

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Pada penelitian yang dilakukan oleh Syaiful Bahtiar, Iwan Setiawan dan R. Rizal Isnanto mahasiswa Teknik Elektro Universitas Diponegoro 2006 yang bertujuan untuk pembuatan perangkat audiometer dengan metode menggunakan *soundcard* komputer pribadi. *Soundcard* mampu mengerjakan tugas yang berhubungan dengan bunyi-bunyian untuk memainkan musik dari *file audio*, seperti yang bertipe WAV atau MP3, merekam suara dari berbagai piranti eksternal. Pembangkit frekuensi menggunakan ToneGen pada aplikasi Delphi. Frekuensi yang dapat dihasilkan sebesar 20-20 KHz dengan intensitas 0-100 dB. Perancangan alat ini dimulai dengan menghubungkan komputer yang berfungsi sebagai kontrol frekuensi dan desibel ke *soundcard*, keluaran *soundcard* akan diteruskan ke *headphone* yang akan digunakan ke pasien. Pasien akan diberi tombol sebagai peranti yang mengidinkasikan tanggapan bunyi yang terdengar. Pada tampilan komputer terdapat lembar audiogram yang dilengkapi kolom identitas pasien berbasis aplikasi *Delpi6*. Dari analisis metode yang digunakan ada beberapa keunggulan berupa hasil audiogram yang dapat dicetak dan disimpan, data pasien yang lengkap dan harga yang ekonomis. Kekurangan dari alat ini yakni dimensinya yang besar dan proses pembuatan audiogram yang cukup lama [3].

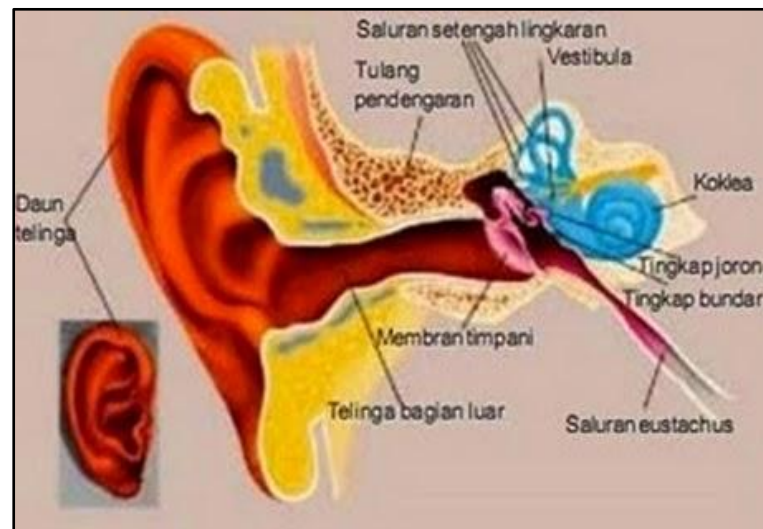
Pada penelitian yang dilakukan oleh Ade Nur Febrianti mahasiswa jurusan Teknik Elektromedik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta tahun 2017 yang dibuat sebagai tugas akhir dengan membuat rancang bangun audiometer berbasis *microcontroller* ATmega16. Metode yang digunakan yakni dengan pembangkit frekuensi. Frekuensi yang dihasilkan sebesar 20-15 KHz dengan intensitas sebesar 10-60 dB. Mikrokontroler ATmega16 digunakan sebagai control dari sistem alat. Bunyi yang dihasilkan akan diteruskan ke headphone yang terpasang di pasien. Nilai frekuensi dan intensitas tampil pada LCD karakter 16 x 2. Hasil dari pengukuran alat ini 5% tingkat kesalahannya. Kekurangan dari alat ini belum adanya penyimpanan data dan alat yang belum *portable* [4].

Pada penelitian yang dilakukan oleh Dwi Adi Prasetyo dan Triwiyatno dosen Teknik Elektromedik Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Surabaya yang bertujuan untuk membuat audiometer berbasis *microcontroller* at 89s51 dengan metode pembangkit frekuensi. Frekuensi yang dihasilkan bervariasi yakni 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1 KHz, 2 KHz, 4 KHz dan 8 KHz dengan intensitas 10-110 dB. Alat ini menggunakan *headphone* sebagai *output* bunyinya yang bisa dipasang ke pasien. Dari hasil penelitian, alat ini memiliki beberapa keunggulan diantaranya terdapat penyimpanan data, frekuensi yang bervariasi dan adanya baterai sehingga bisa digunakan pada saat listrik mati. Kekurangan dari alat ini dimensi yang masih cukup besar dan belum adanya tampilan audiogram pada LCD [5].

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Anatomi Telinga

Telinga adalah sebuah organ yang mampu mendeteksi atau mengenal suara dan juga banyak berperan dalam keseimbangan dan posisi tubuh. Gambar anatomi dari telinga manusia yang ditunjukkan oleh gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Anatomi telinga [6].

Telinga memiliki tiga bagian yaitu:

a. Telinga Luar

Bagian-bagian dari telinga luar yaitu:

1. *Aurikula* (daun telinga) terdiri dari tulang rawan (*kartilago*) yang dibungkus kulit. Fungsi utama *aurikula* adalah untuk menangkap gelombang suara dan mengarahkannya ke dalam *Meatus Auditorius Eksternus* (MAE).
2. *Meatus auditorius eksternus* (saluran telinga) merupakan saluran ke dalam *os temporale* dan membentuk kurva yang condong ke atas dan ke bawah. Fungsinya sebagai *buffer* terhadap perubahan

kelembaban dan suhu yang dapat mengganggu elastisitas membran timpani.

b. Telinga tengah

Telinga tengah adalah rongga yang berisi udara dalam tulang temporal yang terdiri dari:

1. Membran timpani (gendang telinga), membentang sampai bagian akhir saluran telinga, terdiri dari jaringan *fibrosa elastic* berbentuk bundar dan cekung dari luar dan akan bergetar ketika gelombang suara melaluinya. Getaran ini akan diteruskan menuju ketiga tulang pendengaran.
2. Tulang pendengaran terdiri dari: *malleus* dan *incus*. *Stapes* kemudian menghantarkan getaran ketelinga dalam yang terisi oleh cairan pada *fenestra vestibuli*. Fungsi ke tiga tulang ini adalah menurunkan amplitudo getaran yang diterima dari membran *tympani* dan meneruskannya ke jendela oval.
3. *Tuba eustachii* bermula dari ruang *tympani* ke arah bawah sampai *nasofaring*. Struktur mukosanya merupakan kelanjutan dari *mukosa nasofaring*. Tuba dapat tertutup pada kondisi peningkatan tekanan secara mendadak. Tuba ini terbuka saat menelan dan bersin. Berfungsi untuk menjaga keseimbangan tekanan udara di luar tubuh dengan di dalam telinga tengah.

c. Telinga Dalam

Telinga dalam merupakan suatu rongga yang disebut labirin berdinding tulang (*maze*), yang dilapisi oleh membran yang disebut membranosa labirin. Bagian-bagian dari telinga dalam sebagai berikut:

1. Koklea adalah berbentuk seperti rumah keong dengan struktur dua setengah putaran.
2. Utrikulus dan sakulus adalah kantong membranosa disuatu daerah yang disebut *vestibulum* yang terletak di antara koklea dan kanalis semisirkularis.
3. Kanalis semi sirkularis adalah membran lonjong yang berisi cairan yang terdiri dari 3 duktus semisirkular, masing-masing berujung pada *ampula*. Pada ampula terdapat sel rambut, krista dan kupula. Berkaitan dengan sistem keseimbangan tubuh dalam hal rotasi.

Secara ringkas, proses mendengar melibatkan transmisi getaran dan menghasilkan impuls saraf. Ketika gelombang suara memasuki saluran telinga, getaran dihantar oleh urutan struktur berikut: gendang telinga, *meleus*, *inkus*, *stepaes*, *fenestra vestibuli* pada telinga dalam, *perimlf* dan *endolimf* yang terdapat di koklea dan sel rambut organ kortil [7].

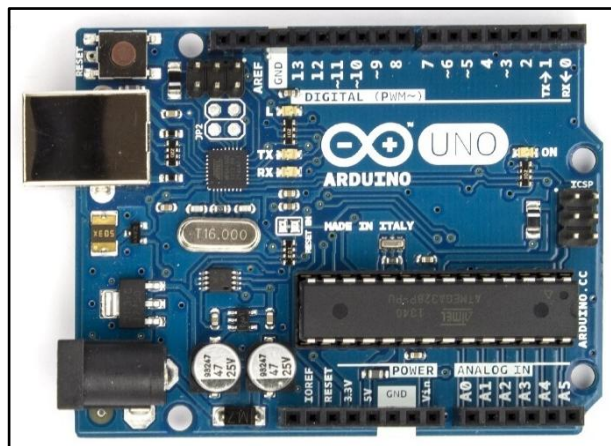
2.2.2 Spektrum Bunyi

Bunyi dibedakan dalam tiga daerah frekuensi, yaitu infrasonik (0 Hz – 19 Hz), sonik (20 Hz – 20.000 Hz), dan ultrasonik (di atas 20.000 Hz). Kemampuan

telinga manusia normal untuk mendengar terdapat di daerah sonik adalah sekitar 20 Hz – 20000 Hz [8].

2.2.3 Arduino Uno R3

Arduino Uno R3 adalah papan pengembangan (*development board*) *microcontroller* yang berbasis *chip* ATmega328P. Disebut sebagai papan pengembangan karena *board* ini memang berfungsi sebagai arena *prototyping* sirkuit *microcontroller*. Bentuk modul arduino dapat dilihat pada gambar 2.2.



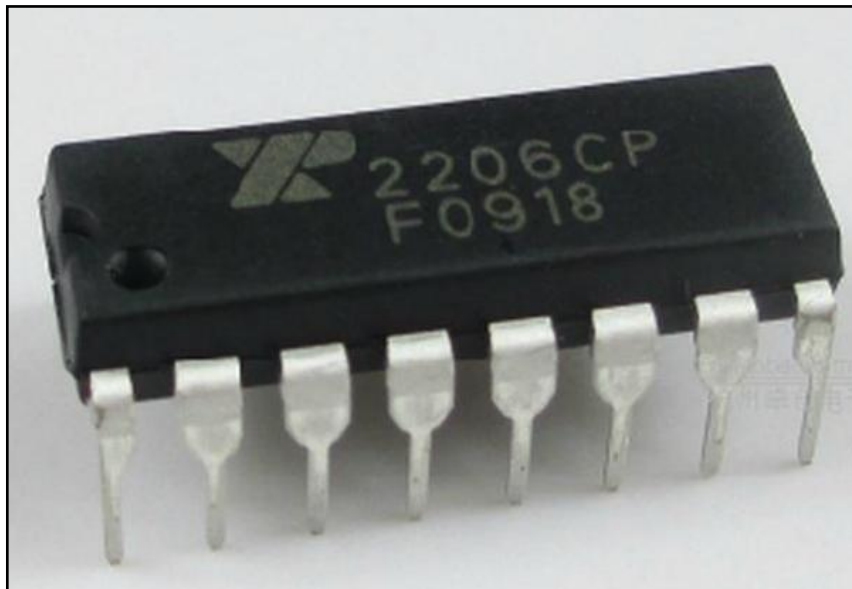
Gambar 2. 2 Bentuk *hardware* arduino uno R3 [9].

Arduino Uno memiliki 14 digital pin *input / output*(I/O), dimana 6 pin diantaranya dapat digunakan sebagai keluaran *Pulse Width Modulation* (PWM), 6 pin *input* analog, menggunakan *crystal* 16 MHz, koneksi *Universal Serial Bus* (USB), *jack* listrik, *header In Circuit Serial Programming* (ICSP) dan tombol *reset*. [10].

1.2.3 *Integrated Circuit* (IC) XR2006

IC XR-2206 adalah IC yang mampu menghasilkan bentuk gelombang sinus, segiempat, segitiga dan gigi gergaji dengan kualitas tinggi, stabil dan akurasi yang cukup tepat. Daerah kerja IC cukup lebar yaitu 0,01 Hz sampai

dengan 1 MHz. Sedangkan tegangan catu adalah 10 volt sampai dengan 26 volt [11]. Berikut ini adalah gambar dari IC XR 2006 seperti pada gambar 2.3.



Gambar 2. 3 Gambar IC XR 2206

2.2.4 *Liquid Crystal Display (LCD)16x2*

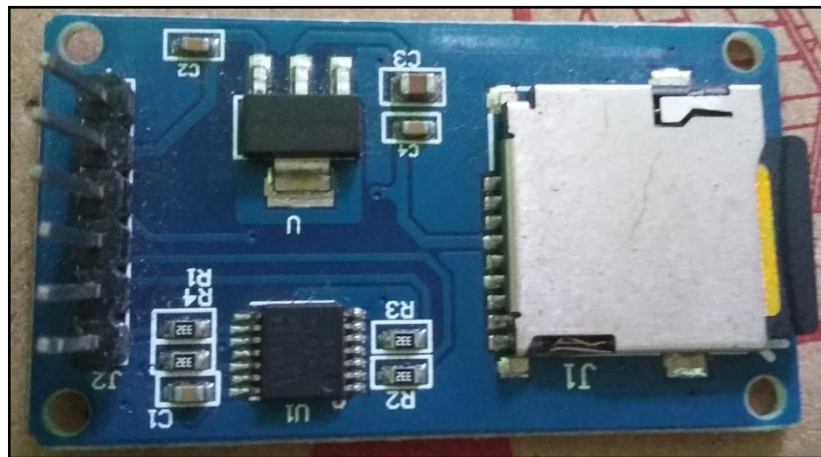
LCD merupakan alat untuk menampilkan karakter yang berasal dari *microcontroller*. LCD bisa memunculkan karakter karena terdapat banyak sekali titik cahaya (piksel) yang terdiri dari satu buah kristal cair, tetapi kristal tersebut tidak memancarkan cahaya sendiri melainkan bersumber dari lampu neon putih dibagian belakang susunan kristal tersebut. Bentuk dari LCD 16x2 bisa dilihat pada gambar 2.3 berikut ini.



Gambar 2. 4 LCD 16x2 [12].

2.2.5 Modul SD Card

SD Card Board untuk kartu SD standar. Hal ini memungkinkan *system* untuk menambah penyimpanan dan data *logging* untuk penyimpanan data *system*, sehingga data-data yang dihasilkan dari *system* yang kita buat dapat secara otomatis tersimpan dalam *memory* ini. Bentuk modul SD card yang digunakan dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2. 5 Modul SD Card

1.2.5 Headphone

Headphone adalah alat yang dapat mengubah energi listrik menjadi gelombang suara. *Headphone* yang bisa digunakan menurut *American National Standards Institute* (ANSI) untuk alat audiometer ada tiga tipe, yaitu TDH-39P, TDH-49P dan TDH-50P. Spesifikasi TDH-39P, impedansi 10 Ohm, frekuensi respon 100 - 8000 Hz, *continuous power* 300 miliwatt, sensitivitas 108 dB \pm 4 dB SPL. TDH-49P, impedansi 10 Ohm, frekuensi respon 100 - 8000 Hz, *continuous power* 300 miliwatt, sensitivitas 106 dB \pm 2 dB SPL. TDH-50P, impedansi 60

Ohm, frekuensi respon 100 - 8000 Hz, *continuous power* 300 miliwatt, sensitivitas 106 dB \pm 2 dB SPL [13].

1.2.6 Jenis dan Tingkatan Gangguan Pendengaran

Jenis dan tingkatan gangguan pendengaran dapat digolongkan sebagai berikut:

1. **15 dB – 25 dB = gangguan pendengaran ringan tidak memerlukan alat bantu dengar.**
2. **25 dB – 40 dB = gangguan pendengaran ringan memerlukan alat bantu dengar.**
3. **41 dB – 55 dB = gangguan pendengaran sedang.**
4. **56 dB – 70 dB = gangguan pendengaran semi parah.**
5. **71 dB – 90 dB = gangguan pendengaran parah.**
6. **Lebih dari 91 dB = gangguan pendengaran total atau akut [14].**

1.2.6 Rumus Statistik

- a. Rata-rata

Rata – rata adalah nilai atau hasil pembagian dari jumlah data yang diambil atau diukur dengan banyaknya pengambilan data atau banyaknya pengukuran.

$$\text{Rata-rata } (\bar{X}) = \frac{\sum Xi}{n} \quad (2-1)$$

Dimana :

\bar{X} = rata – rata

$\sum Xi$ = Jumlah nilai data

n = Banyak data (1,2,3,...,n)

- b. Simpangan

Simpangan adalah selisih dari rata-rata nilai harga yang dikehendaki dengan nilai yang diukur. Berikut rumus dari simpangan :

$$\boxed{\text{Simpangan} = X_n - \bar{X}} \quad (2-2)$$

Dimana :

X_n = rata-rata alat

\bar{X} = Rata- rata Pembanding

c. *Error (%)*

Error (kesalahan) adalah selisih antara *mean* terhadap masing-masing data. Rumus *error* adalah:

$$\boxed{\text{Error \%} = \frac{X_n - \bar{X}}{X_n} \times 100\%} \quad (2-3)$$

Dimana :

X_n = rata-rata alat

\bar{X} = Rata- rata Pembanding