, filter udara, *heat exchanger*, tabung absorpsi, tabung penyimpanan, dan zeolit. Zeolit menggunakan *molecular sieve* yang berfungsi untuk mengikat nitrogen bebas pada udara ambien sehingga dapat meloloskan gas oksigen yang nantinya akan sebagai keluaran dari konsentrator oksigen. Zeolit yang digunakan berukuran 0.4mm dan 1.7mm.

Konsentrator oksigen dibuat dengan menggunakan metode *Pressure Swing Adsorption*. PSA ini merupakan metode pemisahan gas campuran. Tabung adsorpsi terdapat zeolit yang merupakan kristal berpori dan bertindak sebagai saringan. Oksigen memiliki ukuran molekul yang sedikit lebih kecil dibandingkan dengan

molekul nitrogen sehingga memungkinkan oksigen untuk melewati dan menghentikan nitrogen.

Tugas Akhir ini akan dilakukan penelitian pengaruh dari ukuran, massa, dan jenis zeolit terhadap konsentrasi oksigen pada mesin konsentrator oksigen. Penelitian ini berfokus dengan mencoba membandingkan zeolit sebagai adsorben dari konsentrator oksigen untuk melihat kemampuan zeolit terhadap proses adsorpsi untuk hasil konsentrasi oksigen yang efisien.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh perbedaan ukuran 0,4mm dan 1,7mm zeolit 13X terhadap kemurnian oksigen?
2. Bagaimana pengaruh penambahan massa pada zeolit 13X dan Li-X terhadap kemurnian oksigen pada konsentrator oksigen?
3. Bagaimana pengaruh perbedaan jenis zeolit terhadap konsentrasi oksigen pada konsentrator oksigen?

1.3 Tujuan

1. Mengetahui pengaruh ukuran, massa dan jenis zeolit pada konsentrasi oksigen hasil konsentrator oksigen.
2. Melakukan analisa kemurnian oksigen yang dihasilkan pada konsentrator oksigen pada variasi ukuran, massa, dan jenis zeolit.

1.4 Batasan Masalah

1. Tidak membahas elektronika pada alat konsentrator oksigen.
2. Tidak membahas mengenai parameter di luar variasi ukuran, massa, dan jenis zeolit.

1.5 Metode Penelitian

Berikut merupakan tahapan penelitian:

1. Studi Literatur

Studi ini mengacu pada referensi sebagai bahan dari beberapa buku, paper, dan literatur yang berhubungan dengan konsentrator oksigen, dan zeolit serta konsultasi dengan dosen pembimbing Tugas Akhir.

2. Perancangan

Penulis merancang alat konsentrator oksigen dengan sistem *Pressure Swing Adsorption*.

3. Pengambilan data

Pengambilan data oleh penulis dengan melihat persentase konsentrasi oksigen dengan pengaruh ukuran dan banyaknya zeolit pada filter.

4. Analisa Hasil

Hasil atau data yang diperoleh berupa persentase kemurnian oksigen pada konsentrator oksigen dengan melihat pengaruh dari zeolit atau filter pada alat tersebut.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan Tugas Akhir sebagai berikut:

a. Bab 1 PENDAHULUAN

Bab ini membahas tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan manfaat, batasan masalah, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

b. Bab 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas tentang teori yang menunjang Tugas Akhir penulis.

c. Bab 3 MODEL SISTEM DAN PERANCANGAN

Bab ini membahas tentang desain sistem dan spesifikasi alat Tugas Akhir.

d. Bab 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas tentang langkah pengujian dan hasil pengujian yang dilakukan, dan hasil atau data yang diperoleh.

e. Bab 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dan saran Tugas Akhir.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Oksigen

Oksigen (O_2) merupakan suatu elemen yang dapat berwujud padat ataupun gas bergantung pada temperatur dan tekanannya. Gas oksigen termasuk salah satu substansi reaktif yang tidak berwarna, tidak berbau, dan juga tidak berasa. Jumlah gas oksigen di udara ambien adalah 20,94%. Ambien gas nitrogen memiliki jumlah gas paling banyak yaitu 78,084% di udara [3]. Adapun gas lainnya seperti argon, hidrogen, karbon dioksida, dan sebagainya memiliki jumlah kurang dari 1%.

Oksigen memiliki peranan penting dalam tubuh manusia secara fungsional. Contohnya dalam proses metabolisme tubuh manusia, kurangnya oksigen dapat mengakibatkan ketidaksempurnaan dalam proses metabolisme tubuh manusia.

2.2. Konsentrator Oksigen

Konsentrator oksigen merupakan teknologi yang digunakan untuk menghasilkan oksigen murni. Konsentrator oksigen merupakan alat pada bidang medis yang digunakan untuk mensuplai oksigen untuk pasien yang mengalami masalah pada sistem pernafasan. Konsentrator oksigen ini sudah telah banyak dilakukan oleh ilmuwan sejak 25 tahun yang lalu [4]. Konsentrator oksigen ini memanfaatkan udara ambien dan adsorben zeolit untuk menghasilkan oksigen murni.

Sistem konsentrator oksigen yang dibangun pada penelitian sebelumnya terdiri dari dua kolom atau tabung yang berisi saringan molekul zeolit seperti bahan penyerap. Adsorben akan menyerap gas nitrogen dari udara ambien ketika dikenai tekanan tertentu dan hanya memungkinkan oksigen melewatinya, dan argon yang hanya sekitar 0,93%.

2.3. Pressure Swing Adsorption

Pressure Swing Adsorption (PSA) dipatenkan oleh Finlayson dan Sharp pada 1932 [4]. Proses ini menjelaskan pemisahan udara dengan adsorpsi di bawah tekanan atau pada peningkatan tekanan. Sistem *pressure swing adsorption* ini

menggunakan dua tabung untuk proses adsorpsi yang saling bergantian atau berayun. Sistem *pressure swing adsorption* ini menggunakan udara ambien sebagai *input* dari kompresor. Tekanan yang tinggi akan mengadsorpsi nitrogen pada adsorben atau zeolit yang berada dalam tabung adsorpsi.

Adsorpsi adalah proses akumulasi adsorben pada permukaan adsorben karena gaya tarik-menarik antar molekul atau hasil dari medan gaya pada permukaan padatan (adsorben) yang diinginkan molekul gas, uap atau cair [5]. Zat terkonsentrasi di permukaan didefinisikan sebagai adsorben dan bahan di dalamnya Adsorben kumulatif didefinisikan sebagai adsorbat. Faktor yang mempengaruhi adsorpsi yaitu: tekanan, adsorben, suhu dan waktu kontak. Tekanan yang diperlukan untuk pemisahan gas ada pada 1 bar dan di suhu 25°C.

2.4. Adsorben

Material *adsorbent* memegang peranan penting pada proses adsorpsi. Material *adsorbent* yang digunakan pada industri memiliki jenis yang berbeda-beda seperti karbon aktif, *silica gel*, silikat, lempung aktif, zeolit sintetis, zeolit alam (*Clinoptilolite*, *Erionite*, *Mordenite*), 4A, 5A, 13X *molecular sieve*, dan alumina aktif [5].

Proses regenerasi adsorben dilakukan dengan mengurangi tekanan dalam sistem dan pembaruan dengan temperatur yang tinggi. Zeolit dapat diregenerasi dengan memanaskan pada temperatur tinggi diatas 240°C [6]. Proses purifikasi dengan teknologi PSA juga bergantung kepada karakteristik molekuler komponen gas yang digunakan serta afinitas (kecenderungan suatu unsur atau senyawa untuk membentuk ikatan kimia dengan unsur lain) material adsorben tertentu. Suatu material dengan sifat adsorptif tertentu, secara istimewa dapat mengadsorpsi spesifik gas pada tekanan tertentu.

2.4.1. Zeolit

Zeolit adalah bahan komposit aluminium silikat mikrokristalin. Nitrogen dapat dengan mudah berikatan dengan zeolit dan oksigen dapat melewatinya pada tekanan sekitar 4 atmosfer [5]. Zeolit murni mengandung SiO₂ dan Al₂O₃ yang

reaktif dalam jumlah yang banyak. Zeolit alam memiliki struktur yang kasar dan berpori. Zeolit biasa digunakan sebagai katalis dan juga sebagai penyerap (bahan yang dapat menyerap atau mengikat molekul gas atau cair).

Berdasarkan kedua aplikasi tersebut, zeolit banyak digunakan sebagai penyerap, karena ukuran saluran pori sangat kecil. Selain itu, molekul gas lain dapat terperangkap di dalam pori zeolit jika ukuran kinetik diameter lebih kecil dari pori permukaan zeolit. Molekul yang lebih besar tidak dapat terperangkap pada permukaan zeolit. Zeolit memiliki sifat dapat berikatan dengan molekul, sehingga zeolit sering digunakan untuk mengeringkan cairan. Interaksi kation dan molekul gas N_2 pada sistem *oxygen concentrator* menentukan hasil adsorpsi yang diperoleh. Kation yang terdapat pada zeolit menentukan kemampuan adsorpsi zeolit karena kemampuan zeolit yang dapat mengabsorpsi senyawa polar, sehingga banyak digunakan dalam proses pemisahan dan pemurnian pada gas.

2.5. Sensor

Sensor adalah alat untuk mendeteksi atau mengukur sesuatu, yang digunakan untuk mengubah variasi mekanis, magnetis, panas, sinar dan kimia menjadi tegangan dan arus listrik. Sensor yang digunakan adalah sensor oksigen gas tipe KE yang diproduksi oleh Figaro Sensors. Jenis sensor ini memiliki struktur seperti baterai yang terdiri dari elektroda dan elektrolit. Sensor ini memiliki 2 tipe, KE25 dan KE50 [7]. Elektroda dibagi menjadi anoda berupa Pb (timbal) dan katoda berupa emas (Ag), dan elektrolit berupa asam lemah atau alkalin. Elektroda emas berupa padatan membran tidak berongga (membran tidak berpori).

Oksigen yang memasuki sensor direduksi pada elektroda emas melalui reaksi elektrokimia, dan anoda dan katoda dihubungkan oleh termistor dan resistor. Hambatan kedua resistor ini mengubah arus yang terjadi akibat reaksi elektrokimia menjadi beda potensial. Besarnya arus yang mengalir melalui kedua resistor dipengaruhi oleh banyaknya oksigen yang ditangkap oleh membran elektroda, tegangan reaksi ini digunakan sebagai keluaran dari sensor oksigen [7].

2.6. Udara Bebas

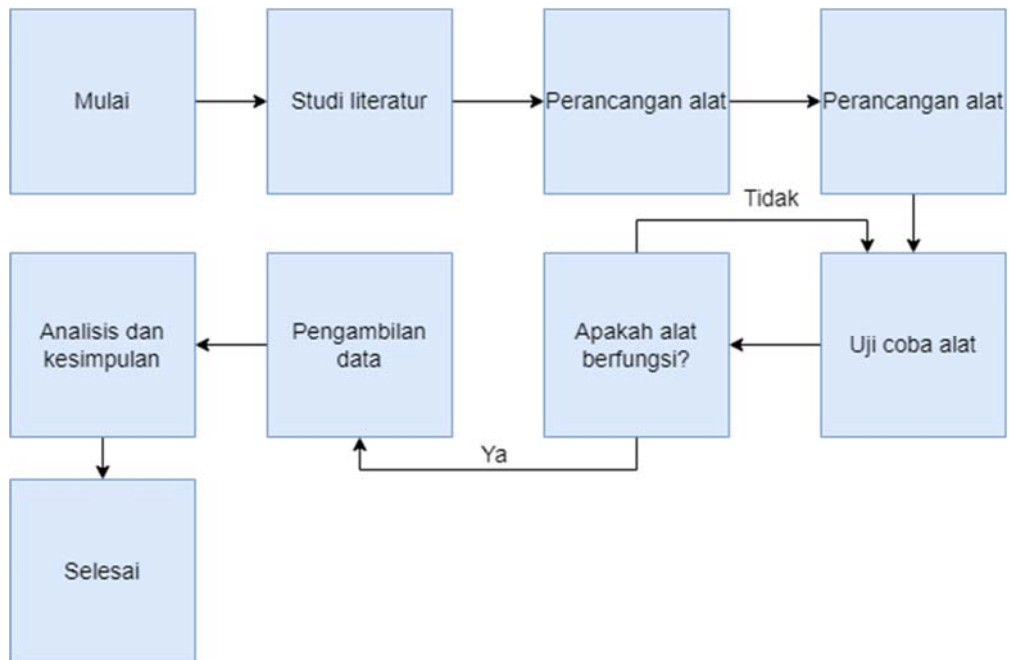
Menurut Peraturan Gubernur DIY Nomor 8 Tahun 2010 tentang program Langit Biru pada 2009-2013, definisi udara ambien adalah udara bebas di permukaan bumi pada lapisan troposfer yang berada di dalam wilayah yuridiksi Republik Indonesia yang dibutuhkan dan mempengaruhinya kesehatan manusia, makhluk hidup dan unsur lingkungan hidup lainnya. Atmosfer bumi adalah gas yang menyelimuti bumi yang terdiri dari beberapa lapisan [2]. Lapisan terdalam disebut troposfer (tebal 17 km di atas permukaan bumi). Udara ambien ini terdiri dari gas nitrogen (78%), oksigen (20%), argon (0,93%) dan gas karbon dioksida (0,03%) dalam keadaan normal [8].

Udara bersih adalah udara yang cukup untuk memenuhi kebutuhan oksigen (O_2). Hal ini diperlukan untuk proses fisiologis normal. Faktanya, sekitar 99% dari udara yang manusia hirup adalah gas nitrogen, oksigen, dan juga menghirup gas lain dalam jumlah yang sangat kecil. Gas yang kita hirup dalam jumlah sedikit ini merupakan gas pencemar. Gas di daerah perkotaan yang padat penduduk polutan berasal dari knalpot kendaraan, knalpot pabrik, dan pembangkit listrik. kegiatan yang berkaitan erat dengan listrik, asap rokok, dan sebagainya. kehidupan manusia.

BAB III

METODOLOGI

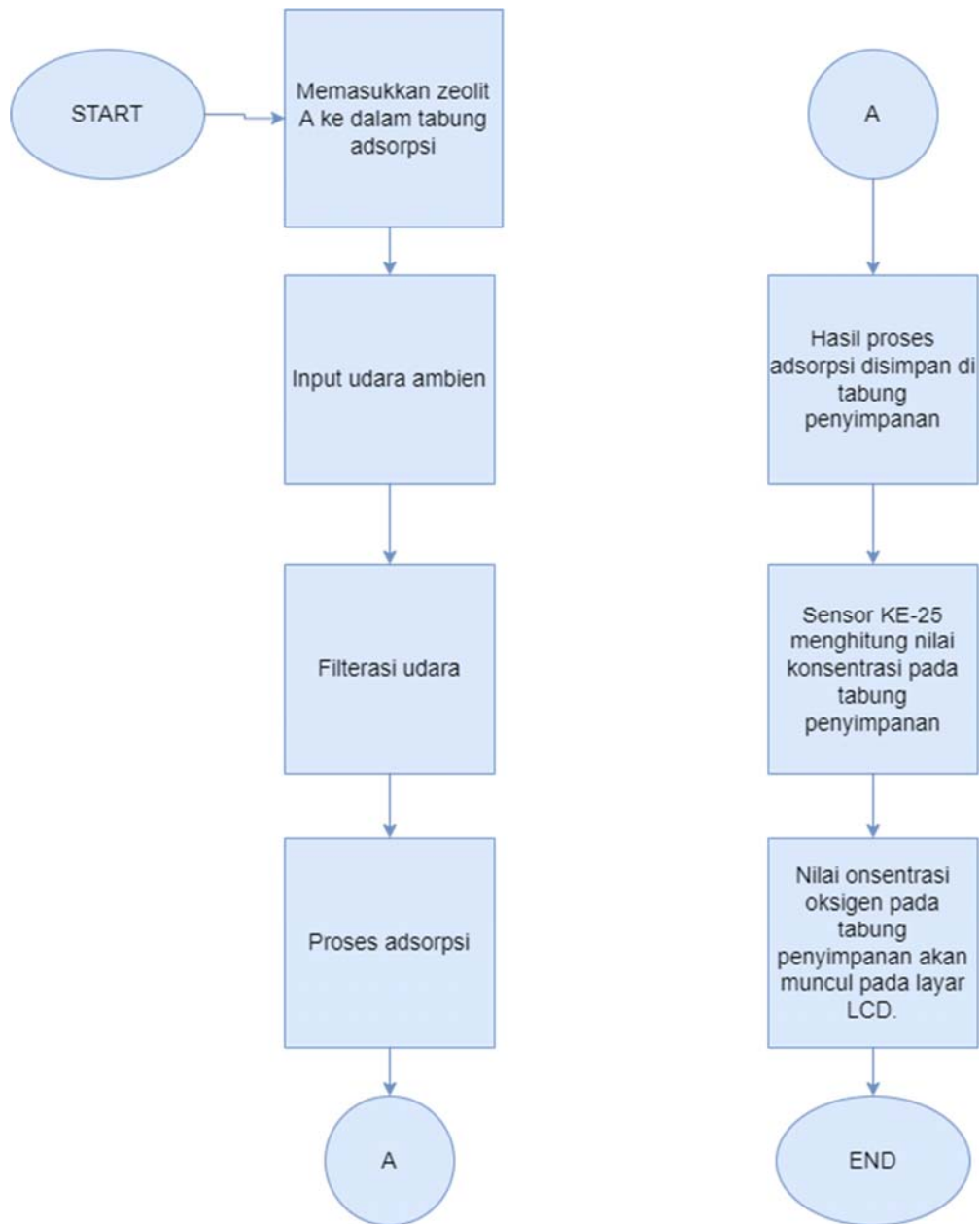
3.1. Diagram Alir



Gambar 3.1 Diagram Alir

Gambar 3.1 di atas merupakan diagram alir penelitian, penelitian ini dibagi menjadi dua tahap, yakni perancangan alat konsentrator oksigen dan pengujian alat konsentrator oksigen.

3.2. Metode Penelitian



Gambar 3.2 Tahapan Penelitian

Gambar diagram pengambilan data di atas menunjukkan tahapan-tahapan dalam diagram balok. Penelitian ini menggunakan jenis zeolit dengan ukuran berbeda untuk melihat pengaruh terhadap konsentrasi oksigen yang dihasilkan. Metode *Pressure Swing Adsorption* digunakan untuk memisahkan serta me-

murnikan suatu komponen dari campuran gas tertentu dibawah tekanan pada konsentrator oksigen.

3.3. Alat dan Bahan

3.3.1. Tabung

Tabung yang digunakan pada penelitian ini adalah membran *housing RO*. Tabung ini berbahan *polypropylene* yang dapat menahan secara maksimal tekanan sebesar 2.5MPa dengan temperatur maksimal 50°C. Tabung ini berfungsi sebagai tempat adsorpsi nitrogen dan dapat menampung sebanyak 800gram zeolit.



Gambar 3.3 Membran Housing RO

3.3.2. Zeolit

Penelitian ini menggunakan zeolit atau *molecular sieve* sebagai adsorben yang akan mengabsorpsi gas nitrogen pada udara ambien. Zeolit memiliki struktur kasar dan berpori. Jenis zeolit yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Li-X dan 13-X HP.

Tabel 3.1 Spesifikasi Zeolit Li-X