

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Penelitian Terdahulu**

Penelitian tentang saturasi oksigen pernah dilakukan oleh Andrey Arantra Putra dari Jurusan Teknik Elektronika Politeknik Elektronika Negeri Surabaya dengan judul “Rancang Bangun *Pulse Oximetry* Digital Berbasis Mikrokontroller” dan Rifky Yanuardi dari Program Studi Teknik Komputer Politeknik Telkom Bandung dengan judul “Rancang Bangun *Pulse Oximetry* Digital Berbasis Mikrokontroller ATMega16”. Penelitian dari Andrey Arantra Putra dan Rifky Yanuardi yaitu alat tersebut hanya mengukur nilai saturasi oksigen, namun belum dilengkapi dengan *alarm* diagnosa abnormal[1].

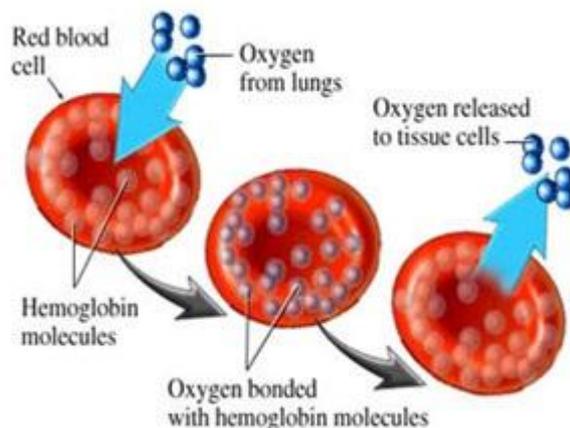
Berdasarkan penelitian terdahulu bahwa alat belum dilengkapi *alarm* untuk diagnosa abnormal, maka penulis ingin membuat alat *monitoring SpO<sub>2</sub>* disertai diagnosa normal dan abnormal dengan *alarm*.

#### **2.2 Dasar Teori**

##### **2.2.1 Hemoglobin**

*Hemoglobin* merupakan salah satu jenis protein yang terdapat di dalam darah yang memiliki zat besi tinggi. *Hemoglobin* yaitu molekul darah yang terdiri dari zat *heme* (zat besi) dan rantai *polipeptida globin* (*alfa*, *beta* dan *delta*) yang berada di dalam sel darah merah sebagai pengangkut oksigen. *Hemoglobin* mampu menggabungkan antara oksigen satu dengan oksigen lainnya, kemudian membentuk *oxihemoglobin* di dalam darah. Hal inilah yang kemudian darah dapat membawa oksigen dan mendistribusikannya ke seluruh tubuh yang bermula dari paru-paru. Jadi fungsi sel darah merah adalah sebagai media pengangkut oksigen dan yang lebih berperan lebih lanjut adalah zat *hemoglobin*. Fungsi *hemoglobin* dalam sel darah merah sangat penting dan sangat vital bagi tubuh manusia. Hal ini dikarenakan, jika tubuh kekurangan *hemoglobin* maka tubuh menjadi lebih lemas, disebabkan tidak mendapatkan oksigen. Sedangkan jika terdapat

kelebihan *hemoglobin* akan membuat penyumbatan pada pembuluh darah sehingga dapat menyebabkan penyakit *stroke*[3].



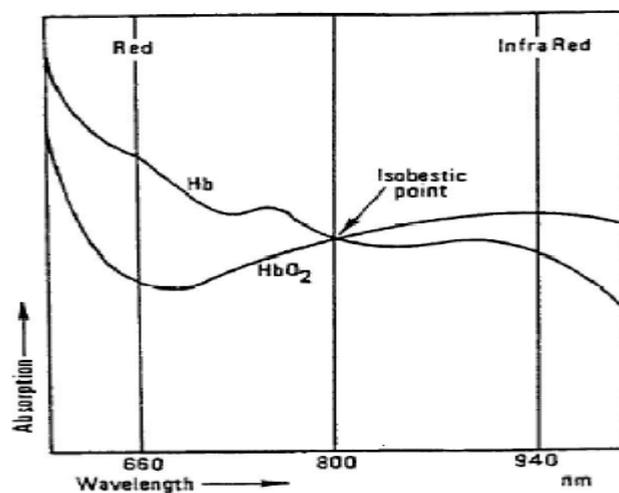
Gambar 2.1 Oksigen yang terikat molekul *hemoglobin*[3]

### 2.2.2 Saturasi Oksigen

*Pulse oximetry* ( $SpO_2$ ) adalah suatu metode *non invasive* untuk mengukur jumlah saturasi oksigen dari *hemoglobin*. Sekarang ini, alat *pulse oximetry* banyak digunakan di tempat pelayanan kesehatan yang mencakup perawatan intensif, ruang penyembuhan rehabilitasi dan monitoring pasien yang *dianesthesia*. Alat *pulse oximetry* menggunakan dua panjang gelombang cahaya yang berbeda, yaitu panjang gelombang antara 590-620 nm (*LED* merah ) dan panjang gelombang antara 2,5-50  $\mu m$  (*infra* merah). Kedua panjang gelombang tersebut untuk menembus sekeliling bagian *peripheral* dari tubuh pasien menggunakan ujung jari atau daun telinga dan mengukur tiap panjang gelombang cahaya yang relatif berkurang (rasio). Jaringan biologi yang sedang diukur terdiri dari banyak unsur mencakup *kapiler*, *arteri*, *vena*, kulit dan jaringan yang lainnya. Kecuali untuk pembuluh darah *arteri*, berkurangnya cahaya oleh unsur jaringan lainnya adalah relatif tetap. Transmisi cahaya melalui *arteri* adalah denyutan yang diakibatkan pemompaan darah oleh jantung.

Saturasi oksigen adalah presentasi *hemoglobin* yang berikatan dengan oksigen dalam *arteri*, saturasi oksigen normal yaitu antara 85%-100%. Saturasi oksigen ( $SpO_2$ ) untuk mengukur persentase oksigen yang diikat

oleh *hemoglobin* di dalam aliran darah. Pada tekanan parsial oksigen yang rendah, sebagian besar *hemoglobin terdeoksigenasi*, maksudnya adalah proses pendistribusian darah beroksigen dari *arteri* ke jaringan tubuh. Pada sekitar 90% (nilai bervariasi sesuai dengan konteks klinis) saturasi oksigen meningkat menurut kurva disosiasi *hemoglobin-oksigen* dan pendekatan 100% pada tekanan parsial oksigen > 10 kPa. Sebuah *pulse oximetry* bergantung pada karakteristik penyerapan cahaya *hemoglobin* jenuh untuk memberikan indikasi kejenuhan oksigen[4].



Gambar 2.2 Penyerapan spektra *Hb* dan *HbO<sub>2</sub>*

Titik pertemuan adalah panjang gelombang penyerapan dua hemoglobin yang sama[5].

### 2.2.3 Metode Saturasi Oksigen

Fungsi dari saturasi oksigen ( $SpO_2$ ) digambarkan sebagai perbandingan  $HbO_2$  dengan total jumlah  $Hb$  arteri yang tersedia untuk melepas oksigen. Ketika diukur menggunakan sinyal *oximetry*, perbandingan yaitu:

$$SpO_2 = \frac{[HbO_2]}{[HbO_2] + [Hb]} \quad (2.1)$$

Dimana tanda kurung menandakan konsentrasi dan “p” mewakili “*pulse oximetry*”. Warna merah pada darah dihasilkan dari relatifitas penyerapan yang kuat pada panjang gelombang cahaya yang pendek oleh molekul *Hb* dan *HbO<sub>2</sub>*. Warna yang lebih gelap pada darah *vena* dibandingkan dengan banyaknya oksigen dalam darah *arteri* berkaitan dengan fakta bahwa *Hb* menyerap lebih merah dan lebih sedikit cahaya biru dibandingkan *HbO<sub>2</sub>*. Perbedaan warna molekul *Hb* dan *HbO<sub>2</sub>* adalah kunci dari *pulse oximetry*[6].

Dalam pembacaan kadar oksigen dalam darah didapatkan dengan menghitung rasio seperti rumus 2.2. Rasio penyerapan menjadi acuan untuk menentukan kadar oksigen. Rasio (*R*) adalah jumlah penyerapan cahaya *infra* merah dan *LED* merah dengan menghitung perbandingan antara rasio pada *LED* merah (*r1*) dan rasio *infra* merah (*r2*)[7].

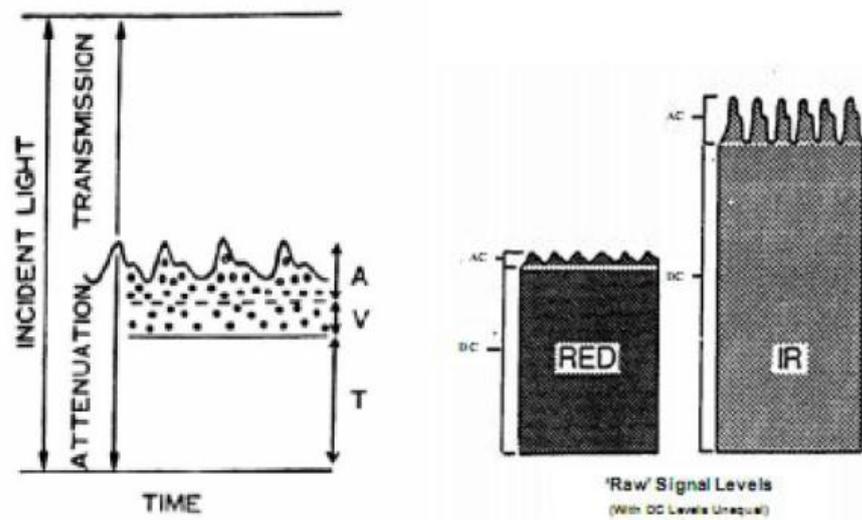
$$R = \frac{r1}{r2} \quad (2.2)$$

Nilai *SpO<sub>2</sub>* dapat dihitung dengan memasukkan nilai *R* pada persamaan linier 2.3[8].

$$SpO_2 = 110 - 25 \times R \quad (2.3)$$

#### 2.2.4 Oxymeter Sensor

*Oxymeter* sensor adalah sebuah sensor yang terdiri dari *LED* merah dan *infra* merah. *Hemoglobin* yang mengandung oksigen akan menyerap pada panjang gelombang cahaya sekitar 910 *nm* dan *hemoglobin* yang tidak mengikat oksigen akan menyerap pada panjang gelombang cahaya sekitar 650 *nm* sehingga *infra* merah dan *LED* merah digunakan sebagai komponen utama sensor, karena *LED* merah dan *infra* merah memiliki panjang gelombang cahaya sesuai kriteria [9].



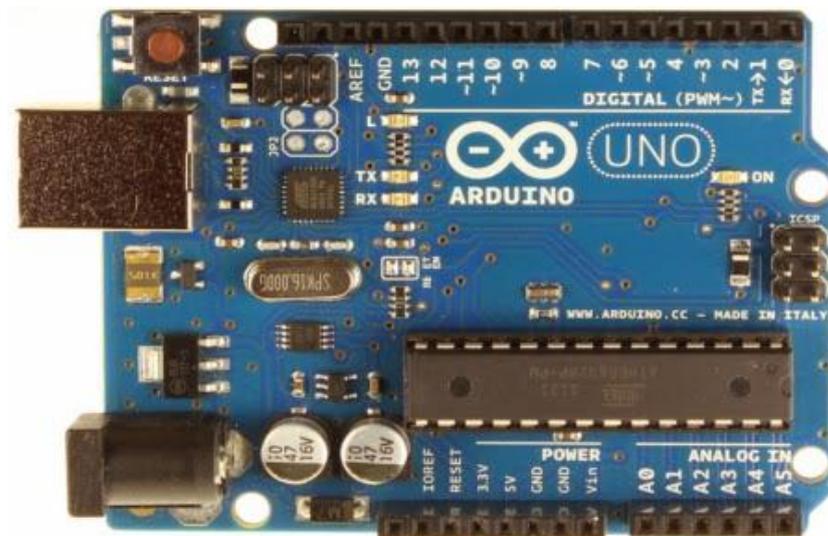
Gambar.2.3 Transmisi Cahaya melalui jari Tangan [9].

## 2.3 Komponen Alat

### 2.3.1 Arduino ATmega 328

Arduino adalah sebuah *board* mikrokontroler yang berbasis ATmega 328. Arduino memiliki 14 pin *input/output* yang mana 6 pin dapat digunakan sebagai *output PWM*, 6 analog *input*, *crystal* osilator 16 MHz, koneksi *USB*, *jack power*, kepala *ICSP*, dan tombol reset. Gambar pin-pin pada arduino dapat dilihat pada gambar 2.4.

Untuk 6 pin analog dapat juga difungsikan sebagai *output* digital jika diperlukan *output* digital tambahan selain 14 pin yang sudah tersedia. Untuk mengubah pin analog menjadi digital cukup mengubah konfigurasi pin pada program. Dalam *board* pin digital diberi keterangan 0-13, jadi untuk menggunakan pin analog menjadi *output* digital, pin analog pada keterangan *board* 0-5 dapat diubah menjadi pin 14-19, sehingga pin analog 0-5 dapat juga berfungsi sebagai pin *output* digital 14-19.



Gambar 2.4 Pin-pin pada Arduino

Pada minimum sistem Arduino ada beberapa pin, berikut konfigurasi pin dalam Arduino Uno:

a. Pin *Power*

Arduino dapat diberikan *power* melalui koneksi *USB* atau *power supply*. *Power supply* dapat menggunakan adaptor *DC* atau baterai. *Board* Arduino dapat dioperasikan menggunakan *supply* antara 6-20 volt. Namun tegangan pada *board* melalui *jack power* yang direkomendasikan antara 7 sampai 12 volt.

b. Pin *Vin*

Tegangan *input* ke *board* Arduino ketika menggunakan tegangan dari luar (5 volt dari koneksi *USB* atau tegangan yang diregulasikan).

c. Pin 5V

Regulasikan *power supply* digunakan untuk *power* mikrokontroler dan komponen lainnya pada *board*. 5 volt dapat melalui *Vin* menggunakan regulator pada *board* atau *supply* oleh *USB* atau regulasi 5 volt lainnya.

d. Pin 3V3

*Supply* 3.3 volt didapat oleh *FTDI chip* yang ada di *board*. Arus maksimumnya adalah 50 mA.

e. *Pin Ground*

Pin yang berfungsi sebagai jalur *ground* pada Arduino dan juga untuk rangkaian luar Arduino.

f. *Pin Reset*

Pin yang berfungsi sebagai tombol reset dengan menghubungkan ke *ground*.

g. *IOLRef*

Pin yang menyediakan referensi tegangan mikrokontroler. Pin yang sering digunakan pada *board shield* untuk memperoleh tegangan yang sesuai 5 volt atau 3.3 volt.

Ada beberapa kelengkapan lain pada Arduino, yaitu :

1. *Memori*

ATMega328 memiliki 32 KB *flash* memori untuk menyimpan kode, juga 2 KB yang digunakan untuk *bootloader*. ATMega328 memiliki 2 KB untuk *SRAM* dan 1 KB untuk *EEPROM*. *Pin mapping* ATMega 328 dapat dilihat pada gambar 2.5.

2. *Input & Output*

Setiap 14 pin digital pada Arduino dapat digunakan sebagai *input* atau *output*, menggunakan fungsi *pinMode()*, *digitalWrite()*, dan *digitalRead()*. *Input/output* dioperasikan pada 5 volt. Setiap pin dapat menghasilkan atau menerima maksimum 40 mA dan memiliki *internal pull-up resistor* (*disconnected* oleh *default*) 20-50K Ohm.

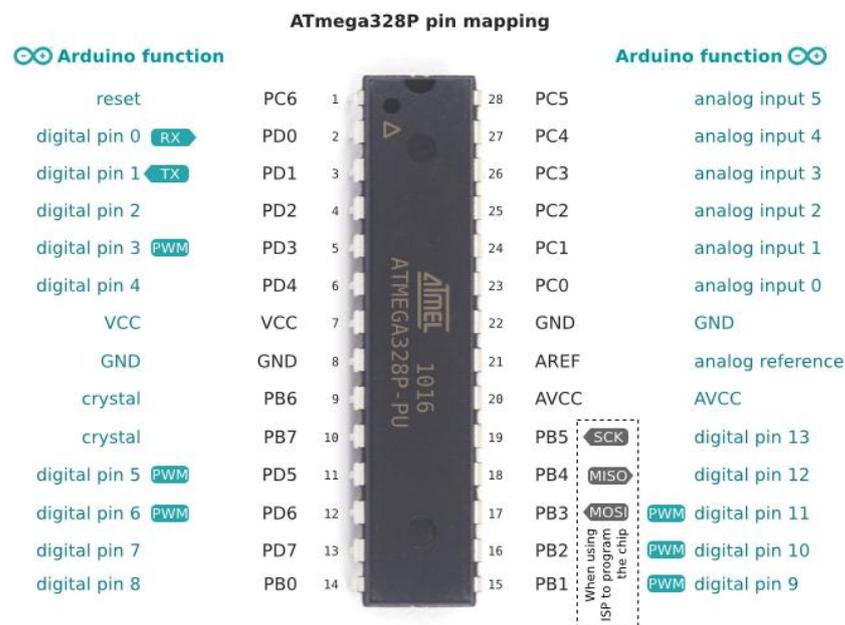
Beberapa pin Arduino memiliki fungsi sebagai berikut :

- a. *Serial* : 0 (*RX*) dan 1 (*TX*). Digunakan untuk menerima (*RX*) dan mengirim (*TX*) TTL data *serial*. Pin ini terhubung pada pin yang koresponding dari *USB* ke *TTL chip serial*.
- b. *Interupt* eksternal : 2 dan 3. Pin ini dapat dikonfigurasi untuk *trigger* sebuah *interap* pada *low value*, *rising* atau *falling edge* atau perubahan nilai.

- c. *PWM* : 3, 5, 6, 9, 10, dan 11. Mendukung 8-bit *output PWM* dengan fungsi *analogWrite()*.
- d. *SPI* : 10 (*SS*), 11 (*MOSI*), 12 (*MISO*), 13 (*SCK*). Pin ini mendukung komunikasi *SPI*, yang mana masih mendukung *hardware*, yang tidak termasuk pada bahasa Arduino.

### 3. Komunikasi

Arduino Uno memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, Arduino lain, atau mikrokontroler lain. ATmega 328 menyediakan *UART TTL (5V)* komunikasi *serial* yang tersedia pada pin 0 (*RX*) dan 1 (*TX*). *Firmware* arduino menggunakan *USB driver* standar *COM* dan tidak ada *driver* eksternal yang dibutuhkan. Perangkat lunak Arduino termasuk monitor *serial* yang memungkinkan data sederhana yang akan dikirim ke *board* Arduino. *RX* dan *TX LED* di *board* akan berkedip ketika data sedang dikirim melalui *chip USB to serial* dan koneksi ke komputer[10].

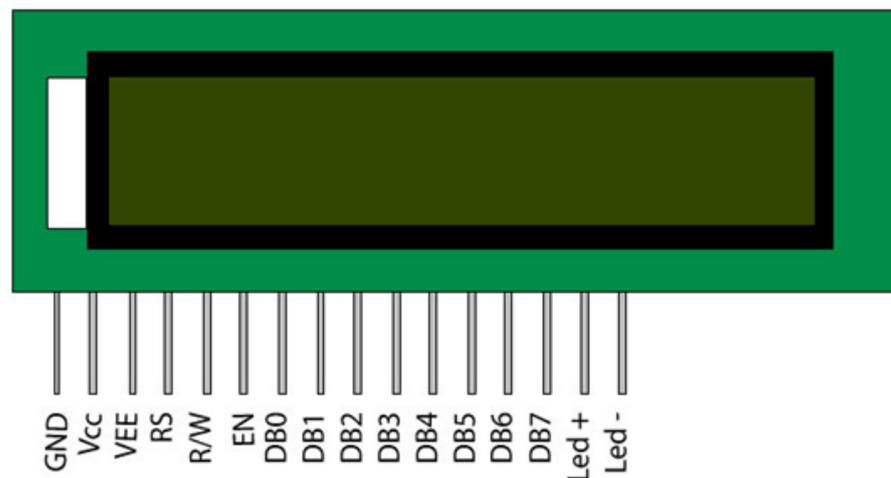


Gambar 2.5 Pin mapping ATmega 328

### 2.3.2 LCD 2 x 16

*Liquid Crystal Display (LCD)* adalah sebuah *display* yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. *LCD* dibagi menjadi dua bagian yaitu bagian depan panel *LCD* yang terdiri dari banyak *dot* atau titik *LCD* dan mikrokontroler yang menempel di bagian belakang panel *LCD* yang fungsinya untuk mengatur titik-titik *LCD* sehingga dapat menampilkan huruf, angka, dan simbol khusus yang dapat terbaca.

Penulis menggunakan *LCD* yaitu M1632, yang mana digunakan untuk menampilkan hasil proses dari Arduino ATmega 328 yang diinginkan. *LCD* ini hanya memerlukan daya yang kecil dan tegangan yang dibutuhkan juga rendah +5V [11].



Gambar 2.6 Pin-pin *LCD*

Tabel 2.1. Tabel Fungsi Pin *LCD* [11].

NO	Simbol	Level	Keterangan
1	Vss	-	Dihubungkan ke ground
2	Vcc	-	Dihubungkan dengan tegangan suplai dengan toleransi $\pm 10\%$
3	Vee	-	Untuk meningkatkan tingkat kontras
4	RS	H/L	Bernilai logika '0' untuk intruksi dan bernilai '1' untuk <i>input</i> data

5	R/W	H/L	Bernilai logika '0' untuk proses 'write' dan bernilai '1' untuk 'read'
6	E	H	Merupakan sinyal <i>enable</i> . Sinyal ini akan aktif pada <i>falling edge</i> dari logika '1' ke logika '0'
7	DB0	H/L	Pin data D0
8	DB1	H/L	Pin data D1
9	DB2	H/L	Pin data D2
10	DB3	H/L	Pin data D3
11	DB4	H/L	Pin data D4
12	DB5	H/L	Pin data D5
13	DB6	H/L	Pin data D6
14	DB7	H/L	Pin data D7
15	D+BL	-	<i>Back light</i> pada <i>LCD</i> dihubungkan dengan tegangan 4 - 4,2 V dengan arus 50 – 200 mA
16	D-BL	-	<i>Back light</i> pada <i>LCD</i> dihubungkan dengan ground

### 2.3.3 Oxymeter Sensor 512F

*Oxymeter* sensor yang terdiri dari *LED* merah, *infra* merah, *photodiode* dan penguat sinyal. *Oxymeter* sensor berfungsi sebagai sensor untuk mengukur saturasi oksigen, dimana *LED* merah dan *infra* merah sebagai pancaran cahaya, *photodiode* sebagai detektor hasil penyerapan cahaya oleh darah yang dirubah menjadi arus menggunakan metode *non invasive* atau menggunakan perubahan cahaya.

Sensor ini memiliki penguatan internal sehingga *output* pada sensor sudah terjadi penguatan. Bentuk *oxymeter* sensor dapat dilihat pada gambar 2.6[12].



Gambar 2.7 *Oxymeter* Sensor