

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Alat *oxygen analyzer* sebelumnya telah dibuat oleh Akram Rodianta, Kholikul, 2012, alat tersebut menampilkan hasil perhitungan menggunakan 7 segmen, minimum sistem menggunakan *Intergrated Circuit* (IC) Atmega 8, sensor oksigen menggunakan Figaro GS Oxygen Sensor Model KE-50. Hasil *output* pada kadar oksigen 20%, 30%, dan 40% pembacaan nilai yang ditampilkan lebih stabil dari pada saat kadar oksigen 50%, 60%, 70%, 80%, dan 90% yang kurang stabil hasil pembacaan sensornya [7]. Kekurangan dari alat yaitu hasil pengukuran pada alat masih kurang stabil pada kadar oksigen 50% - 90%, pada display penampil masih menggunakan 7 segmen dan masih belum terdapat penyimpanan data pada alat tersebut.

Alat *oxygen analyser* juga telah dibuat oleh Nova Marta Anggarianto dkk, 2014, alat tersebut menggunakan LCD karakter 2x16 sebagai display hasil pengukurannya, minimum sistem menggunakan IC Atmega 16, sensor oksigen menggunakan Figaro GS Oxygen Sensor Model KE-50, serta dilengkapi dengan penyimpanan data internal berbasis mikrokontroler. Pada kadar oksigen 21%, 22%, 23%, 24%, 25%, dan 26% dimana masing-masing dilakukan pengukuran sebanyak 6 kali, modul lebih stabil pembacaan kadar O₂ dengan nilai simpangan 0,016% dengan batas nilai toleransi kurang dari 4 % [8].

Kekurangan dari alat yaitu hasil pengukuran stabil hanya pada kadar oksigen 21%, 22%, 23%, 24%, 25%, dan 26% serta masih menggunakan penyimpanan internal dengan maksimal penyimpanan data sebanyak 10 data.

Pada alat *Oxygen analyzer* sensor oksigen memiliki peran utama dalam proses penghitungan kadar oksigen disekitarnya. Di dalam sensor oksigen terdapat dua elektroda yang terbuat dari bahan yang berbeda yaitu anoda terbuat dari timbal (Pb), dan katoda terbuat dari emas (Au), dilengkapi juga cairan elektrolit berupa asam lemah (*alkaline*). Pada saat molekul oksigen memasuki sensor, sel elektrokimia akan bereaksi dan menghasilkan tegangan listrik, besar reaksi dan tegangan listrik yang dihasilkan dipengaruhi oleh banyaknya kadar oksigen yang diberikan, semakin besar kadar oksigen yang diberikan pada sensor, maka tegangan yang dihasilkan akan semakin besar.

Output tegangan pada sensor akan diproses oleh mikrokontroler, akan tetapi tegangan yang dihasilkan oleh sensor masih terlalu kecil untuk dapat dibaca oleh mikrokontroler, sehingga *output* tegangan pada sensor harus dikuatkan terlebih dahulu oleh rangkaian penguat. Rangkaian penguat yang digunakan yaitu berupa rangkaian penguat tak-membalik (*Non-inverting*) dimana *output* yang dihasilkan satu fasa terhadap *input* yang diberikan pada rangkaian penguat tersebut. Besar penguatan bergantung kepada nilai dari resistansi *input* dan resistansi pembalik (*feedback*). Setelah *output* sensor dikuatkan dan sudah dapat dibaca oleh mikrokontroler, *output* sensor akan diproses oleh mikrokontroler, di dalam mikrokontroler *output* sensor akan dikonversikan

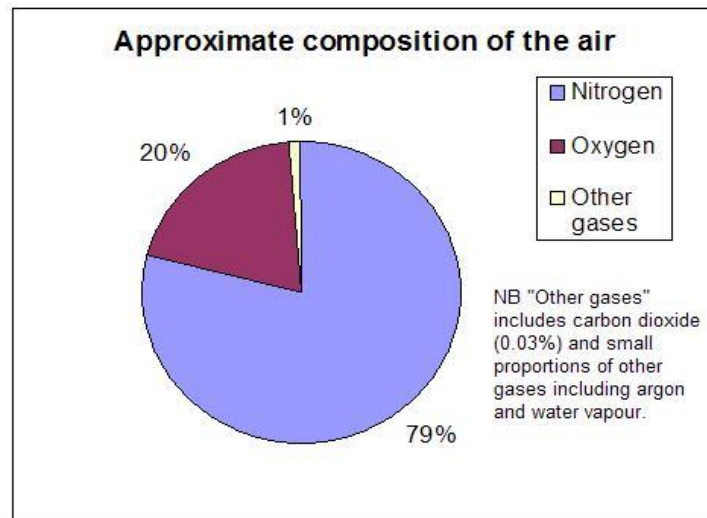
berdasarkan satuan yang dibutuhkan dan kemudian hasil dari konversi nilainya akan ditampilkan pada display layar.

Berdasarkan penelitian di atas, penulis memiliki ide untuk membuat prototype alat *Oxygen analyzer* dengan melakukan pengembangan pada sistem penyimpanan data dan memperkecil ukuran alat. Dalam perencanaan pembuatan alat tersebut, penyimpanan data akan menggunakan memory eksternal dan menggunakan LCD karakter 2x16 sebagai display hasil pengukuran. Penyimpanan data eksternal menggunakan modul *SD Card* disertai dengan perangkat penyimpanannya yaitu *SD Card*. Memori akan memperbesar kapasitas penyimpanan data pada alat sehingga dapat menyimpan data berdasarkan besar kapasitas dari memori eksternalnya jika dibandingkan dengan penyimpanan menggunakan memori internal. Penyimpanan data eksternal ini juga bertujuan agar mempermudah user dalam memproses data hasil pengukuran pada perangkat lain.

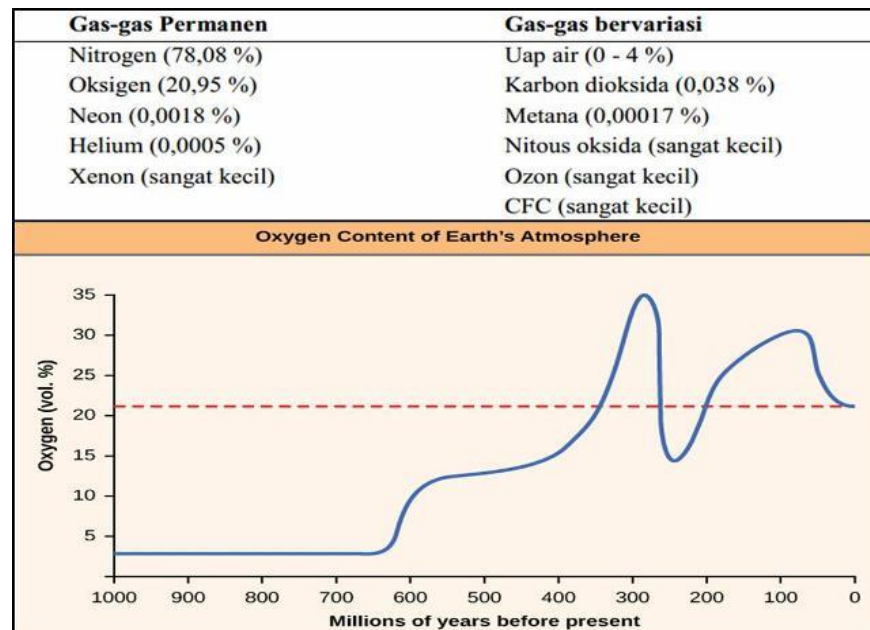
2.2 Dasar Teori

2.2.1 Oksigen Bumi

Atmosfer bumi terdiri atas Nitrogen (78.17%) dan Oksigen (20.97%), dengan sedikit Argon (0.9%) dan gas lainnya (sekitar 0.0357%) [9]. Pada Gambar 2.1 adalah diagram lingkaran komposisi atmosfer bumi dan gas penyusun atmosfer bumi serta grafik perubahan kandungan oksigen bumi.



Gambar 2. 1. Diagram Lingkaran Komposisi Atmosfer Bumi [9]



Gambar 2. 2. Gas Penyusun Atmosfer Bumi dan Grafik Perubahan

Oksigen [10]

Menurut Manahan, 2000, komposisi atmosfer kering yang tidak disertai dengan kandungan air saat ini adalah Nitrogen (78,1%), Oksigen (21%), Argon (0,9 %), dan Karbondioksida (0,03 %).

Selain itu terdapat berbagai jenis gas-gas pada level yang sangat kecil (kurang dari 0,002%) seperti Neon (Ne), Helium (He), Metana (CH₄), Krypton (Kr), Hidrogen (H₂), Nitous oksida (NO_x), Xenon (Xe), Sulfur oksida (SO_x), Ozon (O₃) Ammonia (NH₃), Karbon monoksida (CO), dan sebagainya [10].

Dalam table periodik unsur, Oksigen memiliki lambang O, unsur ini memiliki nomor atom 8. Oksigen merupakan golongan unsur kalkogen dan dapat dengan mudah bereaksi pada hampir semua jenis unsur lainnya. Dalam suhu dan tekanan normal, unsur oksigen dan unsur-unsur lain berikatan menjadi unsur dioksigen, unsur dioksigen merupakan senyawa gas *diatomic* dengan rumus unsur O₂ yang tidak memiliki warna, bau, dan rasa. Unsur ini merupakan unsur paling banyak kandunganya di Kerak Bumi, unsur ini mengisi 20,9% atmosfer bumi. Pada molekul struktural yang menyusun Jaringan hidup juga mengandung unsur oksigen, seperti lemak, karbohidrat, dan protein. Oksigen dalam bentuk O₂ dihasilkan oleh sianobakteri, ganggang, dan tumbuhan pada proses fotosintesis yang kemudian digunakan oleh seluruh makhluk hidup lainnya dalam proses respirasi [11].

2.2.2 *Oxygen analyzer*

Oxygen analyzer adalah suatu alat yang digunakan untuk menghitung kandungan unsur oksigen dalam suatu *output* gas [4]. Alat ini dapat mengukur konsentrasi oksigen di dalam aliran gas yang bersumber dari Tabung Gas Medis atau berasal dari alat-alat kesehatan seperti Ventilator, Mesin Anastesi, Terapi Oksigen, Outlate Gas Medis dan *Continuos Positive Airway Pressure* (CPAP). Berikut adalah contoh alat *Oxygen analyser*.



Gambar 2. 3. Oxygen analyzer [4]

2.2.3 **Sensor Oksigen KE – 50**

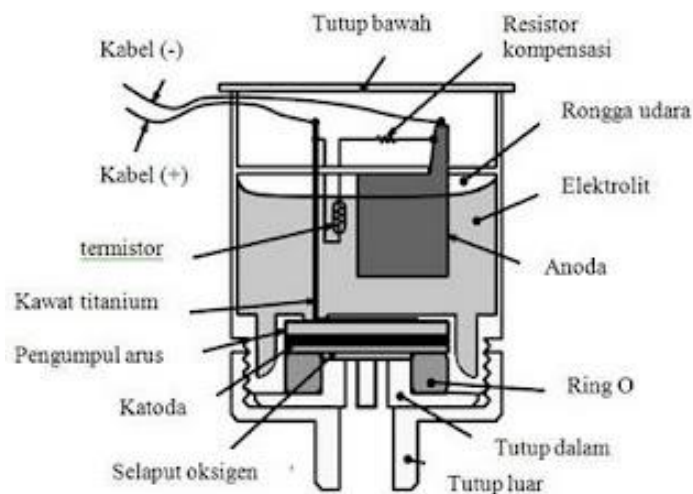
Sensor oksigen tipe KE-50 ditunjukkan pada Gambar 2.4 di bawah ini:



Gambar 2. 4. Sensor Oksigen KE-25 dan KE-50 [12]

Sensor jenis ini mempunyai struktur yang sama dengan baterai yang terdiri dari elektroda dan elektrolit. Elektroda dibagi menjadi anoda berupa Timbal (Pb) dan katoda yang terbuat dari emas (Au) serta elektrolit berupa asam lemah atau *alkaline*. Elektroda emas merupakan sebuah padatan yang berupa selaput yang tidak berongga (*non-porous membrane*) [13].

Oksigen yang masuk ke dalam sensor, direduksi pada elektroda emas dengan reaksi elektrokimia. Anoda dan katoda dihubungkan dengan sebuah termistor dan resistor. Resistansi dua resistor ini mengubah arus yang terjadi akibat reaksi elektrokimia menjadi tegangan. Besar arus yang mengalir pada dua resistor dipengaruhi oleh banyak oksigen yang tertangkap oleh membran elektroda. Tegangan resistansi ini digunakan sebagai keluaran sensor oksigen [13]. Berikut adalah gambar struktur Sensor Oksigen KE-25/KE-50 dan table spesifikasinya:



Gambar 2. 5. Struktur Sensor Oksigen KE-25/KE-50 [14]

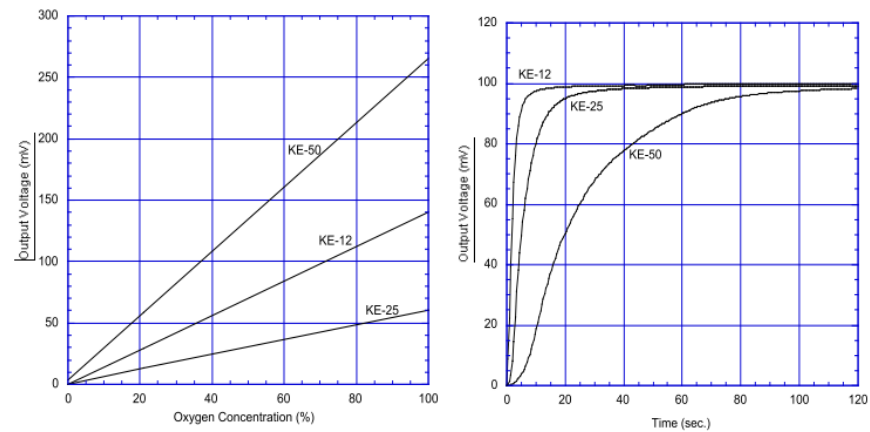
Berikut merupakan spesifikasi Sensor Oksigen tipe KE-50 ditunjukkan pada Tabel 2.1 di bawah ini:

Tabel 2. 1. Spesifikasi Sensor Oksigen KE-50 [12].

Item		Model KE-50
Range Pengukuran		0 - 100% O ₂
Akurasi		± 2%
Kondisi Pengoperasian	Tekanan Atmosfer	811 hPa - 1216 hPa
	Suhu	5 - 40° C
	Kelembaban	10 - 90% RH
Respon Waktu		± 60 s
<i>Output</i> Tegangan Awal (Berdasarkan Uji Standar)		47 - 65 mV (0,047 – 0,065 V)
Life time pada 20° C (Pada udara normal)		± 10 Tahun

Sensor oksigen KE-50 merupakan sensor oksigen tipe galvanic, memiliki life time yang panjang yaitu berkisar 10 tahun, pada suhu 20° C udara normal dan durabilitas kimiawi yang sangat baik serta tidak terkontaminasi oleh karbon dioksida (CO₂). Sensor oksigen KE-50 ini memiliki akurasi ± 2% dengan rentang pengukuran kadar oksigen 0 - 100%, sensor ini juga memiliki kestabilan *output* yang baik [12].

Berikut adalah grafik *output* dari sensor oksigen KE-50:



Gambar 2. 6. Grafik Perbandingan Tegangan Terhadap Konsentrasi Oksigen Waktu [12]

Berdasarkan grafik diatas, semakin besar konsentrasi oksigen maka semakin besar *output* tegangan yang dihasilkan oleh sensor. Dapat dilihat pada saat konsentrasi oksigen sebesar 20% , sensor oksigen tipe KE-50 menghasilkan tegangan sebesar 52 mV, dan pada saat konsentrasi oksigen sebesar 60% *output* tegangan yang dihasilkan sensor akan naik sebesar 154 mV.

Pada grafik respon waktu didapatkan semakin besar konsentrasi oksigen maka respon waktu yang dibutuhkan juga semakin lama. Dapat dilihat pada saat konsentrasi oksigen sebesar 20% waktu respon yang dibutuhkan yaitu sekitar 50 detik, sedangkan pada saat konsentrasi oksigen sebesar 40% waktu respon yang dibutuhkan sebesar 90 detik. Dapat disimpulkan bahwa semakin besar konsentrasi oksigen maka waktu respon untuk mencapai nilai yang diinginkan akan semakin lama.

2.2.4 Arduino Uno R3

Arduino Uno merupakan sebuah papan mikrokontroler berbasis ATmega328. Arduino Uno memiliki 14 digital pin *input/output* 6 diantaranya dapat digunakan sebagai *output Pulse Width Modulator* (PWM), 6 *input* analog, sebuah *oscillator crystal* 16 MHz, sebuah konektor *Universal Serial Bus* (USB), *power jack*, *Header ISP* dan tombol reset [15]. Berikut ini merupakan spesifikasi Arduino Uno R3, ditunjukkan pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2. Spesifikasi Arduino Uno R3 [15].

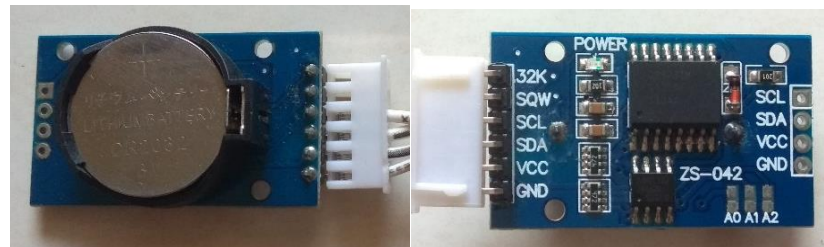
Mikrokontroler	ATmega328
Tegangan operasi	5 VDC
<i>I/O</i> pin digital	14 (6 diantaranya dapat digunakan sebagai <i>output</i> PWM)
<i>Flash memory</i>	32 KB (0,5 KB digunakan Sebagai <i>Bootloader</i>)
SRAM	2KB
EEPROM	1 KB
<i>Clock speed</i>	16 Mhz

Berikut adalah bentuk dan struktur dari Arduino Uno serta table spesifikasinya:



Gambar 2. 7. Arduino Uno R3 [15]

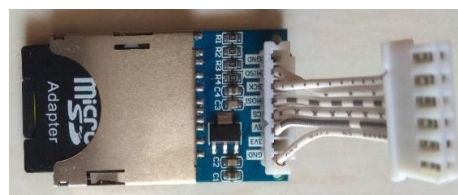
2.2.5 *Real Time Clock Module (RTC)*



Gambar 2. 8. Modul *Real Time Clock* (RTC)

Modul *Real Time Clock* (RTC) berfungsi sebagai modul yang memberikan informasi hari, tanggal, waktu terkini. DS3231 merupakan salah satu jenis rtc yang dapat digunakan dengan controller arduino. Modul ini dilengkapi dengan baterai CR2032 3V yang digunakan untuk memberi *supply* tegangan pada saat modul tidak mendapatkan *supply* tegangan sehingga dapat mempertahankan data tanggal, waktu serta tahun. Pengaturan data tanggal, waktu, dan tahun hanya dilakukan sekali pada saat memprogram modul rtc ini [16].

2.2.6 *Secure Disk Card Module (SD Card)*



Tabel 2. 3. *SD Card Module*

Secure Digital Memory Card (SD Card) merupakan sebuah modul yang menggunakan antarmuka sebuah kartu SD atau MMC. Modul ini menggunakan satu blok digital mode SPI untuk melakukan komunikasi

dengan sebuah SD card. Modul ini juga menggunakan sebuah *port* pada kaki pin IC yang digunakan sebagai kaki *chip select*, pendeteksi adanya kartu, dan notifikasi keamanan [17].

Modul ini memiliki tegangan kerja pada level tegangan 3,3 VDC atau 5 VDC, dapat digunakan salah satunya. Modul ini banyak digunakan pada piranti yang membutuhkan penyimpanan yang cukup besar dan bersifat *non-volatile* yaitu data akan tetap tersimpan walaupun tidak mendapatkan *supply* tegangan [18].

2.2.7 Rangkaian Pengkondisi Sinyal Analog

Rangkaian pengkondisi sinyal adalah rangkaian yang dapat mengubah suatu sinyal menjadi sinyal yang sesuai atau diinginkan menggunakan komponen elektronik yang diperlukan di dalam sistem control. Pengkondisi dibagi menjadi 2, salah satunya yaitu pengkondisi sinyal analog [19].

Pengkondisi sinyal analog berfungsi untuk digunakan pada sinyal *output* sensor untuk dapat diolah dengan baik dan dapat terbaca oleh mikrokontroler [19]. Pada alat yang dirancang menggunakan pengkondisi sinyal yaitu rangkaian Non-inverting. Rangkaian non-inverting adalah rangkaian yang memiliki *output* tegangan sefasa terhadap inputnya. Rangkaian ini dapat digunakan untuk memperkuat sinyal input dalam bentuk AC maupun DC dengan *output* yang sefasa terhadap input yang diberikan. Besarnya penguatan bergantung terhadap nilai Resistor *feedback*

(Rf) dan Resistor *ground* (Rg) yang digunakan [19]. Berikut merupakan rumus rangkaian penguat non-inverting.

$$V_{out} = \left(1 + \frac{R_f}{R_{in}}\right) \times V_{in} \dots\dots\dots(3.1)$$

Dimana : Rf adalah nilai resistor *feedback*, Rin/rg adalah nilai resistor input atau resistor menuju ground, dan Vin adalah tegangan input.