

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Penelitian Terdahulu**

Penelitian sebelumnya telah dikembangkan oleh Oktriana Handayani, mahasiswa dari Program Studi Teknik Elektromedik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dengan judul “Alat Ukur Tekanan Darah Berbasis ATMEGA8 dilengkapi dengan Indikator Tekanan Darah”[4]. Dari hasil pengukuran datanya, alat ini mengambil data dari 10 orang dengan 30 kali pengukuran dan dibandingkan dengan alat pembanding, dan hasil *error* yang didapat masih memenuhi standar walaupun cenderung tinggi yaitu sebesar 5,5%, tetapi masih masuk dalam toleransi yang diperbolehkan oleh Peraturan Kementerian Kesehatan. Kekurangan pada alat ini yaitu masih tingginya nilai *error* yang dihasilkan dan data yang didapat kurang presisi.

Khairuska Gusfazli, mahasiswa dari Program Studi Teknik Elektromedik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Mengembangkan “Alat Ukur Heart and Respiration Rate Berbasis ATMEGA16”[5]. Gusti M. Syabilal Fikar, mahasiswa dari Program Studi Tekno Biomedik, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga. Mengembangkan “Rancang Bangun Alat Pengukur Tekanan Darah Digital Berbasis Arduino”.[6] Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa alat ukur yang telah dirancang dapat bekerja dengan baik pada orang dewasa saja. Kekurangan alat ini adalah hanya mengukur 2 parameter saja, hanya mengukur detak jantung dan laju pernafasan dan belum menambahkan parameter lainnya. Dari beberapa penelitian yang telah dilakukan

sebelumnya masih terdapat beberapa kekurangan yang perlu disempurnakan lagi, sehingga penulis membuat alat ini tidak seorang diri, penelitian ini dilakukan oleh dua orang yang mana akan menghasilkan 4 parameter, yaitu *Heart Rate*, *Respiration Rate*, *Temperature*, and *NIBP (Non-Invasive Blood Pressure)*, dengan sistem setiap parameter dapat bekerja secara independen maupun bersamaan dan menampilkan data dalam bentuk nilai atau angka pada LCD karakter.

Dari beberapa penelitian tersebut, alat ukur tekanan darah masih menggunakan sensor tekanan MPX5100GP, akan tetapi pada penelitian ini penulis menggunakan sensor tekanan MPX5050GP dan diletakkan pada lengan pasien. Keuntungan menggunakan sensor tekanan MPX5050GP yaitu lebih sensitif dan nilai *error* dari sensor yang kecil dibawah 0,5% sehingga menghasilkan data yang lebih presisi. Alat ukur laju pernafasan yang digunakan dari beberapa penelitian di atas masih menggunakan modul *miccodenser*, akan tetapi pada penelitian ini penulis menggunakan sensor FC-04 diletakkan pada masker oksigen, kelebihan dari sensor ini yaitu kepekaan dari sensor bisa diatur melalui potensinya. Kemudian dari beberapa penelitian di atas belum menggunakan teknologi mikrokontroler arduino dan memiliki jumlah parameter yang terbilang sedikit, maka pada penelitian ini penulis menggunakan teknologi arduino dan menambahkan beberapa parameter.

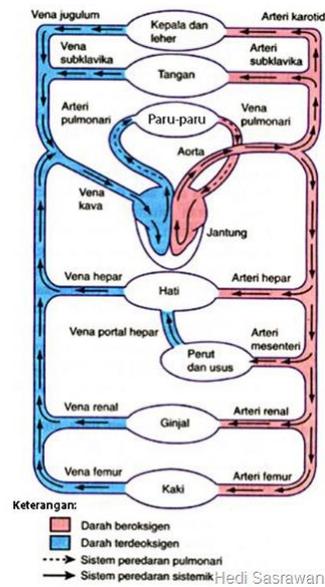
## **2.2 Landasan Teori**

### **2.2.1 Tekanan Darah**

Tekanan darah adalah tekanan yang dirasakan oleh dinding arteri ketika darah dipompa oleh jantung ke seluruh tubuh. Pada pengukuran tekanan darah ada

dua nilai penting yang digunakan yaitu *systole* dan *diastole*. *Systole* adalah nilai tekanan darah ketika otot jantung mendorong darah dari jantung pada dinding arteri, sedangkan *diastole* adalah nilai tekanan darah saat mengendurnya otot ventrikel pada jantung ketika beristirahat[7]. Pada manusia, darah dipompa melalui dua sistem sirkulasi terpisah dalam jantung yaitu sirkulasi *pulmonal* dan sirkulasi sistemik. Sirkulasi darah manusia dapat dilihat pada Gambar 2.1.

Ventrikel kanan jantung memompa darah yang kurang O<sub>2</sub> ke paru-paru melalui sirkulasi *pulmonal* di mana CO<sub>2</sub> dilepaskan dan O<sub>2</sub> masuk ke darah. Darah yang mengandung O<sub>2</sub> kembali ke sisi kiri jantung dan dipompa keluar dari ventrikel kiri menuju *aorta* melalui sirkulasi sistemik di mana O<sub>2</sub> akan dipasok ke seluruh tubuh. Darah mengandung O<sub>2</sub> akan melewati arteri menuju jaringan tubuh, sementara darah kurang O<sub>2</sub> akan melewati vena dari jaringan tubuh menuju ke jantung[8]. Terdapat dua macam kelainan tekanan darah, antara lain yang dikenal sebagai hipertensi atau tekanan darah tinggi dan *hipotensi* atau tekanan darah rendah. Hipertensi atau tekanan darah tinggi adalah kondisi kronis di mana tekanan darah pada dinding arteri (pembuluh darah bersih) meningkat. Kondisi ini dikenal sebagai “pembunuh diam-diam” karena jarang memiliki gejala yang jelas. Satu-satunya cara mengetahui apakah anda memiliki hipertensi adalah dengan mengukur tekanan darah dan tekanan darah atau hipotensi adalah ketika tekanan darah kurang dari 90 mmHg pada sistolik (bilangan atas) atau 60 mmHg pada diastolik (bilangan bawah)[1]. Hipertensi telah menjadi penyakit yang menjadi perhatian di banyak negara di dunia, karena hipertensi seringkali menjadi penyakit tidak menular nomor satu di banyak negara[9].



Gambar 2.1 Siklus peredaran darah[10]

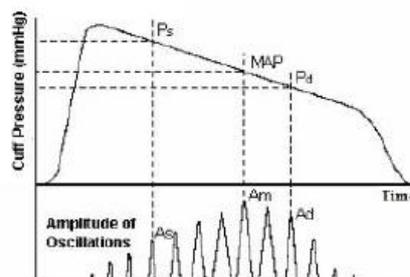
Pengukuran tekanan darah dapat dilakukan dengan 2 metode, yaitu secara langsung dan tidak langsung. Metode secara langsung dengan cara menggunakan jarum atau kanula yang di masukkan ke dalam pembuluh darah dan di hubungkan dengan manometer. Sedangkan metode secara tidak langsung menggunakan alat *shpygmanometer* (tensi meter) pada metode ini terdapat 2 cara, pertama melakukan pengukuran pada tekanan sistolik (*palpasi*), kedua melakukan pengukuran pada tekanan sistolik dan diastolik dengan menggunakan *stethoscope* (*auskultasi*)[11].

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi tekanan darah:

- a. Usia
- b. Jenis kelamin
- c. Kelebihan berat badan
- d. Alkohol
- e. Stress & Mengonsumsi obat-obatan tertentu

### 2.2.2 Pengukuran Tekanan Darah Menggunakan Metode *Oscillometric*

Metode *oscillometric* merupakan metode pengukuran tekanan darah yang menggunakan sensor tekanan sebagai pendeteksinya, dan bisa digunakan pada alat pengukur tekanan darah otomatis. Metode ini mengukur tekanan darah dengan memonitoring perubahan tekanan didalam manset, saat terjadi dorongan dari aliran darah. Saat tekanan didalam manset mulai berkembang secara linier, aliran darah mulai masuk ke arteri. Bertambahnya aliran darah yang masuk ke arteri menyebabkan terdeteksinya amplitudo tekanan nadi oleh manset seperti yang di perlihatkan pada Gambar 2.2. Dengan tekanan yang terus berkurang, amplitudo nadi akan bertambah sehingga mencapai nilai maksimum ( $A_m$ ) sebelum mengalami penurunan. Amplitudo dengan puncak tertinggi dianggap sebagai *Mean Arterial Pressure* (MAP). Kenaikkan dan penurunan dari amplitudo membentuk bukit yang nantinya digunakan sebagai penentu subyek tekanan sistolik ( $P_s$ ) dan diastolik ( $P_d$ ).

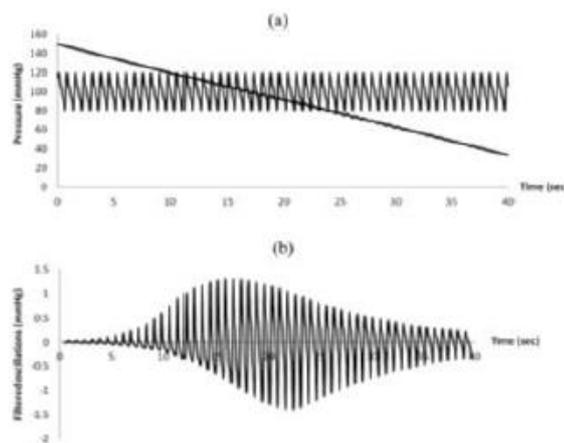


Gambar 2. 2 Tekanan manset berbanding amplitudo tekanan nadi hasil osilasi.[6]

Nilai sistolik memiliki amplitudo ( $A_s$ ) dengan ketinggian 50% dari nilai amplitudo MAP dan terletak pada fase kenaikan (sebelah kiri MAP). Nilai diastolik memiliki amplitudo ( $A_d$ ) dengan ketinggian 70% dari nilai amplitudo

MAP dan terletak pada fase penurunan (sebelah kanan MAP). Waktu dari kemunculan amplitudo dari sistol dan diastol akan dibandingkan dengan nilai tekanan didalam manset. Sehingga akan didapatkan nilai tekanan dari sistol dan diastolnya[6].

Pada Gambar 2.3 (a). Memperlihatkan saat tekanan didalam manset mendekati nilai tekanan darah 120/80, maka nilai amplitudo pada sinyal hasil osilasi pun akan meningkat seperti pada Gambar 2.3 (b). Amplitudo tersebut akan terus bertambah seiring dengan terus berkurangnya tekanan didalam manset. Saat tekanan dalam manset berada dibawah tekanan arteri, maka amplitudonya pun akan berkurang. Dari gambar nilai amplitudo tertinggi adalah amplitudo MAP (nilai maksimum-nilai minimum).



Gambar 2. 3 (a) Tekanan darah berbanding tekanan manset dan waktu.  
(b) Sinyal tekanan hasil pengukuran setelah *pemfilteran* berbanding waktu dan amplitudo.[6]

Beberapa standar dalam pengukuran menggunakan *oscillometric* disajikan pada

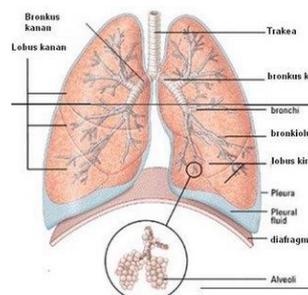
Tabel 2.1

Tabel 2. 1 *Standard Parameters for The Oscillometric Blood Pressure*[6]

Parameter	Definition	Value	Units
$P_o$	Cuff pressure at onset deflation	150	mmHg
r	Cuff pressure decay rate	3	mmHg/sec
PP	Arterial pulse pressure	40	mmHg
f	Cardiac frequency (heart rate)	80	Beats/min
$V_{a0}$	Artery segment volume at zero pressure	0.3	ml
a	Exponential constant	0.03	1/mmHg
b	Exponential constant	0.11	1/mmHg
$c_n$	Artery segment compliance at 100 mmHg pressure	0.0016	ml/mmHg

### 2.2.3 Paru-paru

Paru-paru (*pulmo*) adalah merupakan organ yang bertanggung jawab untuk proses respirasi yang terdiri dari *pulmo dekstra* (paru kanan) dan *pulmo sinistra* (paru kiri). Paru-paru sangat penting bagi tubuh manusia, sebab salah satu fungsi paru-paru adalah memasukkan oksigen dan mengeluarkan karbondioksida ketika tubuh menghirup udara[12]. Struktur paru-paru manusia dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2. 4 Struktur paru-paru[13]

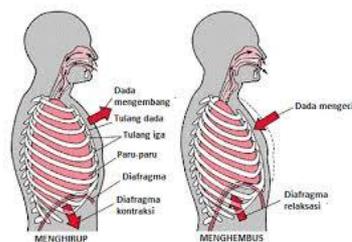
a. Paru kanan

Memiliki 3 lobus (belahan paru) yaitu *lobus superior* (atas), *lobus medius* (tengah), dan *lobus inferior* (bawah). Pada *lobus inferior* dipisahkan oleh 2 *fissura* yaitu *fissure horizontal* dan *fissure oblique*[14].

b. Paru kiri

Memiliki 2 lobus yaitu *lobus superior* dan *lobus inferior* yang dipisahkan oleh 1 *fissura* yaitu *fissure oblique*. Seperti pada Gambar 2.5 ukuran paru kanan lebih besar dan berat dibandingkan dengan paru kiri, sedangkan paru kanan lebih pendek dan lebar dikarenakan kubah diafragma sisi kanan yang lebih tinggi dibandingkan sisi kiri.

Paru-paru dibungkus oleh selaput tipis yaitu *pleura*. *Pleura* terbagi menjadi *pleura viseralis* dan *pleura parietal* dimana diantara kedua *pleura* ini terdapat rongga yang disebut kavum *pleura*. *Pleura viseralis* yaitu selaput yang langsung membungkus paru sedangkan *pleura parietal* yaitu selaput yang menempel pada rongga dada. Pada keadaan normal kavum *pleura* ini vakum/hampa udara sehingga paru-paru dapat berkembang Kempis. Antara selaput luar dan selaput dalam terdapat rongga berisi cairan *pleura* yang berfungsi sebagai pelumas paru-paru sehingga menghindarkan gesekan antara paru-paru dan dinding dada dimana sewaktu bernafas bergerak[14].



Gambar 2. 5 Pernafasan[15]

Fungsi utama paru-paru yaitu untuk pertukaran gas antara darah dan atmosfer. Pertukaran gas tersebut bertujuan untuk menyediakan oksigen bagi jaringan dan mengeluarkan karbon dioksida. Udara masuk ke paru-paru melalui sistem berupa pipa yang menyempit (*bronchi dan bronkiolus*) yang bercabang di kedua belah paru-paru utama (*trachea*). Pipa tersebut berakhir di gelembung-gelembung paru-paru (*alveoli*) yang merupakan kantong udara terakhir dimana oksigen dan karbondioksida dipindahkan dari tempat dimana darah mengalir[14]. Untuk melaksanakan fungsi tersebut, pernafasan dapat dibagi menjadi empat mekanisme dasar, yaitu:

- a. Ventilasi, yaitu proses masuk dan keluarnya udara/oksigen antara alveoli dan atmosfer.
- b. Difusi, yaitu proses perpindahan oksigen dari alveoli ke dalam pembuluh darah dan berlaku sebaliknya untuk karbondioksida.
- c. Transpor, yaitu proses perpindahan gas dari paru ke jaringan dan dari jaringan ke paru dengan bantuan aliran darah.

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi fungsi paru adalah :

- a. Usia

Kekuatan otot maksimal pada usia 20-40 tahun dan dapat berkurang sebanyak 20% setelah usia 40 tahun. Selama proses penuaan terjadi penurunan elastisitas alveoli, penebalan kelenjar bronkial, penurunan kapasitas paru.

b. Jenis kelamin

Fungsi ventilasi pada laki-laki lebih tinggi 20-25% dari pada wanita, karena ukuran anatomi paru laki-laki lebih besar dibandingkan wanita. Selain itu, aktivitas laki-laki lebih tinggi sehingga *recoil* dan *compliance* paru sudah terlatih.

c. Tinggi badan dan berat badan

Seorang yang memiliki tubuh tinggi dan besar, fungsi ventilasi parunya lebih tinggi daripada orang yang bertubuh kecil pendek.

#### 2.2.4 Pernafasan Manusia

Pernafasan adalah proses pengambilan oksigen dan pengeluaran sisa oksidasi (reaksi dengan oksigen) di dalam tubuh berupa karbon dioksida dan uap air melalui alat pernapasan[16]. Pernafasan meliputi dua proses, yaitu:

- a. **Inspirasi**, yaitu pemasukan udara luar ke dalam tubuh melalui alat pernapasan
- b. **Ekspirasi**, yaitu pengeluaran udara pernapasan ke luar tubuh melalui alat pernapasan.

Berdasarkan tempatnya, respirasi terbagi atas:

- a. **Respirasi eksternal**, yaitu pertukaran gas ( $O_2$  dan  $CO_2$ ) dari udara luar masuk ke aliran darah melalui *alveolus* (alat pernapasan)
- b. **Respirasi internal**, yaitu pertukaran gas  $O_2$  dan  $CO_2$  yang terjadi di dalam sel-sel tubuh.

Laju pernapasan normal dapat didefinisikan sebagai laju pernapasan seseorang saat beristirahat. Angka ini bervariasi dengan banyak faktor yaitu usia, jenis kelamin, atau kondisi medis seperti asma, kejang, bronkitis, kelahiran prematur, penyakit asam refluks. Laju pernapasan harus diukur ketika seseorang beristirahat dan / nya tingkat stres nya minimum[17]. Cara terbaik adalah dengan menghitung nafas ketika orang itu tidak menyadarinya sedang diukur. Angka ini memiliki kecenderungan menurun dengan usia. Bayi yang baru lahir memiliki laju pernapasan tinggi dan menurun saat mereka tumbuh.

Berikut rentang usia bijak:

Bayi baru lahir : rata-rata 44 nafas per menit, dapat bervariasi dimana saja antara 30-60 nafas per menit.

Bayi usia 6 bulan : 20-40 nafas per menit

Anak prasekolah : 20-30 nafas per menit.

Anak-anak : 16-25 nafas per menit.

Dewasa : 12-20 nafas per menit.

Alasan utama untuk ini terjadi dengan usia adalah kenaikan kapasitas paru-paru sebagai orang tumbuh. Meskipun sebuah napas dewasa lebih jarang bahwa seorang anak, volume udara dihirup oleh orang dewasa adalah berkali-kali lebih dari itu terhirup oleh anak[17].

### **2.2.5 Sensor Tekanan (MPX5050GP)**

MPX5050GP adalah suatu rangkaian yang *piezoelectric transducer* yang dibuat dari *monolithic silicon*. Sensor ini terbuat dari bahan tak beracun dan ramah lingkungan hal ini sangat penting dalam memproduksi alat medis[18].

Sensor ini dirancang agar dapat digunakan untuk aplikasi yang memanfaatkan mikrokontroler atau mikroprosesor dengan masukan Analog/Digital. Sensor ini dikenal akurat karena memiliki dua kutub, dan memberi sinyal keluaran tingkat tinggi yang sebanding terhadap tekanan yang diberikan. Sensor tekanan terintegrasi 50 kPa ini menghasilkan suatu tekanan mencakup antar 0 mmHg hingga 300 mmHg yang dilengkapi dengan penguat operasional internal untuk tujuan pengendalian sinyal.



Gambar 2. 6 Sensor MPX5050GP[19]

Pada Gambar 2.6 adalah sensor MPX5050GP dan sensor ini menggunakan metode diferensial untuk mengukur tekanan udara dan menggunakan teknologi *piezoresistive* untuk mengubah tekanan udara menjadi sinyal listrik. Sensor bekerja pada tegangan 4,75 V sampai dengan maksimal 5,25 V dan dapat mengukur antara 0 – 50 kPa. dengan sensitivitas sebesar 90 mV/kPa, di mana 1 Pa (Pascal) sama dengan 0,0075 mmHg sehingga memungkinkan pengukuran antara 0 – 375 mHg dengan sensitivitas pengukuran sebesar 12 mV/mmHg[18].

#### **2.2.6 Sensor *Miccodenser* FC-04**

Modul sensor suara menggunakan masukan *input miccodenser*, sensor ini dapat mendeteksi suara sebagai deteksi sensor saklar modul ke sistem

*microcontroller* untuk mengirimkan informasi program. Ketika tingkat suara mencapai ambang batas yang ditetapkan, keluaran *Transistor-Transistor Logic* tinggi dan rendah ambang sinyal. Penyesuaian sensitivitas dapat dilakukan dengan potensiometer[20]. Bentuk modul sensor *miccondenser* dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2. 7 Sensor Miccondenser[21]

Memiliki pin keluaran analog dan digital *Transistor-Transistor Logic*. Spesifikasi sensor :

- a. Tegangan 5V.
- b. LED menyala menunjukkan keluaran.
- c. Keluaran analog, dapat dihubungkan ke pin analog dari mikrokontroler ADC (*Analog to Digital Converter*).
- d. Dilengkapi dengan dioda.
- e. Bila suara mencapai batas yang ditetapkan oleh keluaran potensiometer rendah, *on-board* lampu LED (*Light Emitting Diode*).
- f. Tingkat *output* arus hingga 0,1 A[20].

### 2.2.7 Motor DC

Motor Listrik DC atau *DC Motor* adalah suatu perangkat yang mengubah energi listrik menjadi energi kinetik atau gerakan (*motion*). Motor DC ini juga dapat disebut sebagai motor arus searah. Seperti pada Gambar 2.8, DC Motor memiliki dua terminal dan memerlukan tegangan arus searah atau DC (*Direct Current*) untuk dapat menggerakannya. Motor Listrik DC atau DC Motor ini menghasilkan sejumlah putaran per menit atau biasanya dikenal dengan istilah RPM (*Revolutions per-minute*) dan dapat dibuat berputar searah jarum jam maupun berlawanan arah jarum jam apabila polaritas listrik yang diberikan pada Motor DC tersebut dibalik[22].

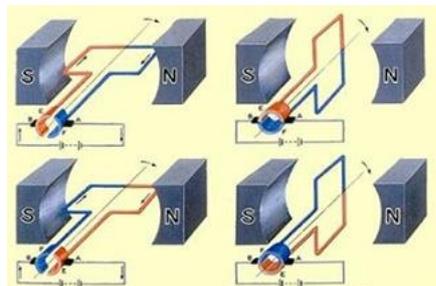


Gambar 2. 8 Motor DC[22]

Terdapat dua bagian utama pada sebuah Motor Listrik DC, yaitu Stator dan Rotor. Stator adalah bagian motor yang tidak berputar, bagian yang statis ini terdiri dari rangka dan kumparan medan. Sedangkan Rotor adalah bagian yang berputar, bagian Rotor ini terdiri dari kumparan jangkar. Dua bagian utama ini dapat dibagi lagi menjadi beberapa komponen penting yaitu diantaranya adalah *Yoke* (kerangka magnet), *Poles* (kutub motor), *Field winding* (kumparan

medan magnet), *Commutator* (Komutator), *Armature Winding* (Kumparan Jangkar) dan *Brushes* (kuas/sikat arang)[22].

Pada prinsipnya motor listrik DC menggunakan fenomena elektromagnet untuk bergerak, ketika arus listrik diberikan ke kumparan, permukaan kumparan yang bersifat utara akan bergerak menghadap ke magnet yang berkutub selatan dan kumparan yang bersifat selatan akan bergerak menghadap ke utara magnet, karena kutub utara kumparan bertemu dengan kutub selatan magnet ataupun kutub selatan kumparan bertemu dengan kutub utara magnet maka akan terjadi saling tarik menarik yang menyebabkan pergerakan kumparan berhenti.



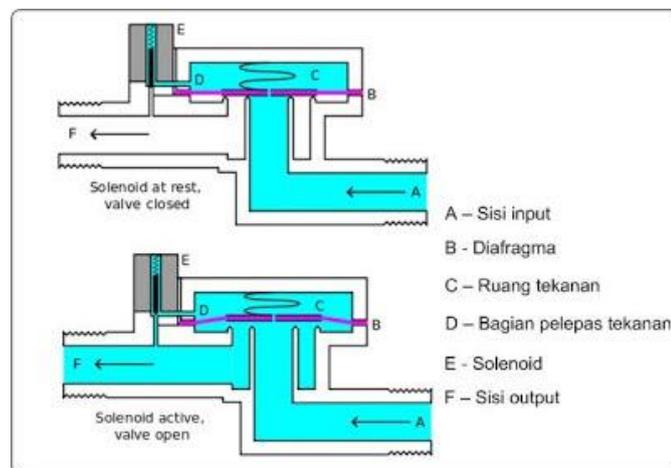
Gambar 2. 9 Prinsip Kerja Motor[22]

Mengacu pada Gambar 2.9 untuk menggerakannya lagi, tepat pada saat kutub kumparan berhadapan dengan kutub magnet, arah arus pada kumparan dibalik. Dengan demikian, kutub utara kumparan akan berubah menjadi kutub selatan dan kutub selatannya akan berubah menjadi kutub utara. Pada saat perubahan kutub tersebut terjadi, kutub selatan kumparan akan berhadapan dengan kutub selatan magnet dan kutub utara kumparan akan berhadapan dengan kutub utara magnet. Karena kutubnya sama, maka akan terjadi tolak menolak sehingga kumparan bergerak memutar hingga utara kumparan berhadapan dengan selatan magnet dan selatan kumparan berhadapan dengan utara magnet. Pada saat ini, arus

yang mengalir ke kumparan dibalik lagi dan kumparan akan berputar lagi karena adanya perubahan kutub. Siklus ini akan berulang-ulang hingga arus listrik pada kumparan diputuskan[22].

### 2.2.8 Katup Solenoid

Prinsip kerja dari katup solenoid (*solenoid valve*) solenoida yaitu katup listrik yang mempunyai koil sebagai penggerakanya dimana ketika koil mendapat *supply* tegangan maka koil tersebut akan berubah menjadi medan magnet sehingga menggerakkan *plunger* pada bagian dalamnya ketika *plunger* berpindah posisi maka pada lubang keluaran dari *solenoid valve pneumatic* akan keluar udara bertekanan yang berasal dari *supply (service unit)*, pada umumnya *solenoid valve pneumatic* ini mempunyai tegangan kerja 100/200 VAC namun ada juga yang mempunyai tegangan kerja DC[23]. Prinsip kerja katup solenoid dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2. 10 Prinsip Kerja Katup Solenoid[24]

Seperti pada Gambar 2.10 saat pin tersebut ditarik naik maka fluida akan mengalir dari ruang C menuju ke bagian D dengan cepat. Sehingga tekanan di ruang

C turun dan tekanan fluida yang masuk mengangkat diafragma. Sehingga katup utama terbuka dan fluida mengalir langsung dari A ke F[24].

### 2.2.9 Arduino Uno

Arduino adalah prototipe elektronika untuk *chip* mikrokontroler yang bersifat *open source*. Sampai saat ini *software* Arduino terus dikembangkan, begitu juga dengan *board* Arduino. Saat ini telah banyak beredar dengan bebas *board* kompatibel dengan Arduino, bahkan beberapa diantaranya telah dilengkapi dengan fasilitas yang lebih baik dan lengkap dibanding dengan *board* Arduino aslinya[25]. Bentuk *board* Arduino dapat dilihat pada Gambar 2.11.



Gambar 2. 11 Arduino[26]

Arduino Uno memiliki 14 digital pin *input/output* (atau biasa ditulis I/O, dimana 6 pin diantaranya dapat digunakan sebagai *output* PWM), 6 pin *input* analog, menggunakan *crystal* 16 MHz, koneksi USB (*Universal Serial Bus*), *jack* DC listrik, *header* ICSP dan tombol reset. Hal tersebut adalah semua yang diperlukan untuk mendukung sebuah rangkaian mikrokontroler. Cukup dengan menghubungkannya ke komputer dengan kabel USB atau diberi *power* dengan adaptor AC (*Alternating Current*)-DC (*Direct Current*) atau baterai, anda sudah dapat bermain-main dengan Arduino UNO anda tanpa khawatir akan melakukan sesuatu yang salah. Kemungkinan paling buruk hanyalah kerusakan pada *chip*

ATMega328, yang bisa anda ganti sendiri dengan mudah dan dengan harga yang relatif murah.

Kata "*Uno*" berasal dari bahasa Italia yang berarti "satu", dan dipilih untuk menandai peluncuran *software* Arduino (IDE) versi 1.0. Arduino. Sejak awal peluncuran hingga sekarang, Uno telah berkembang menjadi versi Revisi 3 atau biasa ditulis REV 3 atau R3. *Software* Arduino IDE, yang bisa diinstall di Windows maupun Mac dan Linux, berfungsi sebagai *software* yang membantu anda memasukkan (*upload*) program ke *chip* ATMega328 dengan mudah. Dengan menggunakan papan Arduino Uno akan mempermudah dalam pembuatan rangkaian elektronika, disetiap jenis arduino memiliki kelebihanannya masing-masing termasuk Arduino Uno, adapun spesifikasi dari Arduino Uno pada Tabel 2.2

Tabel 2. 2 Tabel Spesifikasi ATMega328[25]

Mikrokontroler	Atmega328
Tegangan kerja	5V
Tegangan input	7-12VDC (direkomendasikan)
Tegangan input	6 (minimum) - 20VDC (maksimum)
Pin digital I/O	14 pin (6 pin dapat digunakan sebagai PWM)
Pin <i>input</i> analog	6 pin
Arus DC setiap I/O	20mA
Arus DC untuk pin 3.3 V	50mA
Memori <i>flash</i>	32 KB (0,5KB digunakan untuk <i>bootloader</i> )

Lanjut

Lanjut

Mikrokontroler	Atmega328
SRAM	2KB
EEPROM	1KB
Kecepatan <i>Clock</i>	16MHz

*Board* Arduino Uno dapat ditenagai dengan *power* yang diperoleh dari koneksi kabel USB, atau via *power supply* eksternal. Pilihan *power* yang digunakan akan dilakukan secara otomatis

*External power supply* dapat diperoleh dari adaptor AC-DC atau bahkan baterai, melalui *jack* DC yang tersedia, atau menghubungkan langsung GND dan pin Vin yang ada di *board*. *Board* dapat beroperasi dengan *power* dari *external power supply* yang memiliki tegangan antara 6V hingga 20V. Namun ada beberapa hal yang harus anda perhatikan dalam rentang tegangan ini. Jika diberi tegangan kurang dari 7V, pin 5V tidak akan memberikan nilai murni 5V, yang mungkin akan membuat rangkaian bekerja dengan tidak sempurna. Jika diberi tegangan lebih dari 12V, regulator tegangan bisa *over heat* yang pada akhirnya bisa merusak PCB (*Printer Circuit Board*). Dengan demikian, tegangan yang di rekomendasikan adalah 7V hingga 12V

Pada Gambar 2.12 terdapat beberapa pin power pada Arduino Uno :

- a. **GND**. Ini adalah ground atau negatif.
- b. **Vin**. Ini adalah pin yang digunakan jika anda ingin memberikan *power* langsung ke board Arduino dengan rentang tegangan yang disarankan 7V - 12V.

- c. **Pin 5V**. Ini adalah pin *output* dimana pada pin tersebut mengalir tegangan 5V yang telah melalui regulator.
- d. **3V3**. Ini adalah pin *output* dimana pada pin tersebut disediakan tegangan 3,3V yang telah melalui regulator.
- e. **IOREF**. Ini adalah pin yang menyediakan referensi tegangan mikrokontroler. Biasanya digunakan pada *board shield* untuk memperoleh tegangan yang sesuai, apakah 5V atau 3,3V.

Seperti yang telah disebutkan sebelumnya, Arduino Uno memiliki 14 buah digital pin yang dapat digunakan sebagai input atau output, sengan menggunakan fungsi *pinMode()*, *digitalWrite()*, dan *digital(Read)*. Pin-pin tersebut bekerja pada tegangan 5V, dan setiap pin dapat menyediakan atau menerima arus 20 mA, dan memiliki tahanan *pull-up* sekitar 20-50 *kilo-ohm* (secara *default* dalam posisi *disconnect*). Nilai maksimal adalah 40 mA, yang sebisa mungkin dihindari untuk menghindari kerusakan *chip* mikrokontroler

Beberapa pin memiliki fungsi khusus :

- a. **Serial**, terdiri dari 2 pin : pin 0 (RX) dan pin 1 (TX) yang digunakan untuk menerima (RX) dan mengirim (TX) data *serial*.
- b. **External Interrupts**, yaitu pin 2 dan pin 3. Kedua pin tersebut dapat digunakan untuk mengaktifkan *interrupts*. Gunakan fungsi *attachInterrupt()*.
- c. **PWM**: Pin 3, 5, 6, 9, 10, dan 11 menyediakan *output* PWM 8-bit dengan menggunakan fungsi *analogWrite()*.
- d. **SPI** : Pin 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), dan 13 (SCK) mendukung komunikasi SPI dengan menggunakan *SPI library*.

- e. **LED** : Pin 13. Pada pin 13 terhubung *built-in* led yang dikendalikan oleh digital pin no 13.
- f. **TWI** : Pin A4 (SDA) dan pin A5 (SCL) yang mendukung komunikasi TWI dengan menggunakan *Wire Library*[25].

Arduino Uno memiliki 6 buah input analog, yang diberi tanda dengan A0, A1, A2, A3, A4, A5. Masing-masing pin analog tersebut memiliki resolusi 10 bits (jadi bisa memiliki 1024 nilai). Secara *default*, pin-pin tersebut diukur dari *ground* ke 5V, namun bisa juga menggunakan pin AREF dengan menggunakan fungsi *analogReference()*. Beberapa in lainnya pada board ini adalah :

- g. AREF. Sebagai referensi tegangan untuk *input* analog.
- h. Reset. Hubungkan ke LOW untuk melakukan reset terhadap mikrokontroler. Sama dengan penggunaan tombol reset yang tersedia.

Atmega328			
(PCINT14/RESET) PC6	1	28	PC5 (ADC5/SCL/PCINT13)
(PCINT16/RXD) PD0	2	27	PC4 (ADC4/SDA/PCINT12)
(PCINT17/TXD) PD1	3	26	PC3 (ADC3/PCINT11)
(PCINT18/INT0) PD2	4	25	PC2 (ADC2/PCINT10)
(PCINT19/OC2B/INT1) PD3	5	24	PC1 (ADC1/PCINT9)
(PCINT20/XCK/T0) PD4	6	23	PC0 (ADC0/PCINT8)
VCC	7	22	GND
GND	8	21	AREF
(PCINT6/XTAL1/TOSC1) PB6	9	20	AVCC
(PCINT7/XTAL2/TOSC2) PB7	10	19	PB5 (SCK/PCINT5)
(PCINT21/OC0B/T1) PD5	11	18	PB4 (MISO/PCINT4)
(PCINT22/OC0A/AIN0) PD6	12	17	PB3 (MOSI/OC2A/PCINT3)
(PCINT23/AIN1) PD7	13	16	PB2 (SS/OC1B/PCINT2)
(PCINT0/CLKO/ICP1) PB0	14	15	PB1 (OC1A/PCINT1)

Gambar 2. 12 Pin ATmega328[27]

ATmega328 memiliki memori 32 KB (dengan 0,5 KB digunakan sebagai *bootloader*). Memori 2 KB SRAM dan 1 KB EEPROM (yang dapat baca tulis dengan *library* EEPROM).

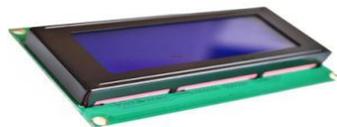
*Board* Arduino UNO mempunyai fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer atau dengan *board* Arduino yang lainnya ataupun dengan mikrokontroler yang lainnya. Pada *board* Arduino UNO terdapat *chip* mikrokontroler ATmega328

yang menyediakan komunikasi *serial* UART pada level TTL atau tegangan kerja 5V, tepatnya pin digital 0 untuk RX dan pin digital 1 untuk TX.

Pada *board* Arduino UNO juga terdapat *chip* ATmega16U2 yang berfungsi untuk mengonversi komunikasi serial menjadi USB atau sebaliknya dan akan menjadi *virtual com* pada komputer. LED TX dan RX pada *board* akan menyala saat data dikirim melalui USB ke serial. *Chip* mikrokontroler ATmega328 juga mendukung komunikasi I2C (TWI) dan SPI[25].

### 2.2.10 LCD Karakter (*Liquid Crystal Display Character*)

LCD merupakan singkatan dari *Liquid Crystal Display* yang dapat digunakan untuk menampilkan berbagai hal berkaitan dengan aktivitas mikrokontroler, salah satunya adalah menampilkan *teks* yang terdiri dari berbagai karakter. LCD banyak digunakan karena fungsinya yang bervariasi, dan juga pemrogramannya yang mudah. Untuk dapat menghubungkan LCD dengan mikrokontroler, PORT pada LCD perlu dihubungkan dengan PORT yang sesuai dengan PORT pada mikrokontroler. PORT pada mikrokontroler ini tidak dapat digunakan untuk fungsi yang lain (e.g. fungsi I/O), tetapi didekasikan khusus untuk fungsi LCD[28]. Bentuk LCD dapat dilihat pada Gambar 2.13.



Gambar 2. 13 LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD yang digunakan oleh penulis berfungsi untuk menampilkan data dari jantung, suhu, respirasi, dan tekanan yang diperoleh dari pasien dengan

menampilkan dalam bentuk nilai atau angka. Pada LCD dengan 14 pin, fungsi-fungsi setiap pin dijelaskan pada Tabel 2.3

Tabel 2. 3 Tabel Fungsi Pin LCD

Pin	Simbol	I/O	Deskripsi
1	Vss	--	<i>Ground</i>
2	Vcc	--	<i>Power supply +5V</i>
3	VEE	--	<i>Power supply</i> untuk mengatur kontras
4	RS	I	RS = 0 untuk memilih <i>register command</i> RS = 1 untuk memilih <i>register data</i>
5	R/W	I	R/W = 0 untuk melakukan <i>write</i> R/W = 1 untuk melakukan <i>read</i>
6	E	I/O	<i>Enable</i>
7	DB0	I/O	Data bus 8-bit
8	DB1	I/O	Data bus 8-bit
9	DB2	I/O	Data bus 8-bit
10	DB3	I/O	Data bus 8-bit
11	DB4	I/O	Data bus 8-bit
12	DB5	I/O	Data bus 8-bit
13	DB6	I/O	Data bus 8-bit
14	DB7	I/O	Data bus 8-bit

Menjalankan LCD :

Langkah 1 : Inisialisasi LCD

Langkah 2 : Arahkan pada alamat yang dikehendaki (lihat tabel alamat)

Langkah 3 : Tuliskan data ke LCD, maka karakter akan tampil pada alamat.

### 2.2.11 Relay DC

Relay seperti pada gambar 2.14 adalah perangkat elektris atau bisa disebut komponen yang berfungsi sebagai saklar elektris, Cara kerja relay adalah apabila kita memberi tegangan pada kaki 1 dan kaki ground pada kaki 2 relay maka secara otomatis posisi kaki CO (*Change Over*) pada relay akan berpindah dari kaki NC (*Normally close*) ke kaki NO (*Normally Open*). Relay juga dapat disebut komponen elektronika berupa saklar elektronik yang digerakkan oleh arus listrik. Secara prinsip, relay merupakan tuas saklar dengan lilitan kawat pada batang besi (*solenoid*) di dekatnya. Ketika solenoid dialiri arus listrik, tuas akan tertarik karena adanya gaya magnet yang terjadi pada *solenoid* sehingga kontak saklar akan menutup[29].



Gambar 2. 14 Relay (5 VDC)[29]

Pada saat arus dihentikan, gaya magnet akan hilang, tuas akan kembali ke posisi semula dan kontak saklar kembali terbuka. Relay biasanya digunakan untuk menggerakkan arus/tegangan yang besar (misalnya peralatan listrik 4 ampere AC 220 V) dengan memakai arus/tegangan yang kecil (misalnya 0,1 ampere 12 Volt DC). Relay yang paling sederhana ialah relay elektromekanis yang memberikan pergerakan mekanis saat mendapatkan energi listrik. Secara sederhana relay elektromekanis ini didefinisikan sebagai berikut :

- a. Alat yang menggunakan gaya elektromagnetik untuk menutup (atau membuka) kontak saklar.
- b. Saklar yang digerakkan (secara mekanis) oleh daya/energi listrik.

Dalam pemakaiannya biasanya relay yang digerakkan dengan arus DC dilengkapi dengan sebuah dioda yang di-paralel dengan lilitannya dan dipasang terbalik yaitu anoda pada tegangan (-) dan katoda pada tegangan (+). Ini bertujuan untuk mengantisipasi sentakan listrik yang terjadi pada saat relay berganti posisi dari on ke off agar tidak merusak komponen di sekitarnya[29].

Konfigurasi dari kontak-kontak relay ada tiga jenis, yaitu:

- a. *Normally Open* (NO), saklar pada relay dalam keadaan terbuka, saat relay diberi tegangan maka saklar akan tertutup.
- b. *Normally Closed* (NC), saklar pada relay dalam keadaan tertutup, saat relay diberi tegangan maka saklar akan terbuka.
- c. *Change Over* (CO), relay mempunyai kontak tengah yang keadaan normalnya tertutup, tetapi ketika relay dicatu kontak tengah, maka akan membuat hubungan dengan kontak-kontak saklar yang lain.